

DISEÑO SOSTENIBLE EN LOS ESPACIOS PÚBLICOS

LA VIVIENDA Y LA
MOVILIDAD URBANA

LILIANA ROMERO GUZMÁN
JESÚS AGUILUZ LEÓN

COORDINADORES



Universidad Autónoma
del Estado de México



Doctor en Ciencias e Ingeniería Ambientales

Carlos Eduardo Barrera Díaz

Rector

Doctor en Ciencias Computacionales

José Raymundo Marcial Romero

Secretario de Docencia

Doctora en Farmacia y Tecnología Farmacéutica

Mariana Ortiz Reynoso

*Encargada del Despacho de la Secretaría
de Investigación y Estudios Avanzados*

Doctor en Ciencias de la Educación

Marco Aurelio Cienfuegos Terrón

Secretario de Rectoría

Doctora en Humanidades

María de las Mercedes Portilla Luja

Secretaria de Difusión Cultural

Doctor en Ciencias del Agua

Francisco Zepeda Mondragón

Secretario de Extensión y Vinculación

Doctor en Educación

Octavio Crisóforo Bernal Ramos

Secretario de Finanzas

Maestra en Administración de Tecnologías de la Información

Jeanett Mendoza Colín

*Encargada del Despacho de la Secretaría
de Administración*

Doctora en Ciencias Administrativas

María Esther Aurora Contreras Lara Vega

Secretaria de Planeación y Desarrollo Institucional

Doctora en Derecho

Luz María Consuelo Jaimes Legorreta

Titular de la Oficina de la Abogacía General

Maestra en Salud Animal

Trinidad Beltrán León

Secretaria Técnica de la Rectoría

Licenciada en Comunicación

Ginarely Valencia Alcántara

Directora General de Comunicación Universitaria

Maestro en Administración Pública

Juan Bernal Aguirre

*Encargado del Despacho de la Dirección de Centros
Universitarios y Unidades Académicas
Profesionales Región A y B*

Doctora en Ciencias en Ciencias Agrarias

Cristina González Pérez

*Encargada del Despacho de la Secretaría de Proyectos
Especiales y Proyección Universitaria*

Diseño sostenible en los espacios públicos, la vivienda y la movilidad urbana

DIRECCIÓN DE PUBLICACIONES UNIVERSITARIAS
Editorial de la Universidad Autónoma del Estado de México

Doctor en Ciencias e Ingeniería Ambientales

Carlos Eduardo Barrera Díaz

Rector

Doctora en Humanidades

María de las Mercedes Portilla Luja

Secretaria de Difusión Cultural

Doctor en Administración

Jorge Eduardo Robles Alvarez

Director de Publicaciones Universitarias

Facultad de Arquitectura y Diseño

Maestro en Valuación

Xavier Gaytán Zepeda

Director

Maestra en Diseño y Producción Multimedia

Flor de María Gómez Ordoñez

Subdirectora Académica

Maestra en Calidad Educativa

Virginia Elisa Gasca Sandoval

Subdirectora Administrativa

Diseño sostenible en los espacios públicos, la vivienda y la movilidad urbana

**Liliana Romero Guzmán
Jesús Aguiluz León**

Coordinadores



**Universidad Autónoma
del Estado de México**



“2025, 195 años de la apertura del Instituto Literario en la ciudad de Toluca”

Este libro fue positivamente dictaminado con el aval de dos revisores externos, conforme al Reglamento de la Función Editorial de la UAEMEX, y fue sometido a un proceso de identificación de duplicidad de la información mediante un software especializado.

Primera edición, mayo 2025

DISEÑO SOSTENIBLE EN LOS ESPACIOS PÚBLICOS
LA VIVIENDA Y LA MOVILIDAD URBANA

Liliana Romero Guzmán
Jesús Aguiluz León

Universidad Autónoma del Estado de México
Av. Instituto Literario 100 Ote., Col. Centro
Toluca, Estado de México
C.P. 50000
Tel: 722 277 38 35 y 36
<http://www.uaemex.mx>

Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (Reniecyt): 1800233



Esta obra está sujeta a una licencia Creative Commons. Atribución –No Comercial– sin Derivadas 4.0 Internacional. Los usuarios pueden descargar esta publicación y compartirla con otros, pero no están autorizados a modificar su contenido de ninguna manera ni a utilizarlo para fines comerciales. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx>

ISBN: 978-607-26959-3-1

Hecho en México

El contenido de esta publicación es responsabilidad de las personas autoras.

Director del equipo editorial: Jorge Eduardo Robles Alvarez
Coordinación editorial: Ixchel Díaz Porras
Coordinación de diseño: Luis Alberto Maldonado Barraza
Corrección de estilo: Gessuri Rosales Sánchez y Ma. del Socorro Zepeda Montes
Diseño de portada: Mariana Vanessa Martínez Balderas



CONTENIDO

PRÓLOGO	9
----------------------	----------

LAS ISLAS DE CALOR Y SUS POSIBLES SOLUCIONES DE MITIGACIÓN...13	
--	--

Martha Vanessa Cruz Rodríguez

Roy Estrada Olivella

Beatriz González Monroy

PERCEPCIÓN DE ALUMNOS UNIVERSITARIOS ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO Y DEL ENTORNO: UN ENFOQUE SUSTENTABLE	25
--	-----------

Maritza Reyes Escobedo

Jesús Aguiluz León

LOS ESPACIOS PERIURBANOS DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA: UN ANÁLISIS MULTIDIMENSIONAL DE LA ACCESIBILIDAD	35
--	-----------

Eska Elena Solano Meneses

Linda Emi Oguri Campos

Daniela Velázquez Ruiz

TRÍADA DE LA MOVILIDAD SOSTENIBLE: RED VIAL, RED DE TRANSPORTE, DESARROLLO URBANO	48
--	-----------

Gildardo Martínez Muñoz

ESTUDIO SOBRE LA PROBLEMÁTICA DE LA MOVILIDAD URBANA DERIVADO DE LAS VIALIDADES ESTATALES EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA. CASO DE ESTUDIO: BOULEVARD SOR JUANA INÉS DE LA CRUZ EN METEPEC, ESTADO DE MÉXICO	58
--	-----------

Jesús Alejandro Pichardo Gómez

Jesús Aguiluz León

EL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE DISEÑO SOSTENIBLE EN MÉRIDA, YUCATÁN	72
---	-----------

Carlos Alberto Fuentes Pérez

Laura del Carmen Moreno Chimely

Blanca Margarita Marín Gamundi

ANÁLISIS DE LA VIVIENDA TRADICIONAL MAZAHUA EN SAN PEDRO DE LOS BAÑOS, IXTLAHUACA, ESTADO DE MÉXICO.....84

Itzel Lara Ángeles

Mercedes Ramírez Rodríguez

EL VALOR DE LA NATURALEZA EN LA VIVIENDA RESIDENCIAL DEL MUNICIPIO DE METEPEC.....96

Cynthia Eunice Ortiz Hernández

Roy Estrada Olivella

Beatriz González Monroy

DIMENSIONES DE LA HABITABILIDAD PARA LA VIVIENDA SUSTENTABLE 107

Lizbeth Hernández Alcántara

Liliana Romero Guzmán

HABITABILIDAD PARA UNA VIVIENDA ADECUADA EN CLIMAS TEMPLADOS, SEMIFRÍOS Y FRÍOS DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA..... 125

Liliana Romero Guzmán

Alan Noe Jim Carrillo Arteaga

Jesús Enrique De Hoyos Martínez

PRÓLOGO

La primera Cumbre de la Tierra celebrada en Estocolmo en 1970, es considerada antecedente de la sostenibilidad. En este mismo lugar, dos años después, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) aprobó la Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano (1972) con el objetivo de formar una alianza mundial para establecer niveles de cooperación entre las naciones en los sectores clave de las sociedades y de las personas. A través de este documento establecieron que la cooperación debe lograrse mediante acuerdos internacionales que respeten los intereses de todos y protejan integralmente el sistema ambiental sin detener el desarrollo mundial.

El Informe Brundtland, escrito en 1987 por la ex primera ministra noruega Gro Harlem Brundtland, empleó por primera vez el concepto sostenibilidad. La historia de este término se remonta al siglo XVIII cuando fue aplicado en el área de la biología para referirse a la evolución de los individuos hacia la fase adulta. Posteriormente, y a partir de la Segunda Guerra Mundial, el término fue adoptado en la economía mundial para aplicarlo a los modelos de crecimiento de los países industrializados, e incluso integrar la idea de justicia social. En 1987 la ONU publicó el Informe Brundtland, bajo el título: Nuestro Futuro Común, en el cual se dio amplia difusión al concepto de desarrollo sostenible, definiéndolo como “aquel desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias” CMMAD (1992:29)¹. En la conferencia convocada por la ONU en Río de Janeiro en 1992, se hizo oficial el uso del término desarrollo sostenible, otorgando un apoyo político internacional a lo establecido por el Informe Brundtland. Una vez que se obtuvo el respaldo de los principales líderes mundiales, el término fue aceptado y se acordó aplicarlo en las instituciones internacionales, gobiernos, sector empresarial y la sociedad civil. En cuanto a los conceptos sustentable y sostenible, han sido parte de discusiones y confusiones debido a sus aplicaciones en las diferentes ciencias, ambas formas son correctas, dado que pueden documentarse sus orígenes de manera muy clara, ya que sostenibilidad encuentra su raíz en el verbo latino *sustinere*, que significa sostener, mantener, conservar, defender o contener. En tanto que sustentabilidad, viene del verbo latino *sustentare*, que significa sostener, mantener en buen estado, conservar cuidar, apoyar o favorecer.

Todo indica que ambos verbos están enlazados y, más aún, *sustentare* se deriva de *sustinere*, el nuevo verbo sugiere que el anterior no abarcaba del todo el ámbito de su significación o simplemente porque el nuevo sonaba mejor que el antiguo. El de-

1 Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD), (1992), Nuestro futuro común. Madrid: Alianza Editorial.

sarrollo sustentable cuestiona el desarrollo económico en general por los altos niveles de degradación del medio ambiente actuales. En consecuencia, el desarrollo sustentable surge como un nuevo paradigma propuesto para suplantarlo el viejo modelo desarrollista basado en parámetros meramente económicos. Por su parte, la sustentabilidad considera los procesos económicos, ambientales y sociales como bases indispensables para el bienestar humano a largo plazo, y evitar un crecimiento asimétrico, injusto y destructor.

Las ciudades son generadoras de múltiples problemáticas y fenómenos climáticos que ocurren cada vez con mayor frecuencia y fuerza. La crisis ambiental afecta la seguridad de la humanidad como un fenómeno acelerado del que no se tiene registro en el planeta como un todo. La población está en constante crecimiento, a principios del siglo xx, solo 5% de la población mundial vivía en suelo urbano y en el año 2000, más de 50% habitaba en las grandes ciudades (Aledo, 2001: 284-285)².

Entre las manifestaciones del cambio climático se encuentran las islas de calor generadas en las ciudades por el constante crecimiento poblacional, el cual ha modificado el territorio para adaptarlo a las necesidades de la población urbana mediante la pavimentación de espacios públicos y construcción de edificaciones sobre el suelo natural, que impiden la filtración del agua pluvial y eliminan la capa vegetal, entre sus funciones absorbe la radiación solar. Es necesario concientizar a la población sobre los problemas climáticos y ambientales porque atañen a todos. Dado que la población tiene una percepción del cambio climático muy variable y subjetiva dependiendo de su bagaje cultural, una forma de difundir científicamente los factores que originan el cambio climático es actualizar la formación académica de los estudiantes de nivel superior. Es fundamental incluir en los programas de estudio la formación ambiental, dado que la problemática sigue agravándose con el paso del tiempo y representa una responsabilidad social, ya que ellos serán los futuros profesionistas y tomadores de decisiones dentro de la sociedad. De acuerdo con la pirámide de la movilidad sustentable, los espacios públicos se están posicionando como los primeros puntos por atender en las ciudades. Entre ellos está la planeación de banquetas, ciclovías, plazas y jardines con la finalidad de proporcionar espacios públicos seguros y cómodos que favorezcan el uso de transportes sostenibles y se reduzca la contaminación del aire. Por otro lado, la vivienda con opciones de energía pasiva es una solución viable en diferentes regiones mexicanas y en particular en viviendas precarias con deficientes condiciones habitacionales térmicas por el cambio climático y con escasos recursos para la instalación de climatización artificial. Actualmente, el diseño sostenible es una categoría esencial del espacio habitable, tanto a nivel urbano como doméstico, que reúne los aspectos físico, psicológico y social, además de sus interacciones con los procesos ambientales. En el diseño sostenible se relacionan las condiciones físico-espaciales térmicas de la vivienda y los intercambios energéticos con su entorno que dan respuesta a las necesidades físicas, biológicas y psicosociales de los individuos que la habitan.

2 Aledo Tur y José Andrés Domínguez Gómez, (2001), Sociología ambiental, México: Grupo Editorial Universitario, UIA.

La movilidad sostenible enfatiza el uso de alternativas amigables con el ambiente. Representa una tarea titánica, concientizar a la población de las ciudades para que cada día una mayor cantidad de habitantes se sumen a caminar, usar la bicicleta, u otros medios de transporte no contaminantes para ir a la escuela, a los lugares de trabajo o en las actividades cotidianas. Para la seguridad de los ciclistas son recomendables los carriles exclusivos, el diseño geométrico de las intersecciones, la incorporación de mobiliario urbano, señalamientos verticales y horizontales a fin de proteger a los más vulnerables en la movilidad: peatones y ciclistas.

El libro está organizado en capítulos, se agrupan en dos apartados, el primero incluye dos líneas de investigación: a) Estudios urbanos arquitectónicos y b) La movilidad urbana sustentable. El segundo apartado contiene la línea de investigación de la habitabilidad en la vivienda.

El primer apartado comprende los capítulos del 1 al 5. El capítulo 1 trata sobre islas de calor y sus posibles soluciones de mitigación. Se analiza el fenómeno de las islas de calor, presente en las ciudades, generado por el aumento de la población concentrada en áreas urbanas con necesidades de construcción en viviendas, espacios públicos pavimentados para vialidades, banquetas y plazas con escasas zonas verdes. Se propone la participación de la sociedad civil para mitigar las islas de calor mediante la utilización de electrodomésticos de bajo consumo energético, la implementación de techos verdes e incluso soluciones más complejas como migrar a la arquitectura bioclimática.

En el capítulo 2, se analiza la sustentabilidad y el cambio climático desde la perspectiva de los alumnos universitarios mediante la aplicación del método etnográfico con la aplicación de una encuesta a través de un muestreo estadístico. Para determinar el grado de conciencia de las problemáticas ambientales urbanas, y desde su perspectiva determinar el nivel de compromiso para participar e involucrarse en las soluciones.

En el capítulo 3, se analizan los espacios periurbanos de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca: un análisis multidimensional que responda a cuatro aspectos de la crisis mundial actual: ambiental, económico, social e inclusividad, así como las barreras y deficiencias relacionadas con la accesibilidad, la movilidad, la comunicación y la comprensión de la accesibilidad. Se describe el fenómeno de la periurbanización como resultado de un proceso complejo de la transición de lo rural hacia lo urbano. De este modo es común encontrar una combinación de terrenos de cultivo o antiguos poblados rurales.

El capítulo 4, propone que mediante una triada se analice la movilidad sostenible: red vial, red de transporte, desarrollo urbano. La movilidad urbana en las ciudades debería de ser más sostenible porque cada día hay más población que usa las redes viales y de transporte tanto público como privado. El desarrollo urbano es el primer signo de promoción y crecimiento de un país, dado que muestra el progreso del medio urbano en el cual inciden aspectos sociales, financieros, físicos y ambientales mínimos para asegurar una convivencia armónica y funcional.

El capítulo 5 estudia la problemática de la movilidad urbana en las vialidades estatales en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca específicamente el boulevard Sor Juana Inés de la Cruz, en el municipio de Metepec. Como es de reciente urbanización, el objetivo consiste en diagnosticar el funcionamiento de la vialidad para detectar sus deficiencias mediante el análisis teórico e in-

vestigación de campo. La metodología se sustenta en analizar los comportamientos ambientales, económicos, sociales y territoriales.

El segundo apartado comprende los capítulos del seis al diez, en la línea de investigación de la habitabilidad en la vivienda.

El capítulo 6 analiza el comportamiento térmico de la vivienda unifamiliar de diseño sostenible en Mérida, México. Se determina la variación de temperatura al interior de la vivienda unifamiliar con tecnología pasiva como consecuencia de la ausencia de sistemas de climatización y calefacción. Analiza el comportamiento de los usuarios y su estilo de vida, las variaciones de la temperatura y el cuerpo humano, como consecuencia de vivir en una vivienda unifamiliar.

El capítulo 7 analiza la vivienda tradicional mazahua en San Pedro de los Baños, Ixtlahuaca, Estado de México a través de la vida social, la política y la economía de las familias que influyen en la selección de los materiales con los cuales se construyen las viviendas de la población. Dependiendo del estrato social de la familia era el tipo de vivienda, por ejemplo: las de los jefes o gobernantes eran construidas con adobe, cubiertas con tejamanil o pencas de maguey secas y las de los peones eran simples chozas de piedra y lodo, muy reducidas, cubiertas con zacate o pencas de maguey.

El capítulo 8 trata el valor de la naturaleza en la vivienda residencial del Municipio de Metepec. Mediante la vinculación de las teorías de sostenibilidad con la política ambiental, se propone una nueva normativa a la reglamentación del diseño urbano arquitectónico y su relación con el ambiente, se busca estructurar una propuesta encaminada a lograr un cambio perceptible y beneficioso para sus habitantes a través de las modificaciones en la manera de construir los condominios y viviendas, a fin de garantizar la infraestructura urbana con el uso eficiente de agua, energía y espacios vecinales incluyentes, así como, tener una mirada crítica de las afectaciones sociales que genera la vertiginosa proliferación de conjuntos residenciales en la periferia de Metepec.

El capítulo 9 busca relacionar los requerimientos de la habitabilidad de la vivienda con las cualidades de la vivienda sustentable para establecer los rasgos fundamentales que deberían implementarse en la planeación y construcción de una vivienda amigable con el medio ambiente. Está dirigido, principalmente, a arquitectos y diseñadores de vivienda sustentable, pero también resulta útil para los investigadores de temas relacionados con la habitabilidad de la vivienda.

En el capítulo 10 se considera que las dimensiones humana, social, ambiental y técnica de la habitabilidad en el diseño de la vivienda sustentable garantizan que sea apta, adecuada, digna, agradable e higiénica y acreditan las condiciones y cualidades mínimas para su funcionamiento. Se prevé que entre más habitable sea la vivienda más sustentable será. Es multidimensional, sus componentes y condiciones que la posibilitan son diversos y pueden valorarse o estimarse de manera integral mediante las variables analizadas.

*Liliana Romero Guzmán
Jesús Aguiluz León*

LAS ISLAS DE CALOR Y SUS POSIBLES SOLUCIONES DE MITIGACIÓN

Martha Vanessa Cruz Rodríguez³

Roy Estrada Olivella⁴

Beatriz González Monroy⁵

INTRODUCCIÓN

Actualmente las ciudades del mundo están enfrentando problemáticas de estructura urbana por el aumento de la población en los centros urbanos, es decir, los espacios urbanos no son suficientes para que las comunidades puedan gozar de sitios en donde realizar actividades de esparcimiento o, si cuentan con ellos, no son adecuados para sus necesidades. Además, se complica la prestación de servicios básicos y sobre todo aumentan las problemáticas ambientales relacionadas con el aumento de la temperatura, como el cambio climático y las islas de calor.

El aumento de temperatura y la falta de estructura urbana adecuada son los principales desafíos que las ciudades actuales deben enfrentar. Tal vez la más apremiante es la falta de espacios verdes, que conlleva a que la temperatura de las ciudades aumente y por ende el confort térmico que se vea comprometido. Y, en segundo lugar, la planeación de espacios urbanos adecuados que permitan el desarrollo de la población. Por ello, es importante encontrar soluciones que la sociedad civil pueda realizar para mitigar las islas de calor (IC), como comprar equipos electrónicos o electrodomésticos de bajo consumo energético, implementar techos verdes, hasta soluciones más complejas como migrar a la arquitectura bioclimática. El presente artículo tiene como objetivo explicar qué son las islas de calor y las posibles soluciones de mitigación.

3 Licenciada en Ciencias Ambientales. Estudiante de la Maestría en Estudios Sustentables Regionales y Metropolitanos en la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEMEX. Contacto: marthac9623@gmail.com

4 Doctor en Administración. Profesor de tiempo completo en la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEMEX. Contacto: estrada.roy@gmail.com

5 Doctora en Administración. Profesora de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEMEX. Contacto: bettgmm@gmail.com

METODOLOGÍA

La metodología de esta investigación se basó en la recopilación documental sobre las islas de calor y la arquitectura bioclimática, así como las posibles soluciones de mitigación y el análisis de las mejores opciones para frenar el incremento de la temperatura en las ciudades.

ISLAS DE CALOR

Las ciudades y sus formas de crecimiento modifican el paisaje natural y la dinámica de los lugares, lo cual afecta directamente el balance de radiación y la concentración de calor en las áreas urbanizadas (Conde *et al.*, 2013), además de que experimentan cambios derivados del aumento poblacional, principalmente en países en desarrollo. Según cifras de la ONU, cerca de la mitad de los habitantes del mundo actualmente vive en ciudades, y la cifra aumentará a 60% para 2030. Datos más recientes prevén que para 2030 la población mundial se aproximará a 8 500 millones y 9 700 millones en 2050 (ONU-Habitat, 2022). Las ciudades son sistemas complejos que facilitan actividades y servicios, las sinergias entre las demandas son los elementos generadores del tejido urbano, la resolución de algunas de estas lleva a la creación de otras (Peppes *et al.*, 2001).

Los problemas causados por el desarrollo urbano son numerosos, entre los más preocupantes están la erosión: la migración del campo a la ciudad, el hacinamiento, el déficit en los servicios básicos, la urbanización en la periferia, las rutas y líneas de transporte público cada vez más alejadas, la deficiencia en el manejo y el destino final de los residuos sólidos urbanos, la ocupación urbana de suelo agrícola y la consecuente deforestación (ONU Habitat, 2012).

Todas las áreas urbanas emiten gases de efecto invernadero a la atmósfera porque al cubrir el suelo evitan que el agua pluvial se filtre al subsuelo. De igual forma, los árboles actúan como reguladores de la lluvia al detener en su follaje la caída en columna del agua; además, concentran carbono y contaminantes que producen menos oxígeno. Sin ellos la radiación solar impacta directamente la superficie, reflejando 100% del albedo existente, calentando la superficie y aumentando las temperaturas en las zonas urbanas (Torres, 2020).

La urbanización abre paso a un fenómeno conocido como isla de calor porque se sustituye la cobertura del suelo natural por pavimentos no permeables o no reflectantes los cuales impiden la absorción de calor durante el día, liberándolo durante la noche, además, los edificios altos obstruyen la circulación óptima del viento que queda atrapado entre estos y calienta el ambiente (EPA, 2022).

La primera vez que se registró una isla de calor fue en 1833 en Londres, Inglaterra. Howard (1833) analizó el clima de esta ciudad para hacer evidente el aumento de temperatura, pero fue hasta un siglo después cuando se hizo notorio que existía aire más cálido en las áreas edificadas, espacios donde la densidad de edificios es mayor, a comparación de espacios naturales como parques o ríos donde el aire es más fresco.

En 1958 el inglés Gordon Manley utilizó por primera vez el término *isla de calor*. Sin embargo, alrededor de 1896, Svante Arrhenius —Premio Nobel de Química de 1903— ya hablaba de los efectos del dióxido de carbono atmosférico en la temperatura de la Tierra. No obstante, solamente en los últimos 35 años de este siglo la gestión ambiental de la atmósfera se ha centrado en la emisión de contaminantes que tienen efectos nocivos para la salud humana.

Se le llama isla de calor (IC) a la diferencia de temperatura ambiente entre una ciudad y su entorno, cuya magnitud es proporcional al área urbana y la población que contiene (Jáuregui y Tejeda, 2004). Por su parte, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) refiere que la isla de calor es la presencia de aire caliente en zonas donde existe una mayor afluencia de personas, transporte y edificios, a diferencia de otras zonas que se encuentran alrededor de estos centros urbanos (García, 2018).

Landa, Magaña y Neri (2008) refieren que se trata de una elevación de la temperatura superficial de más de dos grados en promedio. La Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos indica que en una ciudad con 1 000 000 de habitantes o más, la temperatura puede variar de 1 a 12 °C por encima de las zonas rurales. En este sentido, una isla de calor se explica como la absorción de calor por parte de la infraestructura de la ciudad, debido a la falta de espacios verdes, ya que son los encargados de captar el calor durante el día e irradiarlo por la noche (imagen 1).

En otras palabras, se forma una burbuja de aire cálido sobre la ciudad (Landa *et al.*, 2008) la cual estará en función de condiciones meteorológicas, como el viento, la cantidad de radiación que se mantenga en el aire de la ciudad, el tipo de clima, así como la forma en que históricamente ha crecido la ciudad (García, 2018). Además, se desencadenan modificaciones en el clima local, cambios en la presión atmosférica, los vientos, la nubosidad, la precipitación, la distribución de contaminantes y la presencia de fenómenos meteorológicos cada vez más extremos (Conde *et al.*, 2013).



Imagen 1. Plaza González Arratia, Toluca, Estado de México

Fuente: Fotografía propia

Por otro lado, Carreras (1990) sostiene que la isla de calor es un efecto invernadero local, ya que los gases están confinados en un solo lugar, provocando una cápsula que absorbe el calor del sol. Además, afirma que la mayoría de las áreas metropolitanas del mundo cuenta con estudios climáticos en dos niveles de análisis: uno de carácter aproximativo-descriptivo y otro que analiza el clima urbano en la complejidad de las influencias climáticas y urbanas que surgen de diferentes modelos y relaciones explicativas generales (Fuentes, 2015).

Por su parte, Landsberg (1981) define la isla de calor urbana como un reflejo de todos los microcambios climáticos derivados del impacto antropogénico en la superficie urbana, donde el microclima de un determinado complejo de edificios difiere del microclima del terreno en su estado natural. El calor atrapado en las paredes y superficies pavimentadas durante el día, se libera como energía por la noche y aumenta la temperatura ambiente. Por lo tanto, la isla de calor aumenta aún más por la noche.

Según Moreno (1990) se pueden identificar tres aspectos básicos que caracterizan una isla de calor: la intensidad, la forma o configuración y la localización de la mayoría del calor. Hay que tener en cuenta que estas características pueden variar en función de factores temporales: la estación del año; factores meteorológicos: las condiciones del tiempo; factores geográficos dependiendo de la ubicación y topografía de la ciudad; y factores urbanísticos: que tienen en cuenta las características urbanas de la ciudad.

FACTORES QUE INFLUENCIAN EN UNA ISLA DE CALOR

La intensidad de una IC estará en función de la densidad y extensión de la urbanización que cada ciudad presente. A su vez, dependerá de la cantidad de espacios verdes y la vegetación urbana que tenga, ya que contribuyen al enfriamiento del aire y mantienen cierto control de la temperatura durante el día, principalmente por medio de la evapotranspiración, la disipación de calor y la provisión de sombra (Verón, 2010).

El crecimiento de las ciudades trae consigo el deterioro ambiental, ya que en una ciudad con una mayor cantidad de personas se incrementan las necesidades, por lo tanto, también el consumo de combustibles fósiles para el transporte tanto de individuos como de productos que cubran sus necesidades, mayor uso de la energía eléctrica que utilizan los edificios comerciales y residenciales, la cocción de alimentos, el uso de aire acondicionado y calefacción, así como el aumento y tratamiento de los residuos tanto del sector industrial como el residencial. Justamente, las ciudades son el lugar de origen de las islas de calor (Hernández, 2011).

FACTORES O ELEMENTOS CLIMÁTICOS

Factores como el clima y la ubicación geográfica de los espacios urbanos intensifican las islas de calor. Se presentan principalmente cuando el cielo está despejado y los rayos del sol entran directamente en la atmósfera, además el efecto se incrementa cuando corre aire suave (Heaviside *et al.*, 2017). Por otro lado, los cuerpos de agua y las zonas verdes actúan como termorreguladores al absorber el calor del aire. Las montañas también pueden bloquear el paso del viento o generar corrientes que ventilen las zonas urbanas (Gobierno de la ciudad de Buenos Aires, 2007).

El desarrollo urbano trae consigo reacciones ambientales negativas en cadena, como la pérdida de espacios verdes que reducen la captación de contaminantes, una mayor emisión de gases contaminantes, la poca permeabilidad en los suelos y el almacenamiento de calor en estructuras, superficies y en el aire.

TEMPORALIDAD

Autores como Klysik y Fortuniak (1999), Kolokotroni y Giridharan (2008) refieren que las islas de calor se presentan con mayor intensidad en el verano porque el cielo generalmente está más despejado. Por su parte, Moreno (1990) refiere que la estacionalidad es en invierno. En consecuencia, es importante destacar la complejidad de establecer una temporalidad para las islas de calor, ya que dependerá en mayor medida de las condiciones climatológicas y las características de cada ciudad: la topografía, el tamaño y distribución de los edificios, la cantidad de cuerpos de agua y zonas verdes, así como la climatología (Dávila *et al.*, 2011).

EFFECTOS DE LAS ISLAS DE CALOR

Los diversos impactos de las islas de calor se derivan de la complejidad de las ciudades actuales y se perciben como problemas aislados, por ejemplo, las inundaciones, la contaminación del aire, el cambio de temperatura y los problemas en la salud de la población (Municipalidad de Curridabat, 2019).

Los efectos de las islas de calor atmosféricas comienzan a ser evidentes durante el atardecer y se vuelven más significativos en la noche que en el día, ya que alcanza su punto máximo al amanecer del día siguiente (Tumini, 2010). A medida que aumentan las temperaturas es necesario para la población hacer uso de aire acondicionado, lo cual incrementa el consumo energético de las ciudades, el nivel de contaminación y la salud de la población, además de intensificar la isla de calor.

El aumento en el consumo de energía es uno de los efectos directos de las IC, ya que en verano tiende a aumentar la demanda de refrigeración, los contaminantes por acciones antropogénicas y los gases de efecto invernadero, que en altas concentraciones causan el cambio climático y el efecto invernadero relacionados con las IC (Tumini, 2010). La alta demanda de energía eléctrica durante las islas de calor podría influir en la infraestructura eléctrica, ocasionando cortes de energía frecuentes o prolongados, o la necesidad de nuevas inversiones en el sistema (EPA, 2022).

Por otra parte, el incremento de la temperatura propicia incendios forestales y fenómenos atmosféricos frecuentemente: como la bruma de vapor de agua, periodos de sequía más prolongados, estrés de la vegetación y la deshidratación del suelo. Con los incendios forestales, el humo intensifica la niebla, lo que provoca un incremento de patologías asociadas al calor y cuadros respiratorios (Córdova, 2011).

El aumento de la mortalidad a causa de las IC es uno de los impactos sociales más serios en el futuro. Las personas más vulnerables serán los adultos mayores y las personas con problemas cardiovasculares, respiratorios y renales, así como los niños. De acuerdo con el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) y la Organización Mundial Meteorológica (OMM), es importante monitorear y conocer la extensión e intensidad de una isla de calor porque está directamente vinculada con el cambio climático. Por lo tanto, las acciones para mitigar las IC disminuirán a su vez el cambio climático.

A pesar de que las IC son una problemática urbana, aún son pocos los esfuerzos para mitigarlas. De acuerdo con la EPA (2022) existen soluciones que la sociedad civil puede realizar, como aumentar el área de sombra en las casas, plantar árboles y especies vegetales para disminuir la temperatura del aire y favorecer el enfriamiento de las unidades habitacionales, instalar techos verdes que absorban el calor presente en el aire y reduzcan la temperatura en el área circundante, además de usar aparatos y equipos de bajo consumo energético.

Además, existen soluciones a una escala social más compleja que involucran acciones gubernamentales a nivel nacional e internacional, como la implementación de arquitectura bioclimática en las ciudades. Hay diversos casos de estudio en los cuales se ha comprobado que es una de las alternativas más factibles para mitigar las islas de calor a largo plazo.

INTERNACIONAL

Román y Córdoba (2021) presentan una compilación de propuestas sobre arquitectura bioclimática pensada para sitios públicos del poblado Plazuela las Torres en Madrid, España, en donde realizaron un diagnóstico de los espacios públicos y una propuesta arquitectónica basada en las características y necesidades de cada espacio. El enfoque central de la propuesta fue respetar y mantener el patrimonio ya edificado, como calles, edificios y casas, priorizando a los peatones y vecinos del pueblo.

Las propuestas arquitectónicas y las estrategias planteadas para su realización estuvieron siempre orientadas en favor del municipio; es decir, para favorecer el desarrollo urbanístico y mejorar la calidad de vida de la población. Asimismo, los investigadores entrevistaron a los civiles para conocer las necesidades que tenían respecto a los lugares a intervenir, garantizando que se sintieran parte del proceso de modificación de sus espacios. También interactuaron con alcaldes, concejales y técnicos que pudieran aportar conocimientos desde sus distintas formaciones académicas.

Del Castillo y Castillo (2014) estudiaron siete plazas chilenas —Copiapó, La Serena, Arica, Concepción, Temuco, Valdivia y Punta Arenas— importantes centros urbanos y han tenido gran influencia en la aparición de IC en la ciudad. Además de identificar que la mayoría de las ciudades chilenas —y en general en Latinoamérica— han crecido sin planeación y de manera desorganizada al grado de que han perdido la funcionalidad local.

La metodología utilizada consistió en la elaboración de *climogramas* específicos de ciudades y plazas, lo cual permitió caracterizar el clima del lugar para relacionarlo con la situación de bienestar de las personas.

Posteriormente, se determinaron aquellos momentos en los cuales se alcanza el confort urbano. Consecuentemente, se realizó la planimetría de cada plaza y se definió su morfología (forma, orientación, diseño y dimensión) y mediante una fotografía aérea se elaboraron, sobre la base de los planes, reguladores de cada ciudad. Se identificaron los materiales urbanos que en general poseen una mayor capacidad calorífica, se tomaron en cuenta variables como: pavimento, césped y lámina de agua. Finalmente, se estimó la superficie de la arborización existente de acuerdo con las fotografías aéreas.

Por su parte, Gil Zea *et al.* (2020) investigaron estrategias bioclimáticas para el espacio público en Medellín, específicamente en la Plaza Cisneros, con la finalidad de proponer parámetros de diseño específicos. Respecto a la metodología empleada se realizó un instrumento de recopilación de información a través de encuestas a los habitantes y visitantes sobre temas como: infraestructura, vegetación, mobiliario, confort térmico, confort visual, entre otros. Una vez analizados los resultados de las encuestas desarrollaron la propuesta de arquitectura bioclimática, la cual consistió en diversificar la vegetación del lugar, así como la reactivación de los espejos de agua existentes en la plaza, teniendo en cuenta la necesidad persistente de que los visitantes se apropien del lugar.

NACIONAL

Mercado (2021) realizó un estudio sobre las islas de calor en Hermosillo, Sonora, para observar la variación temporal de un día representativo de verano. La metodología incluye una descripción del clima de la ciudad a través de la clasificación climática de Köppen y de Enriqueta García. Posteriormente, analizan la cantidad de radiación que impacta la ciudad en el periodo de verano utilizando datos de la Comisión Nacional del Agua (Conagua) para saber las temperaturas promedio mensuales máximas y mínimas para realizar un mapa de temperaturas. Además, se hizo uso de la herramienta *Climate Consultant* de la Society of Building Science Educators para visualizar otros parámetros climáticos en una matriz de temperaturas y conocer en qué hora del día existe confort térmico para la población.

Para la fase de trabajo de campo se eligió un modelo meteorológico con un análisis espacial y geoestadístico. Se definieron transectos para medir la temperatura, se seleccionaron imágenes satelitales obtenidas del *Landsat 8* del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), y se procesó la información digitalmente mediante el programa ArcGIS 10.2.1 e información meteorológica adicional. En relación con la medición de temperatura se tomaron en cuenta tres horarios diferentes: el primero a las 9 de la mañana, ya que habrán pasado de 3 a 4 horas de salir el sol; el segundo a las 3 de la tarde, por ser el tiempo donde se desarrolla la mayor actividad humana; y el tercero a las 9 de la noche para observar las superficies después de 1 a 2 horas oculto el sol.

Por otra parte, se calculó la intensidad de la IC diurna para proponer medidas de mitigación, entre las cuales destacan: la incorporación de árboles perennes y vegetación en masa para generar puntos frescos en la geometría urbana, incluir sistemas de sombreamiento en el perímetro de los edificios con vegetación, parasoles o toldos, así como sombrear muros y ventanas. Además de que recomiendan hacer uso de superficies permeables, como el adoquín, que permitan la filtración del agua, y reemplazar materiales oscuros que tengan un albedo alto.

CONCLUSIONES

Actualmente, las ciudades del mundo son el resultado de los diversos cambios y transformaciones que han sufrido a lo largo de sus historias particulares. Se han establecido cuatro grandes revoluciones urbanas en las cuales los centros urbanos experimentaron una metamorfosis en su estructura, algunas de ellas motivadas por la globalización y la evolución del clima urbano. La última revolución fue producto de los nuevos hábitos de la población en cuestión de transporte, equipamiento y servicios públicos. El gran reto de las ciudades es hacer compatible su estructura con las necesidades de los seres humanos.

Algunas de las problemáticas más apremiantes derivadas de las transformaciones urbanas son: el acceso a los servicios, el aumento de la pobreza y los gobiernos locales imposibilitados para controlarla, el elevado consumo de energía no renovable, las emisiones de los automóviles

que traen consigo una mayor concentración de contaminantes, lo que pone en riesgo la salud humana por la mala calidad del aire y agua, escasez de agua, y fenómenos climáticos y naturales cada vez más fuertes como las islas de calor.

Estudiar las IC representa un reto porque intervienen factores sociales, económicos y ambientales en la construcción de un panorama que permita establecer estrategias eficaces de mitigación. Por otra parte, la delimitación de las IC estará en función de la densidad de población, creando un patrón espacial concéntrico. En otras palabras, entre mayor sea la densidad de población, mayor será la extensión de la isla de calor.

Si bien existen diversas investigaciones a nivel nacional e internacional sobre las islas de calor, es importante desarrollar estudios a nivel local. Como en el caso de Toluca, Estado de México, ya que existe un antecedente de la presencia de IC en el centro de la ciudad, pero no se han establecido posibles soluciones para mitigarla. Cabe recordar que las estrategias de mitigación de la isla de calor serán diferentes para cada espacio en donde se presente este fenómeno, ya que deberán establecerse en función de sus factores climáticos, topográficos y sociales. Además de tomar en cuenta las necesidades de la población al momento de establecerlas.

En el caso de los estudios realizados en Madrid y en Hermosillo se presenta respectivamente un diagnóstico de las ciudades con la finalidad de establecer las estrategias de mitigación pertinentes, así como un estudio de las actividades que la población realiza en los lugares a intervenir a través de la arquitectura bioclimática. Para que las ciudades puedan transitar hacia la sustentabilidad es fundamental este tipo de arquitectura. Es una solución pertinente para las islas de calor, ya que involucra factores climáticos y adapta el diseño a las condiciones sociales y a las características ambientales de los lugares en los que se requiera implementar el diseño arquitectónico.

REFERENCIAS

- Carreras, C. *et al.* (1990). Modificaciones térmicas en las ciudades. Avance sobre la *isla de calor* en Barcelona. *Documents d'anàlisi Geogràfica*, 17. Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, pp. 51-77.
- Conde, C. *et al.* (2013). La importancia de la información climática para la planificación del crecimiento y el desarrollo urbano. En Sánchez, R. (ed.) (2013). *Respuestas urbanas al cambio climático en América Latina*. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas (ONU)/ Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal)/Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Climático Global (IAI), pp. 25-40.
- Córdova, K. (2011). Impactos de las islas térmicas o islas de calor urbano, en el ambiente y la salud humana. Análisis estacional comparativo: Caracas, octubre 2009, marzo 2010. *Terra Nueva Etapa*, 27 (42), pp. 95-122. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=721217060005>

Del Castillo, M. y Castillo, C. (2014). Aproximación bioclimática para el diseño de espacios públicos, análisis inicial en distintas plazas chilenas. *Arquitectura y Urbanismo*, 35 (3). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-58982014000300006

EPA (2022a). *Qué puede hacer para reducir las islas de calor*. Disponible en: <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/que-puede-hacer-para-reducir-las-islas-de-calor>

EPA (2022b). *Mantenerse fresco: ¿cómo pueden las comunidades reducir el efecto de isla de calor?* Disponible en: [https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/mantenerse-fresco-como-pueden-las-comunidades-reducir-el-efecto-de#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20causa%20la%20formaci%C3%B3n%20de,humedales\)%20con%20pavimento%20y%20edificios](https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/mantenerse-fresco-como-pueden-las-comunidades-reducir-el-efecto-de#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20causa%20la%20formaci%C3%B3n%20de,humedales)%20con%20pavimento%20y%20edificios)

Fuentes, C. (2015). Islas de calor urbano en Tampico, México. Impacto del microclima a la calidad del hábitat. *Nova Scientia*, 7 (13), pp. 495-515.

García, L. (2018). *Islas de calor, un fenómeno de las ciudades*. Ciencia UNAM. Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Disponible en: <http://ciencia.unam.mx/leer/779/islas-de-calor-un-fenomeno-de-las-ciudades>

Gil, Y. et al. (2020). *Estrategias bioclimáticas para el espacio público en Medellín: Plaza Cisneros*. Cartillas de Investigación de Arquitectura. Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. Disponible en: https://issuu.com/cartillasinvestigacion/docs/estrategias_bioclim_ticas_para_el_espacio_publico

Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (2007). *Cambio Climático. Plan de acción Buenos Aires 2030*. Dirección General de Planeamiento. Argentina: Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Disponible en: https://www.buenosaires.gob.ar/areas/med_ambiente/apra/des_sust/archivos/pacc/cap7_pacc_ba3030.pdf

Heaviside, C. et al. (2017). The Urban Heat Island: Implications for Health in a Changing Environment. *Current Environmental Health Reports*, 4, pp. 296-305. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40572-017-0150-3>

Hernández, T. (2011). *Caracterización de los efectos de la isla de calor en la delegación Venustiano Carranza, Ciudad de México*. Tesis. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM).

Howard, L. (1833). *El clima de Londres: deducido de las observaciones meteorológicas, realizadas en diferentes lugares de la vecindad de la metrópoli*. Londres. (Vol. 1).

- Jáuregui, E. y Tejeda, A. (2004). Cuatro décadas de climatología urbana en México. *Estudios de Arquitectura Bioclimática*, 6, pp. 163-178.
- Kolokotroni, M. y Renganathan G. (2008). Urban heat island intensity in London: An investigation of the impact of physical characteristics on changes in outdoor air temperature during summer. *Solar Energy*, 82 (11), pp. 986-998.
- Kłysik, K. y Krzysztof F. (1999). Temporal and spatial characteristics of the urban heat island of Łódź, Poland. *Atmospheric Environment*, 33 (24-25), pp. 3885-3895. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(99\)00131-4](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(99)00131-4)
- Landa, R. et al. (2008). *Agua y clima: elementos para la adaptación al cambio climático*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat)/Centro de Ciencias de la Atmosfera de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Landsberg, H. (1981). *The urban climate*. Institute for Physical Science and Technology. University of Maryland. Academic press.
- Mercado, L. (2021). Mitigación y adaptación al efecto de isla de calor urbana de clima cálido seco. El caso de Hermosillo, Sonora. *Revista Científica Vivienda y Comunidades Sustentables*, 11 (85-100). Disponible en: <https://doi.org/10.32870/rvcs.voi11.187>
- Moreno, M. (1990). Bibliografía sobre climatología urbana: la “isla de calor”. *Revista de Geografía*, 24, pp. 99-109.
- Municipalidad de Curridabat. (2019). *Islas de calor, impactos y respuestas. El caso del cantón de Curridabat*. Disponible en: https://ghhin.org/wp-content/uploads/Islas-de-Calor_Curridabat.pdf
- ONU-Habitat (2022). *Ya somos 8 mil millones de personas en el mundo*. <https://onuhabitat.org.mx/index.php/ya-somos-8-mil-millones-de-personas#:~:text=La%20poblaci%C3%B3n%20mundial%20alcanz%C3%B3%20hoy,poblado%20del%20mundo%20en%202023>
- ONU-Habitat (2012). *Estado de las ciudades de América Latina y el Caribe 2012. Rumbo a una nueva transición urbana*. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. Organización de las Naciones Unidas (ONU). Disponible en: <https://onuhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/Estado%20de%20las%20Ciudades%20de%20Am%C3%A9rica.pdf>
- Peppes, A. et al. (2001). Buoyancy-driven flow through a stairwell. *Building and Environment*, 36 (2), pp. 167-180.

- Román, M. y Córdoba, R. (eds) (2021). *Pezuela de las Torres. Propuestas bioclimáticas en el espacio público*. Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Disponible en: <http://oa.upm.es/66263>
- Romero, S. et al. (2011). Identificación de las islas de calor de verano e invierno en la ciudad de Toluca México. *Revista de Climatología*, 11, pp. 1-10. Disponible en: <https://climatol.eu/reclim/reclim11a.pdf>
- Torres, J. (2020). *Estrategias de mitigación de islas de calor urbano en Toluca*. Tesis doctoral. Estado de México: Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX).
- Tumini, I. (2010). Estrategias para la reducción del efecto de la isla de calor en espacios urbanos. Estudio aplicado al caso de Madrid. *Ponencia SB10 Mad, Edificación sostenible, Revitalización y Rehabilitación de Barrios*, 3. Disponible en: http://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-09-28_11-40-5111072.pdf
- Verón, E. (2010). Estimación de la isla de calor en Santa Teresita, Partido de La Costa, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Geográfica de América Central*, 2 (45). Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=451744669007>

PERCEPCIÓN DE ALUMNOS UNIVERSITARIOS ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO Y DEL ENTORNO: UN ENFOQUE SUSTENTABLE

Maritza Reyes Escobedo⁶

Jesús Aguiluz León⁷

INTRODUCCIÓN

El cambio climático en las ciudades es un fenómeno que ocurre cada vez con mayor frecuencia en diversas partes del mundo. Por ello, la sustentabilidad urbana global aborda cuestiones de adaptación climática relacionadas con la sostenibilidad y la resiliencia (Buzási *et al.*, 2020). Conocer la perspectiva de estudiantes de nivel superior es importante porque representan a los futuros profesionistas que se involucrarán en la toma de decisiones en la sociedad.

Se sabe que las ciudades están experimentando severos cambios y complicaciones en su entorno desde diferentes ámbitos. La falta de planeación urbana genera una serie de dificultades que deben ser atendidas de manera urgente. Como parte de las medidas de solución, se considera que la población universitaria representa un área de oportunidad para generar y divulgar conocimiento especializado relacionado con la sustentabilidad, ya sea a través del trabajo en equipo, reconocimiento de roles, resolución de conflictos, liderazgo y comunicación interprofesional (La Rosa *et al.*, 2020).

Por ello, es importante conocer la percepción que tienen los estudiantes de nivel superior ante el fenómeno del cambio climático, haciendo énfasis en el aumento de temperatura experimentado en las ciudades, la importancia que le otorgan a la sustentabilidad dentro de la sociedad y su postura sobre las acciones que pueden brindar en el lugar donde residen desde la perspectiva interdisciplinaria, apegándose a su formación académica.

El objetivo general del presente trabajo consiste en analizar la perspectiva de los alumnos universitarios ante la sustentabilidad y el cambio climático a través de la aplicación de una

6 Licenciada en Ciencias Ambientales. Maestra en Estudios Sustentables Regionales y Metropolitanos en la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEMEX. Contacto: maritzarescobedo@gmail.com

7 Doctor en Ciencias Sociales. Profesor de tiempo completo en la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEMEX. Contacto: fad_pydes@yahoo.com.mx

encuesta que permita distinguir cuáles son las aportaciones que pueden brindar al campo de la sustentabilidad desde su formación académica, además de los cambios que perciben en el clima urbano.

El método etnográfico sirvió como medio de acercamiento directo a la población muestra y se realizó mediante la aplicación de encuestas a través de un muestreo sistemático para, posteriormente, aplicar un análisis con estadística descriptiva. Una vez seleccionada la muestra, se analizó qué tan importantes son para los alumnos universitarios las problemáticas ambientales de su entorno.

Los estudiantes pueden o no tener conciencia de las problemáticas ambientales urbanas, por ello, su perspectiva determina el nivel de compromiso que muestran para participar e involucrarse en las soluciones. Además, los experimentos urbanos pueden tomar muchas formas para desarrollar, probar, demostrar y escalar nuevas soluciones sociotecnológicas, de generación y difusión de nuevas políticas y modos de gobernanza (Roebke *et al.*, 2020), que para su diseño e implementación es necesario el conocimiento interdisciplinario.

LAS CIUDADES Y SU COMPLEJIDAD

La ciudad se compone de diferentes aristas que se deben abordar para comprender los fenómenos y procesos que se presentan en un sistema complejo. Desde la perspectiva de la topogénesis, el análisis del lugar se fundamenta a través de estructuras formales cognitivas de la apropiación del espacio donde interactúan la psicogénesis (se refiere a estructuras cognitivas, valores afectivos y símbolos) y la sociogénesis (que aborda normas de conducta, valores de cambio y signos) (Gracia, 2015).

Dentro de los principales factores de crecimiento urbano, las revoluciones económicas en las actividades agrarias o industriales representan un elemento clave para su desarrollo (Aquilué y Ruiz, 2011). Por otra parte, la idea de ciudad como concentración demográfica (Benítez, 2017) consiste en la acumulación de infraestructura material en cantidades y cualidades específicas, cuya característica principal es la densidad de edificaciones; representa cambio de uso de suelo y sitios donde realizar actividades o llevar estilos de vida específicos.

Cabe resaltar que el cambio de uso de suelo en territorios urbanos, cuya suma de elementos son edificios que funcionan como sistemas de liberación y retención de energía, han incrementado el nivel de desarrollo, complejidad e incertidumbre (Aquilué y Ruiz, 2011), por lo que la ciudad no solo debe adaptarse a la diversidad que implica la integración constante de nuevos elementos, sino también a los estados futuros que traerá consigo.

Por ello, la manera de comprender un sistema complejo como las ciudades, debe abordarse y analizarse de acuerdo con los atributos y propiedades que lo conforman. Los elementos presentes retoman mecanismos relacionados con la topogénesis (Maldonado, 2016), como la no linealidad, emergencia, autoorganización, turbulencias, fluctuaciones, comportamiento colectivo complejo y adaptación.

PROBLEMAS AMBIENTALES URBANOS

Antes de volverse un entorno completamente estructurado, la ciudad fue un elemento natural, por lo que se hace uso del término *imaginabilidad ambiental* propuesta por Kevin Lynch (1985), definido como el conjunto de significados socialmente elaborados y compartidos (Vidal y Pol, 2005). Este saber da pauta a la *imaginabilidad social* propuesta por Stokols y Shumaker, la cual plantea que las características del cambio social están estrechamente ligadas a la zona donde ocurra el saber ambiental; de la concepción, significado y valor que proporcionen al entorno, de las dificultades y sus respectivas alternativas de solución (Vidal y Pol, 2005).

La situación económica actual ha obligado a los habitantes a migrar a las ciudades en búsqueda de mejores oportunidades de vida (Brenner y Schmid, 2016). En consecuencia, se desata una crisis urbana experimentada a nivel mundial, resultado de una tasa de construcción que es 40 veces mayor que la del siglo pasado. Este fenómeno empezó a ser estudiado desde 1990 y se ha consolidado como una metanarrativa para diversos estudios sobre ciudades y las acciones que han aumentado la capacidad de anticipación respecto al entorno, en los que se buscan estrategias que se adapten y prevean situaciones que puedan suscitarse frente a futuros inciertos (Aquilué y Ruiz, 2011).

La principal característica de la urbanización implica las nociones de concentración y extensión, cuya clasificación va desde: ciudades, regiones metropolitanas, regiones megaciudad y así sucesivamente, en donde se agrupan los sistemas de población, actividades económicas y de infraestructura (Brenner y Schmid, 2016). Esto quiere decir que las aglomeraciones se integran, expanden, contraen y transforman constantemente, siempre a través de redes de relaciones densas hacia otros lugares.

Dentro de los múltiples problemas ambientales que se presentan y como primera consecuencia de la expansión de las ciudades, el aumento de temperatura es el más representativo, ya que arroja cifras históricas. Uno de los detonadores más comunes es el uso de calefacción, porque genera un círculo vicioso al requerir más energía para satisfacer las necesidades de enfriamiento y refrigeración. Por ello se ha pensado en reducir su uso al máximo o incluso fomentar su desaparición (Tejeda *et al.*, 2022).

El aumento de la temperatura también se debe a la reducción de vegetación en las ciudades, modificando las características del entorno (Schejtnan *et al.*, 2008). Por ejemplo: la reducción de la evaporación, la alteración de sistemas hidrológicos locales y regionales, cambios en los ciclos biogeoquímicos, cuyos efectos principales son la pérdida de humedad del suelo (Gill *et al.*, 2007; Grimm *et al.*, 2008).

Como efecto secundario, se desencadenan problemas ambientales relacionados con la atmósfera y la contaminación del aire, fenómenos que dan lugar a la formación de islas de calor y olas de calor (Campbell y Corvalán, 2007). Estas alteraciones se producen por causas naturales y antropogénicas porque hay una interrelación entre el clima, microclima, la temperatura y el tipo de superficies donde los rayos del sol inciden directamente o, en su caso, donde se concentran los edificios de tamaño considerable y donde se aglomera la población (Santiago *et al.*, 2014).

PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN ANTE LOS FENÓMENOS PRESENTES EN SU ENTORNO

El espacio perceptivo es resultado de un proceso de aprendizaje donde influye el medio del comportamiento al ser un factor que motiva directamente una acción (Gracia, 2015). En este sentido, el ser humano se desenvuelve como un sistema reactivo en el que la representación es considerada un factor determinante de la apropiación. La relación entre ellas es dialéctica, ya que el hombre modifica su conducta en función de las operaciones que lleva a cabo con los estímulos que recibe, y, de la misma forma, el entorno se verá modificado por las acciones desplegadas en él.

El entorno apropiado juega un papel fundamental en tres tipos de procesos: el nivel cognitivo (enfocado al conocimiento, categorización y orientación); el nivel afectivo (atracción del lugar y autoestima); y el nivel de identidad y relacional (implicación y corresponsabilización) (Vidal y Pol, 2005).

PERCEPCIÓN DE LOS UNIVERSITARIOS ANTE LA MODIFICACIÓN DEL ENTORNO

Una vez analizada la complejidad de las ciudades y el cambio del entorno como consecuencia de la apropiación del espacio es posible entender la generación de vínculos humanos con los lugares (Vidal y Pol, 2005). Lo cual facilita la comprensión de los comportamientos ecológicamente responsables porque implica involucrarse y participar en lo que sucede a nuestro entorno.

La forma más apropiada de acercarse a quienes interactúan directamente con el entorno es a través de la antropología etnográfica, disciplina que intenta explorar cómo las diferentes culturas comprenden el tiempo y el espacio. Su objetivo consiste en observar las repercusiones de las actividades antropogénicas en el entorno, en los modos de vida cotidianos y en las formas rituales más complejas (Campos y Yávar, 2007).

La observación y la percepción del entorno ocurre a través del pensamiento complejo. De acuerdo con lo que establece Edgar Morín, es una invitación a ver realidades a partir de la especialización y, en particular, la hiperespecialización; de esta forma, cada persona conoce un pequeño fragmento de la realidad y el objeto de estudio es desvinculado de la realidad donde actúa (Juárez y Comboni, 2012).

El conocimiento especializado requiere de suficiente interés por parte de los generadores de conocimiento. Las instituciones de educación superior ocupan un lugar estratégico en la docencia, la investigación y la difusión para fomentar la educación ambiental (Batllori, 2008). Además, estas instituciones tienen la capacidad de impulsar alternativas orientadas al desarrollo sustentable, a la transformación de hábitos con nuevas actitudes y un entorno sustentable para las actuales y próximas generaciones.

METODOLOGÍA

La hipótesis enuncia que los alumnos universitarios consideran importante abordar temas relacionados con la sustentabilidad y el cambio climático dentro de las ciudades, ya que es una situación que les impacta directamente. Por lo tanto, están interesados en brindar soluciones desde su formación académica para implementarlas en el campo laboral.

El objetivo general de la investigación consiste en analizar la perspectiva de los alumnos universitarios ante temas relacionados con la sustentabilidad y el cambio climático. Los objetivos específicos tienen como finalidad indagar la percepción ante el cambio climático experimentado en las ciudades y distinguir cuáles son las aportaciones interdisciplinarias que pueden brindar al campo de la sustentabilidad de acuerdo con su formación académica.

Por medio de la aplicación del método etnográfico se encuestaron a 100 alumnos de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX), campus Ciudad Universitaria. El cuestionario fue diseñado para abordar la percepción de los jóvenes ante el cambio climático en las ciudades y las proyecciones de los efectos adversos que este fenómeno pudiera traer en el futuro.

El cambio en el microclima de las ciudades se estableció como variable dependiente y la modificación del entorno urbano por incremento en la densidad de construcción como variable independiente. La población muestra representa una variable cuantitativa discreta, al tratarse de individuos que mostraron su opinión (la cual se considera una variable cualitativa). Asimismo, las preguntas planteadas en la encuesta fueron diseñadas con opción de respuesta dicotómica para facilitar el tratamiento estadístico de las variables cuantitativas.

RESULTADOS

De acuerdo con las encuestas aplicadas, los alumnos participantes pertenecen a las siguientes áreas de conocimiento: ingeniería, ciencias sociales, ciencias económico-administrativas, ciencias naturales y exactas, ciencias de la salud, arte y diseño. A partir de ello, se especulan las posibles aportaciones que pueden brindar a la sustentabilidad y la relevancia que les otorgan a temas relacionados con el cambio climático. El resumen de resultados se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1.
Percepción de alumnos universitarios ante la sustentabilidad y el cambio climático

	<i>Si</i>	<i>No</i>
1. ¿El plan de estudios que cursa aborda temáticas relacionadas con la sustentabilidad?	47%	53%
2. ¿Considera que la licenciatura que cursa tiene relación con la sustentabilidad?	78%	22%
3. ¿Ha percibido cambios en la temperatura de la ciudad?	97%	3%
4. ¿Considera que será posible cubrir la demanda energética para alimentar sistemas de enfriamiento/calefacción en el futuro?	79%	21%

Fuente: Elaboración propia

Al preguntar a los alumnos si se aborda alguna asignatura relacionada con la sustentabilidad dentro del plan de estudios que cursan (pregunta 1), la mayoría respondió de forma afirmativa, explicando que es una asignatura que cursan para incluirla dentro de los proyectos que desarrollan de forma interdisciplinaria, la cual se enfoca en legislación. Por otro lado, cuando la asignatura es de carácter optativo hay alumnos que prefieren enfocarse en otras materias que les parecen más interesantes o les brinden mayor utilidad en el campo laboral, debido al grado de especialización que implica.

Posteriormente, se cuestionó si consideran que la licenciatura que cursan tiene relación con temas de sustentabilidad (pregunta 2). La mayoría de los encuestados (78%) respondió afirmativamente, debido a que es un tema que ha tomado mayor importancia en los últimos años, ya que se busca que los proyectos mejoren al ambiente o que su impacto en él sea menor. Por otra parte, el 22% que respondió de forma negativa, pertenece principalmente al área de conocimiento relacionado con la economía, por ello, argumentan que están especializados en las finanzas. Una vez realizado el diagnóstico de la relación que tiene la sustentabilidad con la formación académica se preguntó a los alumnos la percepción que tienen ante el cambio climático, empezando por cuestionar si han notado algún cambio en las temperaturas de la ciudad de Toluca —lugar donde se encuentra el campus Ciudad Universitaria—, especialmente en los puntos donde hay mayor concentración de edificios, población y tráfico vehicular (pregunta 3).

Los resultados arrojaron que 97% de los alumnos encuestados percibe el aumento de temperatura con mayor intensidad durante los horarios de salida de escuelas. Los alumnos explican que han experimentado afecciones a la salud, como golpes de calor, mareo, deshidratación, dolor de cabeza, hemorragia nasal, gripe estacional, desmayo y afecciones en la piel. Por el contra-

rio, quienes respondieron que no han percibido algún cambio en la temperatura de la ciudad (3%) no han experimentado afecciones a la salud.

El cambio climático en las ciudades es un fenómeno evidente, la contaminación atmosférica, las islas de calor y las variables que desencadenan este fenómeno suelen ser variadas, y se relacionan con la presencia de industrias, centros educativos, lugares comerciales y recreativos que favorecen la concentración de población.

El cambio en la temperatura es evidente y se necesitará de sistemas que propicien el confort térmico, ya sea calefacción o enfriamiento, para lograr mantener la calidad de vida y habitabilidad en las ciudades. Los sistemas de aire acondicionado o calefacción son una solución a corto plazo, se pueden implementar mediante sistemas que se colocan en el entorno, o de forma pasiva dentro del diseño urbano arquitectónico. Sin embargo, tienen una desventaja importante porque requieren energía eléctrica para su funcionamiento.

Se preguntó a los alumnos, si consideran que en un futuro sea posible cubrir la demanda energética para alimentar sistemas que ayuden al confort térmico (pregunta 4). Dependiendo de la formación académica del universitario es la percepción que tienen respecto al abastecimiento futuro de energía. Los que respondieron de forma positiva (79%), explican que se puede tratar de implementar el uso de energías alternativas, para que el impacto ambiental sea menor y se generen menos emisiones a la atmósfera.

Finalmente, al preguntar cuáles son las aportaciones que pueden brindar al campo de la sustentabilidad de acuerdo con su formación académica, las respuestas mostraron determinados grados de interés.

- Área de ingeniería: diseñar nuevas herramientas, softwares y sistemas que permitan mejorar el confort térmico, medir el cambio de temperatura dentro del entorno donde se implemente, y amortiguar los efectos adversos del cambio climático dentro de las ciudades, especialmente en las industrias.
- Ciencias sociales: análisis del comportamiento de la sociedad para determinar el patrón que está llevando al cambio climático, como aporte en el aspecto social para los investigadores que requieran de un diagnóstico del área de estudio.
- Ciencias económico-administrativas: generar balance en aspectos de consumo energético, análisis de costo-beneficio de proyectos sustentables, proyecciones en consumo, oferta y demanda de sistemas de confort térmico.
- Ciencias naturales y exactas: investigación en el cambio de ciclos biogeoquímicos dentro del entorno, realizar diagnósticos de problemas ambientales urbanos, caracterizaciones, análisis espacial del entorno, diseño de sistemas para mejorar el confort térmico cuyo impacto ambiental sea el menor posible.
- Arte y diseño: dar prioridad a los sistemas de confort térmico pasivo en el diseño arquitectónico, hacer uso de materiales de mayor durabilidad con carácter sustentable.

- Ciencias de la salud: determinar los problemas a la salud suscitados por la mala calidad del aire en la atmósfera, para determinar cuáles son los más frecuentes y cuáles exacerban sus efectos para brindar alternativas de ayuda a la población.

CONCLUSIONES

En la actualidad se ha vuelto más sencillo percibir los constantes cambios en el entorno y el clima, ya sean favorables o adversos, porque los principales actores juegan un rol que impacta directamente en las condiciones climáticas. Por ello, el diseño urbano y las actividades profesionales que se desempeñarán en el futuro de la sociedad deben ser repensadas desde ahora para procurar que el impacto de estos actores sociales sea favorable para el ambiente.

Respecto a la noción de ciudad y de acuerdo con lo establecido por Le Corbusier, esta debe ser planeada y edificada como un sistema complejo capaz de satisfacer las necesidades básicas para vivir, trabajar y desempeñar actividades lúdicas que propicien el desarrollo del cuerpo y la mente, considerando siempre el impacto ambiental que tendrá en el futuro.

De acuerdo con el análisis realizado, la sustentabilidad es el mejor enfoque posible para tomar acciones en favor del cambio climático, ya que cumple con el enfoque de imaginabilidad ambiental y social. A través de la encuesta aplicada se encontró que depende del contexto social y bagaje cultural de los grupos universitarios la relevancia que le asignan al cambio climático dentro de su formación académica y las expectativas que tienen aquellos que buscan un beneficio social o cuyo objetivo es especializarse en áreas prácticas dentro de una institución específica.

Respecto a los efectos adversos a la salud provocados por el cambio climático abordados por Campbell y Corvalán (2007), se encontró que la población experimenta variedad de síntomas causados por el cambio de temperatura y los golpes de calor, afecciones a corto plazo como deshidratación o dolor de cabeza. Por otra parte, dentro de los efectos que se podrían generar a largo plazo se encuentran afecciones en la piel, lo cual es un dato preocupante, ya que puede desencadenar problemas severos como cáncer.

El contraste con trabajos previos realizados por Batllori en 2008 y la presente investigación en aspectos de educación, muestra el interés de los alumnos por incluir la sustentabilidad en los proyectos académicos que realizan, tanto en la fase de investigación como en la fase práctica. Los universitarios están conscientes que parte del futuro de la vida en la ciudad está en sus manos y las decisiones que tomarán en el futuro, además de la responsabilidad de comunicar sus hallazgos y conocimiento a todos los estratos poblacionales.

Por ello, es importante incluir en los mapas curriculares de educación superior los temas relacionados con la sustentabilidad, para que el concepto se comprenda de forma adecuada y se implemente de forma especializada en la actividad interdisciplinaria académica y aprovechar el desempeño de los futuros profesionistas en la sociedad.

Se vuelve fundamental explicar a los universitarios la importancia de involucrarse en dichos temas y discutirlos en proyectos futuros. Por ello, se proporciona un diagnóstico de la percepción estudiantil actual y su perspectiva sobre estos, para que se tome en consideración en reestructuraciones o modificaciones en planes de estudios del nivel superior.

REFERENCIAS

- Aquilués, I. y Ruiz, J. (2011). Ciudad, complejidad y cambio: fundamentos para el análisis de la incertidumbre en sistemas urbanos. *Revista INVI*, 36 (101), pp. 7-34.
- Ayala, E. (2017). La ciudad como espacio habitado y fuente de socialización. *Ánfora*, 42 (24), pp. 189-216.
- Batlloori, A. (2008). *La educación ambiental para la sustentabilidad: un reto para las universidades*. Cuernavaca, Morelos: Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias (CRIM) / Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Benítez, O. (2017). Aproximaciones epistemológicas a la complejidad en la investigación urbana. *Intersticios sociales*, 14, pp. 81-124.
- Brenner, N. y Schmid, C. (2016). La “era urbana” en debate. *EURE*, 42 (127), pp. 307-339.
- Buzási, A., Szimonetta, B. y Hortay, O. (2020). Mixed approach to assess urban sustainability and resilience. A spatio-temporal perspective. *City and Environment Interactions*, 16, pp. 1-14.
- Campbell, D. y Corvalán, C. (2007). Climate change and developing-country cities: Implications for environmental health and equity. *Journal of Urban Health*, 84 (11), pp. 109-117.
- Campos, F. y Yávar, P. (2007). Lugar, vivienda y urbanidad. *Urbano*, 10 (15), pp. 41-52.
- Gill, S. et al. (2007). Adapting cities for climate change: the role of green infrastructure. *Built Environment*, 33 (1), pp. 115-133.
- Gracia, J. (2015). Marco teórico de análisis de las representaciones gráficas del espacio. *Sapientae: Revista de Ciencias Sociales, Humanas*, 1 (1), pp. 52-60.
- Grimm, N. et al. (2008). Global Change and the Ecology of Cities. *Science*, 319 (5864), pp. 7560-7760.

- Juárez, J. y Salinas, S. (2012). Epistemología del pensamiento complejo. *Reencuentro: Sujeto, subjetividad y educación superior*, 65 (1), pp. 38-51.
- La Rosa-Salas, V. et al. (2020). Educación interprofesional: una propuesta de la Universidad de Navarra. *Educación Médica*, 21 (6), pp. 386-396.
- Lynch, K. (1985). *La imagen de la ciudad*. 3ª edición. Gustavo Gili.
- Maldonado, C. (2016). Transformación de la no-complejidad a la complejidad. *Ingeniería*, 21 (3), pp. 411-426.
- Roebke, L., Grillitsch, M. y Coenen, L. (2020). Assessing change agency in urban experiments for sustainability transitions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 45, pp. 214-227.
- Santiago, J. et al. (2014). Flow simulations for simplified urban configurations with microscale distributions of surface thermal forcing. *Urban Climate*, 9, pp. 115-133.
- Schejtnan, M., et al. (2008). *Principios de diseño urbano ambiental*. México: Limusa.
- Tejeda, A., et al. (2022). Domestic electricity consumption in Mexican metropolitan areas under climate change scenarios. *Atmósfera*, 35 (3), pp. 449-465.
- Vidal, T. y Enric, P. (2005). La apropiación del espacio: una propuesta teórica para comprender la vinculación entre las personas y los lugares. *Anuario de psicología/The UB Journal of Psychology*, 36 (3), pp. 281-297.

LOS ESPACIOS PERIURBANOS DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA: UN ANÁLISIS MULTIDIMENSIONAL DE LA ACCESIBILIDAD

*Eska Elena Solano Meneses*⁸

*Linda Emi Oguri Campos*⁹

*Daniela Velázquez Ruiz*¹⁰

INTRODUCCIÓN

Se entiende como *zona periurbana* a los espacios intersticiales entre la ciudad y el campo, por ello su categorización presenta múltiples coincidencias con el crecimiento urbano y el contexto rural. Este concepto describe un proceso de urbanización cada vez más evidente ante el acelerado crecimiento de los asentamientos humanos, cuyo desarrollo no va a la par de la implementación de infraestructura, servicios y equipamiento que precisa una ciudad consolidada.

El fenómeno de la periurbanización implica una compleja transición entre lo rural y lo urbano. De este modo es común encontrar una combinación de terrenos de cultivo o antiguos poblados rurales que se enmarcan en dinámicas urbanas que trastocan los ámbitos económicos, sociales y ambientales, y alteran el uso original de esos espacios. Sus características más significativas son:

- a) La relativa juventud de las construcciones.
- b) Nuevas formas de ocupación del suelo.
- c) Discontinuidad de la ocupación del espacio.
- d) Daja densidad.
- e) Promoción de la expansión por los diversos actores.

8 Doctora en Diseño por la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEMEX. Contacto: eesolanome@uaemex.mx

9 Doctora en Diseño por la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEMEX. Contacto: leoguric@uaemex.mx

10 Doctora en Diseño por la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEMEX. Contacto: danielavelazquezruiz@gmail.com

- f) Cambio constante del uso del suelo.
- g) Marcada heterogeneidad.
- h) Zona en transición.
- i) Disminución del sentido de comunidad y de lugar (Solano, 2022).

La vorágine que implica este pseudocrecimiento ha contribuido enormemente a replicar y potencializar los errores más comunes que se cometen en los desarrollos urbanos, específicamente en términos de accesibilidad universal, ya que las grandes ciudades escasamente ofrecen espacios de inclusión en donde los grupos vulnerados puedan sentir pertenencia, tales como personas en situación de pobreza, con discapacidad, adultos mayores, grupos LGBTQ+, por mencionar algunos.

El objetivo de este trabajo —correspondiente a la primera etapa de un proyecto de investigación más exhaustivo— plantea la importancia de generar un estudio descriptivo de los espacios periurbanos de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT), haciendo especial énfasis en los que se ubican en la zona poniente, con la intención de proponer un modelo replicable a otros puntos cardinales de la ciudad.

METODOLOGÍA

La metodología aplicada es observacional y transversal. En primer lugar, se requiere la metodología observacional ante un fenómeno espontáneo, ya que no es posible adoptar una actitud reactiva frente a los espacios urbanos y periurbanos porque son contextos naturales y complejos que no pueden ser modificados.

El universo de estudio lo constituye la ZMVT, la cual comprende los municipios de Almoloya de Juárez, Calimaya, Chapultepec, Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, Otzolotepec, Rayón, San Antonio la Isla, San Mateo Atenco, Temoaya, Tenango del Valle, Toluca, Xonacatlán y Zinacantan-tepec, zonas que, de manera progresiva, constituirán el corpus de estudio para la culminación de la investigación.

Este estudio se desarrolla de forma trasversal ante la cambiante dinámica de los pobladores y las condiciones a las que están sujetos en dicho entorno. Además de considerar desde ahora la conformación de una primera etapa que pueda ser replicada posteriormente en otras zonas periurbanas del Valle de Toluca. Lo cual demanda homologar las variables ante las condiciones particulares de la problemática observada. La metodología se establece de tres etapas.

1. Observación de campo realizada en los espacios periurbanos del Valle de Toluca, ubicados en la zona poniente, bajo criterios de accesibilidad.
2. Categorización de las características observadas para generar esquemas de medición que permitan la aproximación a un diagnóstico previo.
3. Análisis de la categorización construida.

- a. Ambiental: refiere el discurso internacional ante la crisis climática y la devastación que las ciudades han provocado en los entornos urbanos, manifestados en el cambio climático, las islas de calor, las altas emisiones de bióxido de carbono, el consumo energético y el uso indiscriminado del agua.
- b. Económica: implica las propuestas que señalan un enfoque capitalista de la ciudad, orientadas a la explotación del territorio y exacerbar un concepto urbano como el escenario de producción por excelencia.
- c. Social: entiende el espacio urbano como el producto de un colectivo organizado que tiene como objetivo alcanzar una calidad de vida adecuada.
- d. Inclusividad: donde se destaca el derecho a la ciudad impulsando principios de equidad, justicia y respeto de los ciudadanos y lograr su participación en todas las dinámicas urbanas.

DESARROLLO DEL TEMA

Como se mencionó anteriormente, el objetivo de este trabajo corresponde a una primera aproximación a los espacios periurbanos de la ZMVT para mostrar la importancia de generar un estudio descriptivo que proponga la deconstrucción de la relación entre los procesos de exclusión en los espacios urbanos y la accesibilidad multidimensional.

El punto de partida es la pregunta de investigación: ¿de qué manera las múltiples dimensiones de la accesibilidad contribuyen a generar procesos de exclusión en el espacio periurbano?

Partimos entonces de la premisa de que la aprehensión de las condiciones de accesibilidad permite una evaluación del fenómeno creciente de periurbanización bajo una mirada mucho más actual y crítica, que coadyuve con la mejora del espacio urbano en sí mismo y a las condiciones de vida que ofrece a sus habitantes, con una visión más holística de la ciudad. Los fundamentos parten del derecho a la accesibilidad señalado en múltiples tratados internacionales, a decir:

- La Agenda 2030 propuesta por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) que establece en sus artículos 11 y 16, el compromiso de que los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
- La Carta Mundial por el Derecho a la Ciudad, que en su artículo 1, afirma “todas las personas tienen derecho a la ciudad sin discriminaciones de género, edad, raza, etnia u orientación política y religiosa, y preservando la memoria y la identidad cultural” (ONU-Habitat, 2012).
- La Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, que en su artículo 9 establece el deber de “asegurar el acceso de las personas con discapacidad, en igualdad de condiciones con las demás, al entorno físico, el transporte, la información y las comunicaciones” (ONU, 2007).

En ese sentido, la intención de la presente propuesta es contribuir a los diversos estudios sobre accesibilidad en el espacio periurbano, por encontrar justo en este espacio de transición potencialmente marginal, un escenario de análisis que permita encontrar la relación entre los procesos de exclusión y la accesibilidad multidimensional.

Primeramente, debemos entender la accesibilidad en relación con tres formas básicas de la actividad humana: la movilidad, la comunicación y la comprensión. De este modo “la accesibilidad debe ser integral y garantizar no solo el acceso, sino la circulación, utilización, orientación, seguridad y funcionamiento” (Olivera, 2006: 332). Lo cual implica actualizar la mirada que arrojamamos sobre este concepto y comprender que no se resuelve con la simple eliminación de barreras físicas en los espacios urbanos, sino que se debe identificar y concientizar la raíz de estas barreras y buscar erradicarlas.

OBSERVACIÓN DE CAMPO EN LOS ESPACIOS PERIURBANOS DEL VALLE DE TOLUCA, UBICADOS EN LA ZONA PONIENTE, BAJO CRITERIOS DE ACCESIBILIDAD

La etapa inicial del proyecto consistió en delimitar la zona poniente con base en el mapa de localidades urbanas del municipio de Toluca. Nuestro objeto de estudio se circunscribe al área correspondiente a la intersección de la ciudad de Toluca con Zinacantepec y San Francisco Tlalcilcalpan. La zona poniente corresponde a la primera de las tres áreas urbanas contempladas en el proyecto de investigación.

1. Al norte con San Pablo Autopan y San Andrés Cuexcontitlán.
2. Al poniente con Zinacantepec y San Francisco Tlalcilcalpan (perteneciente a Almoloya de Juárez).
3. Al oriente con San Pedro y San Miguel Totoltepec, Metepec, Lerma y San Mateo Atenco.

Como antecedente, el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec, desarrollado por el Ayuntamiento de Zinacantepec 2022-2024, gestión que se define como un gobierno cercano e incluyente, afirma que el desarrollo de nuevos asentamientos humanos —lo que también implica los espacios periurbanos— deberá considerar un programa de movilidad y accesibilidad que conecte el centro de Zinacantepec con los diferentes puntos de desarrollo impulsados (Ayuntamiento de Zinacantepec, 2022).

Contar con espacios acordes a los requerimientos de hoy en día para los habitantes de la ciudad, adaptando espacios de la estructura urbana que no cuentan con las características de integración de las nuevas necesidades, como por ejemplo: áreas recreativas, equipamientos, calles, accesos peatonales y sobre todo elementos para “discapacitados” (*sic*) y personas de la tercera edad (Ayuntamiento de Zinacantepec, 2022).

Asimismo, y en referencia a San Francisco Tlalcilcalpan, población del municipio Almoloya de Juárez, se puede encontrar la misma discrepancia. En el prólogo del Plan Municipal de

Desarrollo Urbano de Almoloya de Juárez se cita la Ley General de Inclusión de las Personas con Discapacidad y su importancia, sin embargo, en el resto del documento, cualquier aspecto relacionado con la accesibilidad se encuentra ausente a lo largo de los lineamientos para el ordenamiento urbano (Ayuntamiento de Almoloya de Juárez, 2022).

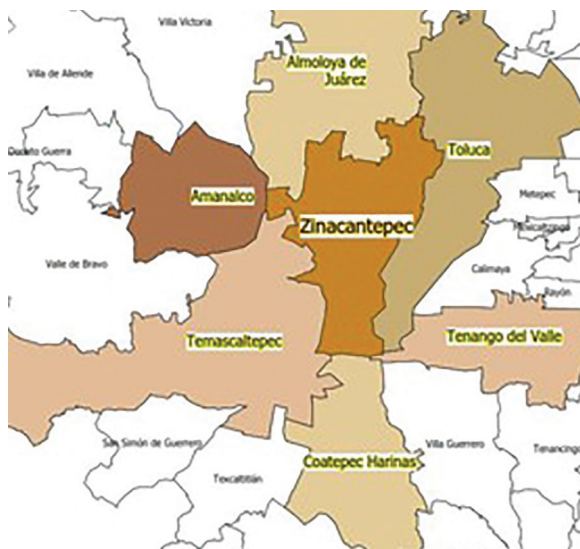


Imagen 1. Esquema de la conurbación poniente de la ZMVT con Zinacantepec y Almoloya de Juárez

Fuente: Ayuntamiento de Zinacantepec (2022).

Dicho contenido concuerda con los resultados obtenidos tras el análisis observacional de los tres aspectos básicos que se deben atender en el ordenamiento territorial bajo los criterios de accesibilidad universal: la movilidad, la comunicación y la comprensión.

- Para la movilidad, se ha de considerar tanto la movilidad motorizada (vehículos y transporte público) como la no motorizada (peatonal y bicicletas).
- Para la comunicación, se considera la señalización en vialidades, la nomenclatura de las calles, la numeración de las edificaciones y la señalética mínima que brinde información de equipamiento y servicios.
- Para la comprensión, se consideran las características básicas de accesibilidad que debe tener la información para permitir a las personas adultas mayores o con algún deterioro cognitivo acceder y comprender la información proporcionada en la zona correspondiente.

Los resultados de la observación realizada en la zona metropolitana poniente de Toluca atienden las barreras, obstáculos y deficiencias detectadas en la accesibilidad concernientes con la movilidad, la comunicación y la comprensión.

En primer lugar, la movilidad se ve impedida en el entorno periurbano ante la existencia de barreras en calles y espacios públicos; no hay condiciones óptimas para desplazarse a pie, con muletas, silla de ruedas, con bastón blanco o a través de medios de transporte como bicicletas, motocicletas, automóviles o transporte público. Las principales razones son:

1. Mal diseño o carencia de banquetas.
2. Inexistencia de pavimento.
3. Ausencia de rampas y guías podotáctiles.
4. Falta de servicio de transporte público.
5. Condiciones inadecuadas para la circulación de bicicletas, motocicletas o automóviles.

Un ejemplo bastante ilustrativo lo encontramos en el municipio de Zinacantepec. En la imagen 2 se aprecia el mal diseño y la carencia de banquetas, la inexistencia de pavimento, de rampas y guías podotáctiles. Por otro lado, se aprecia la falta de transporte público y las condiciones inadecuadas para la circulación de bicicletas, motocicletas o automóviles.



Imagen 2

Fuente: Fotografías propias

En segundo lugar, la comunicación efectiva no se cumple cuando se presentan obstáculos que dificultan o limitan la posibilidad de comunicación de las personas en los espacios periurbanos;

estos requieren de mínima señalización que brinde información del equipamiento existente (parques, comercios, etc.) y de la presencia de servicios (transporte), además de la señalización de los nombres y sentidos de las calles, la numeración de las edificaciones para su ubicación (mensajería, correo, servicios). Las principales deficiencias como: inexistencia de señalamiento vial, y de nomenclaturas y de continuidad en la numeración de las casas.

Otro ejemplo lo encontramos en la localidad de San Francisco Tlalcilcalpan, en Almoloya de Juárez, la imagen 3 muestra la falta de señalamiento vial y de equipamiento o servicios, además de la falta de nomenclatura de las calles o de continuidad en la numeración de las casas.



Imagen 3

Fuente: Fotografías propias

En la imagen 4, encontramos diversos ejemplos de las barreras de comprensión que quedan en evidencia cuando las personas presentan un tipo de diversidad la cual demanda algún tipo de ajuste razonable que le facilite el acceso a la información a través del uso de principios de lectura fácil, lengua de señas mexicana, sistema braille o sonorización de los mensajes. En la zona de estudio se pudo observar:

1. Carencia de mapas hápticos o instrumentos que apoyen a las personas a saber en dónde están ubicados, así como
2. De comunicación en formato accesible (braille, sonorización).



Imagen 4. Barreras de comprensión

Fuente: Fotografías propias

En el municipio de Zinacantepec, por ejemplo, no hay mapas hápticos o instrumentos que apoyen a las personas a saber en dónde están ubicados. En San Francisco Tlalcilcalpan tampoco se encuentra ningún tipo de comunicación en formato accesible.

CATEGORIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS OBSERVADAS PARA GENERAR ESQUEMAS DE MEDICIÓN QUE PERMITAN LA APROXIMACIÓN A UN DIAGNÓSTICO PREVIO

En congruencia con el objetivo señalado se categorizaron las tres variables observadas en relación con la accesibilidad: movilidad, comunicación y comprensión. Para ello se consideró la categorización referente a lo urbano.

- Ambiental: relacionado con aspectos de la sustentabilidad.
- Económico: que define dinámicas urbanas con un sentido estrictamente relacionado con el desarrollo capitalista y económico.
- Social: criterio que mira a la ciudad como un bien colectivo, orientado a fomentar la calidad de vida.
- Inclusión: que se determina con base en los principios de equidad, justicia y respeto en la ciudad de todas las personas.

La relación encontrada entre las variables y la categorización se construye y desarrolla con apoyo de la siguiente tabla.

Tabla 1.
Categorización de las características observadas.

<i>Categoría</i>	<i>Variable</i>	<i>Esquema de medición</i>	<i>Enfoque</i>
Ambiental	Movilidad	» Porcentaje de transporte público por habitante » Porcentaje de transporte privado por habitante	La repercusión de la movilidad trasciende en afectaciones al ambiente por los vehículos motorizados
Económico	Movilidad	» Porcentaje de vialidades pavimentadas	La ausencia de movilidad trasciende en lo económico, ya que afecta actividades laborales, industriales y terciarias
	Comunicación	» Porcentaje de calles con nomenclatura » Porcentaje de edificaciones con numeración	La falta de comunicación trastoca lo económico, ya que afecta actividades laborales, industriales y terciarias
	Comprensión	» Porcentaje de vialidades con señalética informativa	La falta de comunicación trastoca lo económico, ya que afecta actividades laborales, industriales y actividades terciarias. La falta de acceso a la información trastoca lo económico, ya que afecta actividades laborales, industriales y demás actividades terciarias

Inclusión	Movilidad	» Porcentaje de vialidades con ajustes razonables para la movilidad inclusiva	La movilidad adecuada determina la participación de las personas en su entorno
	Comunicación	» Porcentaje de vialidades con ajustes razonables para la comunicación inclusiva	La comunicación determina que las personas accedan a la información referente a su contexto
	Comprensión	» Porcentaje de vialidades con ajustes razonables en la información para la comprensión inclusiva	La comprensión determina si la información referente a su contexto se encuentra al alcance de todas las personas independientemente de su condición
Social	Movilidad	» Porcentaje de vialidades con ajustes razonables para la movilidad inclusiva	La movilidad se considera indispensable para la interacción física en el espacio urbano
	Comunicación	» Porcentaje de señalética con ajustes razonables para la comunicación inclusiva	La comunicación es la base para la construcción de un colectivo social en el espacio urbano
	Comprensión	» Porcentaje de señalética con ajustes razonables en la información para la comprensión inclusiva	De la accesibilidad de la información dependerá que la comunicación sea efectiva y consolidar el tejido social

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS DE LA CATEGORIZACIÓN CONSTRUIDA

Las cuatro categorías: ambiental, económica, social y de inclusión ofrecen como resultado una mirada multidimensional de los factores que contribuyen o limitan la accesibilidad de la población a los espacios urbanos, además de mostrar su relación directa con la inclusión en las zonas periurbanas.

Dentro del aspecto ambiental, encontramos que la movilidad motorizada implica el consumo de combustibles fósiles y el consecuente incremento de gases efecto invernadero, por lo que es fundamental frenar su uso (Martínez, 2018). De ello deriva la importancia de fortalecer las alternativas de accesibilidad para fomentar el uso de vehículos no motorizados y el desplazamiento peatonal. Como herramientas de medición se propone investigar el porcentaje de transporte público y privado por habitante, para determinar si es necesario o no obstaculizar y fortalecer entonces medidas y ajustes razonables (rampas, guías tactopodales, etc.) que promuevan el desplazamiento peatonal.

Dentro del aspecto económico se puede concluir que la movilidad accesible tiene implicaciones económicas significativas, ya que de ella depende la activación inclusiva de la población. De acuerdo con el Consejo Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las Personas con Discapacidad (Conadis), considerar a las personas con discapacidad incrementa la productividad y genera beneficios fiscales a los contratantes (Conadis, 2017). Determinar el porcentaje de vialidades pavimentadas permitirá aproximarse a las condiciones de movilidad accesible presente en la zona.

Asimismo, la comunicación se relaciona con el factor económico por lo que se considera la evaluación de los porcentajes de calles con nomenclatura y de edificaciones con numeración, ya que, a raíz de la pandemia, muchas transacciones comerciales se han domiciliado, fortaleciendo la importancia de estas características en las zonas de estudio. Finalmente, la comprensión, cuya relación con la economía afecta actividades laborales, industriales y terciarias por lo que la evaluación involucra el porcentaje de vialidades con señalética informativa.

Por otra parte, el enfoque social de las zonas urbanas y periurbanas corresponde a las demandas delineadas por acuerdos internacionales que responden a un nuevo giro hacia lo social, de tal manera que se sustentan en principios éticos que reconocen la importancia de la cohesión y el equilibrio social. En este sentido, la movilidad se medirá con los porcentajes de vialidades con ajustes razonables que permiten la participación e integración de todos los miembros de la comunidad, reforzando el tejido social. La comunicación se relaciona con el porcentaje de señalética con ajustes razonables, así como la adecuada comprensión en su información.

Dentro del aspecto de la inclusión, se concluyó que es necesario contar con un amplio porcentaje de vialidades con ajustes razonables para promover la inclusión en las zonas periurbanas a través de la movilidad. Por su parte, la comunicación considera el porcentaje de vialidades con ajustes razonables para la comunicación inclusiva, en las que se considere la diversidad y los diferentes sistemas de comunicación, como el braille, la comunicación sonora, etc. La parte de la comprensión se apoya en el porcentaje de vialidades con ajustes razonables en la infor-

mación, los cuales deberán considerar principios de lectura fácil, como legibilidad y contraste, e incluir una tipografía sans, adecuado tamaño de la fuente, alineación izquierda y pictogramas de fácil identificación (Solano, 2022).

CONCLUSIONES

Para concluir, se puede agregar que es bien apreciada la pertinencia de un estudio descriptivo de los espacios periurbanos que presente una categorización centrada en los cuatro aspectos que responden a la crisis mundial actual, a decir: lo ambiental, lo económico, lo social y la inclusividad. Además de que vincule estas problemáticas con las barreras y deficiencias relacionadas con la accesibilidad, como son: la movilidad, la comunicación y la comprensión.

Esta investigación aporta una herramienta de análisis que emerge del estudio observacional y permite aterrizar los postulados teóricos del discurso urbano actual en los espacios periurbanos de municipios conurbados de la ZMVT en su sección poniente, en los municipios de Zinacantepec y Almoloya de Juárez. La importancia de delimitar las áreas ya descritas estriba en que será posible trascender en una segunda etapa de investigación de un estudio descriptivo a uno comparativo, que se aproxime a los fenómenos bajo un enfoque situado en los espacios periurbanos de la ZMVT y proponer un esquema de medición que sea comparable y replicable.

Finalmente, el análisis realizado determina el grave rezago en cada variable observada en la zona de estudio. El evidente atraso en la accesibilidad universal manifestada en la movilidad, la comunicación y la comprensión en los espacios periurbanos de la zona poniente representan el escaso compromiso de los Planes Municipales de Desarrollo Urbano de los municipios de Zinacantepec y Almoloya de Juárez, que, si bien manifiestan intenciones de inclusión, penosamente lo presentan como un discurso inocuo.

REFERENCIAS

- Ayuntamiento de Almoloya de Juárez (2022). *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Almoloya de Juárez*. Gobierno del Estado de México. Disponible en: <https://almoloyadejuarez.gob.mx/plan-de-desarrollo/#:~:text=El%20Plan%20Municipal%20de%20Desarrollo,mecanismos%20que%20propicien%20el%20desarrollo>
- Ayuntamiento de Zinacantepec (2022). *Plan Municipal de Desarrollo Urbano Zinacantepec*. Gobierno del Estado de México. Disponible en: <https://www.zinacantepec.gob.mx/pdf/desarrollo/Plandesarrolourbano2022.pdf>
- Conadis (2017). *La inclusión laboral nos beneficia a todos*. Gobierno de México. Disponible en: <https://www.gob.mx/conadis/articulos/la-inclusion-laboral-nos-beneficia-a-todos-97728?i->

diom=es#:~:text=BENEFICIOS%2oPRODUCTIVOS%2oPARA%2oLA%2oEMPRESA&text=La%2oinclusi%C3%B3n%2oproduce%2osentimientos%2ode,los%2oinversionistas%2C%2oconsolida%2osu%2ocliente

Martínez, J. (2018). Movilidad motorizada, impacto ambiental, alternativas y perspectivas futuras: consideraciones para el área metropolitana del Valle de Aburrá. *Revista de Salud Pública*, 20 (1), pp. 126-131. Disponible en: <https://www.scielosp.org/pdf/rsap/2018.v20n1/126-131/es>

Olivera, A. (2006). Discapacidad, accesibilidad y espacio excluyente. Una perspectiva desde la geografía social urbana. *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, 61-62, pp. 325-343, Societat Catalana de Geografia / Institut d'Estudis Catalans. Disponible en: <http://riberdis.cedd.net/handle/11181/3954>

ONU (2007). *Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad*. Disponible en: <https://www.un.org/esa/socdev/enable/documents/tccconvs.pdf>

ONU-Habitat (2012). Carta Mundial por el Derecho a la Ciudad. *Revista Paz y Conflictos*, 5, pp. 184-196. Disponible en: https://www.ugr.es/~revpaz/documentacion/rpc_n5_2012_doc1.pdf

Solano, E. (2022a). El diseño accesible: los principios de la lectura fácil en los entornos arquitectónicos y urbanos. *Revista de Estudios Interdisciplinarios del Arte, Diseño y Cultura*, 8, tomo II, pp. 51-68.

Solano, E. (2022b). Hacia la revalorización del espacio periurbano. *Quivera Revista de Estudios Territoriales*, 24, (2), pp. 133-150. Disponible en: <https://quivera.uaemex.mx/article/view/19381>

TRÍADA DE LA MOVILIDAD SOSTENIBLE: RED VIAL, RED DE TRANSPORTE, DESARROLLO URBANO

Gildardo Martínez Muñoz¹¹

INTRODUCCIÓN

Hoy uno de los mayores intereses de nuestra sociedad es poder transitar libremente en cualquier espacio, hacerlo de manera segura y que los medios de transporte estén en buen estado, además, se interesen por cuidar el ambiente. Muchas ciudades de Latinoamérica ya cuentan con la infraestructura adecuada para brindar movilidad sostenible a sus poblaciones, a diferencia de otras que apenas están haciendo los ajustes necesarios para implementar este tipo de movilidad urbana.

El tema de la movilidad sostenible en las ciudades es cada vez más significativo ya que cada día hay más personas que usan las redes viales y de transporte. En este sentido, Pontes (2010) afirma que “la movilidad está relacionada con la libertad de moverse y la posibilidad de acceso a los medios necesarios para tal fin, es decir, una movilidad relacionada con el deseo del individuo de alcanzar determinado destino y la capacidad del individuo”.

El desarrollo urbano es el primer signo de promoción y crecimiento de un país, sin él no se podría planear el progreso del medio urbano de manera adecuada, tomando en cuenta los aspectos sociales, financieros, físicos y ambientales mínimos para asegurar una convivencia armónica y funcional. Por esta razón, el proceso de transformación estructural de las ciudades (desarrollo urbano) en la actualidad con respecto a la movilidad sostenible debe favorecer la calidad de vida de la población.

Por tal motivo, este estudio propone tres elementos básicos de la movilidad sostenible: la red vial, integrada por carreteras, pasos vehiculares, calzadas, calles, avenidas; la red de transporte, infraestructura necesaria para la circulación de vehículos que transportan mercancías y personas; es decir, como autos, camiones, camionetas, bicicletas, *scooters*, bicicletas motorizadas, motocicletas, entre otros y el desarrollo urbano, que se refiere a la planeación previa del medio urbano en sus aspectos sociales, financieros y físicos.

¹¹ Doctor en Diseño. Profesor de tiempo completo en la Facultad de Ingeniería de la UAEMEX. Contacto: subtec2@hotmail.com

METODOLOGÍA

La presente investigación es de carácter cualitativo, está fundamentada en información obtenida de publicaciones, informes y bases de datos de organismos encargados del control y administración del sistema de transporte público, generados durante 2021 y el primer bimestre de 2022, e inclusive con predicciones para 2025. La aplicación del método inductivo toma como estudios de caso ciudades representativas de América y Europa.

QUÉ ES LA MOVILIDAD SOSTENIBLE

Cuando se habla de movilidad sostenible se refiere un tipo específico de movilidad que fomenta la calidad de vida de los ciudadanos al reducir los efectos ambientales negativos en el entorno que lo rodea, evitando al máximo los vehículos automotores, principales detonadores del impacto ambiental.

MEJORES PRÁCTICAS PARA LA MOVILIDAD SOSTENIBLE

La manera más efectiva de contribuir a la movilidad sostenible es utilizar el transporte público el mayor tiempo posible. El metro, el autobús o el tren son las mejores opciones para circular en las ciudades, por ser las más rápidas para trasladarse masivamente.

- Usar la bicicleta: cada vez hay más vías específicas para ello; permite desplazarse de manera fácil y segura. Utilizar los servicios de bicicletas públicas que ofrecen algunas ciudades es muy asequible y sencillo, inclusive ya existen aplicaciones para esto.
- Compartir coche: con este ejercicio se reducirá el número de vehículos en circulación. También existen en el mercado aplicaciones donde se solicita un taxi con la opción de compartir el viaje.
- Caminar: es una de las más saludables. A donde quiera que se desplace aplíquela y su cuerpo se lo agradecerá. (Allianz, 2022)

CÓMO IMPULSAR LA MOVILIDAD SOSTENIBLE EN LAS CIUDADES

Es necesario conocer algunas acciones que intervienen al realizar un plan estratégico de movilidad sostenible.

- Incrementar los carriles para bicicletas (Eco-Unión, 2006).
- Elaborar un plan de acción para mejorar las infraestructuras de transporte público y el uso

de vehículos no contaminantes. Promover el uso del ferrocarril, trenes y el metro como medio de transporte eficiente y sostenible.

- Disuadir el uso del automóvil y proponer el de transportes no contaminantes, especialmente los no motorizados.
- En las zonas metropolitanas se debe replantear el trazado vial para la proliferación de carriles para bicicletas y zonas peatonales restringidas al tráfico. También es importante que se disponga de carriles concretos para autobuses u otros vehículos de transporte de ciudadanos.
- Fomentar las caminatas y el uso de la bicicleta como modos de transporte alternativo y resaltar los efectos positivos sobre la salud, la economía y el medio ambiente.
- Incrementar los carriles para bicicletas (Eco-Unión, 2006).

Los gobiernos tienen la obligación de facilitar estos medios de transporte no motorizados a los usuarios, a través de puntos de alquiler que estén distribuidos por todo el centro urbano. Como resultado de estas acciones y la revisión de algunos otros parámetros (datos, encuestas, opinión pública, etc.) obtendremos un plan estratégico adecuado para implementar en cualquier ciudad y con una movilidad sostenible adecuada.

SISTEMA INTEGRAL DE MOVILIDAD SOSTENIBLE: CASO CIUDAD DE TOLUCA

La ciudad de Toluca ejemplifica una movilidad sostenible que apenas se está integrando. Actualmente, se toman medidas para integrar a Toluca y la ZMVT a través de un estudio realizado por el Centro Mario Molina (2014), cuyo objetivo es “crear una estructura urbana policéntrica a través de la consolidación de subcentros alternativos”.

Este estudio responde a cinco tendencias en términos de movilidad y desarrollo urbano de la ZMVT y 34 líneas de acción propuestas para tales objetivos. Las cinco tendencias son:

1. Estructura urbana que tiende a la expansión.
2. Aumento en el tiempo y la distancia de viaje.
3. Fomento de modalidades poco eficientes.
4. Fragmentación de la gestión pública de la movilidad.
5. Incremento en el uso del auto privado (Centro Mario Molina, 2014: 379).

Lo que se pretende en el estudio es integrar la triada de la movilidad sostenible, es decir, las redes viales con el transporte a través del desarrollo urbano de la ZMVT.

Como se sabe, el Tren Interurbano México-Toluca es un proyecto de movilidad del gobierno federal que conectará la ZMVT con el poniente de la Ciudad de México. Este proyecto, que sigue en construcción, impactará considerablemente en la ciudad de Toluca y su zona metropolitana. Pero muchas veces la movilidad urbana se planea desde otro enfoque, es decir, la ciudad no está capacitada al cien por ciento para recibir esa movilidad. Un claro ejemplo de ello es esta ciudad.

Por tal motivo, el estudio realizado por el Centro Mario Molina propone en su línea de acción 1.3 elaborar un nuevo Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Toluca, que derogue al actual e inicie el proceso de actualización y aprobación en el cual se subsanen las deficiencias de acuerdo con las problemáticas y retos actuales en movilidad (Centro Mario Molina, 2014).

Se puede concluir que el Sistema Integral de Movilidad Sustentable para el Valle de Toluca debe ser planeado y analizado a profundidad, revisando todos los aspectos sociales, financieros y físicos, además de la expansión demográfica, física y el mejoramiento del medio ambiente.



Imagen 1. Ciclovía, calle Miguel Hidalgo, Alameda Central, Toluca

Fuente: Diario Portal (2022)

CIUDADES CON MEJOR MOVILIDAD SOSTENIBLE AL 2022: CASO ÁMSTERDAM, HOLANDA

De acuerdo con la revista colombiana *360 en Concreto* (2022), las ciudades con mejor movilidad sostenible a 2022 son: Ámsterdam, Singapur, Londres, París y Río de Janeiro, ya que han demostrado que sus medios de transporte son eficientes, seguros, saludables, equitativos y competitivos. El caso de Ámsterdam es particularmente demostrativo, 60% del transporte público es la bicicleta, han acondicionado carriles y semáforos especialmente para ellas y medidas de seguridad planeadas para pedalear. El sistema de alquiler de bicicletas públicas se complementa con estaciones repartidas a lo largo de la ciudad y una infraestructura que permite transportarlas fácilmente por metro y tren. Además, los habitantes están convencidos de que la bicicleta es el medio de transporte por excelencia.



Imagen 2. Bicicletas en Ámsterdam: alquiler, parkings y rutas

Fuente: Geotab (2018)

Las bicicletas y el transporte eléctrico son las principales opciones de movilidad sostenible, pues no generan emisiones de CO₂, lo que equivale a una mejor calidad del aire. Estas ciudades han logrado implementar en gran medida estos medios de movilidad adaptando la infraestructura urbana.

CIUDADES CON MEJOR MOVILIDAD SOSTENIBLE AL 2022: CASO PARÍS, FRANCIA

Diferentes revistas apuntan que París es una de las ciudades con mejor movilidad sostenible en el mundo, ya que goza de una ubicación geográfica, actividad económica prolífica así como pequeñas y medianas empresas innovadoras. Tanto que los ciudadanos utilizan alternativas sostenibles como bicicletas, monopatines, patines y transporte público para realizar sus actividades diarias.

Trasladarse por las ciudades europeas no es económico, el tranvía o el metro son los medios de transporte de paga más comunes y la bicicleta o el monopatín han sido los favoritos de los parisenses, además, el gobierno promueve iniciativas para que estos lideren la movilidad urbana en el presente y futuro.

El ayuntamiento parisino ha completado la construcción de más de 170 kilómetros de carriles para bicicletas, incrementando su uso en más de 60% en apenas dos años. Asimismo, hay planes

para crear una red de más de 600 kilómetros de ciclovías en la región. El año pasado se añadieron 100 millones de euros más a los 350 millones previstos inicialmente en 2018. Para 2024 buscan que 9% de trayectos en el país se realicen en bici, frente al 3% actual (Q. B. Gisella, 2022). Además, han instalado aparcamientos en diferentes lugares de la ciudad para agilizar la movilidad y evitar los delitos. Dentro de esta normativa también está el marcaje con “número único” para las bicicletas nuevas, que permite identificarlas en caso de robo.

Una de las últimas acciones del gobierno fue firmar el Acuerdo de París para bajar las emisiones de carbono, los niveles de contaminación y limitar el calentamiento global en 2 °C —preferentemente a 1.5 °C— en relación con los niveles preindustriales (UNFCCC, 2022). Otorgan subvenciones de alrededor de 500 dólares para comprar una bicicleta, ofrecen un reembolso de 50 dólares para reparar una bicicleta vieja y servicios municipales para alquilar bicicletas urbanas, inclusive pagan 4 mil euros por dejar de usar el coche.

Otra medida que han implementado es desechar coches o furgonetas anteriores a 2006 con motores de gasolina y modelos anteriores a 2011 para diésel. El gobierno francés planea seguir aumentando las medidas ya que los objetivos climáticos no se han alcanzado y el panorama no es nada alentador. Este caso ilustra de manera muy clara que en temas de movilidad sostenible las ciudades dependen de la planeación y los recursos.



Imagen 3. Bicicletas, la nueva revolución francesa

Fuente: *El País* (2022)

CIUDADES CON MEJOR MOVILIDAD SOSTENIBLE AL 2022: CASO CURITIBA, BRASIL

Curitiba es la principal ciudad del sur de Brasil, considerada la capital verde de Sudamérica, vanguardista en el ámbito del transporte público y una ciudad modelo de planeación urbana sosten-

nible. El mayor logro de Curitiba es la Red Integrada de Transporte (RIT), un sistema con 2 160 unidades de autobuses. Por los ejes principales circulan autobuses con gran capacidad de pasajeros, alta velocidad, frecuentes paraderos y carriles propios, un autobús de tránsito rápido¹². El acceso es muy flexible con una plataforma elevada apta para personas con movilidad reducida y solo hay que pagar una vez para entrar.

El sistema cuenta con líneas adicionales entre comunidades: una línea directa de largo recorrido con pocas paradas, un ramal que conecta la terminal con la comunidad, una línea circular en el centro y 370 autobuses de líneas regulares no integrados en el sistema. Más de 2 millones de pasajeros usan el sistema todos los días y 70% de la población lo usa para trabajar. Dentro de la movilidad sostenible subrayan tres puntos importantes.

1. Priorizar el espacio vial en el transporte público.
2. Mejorar la integración del transporte.
3. Promover la accesibilidad: redes, vías, ciclistas, calles exclusivas para peatones.

Curitiba continua en búsqueda de redes y sistemas de transporte sostenibles que respondan a la demanda y optimicen el uso de recursos como la energía, la tecnología, el espacio y las regulaciones para ahorrar costos y esfuerzos que puedan redirigirse a nuevos proyectos que sirvan a ciudades inclusivas, sostenibles y resilientes. (Estévez, 2011)

SEMANA DE LA MOVILIDAD SUSTENTABLE 2022

La Semana de la Movilidad Sustentable 2022 se llevó a cabo del 16 al 22 de septiembre y se celebra cada año en todo el mundo; esos días, las instituciones privadas y públicas impulsan el desarrollo sostenible y promueven un cambio cultural para adoptar modelos o modos de transporte con menor impacto ambiental.

En la ciudad de Toluca se llevan a cabo varias actividades y proyectos de movilidad ambiental organizados por diferentes instituciones o fundaciones, como la Fundación Tláloc que tiene diferentes propuestas para una movilidad sostenible. Una de ellas es Noches de Bici-O, paseos nocturnos en bicicleta que se llevan a cabo cada miércoles a las 20:30 horas en el monumento Centenario de la Independencia ubicado en Paseo Colón y calle Venustiano Carranza (Fundación Tláloc, 2022).

Otro proyecto es Tolo en Bici, una rodada familiar de diez a doce kilómetros que busca incrementar la confianza del nuevo ciclista a lo largo de la ruta recreativa Tolo, recorren la ciudad en un horario de tránsito local para hacer recorridos de reconocimiento con cualquier medio de transporte sustentable (Fundación Tláloc, 2022). Desde el 18 de enero de 2019 se lleva a cabo el

¹² Bus Rapid Transit (BRT) por sus siglas en inglés

proyecto Ruta Paseo Colón, desde la avenida Solidaridad las Torres hasta Calzada del Pacífico, todos los domingos de 8:30 a 13:00 horas, donde la finalidad es ejercitarse y divertirse al caminar, trotar, correr, andar en bicicleta y pasear con mascotas (Ayuntamiento de Toluca, 2022).

Las actividades son gratuitas y buscan fomentar la convivencia familiar, el sano esparcimiento y el impulso del deporte. Se dotan de bicicletas gratuitas, seguridad vial, atención médica y puntos de hidratación. Cabe mencionar que, a pesar de que fue destinada para la cultura física y el deporte, también es un tipo de movilidad sostenible en un punto importante de la ciudad, donde cada vez se concientiza a la población de usar alternativas sostenibles de movilidad.

En la ciudad de Buenos Aires, Argentina, también se integró la semana de movilidad sustentable con actividades que promueven la movilidad limpia, tienen dos proyectos principales (Economía Sustentable, 2022).

- *Parking Day*: un día completo con espacios de disfrute y recreación, música en vivo, reparación de bicis y juegos de educación vial. Se llevó a cabo el 16 de septiembre de 2022.
- *Soltate + bicicleteada*: aprender a andar en bici, bicicleteada de 7 kilómetros por la ciudad, música y *foodtrucks*. Realizado el 17 de septiembre de 2022.

Se puede observar que la sociedad argentina busca espacios para la recreación y el esparcimiento, además de contribuir al medio ambiente con el uso de la movilidad sostenible. En lo que se refiere a las ciudades europeas, la semana de la movilidad es la principal campaña de sensibilización que ha propuesto la Comisión Europea sobre movilidad urbana sostenible.

En esa semana, cada 22 de septiembre, se celebra el Día sin coches, en el que se organizan diferentes actividades para fomentar el transporte público y la recuperación de espacios para peatones y ciclistas. Cada año tienen un lema diferente, los de los últimos años han sido: Camina con nosotros(as) en 2019; Movilidad sin emisiones para todos en 2020; Seguro y saludable con movilidad sostenible en 2021; Mejores conexiones en 2022.

Todos tienen como objetivo sensibilizar a la ciudadanía sobre el daño que hace a la salud y al medio ambiente el uso indiscriminado de automóviles dentro de la ciudad, así como los beneficios que aportan los medios de transporte sostenibles, como la bicicleta, los monopatines, el caminar o el uso de los servicios de transporte público, protagonistas para impulsar el cambio cultural en la movilidad sostenible a través del apoyo de toda la comunidad.

CONCLUSIONES

La movilidad sostenible tiene como prioridad promover el uso de la bicicleta, el transporte público y la caminata como formas de movilidad amigables con el medio ambiente, alentar el uso racional del auto e incentivar el uso compartido y la seguridad vial. Seguir impulsando el cambio cultural en temas de movilidad con el menor impacto ambiental a través de las diversas organizaciones de la ciudad y en sus entornos de influencia. Además, tener una visión y pro-

yectos a largo plazo que se enfoquen en la sostenibilidad de la movilidad a futuro, coordinar las políticas de movilidad sostenible con las políticas energéticas, medioambientales, urbanísticas y de ordenación territorial.

Los gobiernos deberán revisar los planes de infraestructura y equipamiento de sus ciudades para proponer, ajustar y diseñar nuevos espacios a fin de consolidar la movilidad sostenible. Ajustar el presupuesto y reservar recursos para campañas, foros, programas, spots, sitios web, a través de los cuales la ciudadanía pueda mantenerse informada y se logre una transición efectiva de la movilidad actual a una más sostenible.

El proceso de transición a una movilidad sostenible no es fácil, el caso de la ciudad de París es un buen ejemplo de ello. La ciudadanía debe hacer consciente que la movilidad sostenible es un bien y una necesidad colectiva, además de conocer los recursos a su alcance para formar parte del cambio. Los planes de esta movilidad sostenible se deben desarrollar y programar de manera que incluya las características predominantes de cada ciudad (infraestructura, vegetación, etc.), que no sea un proyecto aislado, sino que muestre las conexiones con todas las ciudades que intervienen.

Las prácticas de la movilidad sostenible son sencillas y fáciles de desarrollar, solo hace falta convencer a la población de los beneficios que se podrían alcanzar con pequeños cambios, disminuirían los accidentes viales, bajarían los índices de CO₂ y mejoraría la salud de los ciudadanos. Por ello, es imprescindible continuar promoviendo movilidads sostenibles hasta llegar a su aceptación.

REFERENCIAS

Allianz (2022). *Compartir coche: ahorrar mientras cuidas el medio ambiente*. Disponible en: <https://www.allianz.es/blog/motor/compartir-coche.html>

Ayuntamiento de Toluca (2019). *Invita Toluca a la Ruta Paseo Colón, todos los domingos*. Comunicado Núm. 0048. Disponible en: <https://www2.toluca.gob.mx/comsocco048/>

Centro Mario Molina (2014). *Estudio del Sistema Integral de Movilidad Sustentable para el Valle de Toluca*. Disponible en: https://ieecc.edomex.gob.mx/sites/ieecc.edomex.gob.mx/files/files/Publicaciones%20Hist%C3%B3ricas/4_Estudio_Movilidad_Sustentable/Estudio%20del%20Sistema%20Integral%20de%20Movilidad%20Sustentable%20para%20e.pdf

Diario Portal (2022). *Bicicletas, las dos caras de la alternativa sustentable en Toluca*. Disponible en: <https://diariportal.com/2020/01/09/foto-galeria-bicicletas-las-dos-caras-de-la-alternativa-sustentable-en-toluca/>

Economía Sustentable (2022). *Se viene la Semana de la Movilidad Sustentable 2022: dónde, cuándo y qué actividades se realizarán*. Disponible en: <https://economiasustentable.com/noticias/se-viene-la-semana-de-la-movilidad-sustentable-2022-donde-cuando-y-que-actividades-se-realizaran#:~:text=La%20Semana%20de%20la%20Movilidad%20Sustentable%202022%20se%20realizar%C3%A1%20del,tambi%C3%A9n%20sus%20versiones%20el%C3%A9ctricas>

Eco-Unión (2006). *Curso básico: Movilidad Urbana Sostenible*. Disponible en: https://www.bizkaia.eus/fitxategiak/o7/Mediateka/3_Moduloo_movilidad_urbana.pdf?hash=753324df4ea09dce9b-71837b9f8c3e3a

El País (2022). *Bicicletas, la nueva revolución francesa*. Disponible en: <https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2021-03-29/bicicletas-la-nueva-revolucion-francesa.html>

Estévez, R. (2011). *Curitiba, referente en movilidad eointeligente*. Disponible en: <https://www.eointeligencia.com/2011/10/curitiba-movilidad-eointeligente/>

Fundación Tláloc (2022). *Noches de Bici-O. ¡Redescubre la ciudad!* Fundación Tláloc. Disponible en: <https://fundacionTlalo.org/noches-de-bici-o-2/>

Fundación Tláloc (2022). *Tolo en Bici*. Fundación Tláloc. Disponible en: <https://fundacionTlalo.org/tolo-en-bici/#:~:text=Rodada%20familiar%20de%2010%20a,un%20medio%20de%20transporte%20sustentable>

Geotab (2018). *¿Qué es la movilidad inteligente?* Disponible en: <https://www.geotab.com/es-latam/blog/movilidad-inteligente/>

Masa Crítica Guayaquil. (2022). *Movilidad urbana: las 6 lecciones de París para incrementar el uso de la bicicleta en las ciudades*. Disponible en: <https://masacriticaguayaquil.com/2022/01/11/movilidad-urbana-las-6-lecciones-de-paris-para-incrementar-el-uso-de-la-bicicleta-en-las-ciudades/>

Pontes, Heloisa (2010). *Intérpretes da metrópole*. Sao Paulo: Edusp.

UNFCCC (2022). *¿Qué es el Acuerdo de París?* Disponible en: <https://unfccc.int/es/most-requested/que-es-el-acuerdo-de-paris>

360 en Concreto (2022). *Ciudades ejemplo en movilidad sostenible*. Disponible en: <https://360enconcreto.com/blog/detalle/ciudades-ejemplo-en-movilidad-sostenible>

ESTUDIO SOBRE LA PROBLEMÁTICA DE MOVILIDAD URBANA DERIVADO DE LAS VIALIDADES ESTATALES EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA. CASO DE ESTUDIO: BOULEVARD SOR JUANA INÉS DE LA CRUZ EN METEPEC, ESTADO DE MÉXICO

Jesús Alejandro Pichardo Gómez¹³

Jesús Aguiluz León¹⁴

INTRODUCCIÓN

En 2022, la LXIV Legislatura de Congreso de la Unión de México aprobó la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial, la cual norma los criterios de diseño vial sustentable e inclusivo. Por su parte, el gobierno del Estado de México aprobó la Ley de Movilidad del Estado de México en 2021 para ejecutar proyectos viales para el desarrollo sustentable y la seguridad vial. Sin embargo, la Secretaría de Movilidad y la Junta de Caminos del Estado de México aún construyen avenidas en los barrios, colonias y pueblos con grandes deficiencias y peligros de planeación para los peatones y la economía de los locatarios.

De manera análoga es como la premisa de la novela *Fahrenheit 451* de Ray Bradbury, en la que un bombero crea incendios en lugar de apagarlos. El gobierno del Estado de México estimula problemáticas urbanas con la mala planeación y construcción de vialidades rápidas para autos motorizados, en lugar de disminuir accidentes y dividir a la población excluyendo a los peatones, discapacitados y ciclistas.

Como estudio de caso del presente artículo se propone analizar el boulevard Sor Juana Inés de la Cruz —nueva vialidad construida dentro de la ZMVT— y las afectaciones derivadas de su apertura como vía alterna a las avenidas Paseo Tollocan y Solidaridad las Torres. El objetivo es diagnosticar el funcionamiento de la vialidad para detectar sus deficiencias mediante el análisis teórico e investigación de campo. La metodología se sustenta en analizar los comportamientos

¹³ Lic. en Arquitectura y estudiante de la Maestría en Estudios Sustentables Regionales y Metropolitanos de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEMEX. Contacto: jesus_pichardo.96@hotmail.com

¹⁴ Profesor de tiempo completo en la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEMEX. Contacto: fad_pydes@yahoo.com.mx

ambientales, económicos, sociales y territoriales generados en torno a la vialidad construida por las autoridades estatales en la zona metropolitana de Toluca.

El eje de esta investigación es que la cultura del coche predomina en la población y por ello la movilidad urbana se construye para la circulación de automóviles privados, y se deja de lado la infraestructura peatonal y ciclista contemplada en las leyes federal y estatal, en las cuales se establece que el diseño de las vialidades corresponderá a la pirámide de jerarquía de movilidad urbana.

PROBLEMÁTICA

La Zona Metropolitana del Valle de Toluca carece de infraestructura vial sustentable para el tránsito seguro de peatones y ciclistas. Dado el crecimiento de la población se han construido nuevas vialidades o ampliaciones con el fin de resolver exclusivamente la sobrecarga vehicular. Tan solo en Metepec —municipio perteneciente a la zona metropolitana— en su última actualización del Plan Municipal de Desarrollo Urbano (PMDU) previó cambios en el uso del suelo en diversas zonas por la alta densidad poblacional, es decir, la construcción de conjuntos habitacionales multifamiliares de hasta 12 niveles (PMDU, 2018).

Con el objetivo de brindar infraestructura urbana y conectividad vial a estos nuevos conjuntos habitacionales, en 2017 se construyó el boulevard Sor Juana Inés de la Cruz, con la categoría de Corredor Urbano Vertical Estructurador CRU.333.H/H.200.V, de acuerdo con el Plano de Estrategia E-02. Sin embargo, su planeación no consideró a los peatones o ciclistas, mucho menos las consecuencias ambientales y sociales que tendría (PMDU, 2018).

Según la Junta de Caminos del Estado de México (2020), es un proyecto vial de más de 15 km de longitud, que tiene como objetivo aminorar el tráfico generado en Paseo Tollocan y avenida Solidaridad Las Torres, así como dotar de conectividad vial a los conjuntos habitacionales y a los municipios de Zinacantepec, Toluca, Metepec y San Mateo Atenco.

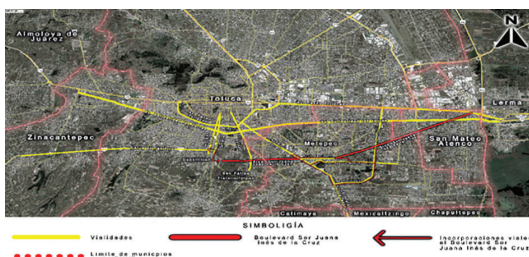


Imagen 1. Localización del boulevard Sor Juana Inés de la Cruz, ZMVT

Fuente: Junta de Caminos del Estado de México (2020)

Por lo tanto, la problemática gira en torno a los conjuntos habitacionales construidos alrededor del boulevard, zona donde se propicia una dependencia de movilidad urbana del automóvil privado. De acuerdo con Montaner y Muxí, “la vida producida en un inmueble de carácter aislado siempre será muy limitada, al alejarse del espacio público, se aíslan de la ciudad real, no permiten lugares de encuentro, pues toda vida social se centra en ir y venir desde la comodidad de sus autos, y se potencializa una vida insana” (Montaner y Muxí, 2016: 119).

El municipio de Metepec ha tenido un poco más en cuenta las características de los corredores urbanos para potencializar su desarrollo urbano y económico, lo cual es una gran ventaja para los inversores inmobiliarios que apuestan por la especulación. Como menciona Montaner, “el urbanismo es de izquierdas y la especulación de derechas” (Montaner y Muxí, 2016).

Las deficiencias en la construcción del boulevard son evidentes. El criterio de diseño fue privilegiar la velocidad de los autos, aún considerar las líneas peatonales o las áreas verdes. El único camellón para peatones es inaccesible, sobre todo para personas de la tercera edad con capacidades diferentes, no cumple con los requerimientos mínimos y los obliga a cruzar el boulevard de forma en extremo riesgo, poniendo en peligro sus vidas.



Imagen 2. Diseño vial en el boulevard Sor Juana Inés de la Cruz

Fuente: Fotografías propias (2017)

EL IMPACTO AMBIENTAL TRAS LA CONSTRUCCIÓN DE VIALIDADES EN LA ZMVT

Las congestiones viales derivan de las problemáticas de movilidad urbana. De acuerdo con Molina, en la ZMVT “en el reparto modal, el 76% de los viajes se realizan en transporte público, 14% en automóvil y 7% en modos no motorizados” (Centro Mario Molina, 2014). Sin embargo, estas cifras resultan ser engañosas, de forma empírica se puede observar cada vez una mayor prevalencia de congestionamientos viales en las principales avenidas de la zona metropolitana de Toluca, los actores principales son los vehículos privados y los camiones del sistema de transporte público.

Cabe mencionar que las pautas de movilidad en la ZMVT se rigen por el malestar social frente al sistema de transporte. Como lo enmarca Molina, “aunque 76% de la población utiliza el transporte público, 65% de los usuarios están insatisfechos al viajar en autobuses y taxis, principalmente por la mala calidad del servicio y el deterioro de las unidades” (Centro Mario Molina, 2014).

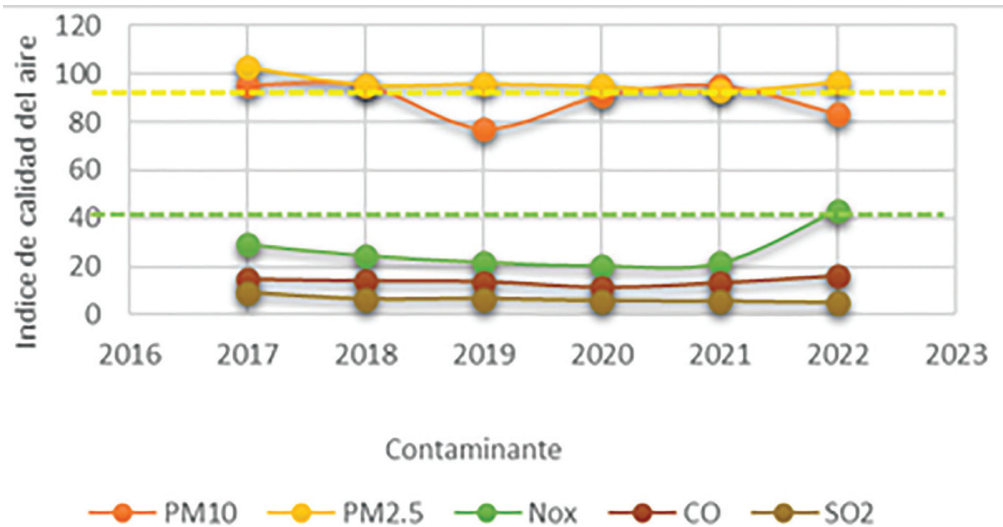
La pésima planeación del transporte público que se basa en el modelo hombre-camión por la guerra del centavo, los traslapes de rutas y las alzas arbitrarias al pasaje sin autorizar ha generado descontento por parte de la población de los municipios de la ZMVT, orillándolos a buscar alternativas para movilizarse a sus centros de trabajo, escuelas o espacios de ocio, con el auto particular como única opción (Eco Renacimiento, 2021).

Por lo tanto, se crea un círculo vicioso en el que aumenta el uso de vehículos privados porque la demanda del transporte público disminuye por ser deficiente. De esta manera los transportistas incrementan la tarifa del pasaje sin quitar camiones de circulación, lo cual provoca interminables congestionamientos viales en las horas pico con gran cantidad de autobuses semivacíos. Además, “los coches particulares de la ZMVT tienen una ocupación promedio de 1-2 pasajeros por vehículo privado, entonces, el uso del espacio vial es poco eficiente con vehículos superficialmente ocupados” (Eco Renacimiento, 2021).

Como consecuencia, la solución más rápida y aparentemente efectiva que encuentra el gobierno estatal es construir distribuidores y ampliar carriles. “En realidad, la construcción de carreteras más anchas puede crear más congestión, cuando se reduce el espacio vial para los vehículos, el tráfico disminuye, porque los conductores cambian sus rutas...” (Vaggione, 2014).

De acuerdo con la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA), los principales contaminantes del aire emitidos por los vehículos motorizados de la ZMVT son: material particulado (MP) PM₁₀ y PM_{2.5}, compuestos orgánicos volátiles (COV), óxidos de nitrógeno (NOX), monóxido de carbono (CO) y dióxido de azufre (SO₂). Además, proponen un índice para medir la calidad del aire. Los rangos oscilan entre: 0-50 condición buena; 51-100 condición regular; 101-150 condición mala; 151-200 condición muy mala; >200 condición extremadamente mala. A continuación, se presenta el análisis de estos compuestos a través de los índices de calidad del aire durante el periodo enero 2017 a agosto 2022 (RAMA, 2022).

Gráfica 1. Índice de contaminación del aire en la ZMVT



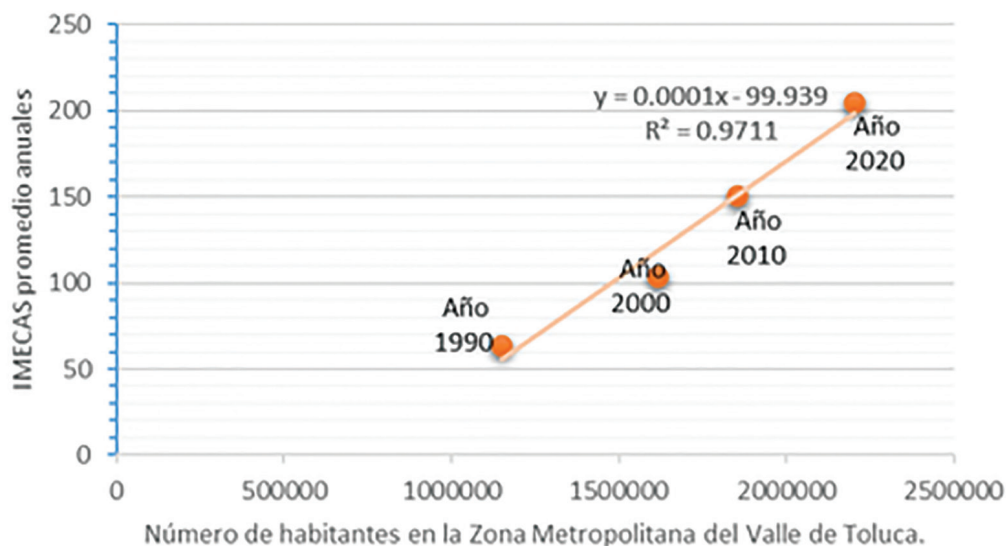
Fuente: Elaboración propia con base en RAMA (2017-2022)

Se puede determinar que desde el año 2017 el material particulado PM₁₀ y PM_{2.5} ha prevalecido en el límite de una condición regular. Es decir, es posible llevar a cabo actividades al aire libre con posibles molestias en niños, adultos mayores y personas con enfermedades. Cabe resaltar que, a partir del año 2021, cuando se reanudaron las actividades postpandemia, se presentó un aumento de dióxido de nitrógeno.

De acuerdo con el reporte de World Health Organization (WHO) *Global Urban Ambient Air Pollution Database* publicado en 2016 por la Organización Mundial de la Salud (OMS), en “México existen seis ciudades con una calidad de aire peor a la Ciudad de México: Monterrey, Toluca, Salamanca, León, Irapuato y Silao” (Vélez, 2016). El estudio documentó casos de tres mil ciudades alrededor del mundo. Toluca destacó en segundo lugar a nivel nacional y en la posición 302 a nivel internacional.

A través de una regresión lineal elaborada por el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (Imeca), donde se estudiaron los años 1990, 2000, 2010 y 2020 para evaluar los cambios que se han suscitado en las últimas cuatro décadas, se ha demostrado que la mala calidad del aire aumenta conforme incrementa la población, ya que ha pasado de una condición regular a una extremadamente mala, incrementando 50 puntos cada 10 años. En 2020 se alcanzaron 205 puntos, por lo cual, en estas condiciones, se deberían evitar actividades fuera de casa y mantener las ventanas y puertas cerradas.

Gráfica 2. Crecimiento poblacional y contaminación atmosférica en la ZMVT de 1990 a 2020



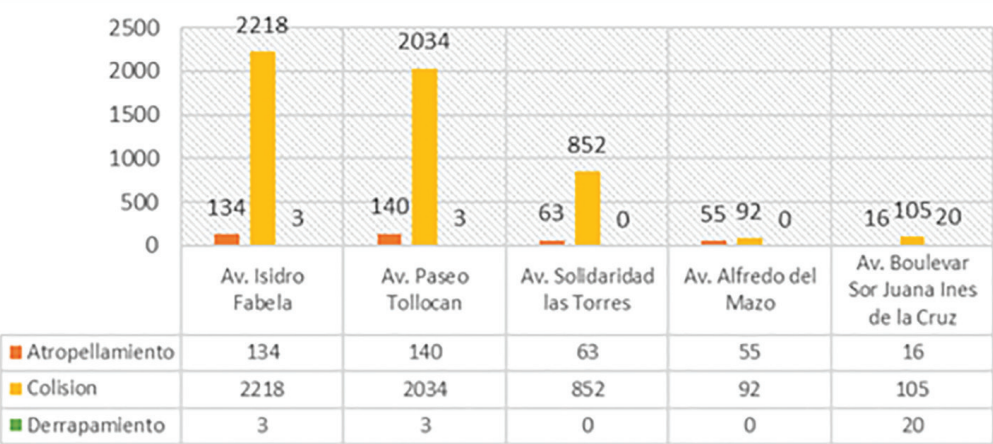
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2020) y RAMA (2022).

En conclusión, las condiciones atmosféricas de la ZMVT se han deteriorado como consecuencia del crecimiento poblacional, el uso excesivo del automóvil privado, la construcción de vialidades innecesarias que generan incremento de congestionamientos.

VIOLENCIA VIAL DEBIDA AL MAL DISEÑO DE LAS VIALIDADES EN LA ZMVT

Una de las problemáticas sociales más comunes derivadas de las vialidades mal planeadas y el uso excesivo de los autos motorizados son los accidentes originados por las altas velocidades permitidas en sus diseños con sobredimensionamiento de carriles y radios de giro amplios. Tan solo las vialidades estatales en la zona metropolitana de Toluca presentan los números más altos. Como primera instancia, se trabajó con datos de Muñoz e Hinojosa (2022) obtenidos durante los años 2018 a 2021. Se estudiaron las vialidades estatales de la zona metropolitana de Toluca por su alto número de accidentes viales.

Gráfica 3. Siniestros en vialidades estatales en la ZMVT



Fuente: Elaboración propia con base en el SIGESEV-TV (2021).

Respecto a los datos presentados sobre la siniestralidad vial en las principales avenidas estatales en la ZMVT, se puede determinar que el boulevard Sor Juana Inés de la Cruz, aun con cinco años de funcionamiento, presenta cifras alarmantes debido a los altos números en colisiones de vehículos y el mayor en derrapamientos de motos, incluso con cifras mayores a la avenida Alfredo del Mazo.

Por los resultados, se infiere que el diseño de las calles promueve las altas velocidades al tener mayor amplitud en los carriles, lo que invita a los automovilistas a aumentar su velocidad por tener más visibilidad y menos obstáculos, como semáforos, topes o boyas. “De forma porcentual, en el año 2020, el municipio de Toluca conformó 39.2% de los accidentes registrados en la ZMVT, seguido de Metepec con 23.2% y San Mateo Atenco con 14.2%” (Eco Renacimiento, 2021).

En el boulevard Sor Juana Inés de la Cruz se han suscitado accidentes viales, específicamente en su cruce con la avenida Camino a Ocotitlán. A pesar de los semáforos, sus características de diseño invitan a los conductores de autobuses y automóviles privados a no respetar los altos y los límites de velocidad, además de la nula señalética vial que expone a los peatones a sufrir accidentes. El sobredimensionamiento de las vialidades genera exceso de velocidad y siniestros, esto desincentiva a los peatones a transitar en las avenidas y, en consecuencia, el único modo de moverse en la zona es por medio del auto particular, por esto se genera una mayor congestión vial en las colonias aledañas.

Imagen 3. Accidentes viales en el boulevard Sor Juana Inés de la Cruz

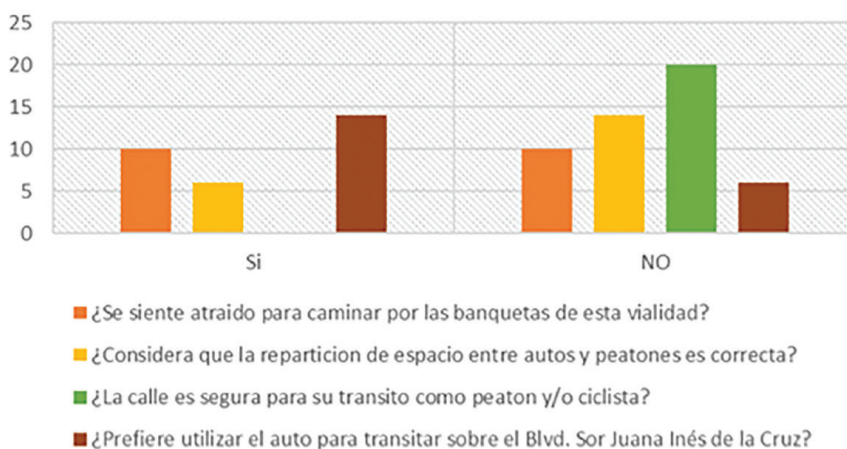


Nota: la primera imagen muestra el primer accidente registrado en el boulevard Sor Juana Inés de la Cruz en su cruce con la avenida Camino a Ocotitlán el día 12 de septiembre de 2017. La segunda imagen muestra un accidente registrado precisamente en el mismo punto el día 19 de abril de 2022.

Fuente: Fotografías propias

Derivado de estos acontecimientos, el 4 de noviembre de 2017, realizamos una encuesta a 20 personas residentes de las colonias aledañas al boulevard para conocer la percepción que tienen de la efectividad sobre la vialidad. Por medio del método de muestreo probabilístico accidental llegamos al siguiente resultado.

Gráfica 4. Encuesta de percepción del boulevard Sor Juana Inés de la Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

Se puede determinar que de los 20 encuestados, ninguno considera que la vialidad es segura para transitar como peatón o ciclista. A su vez, 16 personas manifestaron preferir el auto para transitar sobre el boulevard. En otras palabras, ante la inseguridad vial que perciben, prefieren usar sus autos motorizados aun para trayectos cortos.

De acuerdo con la encuesta, los residentes se sienten segregados y divididos por la peligrosidad del boulevard. Afirman que antes de su construcción podían caminar en la zona sin la preocupación de sufrir algún accidente. Por ejemplo, los habitantes de las colonias Las Jaras y Luisa Isabel Campos caminaban a las colonias Las Margaritas y Jorge Jiménez Cantú para realizar compras. Actualmente, perciben una menor afluencia al sentirse inseguros de cruzar esta vialidad, la cual les representa una barrera.

El diseño de esta vialidad les ha traído otras problemáticas a los vecinos locales, como el aumento de contaminación generada por el tráfico, accidentes viales y la sensación de inseguridad al ser una vialidad que no protege a los peatones. Por lo tanto, prefieren movilizarse por un medio motorizado, lo que a su vez genera un incremento en los contaminantes atmosféricos.

CONTEXTUALIZACIÓN ECONÓMICA E INMOBILIARIA

La contextualización económica del boulevard Sor Juana Inés de la Cruz consta de dos momentos temporales —antes y después de su construcción—, además de la demarcación geográfica, específicamente en el tramo delimitado con su cruce con la avenida Heriberto Enríquez en el sentido oeste y la avenida Pino Suarez en el sentido este.

Por una parte, durante el primer momento, antes de su apertura formal, solo existía el canal San Isidro a cielo abierto, el cual cumplía la función de recolectar las aguas negras de los municipios de Toluca y Zinacantepec. Con el paso del tiempo fue entubado ya que eran muy frecuentes las inundaciones en temporadas de lluvias, y se convirtió en un parque lineal de interacción social. En este periodo existía un entorno de unión entre colonias, ya que este espacio se solía usar como área recreativa. Además, el estilo de vida de los residentes era tranquilo, al no existir un uso excesivo del auto particular, el espacio solo era una calle de comunicación hacia sus hogares sin alguna conexión vial directa con otras avenidas de la ciudad.

La interacción económica entre las comunidades era de basta afluencia, los residentes se sentían cómodos de ir a las colonias vecinas a realizar compras. La mayoría de estos servicios estaban enfocados al comercio de comida: cocinas económicas, verdulerías, carnicerías y tiendas de abarrotes. El comercio tenía una tendencia de crecimiento endógeno el cual “es resultado de factores internos y no de fuerzas externas” (Moncayo, 2004: 10). Por esta razón, los principales beneficiados eran los habitantes pues consumían productos locales sin necesidad de desplazarse a alguna cadena internacional.

Por otra parte, el segundo momento ocurre en 2017, cuando la Secretaría de Movilidad y la Junta de Caminos del Estado de México ejecutaron el proyecto del boulevard con el fin de abrir una vía alterna a los congestionamientos viales de Paseo Tollocan y Solidaridad Las Torres. Por

sus características de corredor urbano, la nueva vialidad representó una gran ventaja para los inversionistas inmobiliarios, basta observar la tipología de los desarrollos habitacionales y escuelas privadas construidas sobre el boulevard.

El gobierno del Estado de México y el ayuntamiento de Metepec continúan autorizando la construcción de equipamientos urbanos, escuelas o conjuntos habitacionales de carácter privado que se benefician con la avenida mediante la trampa del progreso, al vender la idea de un beneficio en la plusvalía de las propiedades cercanas al boulevard, a pesar de que la verdadera plusvalía está en los terrenos comprados antes de su categorización como corredor urbano. Hoy en día se permite el goce de ganancias sin importar los aspectos sociales, ambientales y económicos del contexto (Eco Renacimiento, 2021).

Cuando se tiene como potenciales clientes a personas con un poder adquisitivo alto, con un estilo de vida elevado y con autos particulares como único medio de transporte, se tiene el pretexto perfecto para vender la idea edulcorada del boulevard Sor Juana Inés de la Cruz como una vialidad de conexión rápida hacia los centros urbanos de trabajo o lugares de ocio.

Es importante entender este contexto a través de la convergencia y divergencia económica. Antes de la apertura del boulevard había un crecimiento económico endógeno, los negocios se beneficiaban del alto flujo peatonal. Sin embargo, a partir de la apertura se han visto mermados por un estilo económico divergente. Las personas ya no caminan por esta zona y han dejado de consumir productos locales y las tiendas de cadena son las únicas que se benefician de este comportamiento social.

LA OPOSICIÓN A LA DEMOCRATIZACIÓN DEL ESPACIO PÚBLICO POR MEDIO DE LA TERRITORIALIDAD

Para entender la democratización del espacio público y la territorialidad es necesario definir estos conceptos. En primer lugar, la democratización del espacio público se define como “la capacidad de crear las condiciones equitativas en aspectos viales y urbanos para tener una repartición del espacio en las calles congruente con la pirámide de jerarquía de movilidad, es decir, recuperar el espacio correspondiente a los peatones y ciclistas para poder caminar y moverse en las ciudades de forma adecuada y sin riesgos” (Eco Renacimiento, 2021).

De igual forma, el análisis psicológico de la identidad territorial se explica como un comportamiento genético que el hombre trae consigo desde el mundo primitivo (Boisier, 2001). Esta problemática se enfoca en la territorialidad y la competencia por el espacio público. En la cotidianidad se manifiesta cuando el dueño de un negocio se apropia del espacio vial frente a su comercio, al asumirlo como cajón de estacionamiento propio o para sus clientes, sin importar que se obstruya el paso peatonal, obligándolos a transitar y exponerse a algún accidente, todo esto justificado con el argumento de ofrecer el mejor servicio a sus clientes por encima de la seguridad de los peatones, discapacitados y ciclistas.

Estas actitudes han mermado sus ingresos, porque los clientes prefieren acudir a lugares más seguros donde no se expongan a ningún conflicto en la disputa del espacio público. Caso concreto, durante 2020 y a raíz de la pandemia de COVID-19, diversos colectivos sociales plantearon al gobierno del Estado de México la implementación de dos ciclovías en la ciudad, la primera en avenida Isidro Fabela y la segunda en Paseo Colón. Después de realizar los estudios de factibilidad correspondientes se acordó su construcción en pro de la movilidad sustentable.

La primera ciclovía se construyó en Paseo Colón; durante la primera semana de su instalación hubo disputas locales por el territorio, el malestar de los locatarios se debió a la inconformidad de sus clientes al no poder estacionarse frente a los locales. Finalmente, después de negociaciones y pláticas se logró la reinstalación. En la zona hospitalaria hubo conflictos por el espacio público, los familiares de pacientes decían tener el derecho de estacionar sus autos dentro de la ciclovía, por el hecho de tener una persona internada. El problema se resolvió a través de las multas impuestas por las autoridades viales.

En avenida Isidro Fabela se suscitan los mismos conflictos. Por un lado, los ciclistas argumentan la importancia de implementar ciclovías ya que aumentan su seguridad vial y conectividad de sus hogares a sus centros de trabajo. Por el otro, los locatarios se niegan a ceder el espacio que utilizan para estacionar sus automóviles y los de sus clientes. Por ejemplo, la Fundación Xihmai afirma que “de cada 100 locatarios en avenida Isidro Fabela y avenida Paseo Colón, diez se oponen a las ciclovías” (Redacción AD, 2021). A pesar de que es un porcentaje bajo, logran detener la ejecución de estos proyectos por medio de amparos.

Es importante resaltar que entre más aumenta el flujo peatonal y de ciclistas, mayor es el flujo económico para los negocios cercanos, así como la sociabilidad entre comunidades. El Andador Constitución, ubicado en el centro histórico de la ciudad de Toluca, es un buen ejemplo de ello. Al aumentar significativamente la afluencia de peatones, los negocios incrementan sus ingresos.

Las zonas sin automóviles también pueden ser temporales, con un entorno propicio para los mercados. Las iniciativas para limitar el acceso vehicular son en un principio frecuentemente recibidas con recelo por comerciantes y otros empresarios; sin embargo, se ha demostrado que esta medida incrementa los ingresos de la actividad comercial y el valor de la propiedad (Vaggione, 2014).

De acuerdo con la redacción AD Noticias (2021), los negocios se benefician de las calles peatonales y ciclovías. El tiempo les ha dado la razón. Los propietarios de negocios en Paseo Colón aseguran que el proyecto de ciclo carriles atrae a los clientes. La gente se siente más cómoda y les permite mejorar su condición física. En contraste, decenas de locales en la colonia Vicente Guerrero llevan años en el abandono, la construcción del puente vehicular en Paseo Tollocan —realizada hace casi 15 años— redujo la calidad de vida de los habitantes de esta colonia quienes también han visto el incremento de los niveles de inseguridad.

Hoy son pocos los negocios que sobreviven la hostilidad de una vía hecha solo para automóviles. Al igual que en nuestro caso de estudio, desde la apertura del boulevard Sor Juana Inés de la

Cruz, se ha observado el mismo abandono de negocios. Sin duda, al incentivar el uso excesivo del auto particular no se pueden evitar una serie de conflictos territoriales, que finalmente afectan el orden social y económico del área.

CONCLUSIONES

Aparentemente, la construcción de una nueva vialidad es señal de progreso social en las ciudades, premisa implantada por el sueño fordista que nos ha vendido la idea de que tener un auto particular es un logro de vida, casi al mismo nivel de orgullo que tener una casa propia. Por ello, es más sencillo para los gobiernos ejecutar soluciones más perceptibles y ostentosas que soluciones verdaderamente congruentes y necesarias para la población. El gobierno del Estado de México apuesta por construir avenidas y distribuidores viales, sin importar que solamente beneficien a 20% de la población con acceso a un automóvil particular, según datos del INEGI en 2020.

La escasa planeación del sistema de transporte público y de las vialidades estatales en la ZMVT desencadena una variedad de severos problemas sociales y ambientales. Incrementa el tráfico vehicular, aumenta la contaminación atmosférica, las condiciones físicas de las vialidades acrecientan los accidentes y excluye que los peatones y ciclistas puedan transitar sin obstáculos. Al contrario, son planeadas con carácter carretero; es decir, con carriles sobredimensionados, radios de giro excesivamente amplios que fomentan las altas velocidades y culminan en accidentes. Además, de los múltiples obstáculos en las banquetas como anuncios, postes, pisos en condiciones deplorables y nula accesibilidad para personas discapacitadas o de la tercera edad.

Finalmente, la caracterización de corredor urbano y la construcción de vivienda multifamiliar en el boulevard Sor Juana Inés de la Cruz derivó en su apertura como vialidad alterna para resolver los congestionamientos en avenida Paseo Tollocan y Solidaridad las Torres, su diseño vial ha traído problemas a los vecinos de las colonias cercanas, así como el incremento de contaminantes atmosféricos en la ZMVT.

REFERENCIAS

Boisier, S. (2001). *Crónica de una muerte frustrada: el territorio en la globalización*. Francia: Territorial Outlook.

Centro Mario Molina (2014). *Estudio del Sistema Integral de Movilidad Sustentable para el Valle de Toluca*.

Eco Renacimiento (2021). *Pacificación de intersecciones en vialidades estatales de Toluca, México*.

Junta de Caminos, Gobierno del Estado de México (2020, 19 enero), El Boulevard Sor Juana Inés de la Cruz es una obra de alto impacto que beneficiará a miles de usuario de la región del Valle de Toluca, México [Grabación de video adjunto] [Publicación de estado]. Facebook. Consultado el 20 de enero 2022. <https://www.facebook.com/watch/?ref=saved&v=873270533101441>.

INEGI (2020). *Censo de población y vivienda 2020*. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/saic/default.html>.

Moncayo, E. (2004). El debate sobre la convergencia económica internacional e interregional: enfoques teóricos y evidencia empírica. *Eure. Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales*, 30 (90).

Muñoz J. e Hinojosa, R. (2021). *Sistema Integrado de Información Geográfica en Seguridad Vial de la Ciudad de Toluca*. Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX). Disponible en: <http://downloads.gvsig.org/download/events/gvSIG-Conference/17th-gvSIG-Conference/Reports/17asJgvSIG-SIGSEV-TC.pdf>

Montaner, J. y Muxí, Z. (2016). *Arquitectura y política. Ensayos para mundos alternativos*. España: Gustavo Gili.

PMDU (2018). Ayuntamiento de Metepec. Disponible en: https://metepec.gob.mx/pagina/documentos/PlanDesarr/PDM_2019_Finanzas_WEB.pdf.

RAMA (2022). Secretaría del Medio Ambiente. Gobierno del Estado de México. Disponible en: <https://rama.edomex.gob.mx/calidaddelaire>

Redacción AD Noticias (2021). *Mientras unos comerciantes protestan, otros se adaptan a ciclovías en Toluca*. Disponible en: <https://adnoticias.mx/mientras-unos-comerciantes-protestan-otros-se-adaptan-a-ciclovias-en-toluca/>

Vaggione, P. (2014). *Planteamiento urbano para autoridades locales*. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Hábitat). Bogotá: Ediciones Screen.

Vélez, A. y Ferrer, J. (2016). *Movilidad 3.0. Una política pública para vialidades seguras, sustentables e inteligentes*. México: IEXE Editorial.

EL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE DISEÑO SOSTENIBLE EN MÉRIDA, YUCATÁN

Carlos Alberto Fuentes Pérez¹⁵
Laura del Carmen Moreno Chimely¹⁶
Blanca Margarita Marín Gamundi¹⁷

INTRODUCCIÓN

El propósito de este estudio es determinar qué tipo de variación de temperatura de tiempo al interior térmico ambiente se presenta en la vivienda unifamiliar pasiva como consecuencia de la ausencia de sistemas de climatización y calefacción, además del comportamiento de los usuarios y su estilo de vida, los cuales revelan variaciones de series temporales del equilibrio exegético del cuerpo humano, y que aparecen como consecuencia de radicar en esta vivienda unifamiliar en Mérida, Yucatán.

La medida al interior térmico del ambiente de la vivienda pasiva solar se realiza en el año 2021. El análisis del patrón de variación de la serie temporal del balance de exergía¹⁸ del cuerpo humano se lleva a cabo utilizando datos ambientales medidos para los meses y días típicos en las temporadas de invierno y primavera (Asada, 2021). Lo que se pretende en el estudio es focalizar el patrón de fluctuación ambiental que refleja el comportamiento de los residentes que realizan sus actividades en la vivienda pasiva y, por lo tanto, determinar los patrones de variación de se-

¹⁵ Doctor en Arquitectura. Profesor de tiempo completo en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Contacto: cfuentes@docentes.uat.edu.mx

¹⁶ Doctora en Arquitectura. Profesora de tiempo completo en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Contacto: lmoreno@docentes.uat.edu.mx

¹⁷ Maestra en Educación Superior. Profesora de tiempo completo en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Contacto: bmaring@docentes.uat.edu.mx

¹⁸ La exergía permite el balance de energía donde se evalúa la posibilidad de obtener el máximo beneficio de un proceso llevando el sistema a su estado basal, correspondiente a las condiciones del medio ambiente térmico.

ries de tiempo de un equilibrio de exergía del cuerpo humano creado por el interior específico térmico ambiental en los meses críticos (Atafo *et al.* 2022).

En la última década, las zonas urbanas en Mérida, y los tipos de vivienda han evolucionado, de representar un rasgo de la vida moderna a una postura posmoderna que cuestiona el futuro. La vivienda unifamiliar pasiva presenta identidades en las formas en que su arquitectura puede comprometerse en el proceso de regeneración urbana, desafiando lo tradicional por los valores recientemente reconocidos del estilo de vida contemporáneo.

Este proyecto presenta investigaciones y diseños destinados a explorar la contemporaneidad sostenible del estilo de vida urbano como recurso de posicionamiento de alojamiento estructural térmico como infraestructura urbana cultural. El enfoque principal es el diseño, los principios y estrategias, para generar una futura vivienda pasiva de acuerdo con el desarrollo sostenible urbano y la sustentabilidad de la vida en áreas urbanas.

Se trata de encontrar un modelo de vivienda pasiva térmica conceptual por una interacción entre alojamiento e identidad como respuesta al impacto del crecimiento de la ciudad, con cambios en los estilos de vida y los requisitos por la preservación de la imagen de la ciudad y el espacio público dentro del alojamiento en áreas del centro de la ciudad (Oluleye *et al.* 2021). Entender cómo una arquitectura pasiva es capaz de preservar la sostenibilidad de la vida en el centro de la ciudad y convertirse en un valioso agente de identidad del lugar dentro del proceso de regeneración urbana (Nikezic, Trajkovic y Milovanovic, 2021).

El presente manuscrito propone que toda vivienda pasiva contemporánea de desarrollo social requiere un nuevo paradigma arquitectónico pensado desde el enfoque térmico sostenible de habitabilidad, en cuyo estilo de vida y arquitectura crean un sistema abierto y elástico con la capacidad de adaptarse al paso del tiempo, a cualquier lugar y al cambio climático.

En las últimas décadas, la sostenibilidad en la renovación de residencias urbanas en Mérida se ha convertido en un tema importante. Es una enseñanza de arquitectura que integra el estudio del clima local, los edificios vernáculos, los edificios sensibles al clima y su diseño de estrategias y herramientas de adaptación (Wang, Shih y Perng, 2020).

Una vivienda de opción pasiva local en un barrio de alta densidad en Mérida, la cual se selecciona en una zona de clima cálido-subhúmedo, predice del barrio urbano de desarrollo sostenible, la construcción y las características de respuesta climática de las viviendas, las características ambientales térmicas a largo plazo y diseño sostenible. Las estrategias llevadas a cabo antes del diseño comienzan con el proyecto. Se incorporan al concepto los lineamientos que combinan estrategias pasivas y tecnologías activas de diseño (Yahya y Hassanpour, 2022).

Los trabajos de toda vivienda térmica representan una comprensión de las características de un clima cálido-subhúmedo, estrategias de respuesta por los edificios locales, metodologías preliminares de análisis de microclima y tecnologías de apoyo sostenible en la vivienda con diseño de opción pasiva (Lin *et al.* 2021). Por lo tanto, proporciona un enfoque valioso para la metodología apropiada por una investigación integrada de diseño del estudio en el contexto sostenible.

El estudio propone examinar los diseños espaciales y sostenibles en las características de la vivienda de opción pasiva para aplicar lo aprendido de un diseño contemporáneo sostenible; además de un modelo de vivienda unifamiliar de poca altura en un ambiente urbano contemporáneo poniendo en práctica las lecciones espaciales y ecológicas aprendidas del análisis actual propone arquitectura, diseño, metodología y enfoque térmico. La vivienda es elegida por una investigación *in situ* (Ahmed *et al.* 2022). Durante el levantamiento de campo, se mide la vivienda de opción pasiva para elaborar dibujos a escala.

La elección del estudio de caso de la vivienda de opción pasiva para la presente investigación presenta un análisis detallado y fotografías. Además de que los hallazgos de evaluación destacan las características únicas de las composiciones espaciales, sostenibles características y componentes arquitectónicos que contribuyen a las estrategias de adaptación climática (Upadhyay y Kumar, 2020). Aunque son posibles numerosos arreglos potenciales del modelo tipográfico, se ilustran algunos para validar que el ensamblaje y emplazamiento en el terreno pueden ayudar a lograr un paisaje urbano dinámico (Hong Na *et al.* 2022).

Por las viviendas de la calle e implicaciones sociales desde esta perspectiva, las aledañas son un rico recurso arquitectónico e importante patrimonio cultural, porque estas viviendas adoptan lo sostenible en el diseño con estrategias adecuadas por el clima y la cultura local para garantizar la comodidad y el bienestar por mucho tiempo (Lee y Oh, 2020).

Tal vez, las lecciones de sostenibilidad extraídas de la vivienda de opción pasiva son un requisito previo para el desarrollo contemporáneo de alojamiento. Originalidad/valor empleando las lecciones aprendidas de las viviendas construidas desde hace más de un siglo, este estudio desarrolla gráficos de diseños sostenibles prototípicos por el desarrollo de vivienda media en México.

METODOLOGÍA

Desde el punto de vista arquitectónico, la temperatura resulta fundamental en el análisis del comportamiento térmico de la vivienda, ya que en combinación con los resultados obtenidos de otros factores se puede determinar si se ofrecen o no las condiciones climáticas de comodidad térmica. Al mismo tiempo determina, en gran medida, el sistema constructivo a emplear y las medidas correctoras en el reacondicionamiento, considerando también la media de humedad relativa.

La humedad relativa es entendida como la cantidad de vapor de agua que contiene el aire, resultado de la evaporación de las masas de agua producto del calentamiento generado por la radiación solar y la evapotranspiración animal y vegetal. Este valor varía de acuerdo con el tiempo y lugar, y, junto con la temperatura, es fundamental para determinar el clima de un sitio. Generalmente, lo que se toma en consideración es el valor de la humedad relativa que, aunque es macroclimática, puede modificarse debido a las variaciones microclimáticas de precipitación media en 2021 y con ello determinar los meses críticos de mayor y menor temperatura y humedad relativa.

El presente trabajo es una investigación experimental aplicada, donde se tipifica el comportamiento térmico de la vivienda media en Mérida, Yucatán, considerando un tipo de vivienda que no emplea climatización artificial, que está habitada, y en la que se realizan sus funciones habituales para no interferir en el monitoreo puntual de temperatura. La medición se realiza con equipo *cva.*, también llamado DROP2, que es un instrumento electrónico que mide la temperatura del aire en el interior de la vivienda. Puede supervisar y registrar la condición de cualquier entorno, y almacena los datos históricos y en tiempo real en cualquier teléfono o tableta.

Se coloca un registrador Kestrel DROP D2 en el lugar más conveniente para medir la temperatura con el registro del dato recuperado de forma inalámbrica y automática de la aplicación Kestrel Connect, se necesita un radio de alcance de 30.48 m. El registrador de datos Kestrel DROP está diseñado para usarse en cualquier lugar donde se necesite realizar un seguimiento de la condición ambiental. Los registradores DROP cumplen con el estándar militar e internacional de resistencia al agua, polvo y golpes.

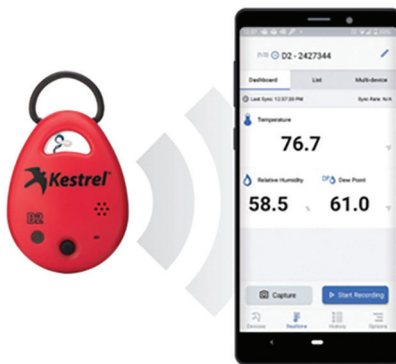


Imagen 1. Instrumento de medición DROP2 data logger para interior y exterior

Fuente: <https://kestrelinstruments.com/data-loggers>

El instrumento de medición DROP2 *data logger* se coloca en diversos puntos estratégicos al interior y exterior de la vivienda de opción pasiva, lejos del alcance del usuario para evitar el contacto con el dispositivo. El primero se coloca en la sala; el segundo en la recámara principal, y el último en el exterior de la vivienda, a una altura media entre el terreno y la losa de azotea, pero sin estar en contacto de la radiación solar y la lluvia. De acuerdo con las mediciones de temperatura del aire en los espacios, el resultado varía en relación con los diversos factores y actividades que se realizan durante el día y la noche.

Asimismo, se evalúa el comportamiento térmico por medio de gráficos con zonas de comodidad térmica variable en los meses críticos de altas y bajas temperaturas. Todo gráfico de zona de comodidad variable obtiene la calificación ambiental de los días de comodidad, demasía y pérdida térmica, y con esto obtiene los diferenciales máximos de las horas-grado por arriba del límite superior y los mínimos que son la sumatoria de las horas-grado acumuladas por debajo del límite inferior de la zona de comodidad de temperatura, así como la amplitud térmica mínima y máxima de temperatura media mensual y del día típico mensual.

Este tipo de gráfico con zona de comodidad variable se realiza después de haber obtenido la temperatura neutral t_n variable y sus respectivos límites superior e inferior, donde permite que la fluctuación de la línea central t_n de la zona de comodidad sea menor a 40% de amplitud de variación de la temperatura exterior, por acercarse a la realidad.

A continuación, se presentan los gráficos con zona de comodidad variable de temperatura, determinando con ello las horas de comodidad de demasía y pérdida de temperatura; la oscilación térmica interior y exterior; la amplitud mínima y máxima real. Su elaboración es la misma que se emplea para los gráficos de temperatura mensual, de acuerdo con lo planteado por (Roriz 2003). La vivienda media que se estudia en este trabajo se compone de la losa de azotea con impermeabilización a base de sellador, resinas acrílicas y dos capas de fibra de vidrio; la losa de azotea es aligerada con vigueta y bovedilla donde se localizan las instalaciones eléctricas e hidráulicas; la azotea tiene pretilas y volados de bloques ligeros de 0.15 x 0.20 x 2.60 m.

Los muros exteriores son de tabique recocado entre hiladas que se juntan con cemento y polvo de piedra con agua; los aplanados exteriores son de mortero cemento, polvo de piedra y agua y terminación de color; la cancelería es de aluminio natural y con acristalamiento de 6 mm con fijo central y aberturas corredizas, los pisos son de loseta vitrificada; las instalaciones hidráulico- sanitarias van ocultas en el firme y se conectan a sus respectivas salidas y drenajes. Cabe aclarar que la mayoría de las viviendas en la ciudad de Mérida tienen fosas para aguas negras, ya que solamente cuatro colonias se conectan al drenaje de la ciudad y desembocan en tratadoras de agua.

En la mayoría de viviendas y zonas urbanas de la ciudad hay vegetación nativa de la zona tropical de la península de Yucatán, por lo regular no se encuentra tierra negra en el subsuelo y esta piedra laja en el área dentro del periférico de la ciudad (Ayçam, Akalp y Górgulu, 2020). La vivienda estudiada es una arquitectura de opción pasiva ya que no emplea climatización y calefacción artificial (Han y Kim, 2019). Está emplazada en un terreno de 250.00 m² y su construcción es de 110.50 m², en un solo nivel.

Imagen 2. Fachada de la vivienda media, estudio de caso en Mérida, Yucatán, 2021

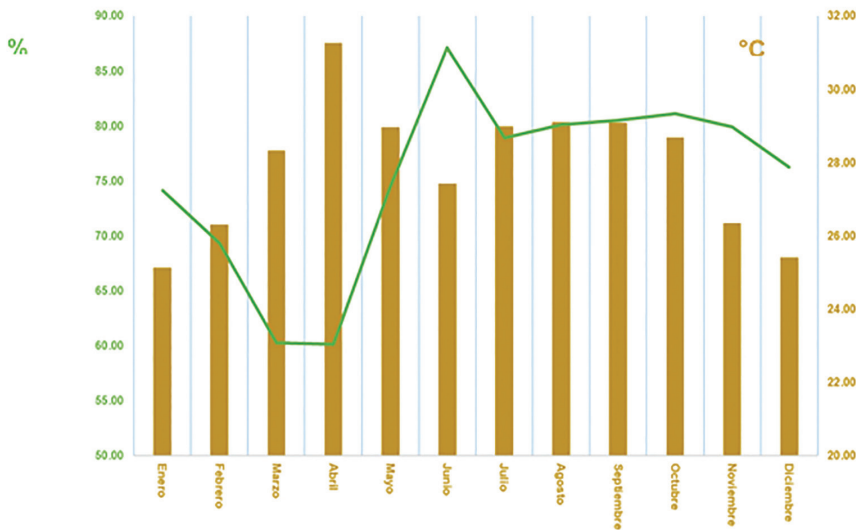


Fuente: Fotografía propia (noviembre, 2021)

RESULTADOS Y DISCUSIONES

La siguiente gráfica muestra los resultados de las variables térmicas de la vivienda estudiada.

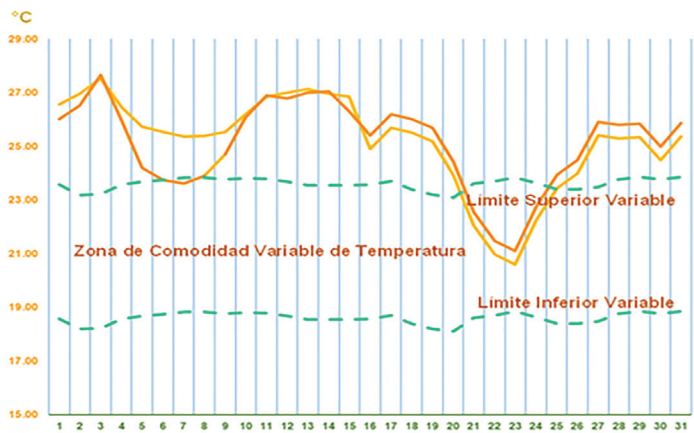
Gráfica 1. Temperatura y humedad relativa anual exterior en Mérida, 2021.



Fuente: Elaboración propia

Con este gráfico se determina que los meses críticos de baja temperatura es enero, para la estación de invierno, y de alta temperatura es el mes de abril, para la estación primaveral. A continuación, se presentan las temperaturas interiores y exteriores de los meses críticos en alta y baja temperatura (enero y abril de 2021) respectivamente en las (gráficas 1 y 2), además de las respectivas discusiones en (tablas 1 y 2).

Gráfica 2. Comportamiento térmico de zona de comodidad variable de temperatura al interior de la vivienda de opción pasiva en Mérida, Yucatán, en enero de 2021



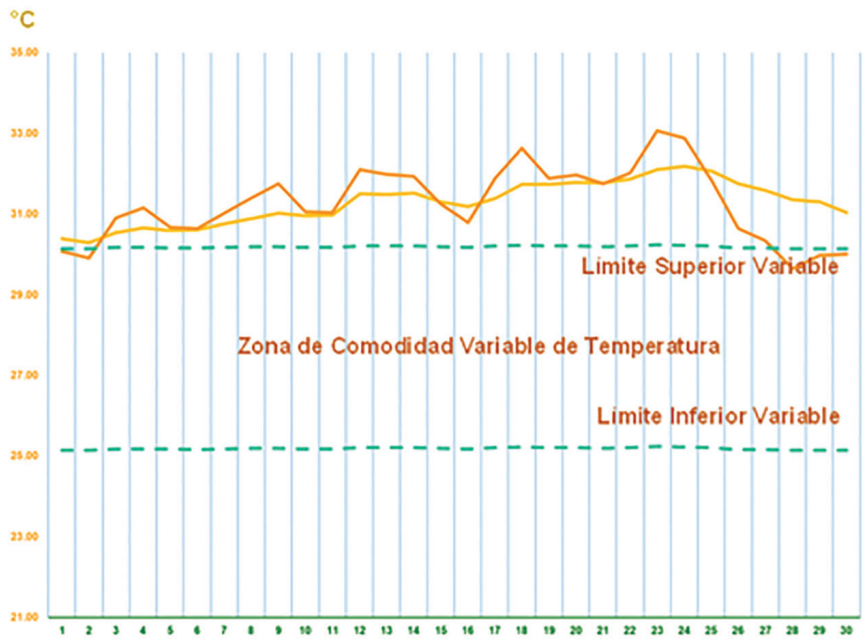
Fuente: Elaboración propia

Tabla 1. Discusión de resultados

Temperatura interior	Temperatura exterior
Temperatura neutral	21.40°C
Límite superior	23.90°C
Límite inferior	19.90°C
Días de comodidad de temperatura	4
Días de demasía de temperatura	27
Días de pérdida de temperatura	0

Fuente: Elaboración propia (junio, 2022)

Gráfica 3. Comportamiento térmico de zona de comodidad variable de temperatura al interior de la vivienda de opción pasiva en Mérida, Yucatán, en abril de 2021



Fuente: Elaboración propia (junio, 2022)

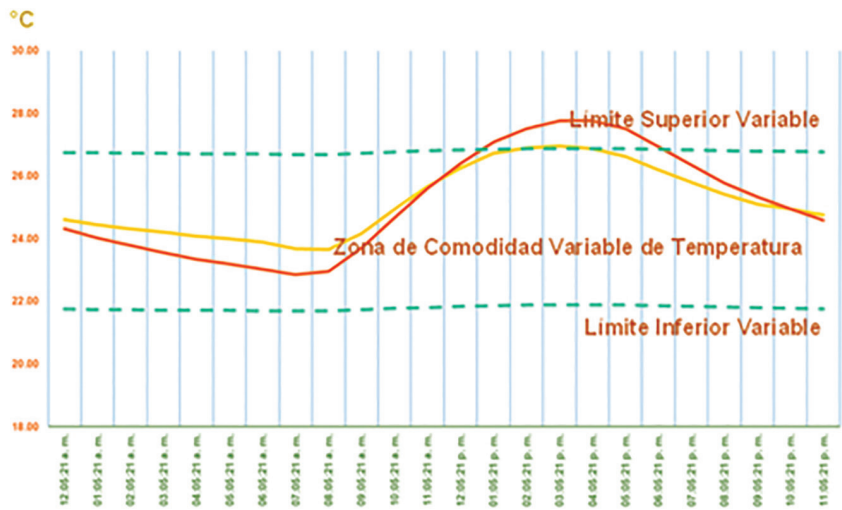
Tabla 2. Discusión de resultados

Temperatura interior	Temperatura exterior
Temperatura neutral	27.68 °C
Límite superior	30.18 °C
Límite inferior	1825.90°C
Días de comodidad de temperatura	0
Días de demasía de temperatura	30
Días de pérdida de temperatura	0

Fuente: Elaboración propia (junio, 2022)

A continuación, se presentan los días típicos de enero y abril de 2021 (gráficas 4 y 5). Y las respectivas discusiones en (tablas 3 y 4).

Gráfica 4. Comportamiento térmico de zona de comodidad variable de temperatura al interior de la vivienda de opción pasiva en Mérida, Yucatán, del día típico en enero, 2021

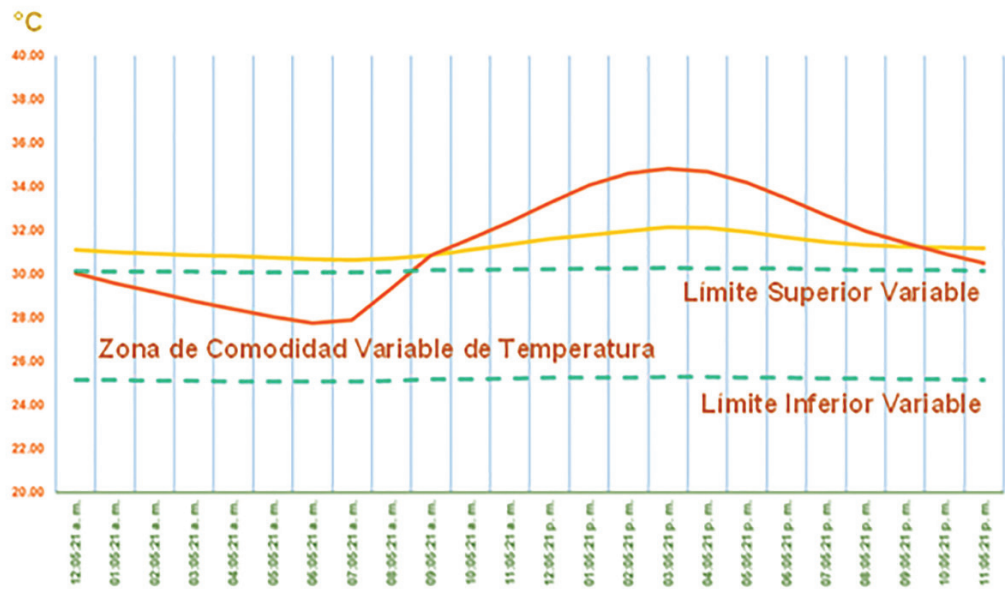


Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Discusión de resultados	
Temperatura interior	Temperatura exterior
Temperatura neutral	24.29 °C
Límite superior	26.79 °C
Límite inferior	21.79 °C
Días de comodidad de temperatura	21
Días de demasía de temperatura	3
Días de pérdida de temperatura	0

Fuente: Elaboración propia (junio, 2022)

Gráfica 5. Comportamiento térmico de zona de comodidad variable de temperatura al interior de la vivienda de opción pasiva en Mérida, Yucatán, del día típico en abril, 2021



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Discusión de resultados

Temperatura interior	Temperatura exterior
Temperatura neutral	24.29 °C
Límite superior	26.79 °C
Límite inferior	21.79 °C
Días de comodidad de temperatura	0
Días de demasía de temperatura	21
Días de pérdida de temperatura	0

Fuente: Elaboración propia (junio, 2022)

CONCLUSIONES

Finalmente, se determinó el comportamiento térmico del mes y día típicos críticos de alta temperatura de abril con o días y o horas de comodidad de temperatura, demostrando que el proyecto con forma de construcción y patrón residencial de baja altura tiene como propósito aumentar el número de asentamientos residenciales basados en el clima y transferir texturas residenciales tradicionales a los diseños actuales.

Son necesarias soluciones alternativas de diseño para minimizar los costos de refrigeración de opción pasiva en la ciudad que presenta un clima cálido-subhúmedo. En el primer paso del diseño, con los datos ambientales obtenidos y observando los parámetros de diseño de la vivienda de opción pasiva tal como se ubica la estructura, se pueden lograr importantes ahorros de energía al considerar un método de diseño sostenible que se beneficie de los sistemas pasivos.

Como resultado de los análisis, el elemento del clima de sombra tiene un lugar importante en el diseño de estructuras energéticamente eficientes en regiones de clima similar. El efecto puede modificar las cargas energéticas anuales no solo en la escala de liquidación, sino también en la escala formal. Por lo tanto, es necesario tomar medidas de diseño para crear efectos de sombra en los patios tradicionales.

REFERENCIAS

- Ahmed, S. *et al.* (2022). Adaptation of traditional malay house design towards accommodation comfort and satisfaction. *Malaysian Journal of Society and Space*, 8, pp. 216-226. Disponible en: <http://journalarticle.ukm.my/20133/1/53267-192027-1-PB.pdf>
- Asada, H. (2021). Measurement of indoor thermal environment of a passive solar house in an urban area of Japan and analysis of variation of time-series of exergy balance of the human body. *International Journal of Exergy*, 35, pp. 66-83. Disponible en: DOI: 10.1504/IJEX.2021.115084
- Atafo Adabre, M. *et al.* (2022). To build or not to build, that is the uncertainty: fuzzy synthetic evaluation of risks for sustainable housing in developing economies. *Cities*, 125. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026427512200083X?via%3Dihub>
- Ayçam, I., Akalp, S. y Senem, L. (2020). The application of courtyard and settlement designs of traditional Diyarbakr houses to contemporary houses: a case study on the analysis energy performance. *Energies*, 13 (3). Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/3/587>
- Han, Min Jee y Mi Jeong Kim (2019). Green environments and happiness level in housing areas towards a sustainable life. *Sustainability*, 11. Disponible en: <https://repository.hanyang.ac.kr/bits->

tream/20.500.11754/154099/1/Green%20Environments%20and%20Happiness%20Level%20in%20Housing%20Areas%20toward%20a%20Sustainable%20Life.pdf

Hong, L. et al. (2022). Analysis of vernacular houses in South Vietnam, and potential applications of the lessons learned to contemporary urban houses. *Open House International*, 47, pp. 533-548. Disponible en: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/OHI-12-2021-0276/full/html>

Krestel Instruments. (2023). Kestrel DROP D2 Wireless Temperature and Humidity Data Logger. *Kestrel DROP Data Loggers*. Disponible en: <https://kestrelinstruments.com/data-loggers>.

Lee, So-Young y Myoung-Won Oh (2020). Sustainable design alternatives and energy efficiency for public rental housing in Korea. *Sustainability*, 12. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/20/8456>

Lin, Hankun et al. (2022). Research-integrated pedagogy with climate-sensitive strategies: vernacular building renovation design. *Buildings*, 12 (9). Disponible en: <https://www.mdpi.com/2075-5309/12/9/1294>

Nikezic, A., Rstic, J. y Milovanovic, A. (2021). Future housing identities: designing in line with the contemporary sustainable urban lifestyle. *Buildings*, 11 (1) Disponible en: <https://www.mdpi.com/2075-5309/11/1/18>

Oluleye, I. et al. (2021). Evaluation of the critical success factors for sustainable housing delivery: analytic hierarchy process approach. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 19. Disponible en: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JEDT-06-2020-0232/full/html>

Roriz, M. (2003). *Flutuações horárias dos limites de conforto térmico: Urna hipótese de modelo adaptativo*. ENCAC-COTEDI, VII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído Curitiba. Paraná, Brasil.

Upadhyay, P. y Kumar, A. (2020). A house of sustainability-based approach for green product design. Setting future research agenda. *Management of Environmental Quality*, 31. Disponible en: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/MEQ-03-2019-0057/full/html>

Wang, Pen-Kai, Shen-Guan Shih y Yeng-Horng Perng (2020). Competitive advantage evaluation model of sustainable housing design. *Sustainability*, 12 (15). Disponible en: DOI: 10.3390/su12156020

Yahya, N. y Hassanpour, B. (2022). A methodical framework for sustainable architectural design: housing practice in the Middle East. *Land*, 11 (7). Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-445X/11/7/1019>

ANÁLISIS DE LA VIVIENDA TRADICIONAL MAZAHUA EN SAN PEDRO DE LOS BAÑOS, IXTLAHUACA, ESTADO DE MÉXICO

Itzel Lara Ángeles¹⁹

Mercedes Ramírez Rodríguez²⁰

INTRODUCCIÓN

Dentro de la sociedad mazahua la jerarquía social siempre estuvo muy bien definida. Esta estructura ordenaba cada aspecto de la vida social, política y económica de las comunidades y también determinaba los materiales con los que se solían construir las viviendas de la población definía el estrato social al que pertenecía la familia que en ella habitaba.

Las viviendas de los jefes o gobernantes eran construidas con adobe, cubiertas con tejamanil o pencas de maguey secas. Las de los peones eran simples chozas de piedra y lodo, muy reducidas, cubiertas con zacate o pencas de maguey, a las que se accedía con bastante dificultad por ser tan pequeñas, la gente dormía en el suelo, en petates, que al levantarse eran colocados en la pared. Las familias de escasos recursos solo tenían una única habitación que fungía como cocina, comedor, dormitorio y lugar de trabajo; mientras que los de mejor posición tenían dos o más habitaciones y una cocina de humo (Sánchez, 2007).

Ixtlahuaca es un municipio de origen étnico mazahua; sin embargo, no todas las viviendas tradicionales poseen las mismas características. Por ello, el objetivo de este trabajo es analizar los tipos de viviendas en las principales localidades de la región para generar una base de datos de sus propiedades y particularidades típicas, así como su evolución a través de los años.

En el altiplano del municipio de Ixtlahuaca la disposición de las viviendas se genera sin orden, se encuentran dispersas sobre el territorio y cada una de ellas es acompañada de un pozo, un horno de tejas, una arpillera y un oratorio (Soustelle, 1993). El centro de cada localidad cuenta con un templo de fe católica y una pequeña plaza en la que una o dos veces a la semana se establece

19 Lic. en Arquitectura. Estudiante de la Maestría en Estudios Sustentables Regionales y Metropolitanos de la Facultad de Arquitectura y Diseño (FAD) de la UAEMEX. Contacto: ilaraa911@alumno.uaemex.mx

20 Doctora en Ciencias Sociales y Políticas. Profesora de tiempo completo de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEMEX. Contacto: merrramirez@yahoo.com.mx

El comercio ambulante, que sirve como punto de reunión para los habitantes. Antes de la década de los sesenta, previo a la decantación de la Laguna de los Baños, los habitantes de San Pedro de los Baños solían reunirse en los baños de la laguna, sitio donde la población acudía a asearse y convivir con amigos y familiares (De la Cruz, 2014).

La antigua vivienda mazahua era una choza de cuatro postes con paredes de barro y techo de zacate o pencas de maguey. Sin embargo cuando todavía se puede observar el uso del tejamanil, se está sustituyendo por muros de adobe y cubiertas de teja (Faz, 2019). En la primera imagen se observa la disposición de los espacios de una vivienda tradicional del altiplano de Ixtlahuaca, cada letra indica un área: A) habitación principal; B) habitación lateral; C) galería bajo el tejadillo; D) nicho de adobe donde se almacena el maíz; E) oratorio; F) pozo; G) arpilla; H) horno de teja; I) fogón de cocina.

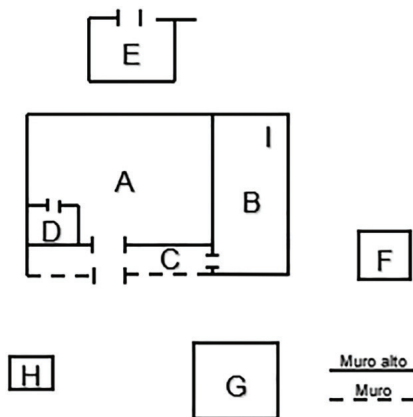


Imagen 1. Vivienda tradicional del altiplano de Ixtlahuaca

Fuente: Elaboración propia con base en Soustelle (1993)

La vivienda de adobe es característica del altiplano de Ixtlahuaca-Toluca debido al clima frío que impera en la región. Está formada como mínimo por dos habitaciones, a las cuales se accede por una especie de galería resguardada bajo un tejadillo. Este protege del sol a la galería, usada para trabajar, en particular para tejer. La habitación central es donde se reciben a las visitas, en ella se encuentran suspendidas del techo las herramientas y el maíz es conservado en una especie de nicho de adobe. La habitación contigua es privada y parece ser, sobre todo, del dominio de la mujer, ahí cocina y se baña. En este modelo de vivienda nunca hay ventanas, el aire y la luz entran por la puerta y por los intersticios de las tejas (Soustelle, 1993). Alrededor de la vivienda se encuentra un pequeño terreno en el que se siembra principalmente maíz, también algún gallinero o chiquero rústico, este espacio no resulta esencial y tiende a desaparecer (Faz, 2019).

Un elemento fundamental en la vivienda tradicional mazahua es el oratorio, como la nominación del conjunto de objetos que comprende el altar. Se trata de pequeñas construcciones de planta cuadrangular, con muros de piedra o adobe y cubierta a dos aguas. En la parte interior del muro trasero se construyen una o dos gradas para el altar con el mismo material usado en los muros de la capilla (De la Cruz, 2014). Finalmente, y como elemento principal del altar, se inserta la base de la cruz (Cortés, 1972).



Imagen 2. Oratorio tradicional

Fuente: Fotografía propia

METODOLOGÍA

Para elaborar el presente trabajo de investigación se recurrió al método inductivo-deductivo. A través de la deducción se posibilita generar una conexión entre la teoría y la observación. Por otra parte, la inducción conlleva a acumular e integrar conocimientos e informaciones aisladas (Dávila, 2006). Además, se complementó con trabajo de campo, a través de la observación directa de la vivienda tradicional mazahua y la vivienda actual para recabar información cualitativa del objeto de estudio, como materiales de construcción, espacios, dimensiones, usos y símbolos.

DESARROLLO

La palabra *Ixtlahuaca* proviene del náhuatl y quiere decir “llanura o tierra llana despoblada de árboles” (Ayuntamiento de Ixtlahuaca, 2022). Actualmente, el municipio está conformado por 61 localidades. San Pedro de los Baños es una de ellas y se localiza al norte de la región en el Estado

de México. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda en 2020 realizado por el INEGI, cuenta con un total de 3 897 viviendas, y una población de 13 400 habitantes, posicionándose como la segunda localidad con mayor número de habitantes de Ixtlahuaca.

San Pedro de los Baños tiene una superficie de 16.77 km² (INEGI, s.f.), lo que corresponde a 4.99% de la superficie total del municipio. Del total de la superficie de la localidad 11.97% corresponde a uso de suelo natural pastizal no protegido; 15.20% es de uso habitacional de diferentes densidades; y 72.83% de uso agropecuario de mediana productividad. En cuanto a la tenencia de la tierra, 83.73% corresponde a propiedad social ejidal y 4.30% a zona urbana actual (Gobierno del Estado de México, 2023).

Históricamente, la disposición de la vivienda tradicional de la comunidad mazahua, específicamente en San Pedro de los Baños, se configuraba de la siguiente manera: en una esquina del predio se localizaba la vivienda, tras ella se encontraba el corral donde se resguardaba ganado ovino, porcino y vacuno, en la parte posterior del predio situaban los cultivos de haba, trigo, calabaza y, principalmente, maíz.

Las viviendas se constituían de una a tres habitaciones sin ventanas, ocasionalmente aparecía una por habitación, contaban con un patio principal al frente y un corredor que fungía como área de descanso, además de ser el espacio donde se atendía a las visitas, una parte del corredor funcionaba como granero y almacén de los utensilios de trabajo. Los espacios dentro de las viviendas eran pequeños, pero siempre había una habitación destinada a la “cocina de humo”, era el espacio donde se preparaban los alimentos y en determinado momento los habitantes se bañaban.

Los otros espacios cumplían la función de dormitorios, uno exclusivo para padres y el otro para los hijos. Además, por la falta de servicios públicos, cada hogar contaba con pozos para la extracción de agua de forma manual y con una letrina. Los muros eran contruidos con adobe, el piso de tierra y apisonado, y la cubierta de paja o de teja (Faz, 2019).

Imagen 3. Vivienda tradicional mazahua, construida en 1920



Fuente: Fotografía propia

Imagen 4. Disposición de la vivienda tradicional mazahua, construida en 1920



Fuente: Fotografía propia

Otra característica de las viviendas tradicionales mazahuas en San Pedro de los Baños era una pequeña capilla, cuya denominación correcta es *oratorio*. En este espacio las familias resguardaban las imágenes de su fe. Los materiales con los que se construían las viviendas eran teja y adobe, elaborados por los mismos pobladores y existía un predominio del macizo sobre el vano. En general, la vivienda tradicional mazahua de esta región contaba con los siguientes espacios: habitación principal, habitación lateral, galería bajo el tejadillo (corredor), nicho que contiene el maíz, oratorio, pozo y arpilla.

Imagen 5. Patio en la vivienda tradicional mazahua, construida en 1920



Fuente: Fotografía propia

Con el paso de los años y el crecimiento de la población, la vivienda tradicional fue remplazada por una que imitaba las características de la urbana, principalmente las fachadas estilo californiano. Hace aproximadamente cincuenta años y como resultado de la migración hacia Estados Unidos, el adobe y la teja fueron sustituidos; comenzaron a emplearse materiales industrializados para la construcción de las viviendas como el concreto armado, block, acero y cancelería de aluminio.

Además, la disposición de los espacios ahora es distinta. Existen viviendas de uno, dos o hasta tres niveles. De manera general, en todos los casos la planta baja conserva el carácter público, mientras que el resto de los espacios son privados.

Imagen 6. Vivienda actual, construida en 2000

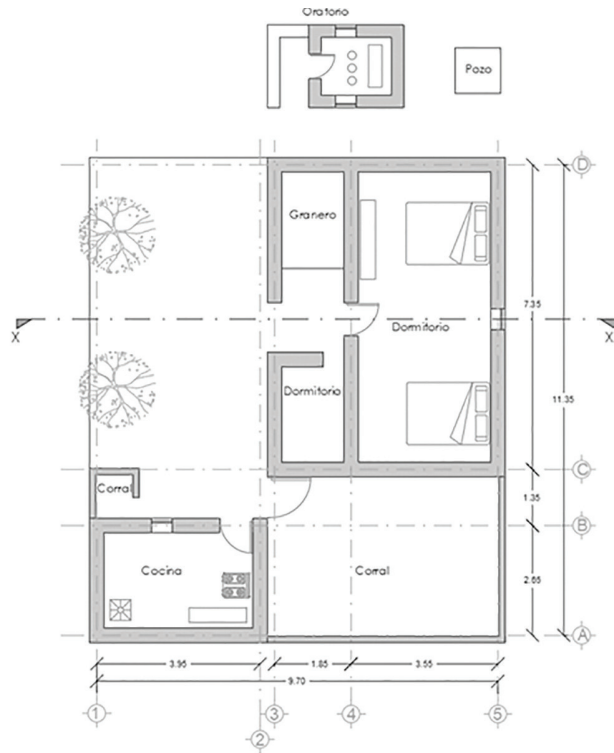


Fuente: Fotografía propia

Caso contrario a la vivienda tradicional, las fachadas se construyen mayormente de vano sobre macizo y en el caso de las familias de clase media han aparecido espacios destinados para el comercio (locales comerciales). Sin embargo, la gente de bajos recursos cuenta con uno o dos cuartos de block y concreto, rodeados de la cimentación de lo que será el resto de su casa, para cuando exista la oportunidad de construir. Actualmente, las viviendas siguen careciendo de los servicios básicos y los hogares siguen conservando sus pozos y letrinas.

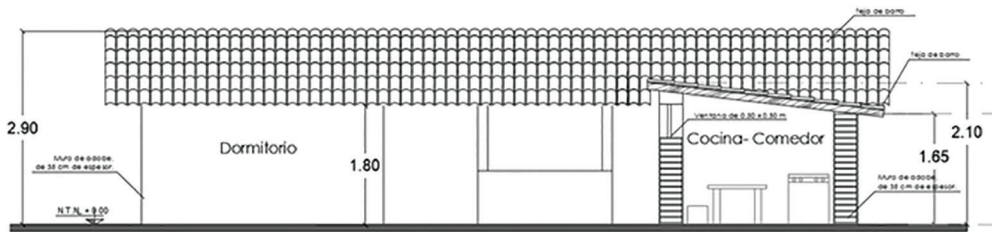
En las imágenes 7 y 10 se puede observar la planta arquitectónica de dos viviendas tradicionales mazahuas. La primera fue construida alrededor de 1920, de acuerdo con el C. Andrés Lara Mendoza, hijo del dueño y constructor. La segunda fue construida en 1970, relata el propietario C. Placido Cirilo Mendoza. Para los fines de esta investigación se escogieron estas dos viviendas porque presentan diferencias interesantes en la solución arquitectónica ya que fueron construidas con 50 años de diferencia. Por otra parte, las imágenes 8, 9, 11 y 12 muestran la fachada norte y la sección de las viviendas analizadas.

Imagen 7. Vivienda tradicional mazahua en San Pedro de los Baños, 1920



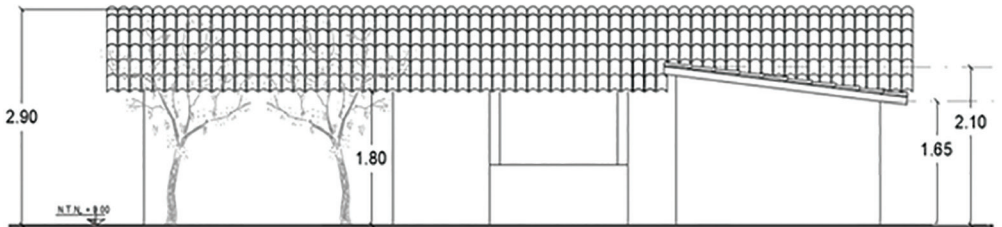
Fuente: Información propia

Imagen 8. Fachada de vivienda tradicional mazahua en San Pedro de los Baños, 1920



Fuente: Información propia

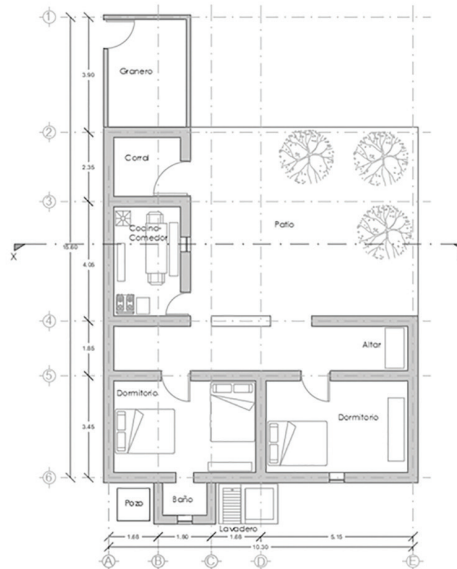
Imagen 9. Sección de vivienda tradicional mazahua en San Pedro de los años, 1920



Fuente: Información propia

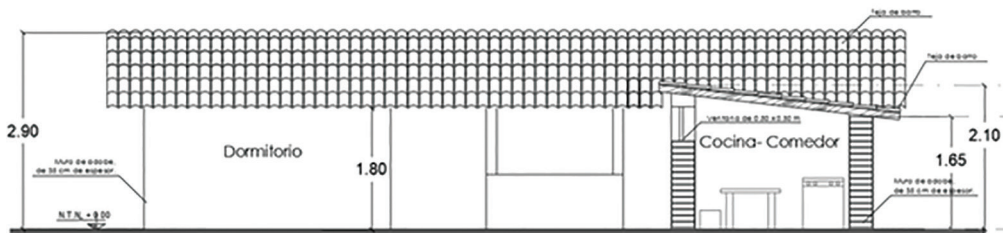
En la comunidad mazahua, la vivienda tradicional se construía con adobe de 35 cm de espesor, en promedio. Para los espacios separados, como el baño y la cocina de humo, el espesor era de 30 cm. Para las viviendas con tapanco, la altura del piso era de 2.10 m, alcanzando en el punto más alto 3.00 m. En las cocinas, la altura era menor, con 2.50 m en el punto más alto, las cubiertas eran a base de polines y teja generalmente a dos aguas.

Imagen 10. Vivienda tradicional mazahua en San Pedro de los Baños, 1970



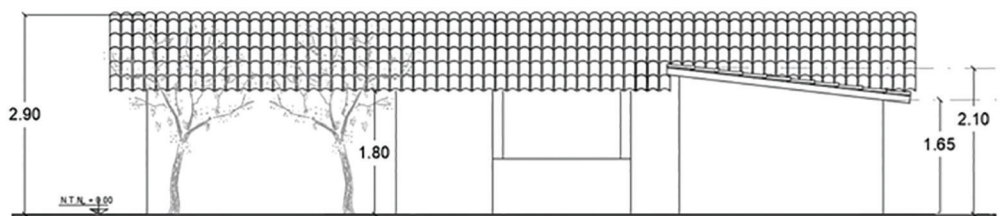
Fuente: Información propia

Imagen 11. Fachada de vivienda tradicional mazahua en San Pedro de los Baños, 1970



Fuente: Información propia

Imagen 12. Sección de vivienda tradicional mazahua en San Pedro de los Baños, 1970



Fuente: Información propia

La disposición de los espacios se desarrollaba de manera lineal, en forma de “L”, en el cuerpo más largo se encontraban las habitaciones, y en el más corto la cocina. Las habitaciones se conectaban a través de un pasillo exterior y por lo regular se construían dos. El tamaño de los corrales dependía del ganado con el que la familia contaba y eran espacios aislados de la vivienda. Con el paso de los años eso cambió y los corrales se instalaron cerca de la cocina de humo. La cosecha se guardaba en el extremo del pasillo que conectaba las habitaciones, y, por último, el escusado era una letrina localizada aproximadamente a 30 m de la vivienda.

En la vivienda tradicional mazahua el baño se encuentra ausente, porque anteriormente las familias acudían a la laguna que divide las localidades de San Pedro de los Baños y Concepción de los Baños. Sin embargo, cuando no tenían tiempo de acudir lo hacían dentro de sus habitaciones en tinas.

Años después, con la decantación de la laguna, empezaron a construirse dentro de las viviendas espacios exclusivamente para bañarse. Se trataba de un lugar pequeño, apenas para colocar una tina y un pequeño banco de madera, donde las *nitas* (abuelas en mazahua) pudieran sentarse

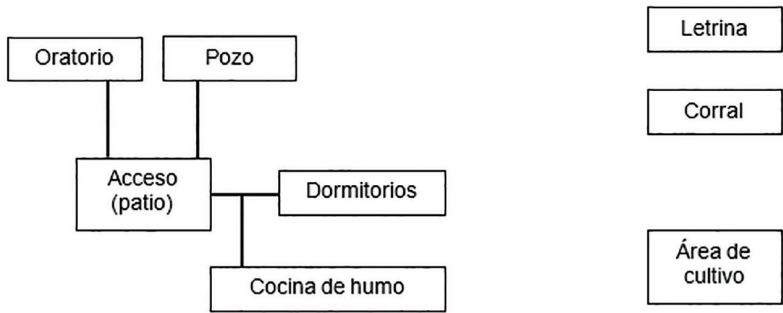
a destrenzar su cabello antes de bañarse. La esencia de este tipo de vivienda se caracteriza por tener las funciones aisladas, donde el espacio funciona como un vestíbulo de áreas.

Tabla 1. Análisis de dos viviendas tradicionales mazahuas

Vivienda	Núm. de habitaciones	Oratorio-altar	Cocina de humo	Letrina	Forma en planta	Pozo
Vivienda (1920)	1	si	si	si	L	si
Vivienda (1970)	2	si	si	si	L	si

Fuente: Información propia (2022)

Figura 1. Funcionamiento de la vivienda tradicional mazahua



Fuente: Información propia

En la vivienda mazahua se acostumbra a pasar el tiempo libre en el patio, en este lugar las mujeres bordan, los hombres trabajan y los niños juegan. La cocina es el punto de reunión de las familias, en ella los niños hacen la tarea, se atienden las visitas, se cocina y se come, en algunas viviendas este espacio se complementa con la cocina de humo. Los dormitorios son espacios completamente privados a los cuales solo la familia tiene acceso.

La cocina de humo es el espacio de las mujeres, ahí hacen las tortillas, cocen el nixtamal, se almacenan los olotes, leña y, antiguamente, las muñigas (excremento de vaca que se seca al sol para después ser utilizada como combustible). En todas las viviendas, ya sean tradicionales o actuales, se cuenta con un pozo. Por lo general se encuentra al frente de la vivienda, a un costado del patio. El oratorio es un espacio específico para la gente que profesa la religión católica, ya que está des-

tinado a la oración y al culto. Las familias que poseen ganado ovino, porcino o vacuno disponen de espacios más amplios y corrales, aquellos que solo crían aves de granja, las resguardan en chozas pequeñas por las tardes o también las mantienen en un pequeño enmallado donde pasan el día

CONCLUSIONES

Además de identificar las características de la vivienda tradicional y actual mazahua en San Pedro de los Baños, esta investigación puntualiza las diferencias y similitudes en cada una de ellas. Al mismo tiempo complementa el aporte teórico de Joaquín Sánchez Blas y Jaques Soustelle respecto a la vivienda mazahua con información correspondiente a su transformación a través de los años.

El análisis de las figuras 7 y 10 fue realizado a partir de la investigación de campo y con el fundamento teórico de la familia y vivienda mazahua del centro del país de Blas y Soustelle. Ambas figuras representan levantamientos arquitectónicos de viviendas tradicionales mazahuas de aproximadamente cien años de antigüedad. En ellas es posible identificar la distribución del programa arquitectónico de la vivienda tradicional mazahua de San Pedro de los Baños, así como el dominio del macizo sobre el vano en los muros.

Es posible concluir que la vivienda en esta comunidad ha evolucionado al replantear su programa arquitectónico, las dimensiones de sus espacios, los materiales empleados en su construcción y la proporción de los vanos y macizos. No obstante, existen elementos de la vivienda tradicional que siguen conservándose, como los pozos y oratorios. Los primeros prevalecen ante la necesidad de extraer y almacenar agua, ya que en la localidad no hay red de agua potable que abastezca a todos los habitantes, los segundos se conservan como un símbolo propio de la fe católica. También hay viviendas actuales donde los oratorios no se observan como parte del programa arquitectónico, pero de igual forma destinan espacio para un altar donde colocan imágenes de su devoción.

REFERENCIAS

- Ayuntamiento de Ixtlahuaca (2022). *Ixtlahuaca. Monografía. Nomenclatura y escudo*. Disponible en: <https://ixtlahuaca.gob.mx/pages/ixtlahuaca/monografia>
- Cortés, E. (1972). *San Simón de la Laguna*. México: Instituto Nacional Indigenista/Secretaría de Educación Pública.
- Dávila, G. (2006). El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales. *Laurus*, 12, pp. 180-205. Disponible en: <https://www.re-dalyc.org/pdf/761/76109911.pdf>

- De la Cruz, P. (2014). *Menye, el espíritu del agua y la laguna en la historia propia de un pueblo mazahua, San Pedro de los Baños, Ixtlahuaca, México (1936-2014)*. Tesis. Escuela Nacional de Antropología e Historia (ENAH).
- Faz, N. (2019). *Mazahuas en el Estado de México*. Secretaría de Rectoría, Dirección de Identidad Universitaria, Colegio de Cronistas, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX). Disponible en: http://web.uaemex.mx/identidad/docs/cronicas/2019/TOMO_XVII/52.Mazahuas_en_el_Estado_de_MExico.pdf
- Gobierno del Estado de México (2003). *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Ixtlahuaca*. Disponible en: <https://seduo.edomex.gob.mx/ixtlahuaca>
- INEGI (2020). *Censo de la población y vivienda 2020*. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- INEGI (s. f.). *Mapa digital de México*. Sistemas de consulta. Disponible en: <http://gaia.inegi.org.mx/md-m6/?v=bGFOjIzLjMyMDA4LGxvbjotMTAxLjUwMDAwLHo6MSxsOmMxMTFzZXJ2aWNpb3N-8dGMxMTFzZXJ2aWNpb3M=>
- Sánchez, J. (2007). *Estudio histórico de la zona mazahua*. Colección Documentos y Testimonios. Toluca, México: Instituto Mexiquense de Cultura.
- Soustelle, J. (1993). *La familia otomí-pame del centro de México*. Toluca: Instituto Mexiquense de Cultura/Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX).

EL VALOR DE LA NATURALEZA EN LA VIVIENDA RESIDENCIAL DEL MUNICIPIO DE METEPEC

*Cynthia Eunice Ortiz Hernández*²¹

*Roy Estrada Olivella*²²

*Beatriz González Monroy*²³

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de investigación se plantean algunos enfoques para la comprensión de las teorías de sostenibilidad con el fin de relacionarlas con la política ambiental y entender la importancia de proponer una nueva normativa a la reglamentación del diseño urbano y arquitectónico en su relación con el ambiente. Se abordan las teorías más representativas de la sostenibilidad y la política ambiental como sustento a la factibilidad de replantear la normativa al Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México —instrumento que regula la construcción de los conjuntos urbanos residenciales en Metepec— ya que actualmente presenta áreas de oportunidad en el orden urbano sustentable.

Además, se busca estructurar una propuesta encaminada a lograr un cambio perceptible y beneficios, para sus habitantes a través de modificaciones en la manera de construir y aglomerar los condominios y viviendas, que permita contar con infraestructura urbana como el uso eficiente de agua, energía y espacios vecinales incluyentes, así como tener una mirada crítica de las afectaciones sociales que genera la vertiginosa proliferación de conjuntos residenciales en la periferia de Metepec.

Son tres secciones las que dan estructura al presente artículo, comenzando con la introducción; el desarrollo que abarca las teorías del desarrollo sostenible, dando voz a algunos de los autores

²¹ Arquitecta. Estudiante de la Maestría en Estudios Sustentables Regionales y Metropolitanos de la Facultad de Arquitectura y Diseño (FAD) de la UAEMEX. Contacto: cynthia.ortizhernandez@gmail.com

²² Doctor en Administración. Profesor de tiempo completo. Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEMEX. Contacto: estrada.roy@gmail.com

²³ Doctora en Administración. Profesora de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEMEX. Contacto: bettgmm@gmail.com

más relevantes y documentos como el Informe Brundtland, además se presentan los teóricos de la política y economía ambiental. Por último, se explica el objeto de estudio y su análisis con los principales enfoques de sustentabilidad y política ambiental para finalmente presentar el entorno social que actualmente se percibe en Metepec a raíz de la transformación paulatina de pueblo a ciudad dormitorio de interés residencial alto.

SOSTENIBILIDAD, POLÍTICA AMBIENTAL Y SUS DEFINICIONES

Sostenibilidad

La sostenibilidad es un concepto cada vez más usado en los discursos políticos de los ámbitos internacionales, las universidades y los planes de desarrollo. Sin embargo, la mayoría de las ocasiones se desconoce a qué hace referencia, simplemente se asocia con el ambiente a pesar de que el concepto implica más que la naturaleza y sus recursos. De acuerdo con Gudynas (2004), la palabra sostenible tiene sus orígenes en la biología, en la década de los sesenta, cuando en la rama pesquera y forestal se buscaban alternativas para permanecer dentro de los propios rangos de renovación de poblaciones. Proviene del término latino *sustenere*, que significa “sostener,” y para el ámbito ecológico significa el mantenimiento de la base de recursos naturales.

Hoy se sabe que el desarrollo sustentable tiene sus bases en las dimensiones social, ambiental y económica, no hace alusión solamente al mantenimiento de los recursos naturales. Entrados los años ochenta, los líderes mundiales buscaron concientizar a la población de que los recursos naturales son finitos. Por su parte, en 1987, el Banco Mundial (BM) y el Fondo Monetario Internacional (FMI) emitieron un documento acerca de la protección ambiental y otro en relación con el desarrollo económico y el alivio de la pobreza, objetivos complementarios planteados para un horizonte lejano. Consecuentemente, el Informe Brundtland logró integrar ambos conceptos y abrió paso a la reunión de Río de Janeiro en 1992, en la que se estableció que el desarrollo sustentable es mejorar la “calidad de vida humana sin rebasar la capacidad de carga en los ecosistemas que la sustentan” (Gudynas, 2004: 56).

En 1992, durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), llevada a cabo en Río de Janeiro, Brasil, el concepto de desarrollo sustentable alcanzó su máxima expresión. De esta cumbre resultaron dos tratados internacionales de gran trascendencia, el Convenio sobre la Diversidad Biológica y el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Además, se asentaron los precedentes de la Convención Internacional de Lucha contra la Desertificación (UNCCD), firmada finalmente en París en 1994. Posteriormente, en 1992, la Agenda 21 incluyó el término *desarrollo sustentable* en la nueva definición de objetivos a partir de la necesidad de un crecimiento económico compatible con la

conservación de recursos y que no fuera acompañado de amenazas para la calidad de vida y la salud derivadas del deterioro ambiental (Labandeira, 2007: 20).

Informe *Brundtland*

De acuerdo con la ONU, el Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo —mejor conocido como Informe Brundtland— se dio lugar en Nueva York en 1987. El objetivo fue poner por escrito lo discutido en la primera reunión de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, y así publicar el documento 900 días después de la primera sesión celebrada 1984. El informe fue publicado en abril de 1987 y abordaba temas alarmantes en materia ambiental (ONU, 1987).

El informe sentó las bases de la futura creación de informes y documentos que tratan temas alrededor del medio ambiente, la pobreza y la sociedad. También hizo una revisión de la actividad económica mundial y cómo se incrementó hasta 50 veces la producción industrial durante los últimos cien años, presagiando evidentemente el impacto sobre la biósfera a medida que se invierte en vivienda, transporte e industria (ONU, 1987).

En 2015, la Agenda 2030 retomó muchos de los conceptos básicos de este informe, sobre todo la relación entre las dimensiones económico, social y ambiental. Uno de los puntos más interesantes que señala el Informe Brundtland es el daño ambiental que ejerce la vivienda, porque regularmente se asienta sobre campos, ya que las ciudades son las primeras en saturarse.

Si bien el Informe Brundtland no emplea al término *sostenible*, sino otro similar: *desarrollo duradero*, sí describe a través de sus conceptos esenciales lo que años después se convertiría en la idea de *sostenibilidad*. Actualmente, este término está completamente globalizado y presente en las políticas públicas internacionales, poniendo en primer plano los bienes gratuitos y el peligro de su mala administración. Este informe es considerado un hito de los referentes ambientales, y no es posible dejar de mencionarlo al hablar de sustentabilidad.

Política ambiental

Desde la perspectiva de Gudynas, la política verde está inmersa en los debates políticos que incorporan temas que antes pasaban inadvertidos, y genera nuevas condiciones políticas al incluir la dimensión ética en la calidad de vida y la pérdida de especies como una sustentabilidad súper fuerte (Gudynas, 2004: 219). Por otro lado, la ecología política es un nuevo territorio de acción y pensamiento en la que no solo se consideran los temas de distribución ecológica, sino las nuevas perspectivas en las relaciones de poder que se forman entre las personas y un mundo globalizado. La ecología política viene a complementar la economía ecológica para revisar los procesos de valorización y apropiación de la naturaleza (Leff, 2006: 21).

México no está exento del discurso o la alineación política en el futuro de la sostenibilidad. Sus planes de desarrollo han estado permeados por el concepto *sostenido*, haciendo referencia al crecimiento y estabilidad económica. Por ejemplo, en el Plan de 1989-1994 se habla del aprovechamiento racional y sostenible de los recursos naturales. En el Plan del 1995-2000 se menciona el término *desarrollo sostenible* y se traduce a una serie de objetivos. En el Plan 2001-2006 se incluye la dimensión social y ambiental al hablar de desarrollo humano sostenible, oportunidades para “todos” y del uso eficiente de recursos ambientales. En el Plan 2013-2018 se agrega el desarrollo “integral” e incluyen los términos: *capital natural, servicios ambientales y bienestar de la población* (Sobrinó et al., 2015: 18).

Como se puede observar, la noción de sostenibilidad está presente en los máximos instrumentos del país, como en las agendas y discursos, no así en la práctica, al menos no en el objeto de estudio del presente trabajo.

El objeto de estudio

El diseño urbano y arquitectónico de los conjuntos urbanos habitacionales es regulado por el Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México, el cual tiene por objetivo fijar las normas básicas para planear y regular el ordenamiento territorial, el desarrollo urbano y las acciones urbanísticas específicas. De acuerdo con su última modificación, en 2018, el modelo urbano incluyente debe permitir la evolución de las ciudades a través del tiempo, ape­gándose a los pilares de igualdad de género, tecnología, y alineados a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 propuesta por la ONU para generar un ordenamiento territorial sustentable e impulsar los ordenamientos legales de la planeación territorial y ambiental (Gobierno del Estado de México, 2018).

La última modificación al reglamento fue en septiembre de 2018. Sin embargo, solo está en palabras escritas ya que dista de estar preparado para su aplicación práctica y real en la ciudad. En sus artículos relacionados con las obras de urbanización e infraestructura primaria (vialidades, energía eléctrica, agua potable y drenaje) no manifiesta cómo lograr un modelo urbano que fomente la eficiencia energética, infraestructuras sustentables o las acciones concretas que debe llevar a cabo el titular de la autorización (constructor) para aminorar el impacto ambiental, y construir conjuntos urbanos habitacionales tipo residencial en espacios urbanos con materiales y técnicas sustentables.

En el Artículo 62 —dentro de las obras de equipamiento urbano al interior del conjunto urbano— solamente establece que el titular de la autorización (constructor) deberá construir: jardín de niños, escuela primaria y jardín vecinal. Sin mencionar cómo lograr el modelo incluyente que satisfaga las necesidades sociales de sus habitantes y cumpla con las medidas sanitarias y de inclusión.

Para lograr el desarrollo sustentable es imprescindible atender la dimensión ambiental y social en el diseño y la normatividad de los conjuntos urbanos. No obstante, cuando se analizan los conjuntos urbanos terminados y habitados se observa una divergencia entre lo plasmado en el

discurso ideal del documento y la realidad materializada, ya que podemos encontrar descargas de aguas negras a los canales cercanos, banquetas por donde es difícil transitar en silla de ruedas, calles con múltiples riesgos para cruzar, nulo uso de energías limpias, o equipamientos que no satisfacen las necesidades de sus habitantes.

Enfoque ambiental

La discusión en torno a la naturaleza ha sufrido un drástico giro en la manera que hoy se concibe. Actualmente depende del enfoque que se pretenda abordar y el fin al que se quiera llegar. Ya no implica la misma lectura si se aborda desde la mercantilización, la turistificación, la conservación, la economía, la artificialización o la política. Sin embargo, sea el enfoque que se escoja, la naturaleza, el agua y el resto de los recursos naturales serán siempre los mismos.

La política internacional del ambiente tuvo sus antecedentes en la segunda mitad del siglo XX. Xavier Labandiera expone que la sociedad del mundo desarrollado comenzó a concebir la importancia de los recursos naturales porque sin ellos no se hubieran alcanzado los grandes avances de la Revolución Industrial, la cual provocó estragos en la salud y en el ambiente. La misma industrialización que abrió la puerta a la modernidad igualmente evidenció que en tanto más desarrollada se vuelva una región mayor será el daño al entorno (Labandeira, 2007).

Los beneficios de los recursos naturales siempre han estado a la mano del hombre, pero estos recursos se están agotando. En el siglo XX se tiene mayor conciencia de los perjuicios causados por la sobre explotación de la naturaleza como se observa en el Club de Roma 1972, Gudynas (2004) los daños generados a costa de la supervivencia humana.

Gudynas (2004) enfatiza que el objetivo primario de las políticas ambientales mercantiles es mantener el funcionamiento eficiente de la economía, no de la naturaleza, la cual se debe conservar para que las economías continúen funcionando. En el ámbito de la construcción es prioritario avanzar rápidamente en el volumen sin importar si los terrenos donde se construye son depredados o contaminados, incluidas las poblaciones aledañas, lo importante es generar un producto que “impulse” al desarrollo regional. Se estima que para 2030 los asentamientos urbanos del mundo en desarrollo representarán 80% de la población urbana mundial (Sobrinho *et al.*, 2015: 6). Por ello, la sustentabilidad en las ciudades y los efectos sociales y ambientales que generan no es un tema menor.

Según Leff (2006), más que un tema de orden ecológico, la cuestión ambiental es una crisis del pensamiento y la manera de entenderlo. Afirma que la degradación ambiental es el tema de discusión de esta nueva era globalizada y desigual, la cual debería de inaugurar una nueva etapa de discusión en la manera de gobernar, construir y relacionarnos con el valor de la naturaleza.

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Municipal Metepec, la estrategia de desarrollo se orienta hacia la promoción de vivienda media y residencial, por lo que ante el incremento de los conjuntos urbanos habitacionales es importante generar las normativas que permitan la construcción de espacios urbano-sustentables, eficientes y responsables con el medio ambiente (Ayuntamiento de Metepec, 2018).

FORESTA Y EL VALOR DEL AGUA

Conjunto urbano habitacional Foresta

Con frecuencia se supone que los lugares residenciales atractivos y de lujo son los más funcionales; no siempre es así. El municipio de Metepec ha sido, desde hace un par de décadas, receptor y desarrollador de viviendas de este tipo, sin dar respuesta a las nuevas exigencias ambientales del cuidado de recursos naturales y de inclusión social.

En 2008 se autorizó la construcción del conjunto Rancho San Antonio en San Miguel Totocuitlapilco, autorizado como conjunto urbano abierto tipo mixto, medio, residencial comercial y de servicios, siendo de los primeros conjuntos urbanos de esta categoría, planeada inicialmente con 1 642 viviendas. En años posteriores, se reestableció a 1,456 viviendas y modificando el proyecto con una laguna artificial con tecnología chilena, y cambiando a residencial alto e iniciando con precios de venta de aproximadamente \$1,500,000 13 m² de construcción y 25 m² de terreno con amplios jardines.

Tiene un diseño urbano novedoso, exclusivamente por lo estético, pero presenta múltiples deficiencias. El tema de la inclusión no está presente, no es posible mover una silla de ruedas en las banquetas, no hay forma de trasladarse en bicicleta por sus calles, cuenta con más de 200 luminarias sin energía ahorradora, la planta de tratamiento de agua descarga a un río de San Miguel, donde hay un kínder que da servicio a los pobladores aledaños, sin embargo no pueden transitar por el lugar libremente ya que no son residentes, carece de captación pluvial y cuando no hay energía eléctrica colapsa la forma de vida moderna. Respecto al tema social, solo hay dos jardines vecinales a los cuales no se puede llegar caminando sin quedar en riesgo, ya que están ubicados muy lejos de la mayoría de las viviendas.

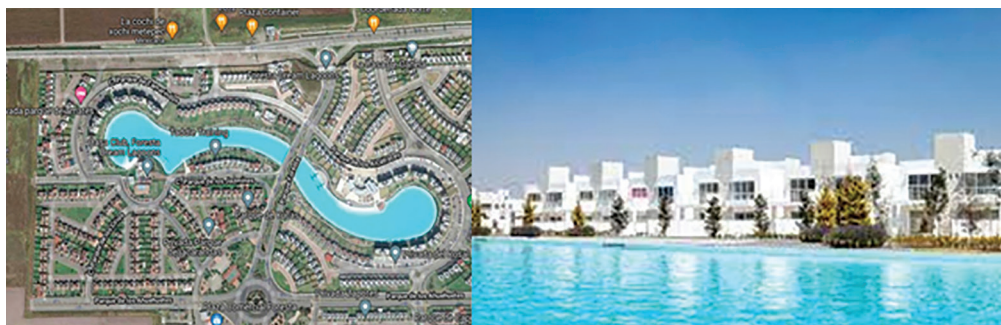


Imagen 1. Conjunto Urbano Foresta

Fuente: dreamlagoons.com.mx. Casas ARA

VALORIZACIÓN DE LA NATURALEZA

Gudynas (2004) habla de la designación de un valor económico a los elementos de la naturaleza. En otras palabras, el valor que las personas están dispuestas a pagar por ella, para apropiársela o protegerla. Actualmente, se le ha asignado a la naturaleza un valor de cambio y uno de uso; se le ha fijado un carácter de capital natural al convertirla en un producto al alcance de quien pueda pagarlo. Este capital es medido por un precio y, una vez destruida o convertida en forma de capital, ya no hay retorno. Así se impone un tipo de sustentabilidad débil, que cuida solo de ciertos recursos naturales o especies que son sustituibles. Al contrario de la sustentabilidad fuerte, que preserva los elementos de la naturaleza por ser únicos e irremplazables. La responsabilidad ambiental real y responsable sería mantener la naturaleza y legarla sin condicionarla a un enfoque económico de apropiación sino de su uso responsable.

Lo natural tiene su derecho de ser, pero en la actualidad se ha convertido en objeto de dominio y materia prima de un proceso productivo. Es decir, la naturaleza fue desnaturalizada al incluirla en procesos productivos (Leff, 2006). Por su parte, la ecología política sustenta una teoría de la relación sociedad-naturaleza, una construcción e interacción del hombre-naturaleza-cultura que pueda revalorizar la manera en que concebimos la naturaleza. Se espera que este nuevo enfoque permee en América Latina y cambie el panorama actual. En este mismo tenor, se puede hablar de la economía ambiental que también incorpora el medio ambiente al mercado adjudicándole un valor que pasa a tener precio y derecho de propiedad.

La laguna, el recurso natural es finito pero el agua ¿se puede sustituir?

El principal atractivo y herramienta de venta es el agua, la cual es ofertada a través de una laguna artificial rodeada de viviendas de alto costo. El conjunto urbano está situado en una zona donde anteriormente había terrenos de cultivo. Este es un claro ejemplo de la reorganización del espacio cultural, social y económico, ya que la mirada de los nuevos pobladores es un acercamiento a lo exótico y modifica el espacio original (Sequera, 2020: 25). Al venir de ciudades con un ritmo de vida acelerado, las nuevas clases sociales buscan un lugar “tranquilo” para vivir, rodeado de naturaleza (artificial o natural).

El fenómeno anterior provoca un proceso de desplazamiento y segregación porque los pobladores vecinos no tienen derecho a visitar o disfrutar las dos grandes lagunas de 1.7 hectáreas. El agua ha sido convertida en un elemento artificial de consumo estético que solo es accesible para quien puede pagar su derecho de uso. El cual adquiere más valor que el de la vivienda misma, porque no solamente se debe cubrir las necesidades de techo, seguridad o entorno familiar, se debe cubrir la necesidad de estar cerca de la naturaleza, aunque sea artificial, teniendo dentro del mercado por sustitución un método de precio implícito, de valor hedónico (Chang, 2005).

Se presenta un tipo de vivienda con falsas ventajas de valor ambiental incluido porque los miles de metros cúbicos de agua potable deben recibir mantenimiento constante, ser desechados

y reemplazados con agua proveniente de pozos de agua potable que mantengan el color azul y la composición química con la que es tratada el agua para que evoque de manera artificial al Caribe, con la diferencia de que se encuentra en un contexto muy diferente, en un municipio colindante con milpas, casas rurales y calles aun sin pavimentar.

La constructora ARA importó la tecnología chilena *Crystal Lagoons* para implementarla en el conjunto urbano Foresta y utilizar este atractivo para lograr venderlo a 1 456 familias. Este caso es particularmente especial por evidenciar la manera desmedida de mercantilizar el elemento más básico de la naturaleza, convirtiéndolo en un bien económico de alto valor accesible solo al que pueda pagarlo, desechando cualquier discurso político o normativa basada en la sustentabilidad.

Metepec, nuevo territorio residencial

De acuerdo con Diego Cera (2020), a Santa Fe le llaman el “pequeño Houston” de la Ciudad de México y para muchos es el espacio aspiracional por excelencia. Hoy en día está lleno de edificios, centros comerciales y vías rápidas, pero en la década de los ochenta solo había minas, basureros y un proyecto para un centro de readaptación social. El basurero cerró en 1980, acarreado marginalidad y desigualdad social, el renacimiento de esta zona ocurrió en 1982 cuando la Universidad Iberoamericana construyó su campus Ciudad de México.

Desde entonces, la proliferación paulatina de corporativos, negocios, hoteles, centros comerciales y universidades ha aumentado los precios de vivienda hasta \$53 038.90 m² de construcción. Si se compara esta cifra con el promedio de vivienda en Metepec de \$15 443.00, se entiende por qué la oferta de vivienda prolifera en este municipio del Estado de México y se ha convertido en una nueva ciudad dormitorio residencial.

Actualmente, el Plan de Desarrollo Urbano Metepec solo contempla el crecimiento de vivienda media y residencial. Los pobladores han optado por vender sus terrenos de cosecha por vivienda y su mano de obra a las nuevas clases medias, lo cual ha abierto paso al aburguesamiento de este territorio, evidenciando paisajes desiguales, de contrastes entre milpas y residenciales de alto nivel adquisitivo. De acuerdo con Joan Nogué, debemos aprender a mirar lo que no se ve, nada mejor que el paisaje para aplicar una ontología de lo visible, porque el paisaje es, a la vez, una realidad física y la representación que culturalmente nos hacemos de ella (Nogué, 2007).

Con esta breve mirada al actual territorio urbano de Metepec ha sido posible contextualizar el objeto de estudio desde un enfoque ambiental y social, ya que la sostenibilidad debe lograr un equilibrio entre las tres dimensiones: ambiental, económica y social. Para concluir, es interesante observar el crecimiento económico de Metepec y sus conjuntos urbanos a través de los precios actuales de las viviendas tipo residencial y residencial alto.

Tabla 1. Tabla comparativa de precios de vivienda de los conjuntos urbanos tipo residencial en Metepec en 2022.

Nombre del conjunto urbano	Costo por vivienda
Condado del Valle	\$5,750,000.00
Residencial El Castaño	\$5,800,000.00
Residencial Bonanza	\$2,900,000.00
Portofino Country Club	\$8,790,000.00
Hacienda Guadalupe	\$3,990,000.00
Rancho San Antonio	\$11,200,000.00
Foresta	\$3,800,000.00
Promedio del costo de vivienda en Metepec	\$6,405,000.00

Fuente: Elaboración propia con datos de Lamudi (2022)

Como se observa en la tabla, es notable el incremento en los últimos años en la cantidad de vivienda y en costos, los cuales corresponden a un estilo de vida alto, y generan brechas sociales más evidentes en la vida cotidiana del pueblo de Metepec. La realidad es que las nuevas necesidades sociales del entorno serán determinadas por las nuevas clases sociales.

CONCLUSIONES

El caso específico del conjunto urbano Foresta, ubicado en el municipio de Metepec, es particularmente especial por evidenciar la manera desmedida de mercantilizar con el agua, elemento básico del medio ambiente; convirtiéndolo en un bien económico de alto valor al que se accede solo si se puede pagar; desechando al mismo tiempo cualquier discurso político o normativa sustentada en temas de sustentabilidad. Ejemplos tan visibles como este, dejan al descubierto el enorme trabajo que se debe hacer en materia de políticas públicas, si de verdad se quieren alinear los planes de desarrollo nacionales con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, de lo contrario las brechas de inequidad y desigualdad serán una constante cada vez más irrefutable.

Por ello, los diseñadores y estudiantes tienen la responsabilidad y compromiso social de replantear el panorama actual y sentar las bases de un verdadero desarrollo sustentable. Porque solamente a través de la difusión de los peligros de no gestionar correctamente los recursos naturales, sobre todo del aprovechamiento del agua, se podrá detener el daño ambiental, fomentar el consumo y producción sustentables. Por otra parte, en el ámbito de la vivienda se debe ofer-

tar y comprar de manera responsable un producto que garantice infraestructuras sustentables, haya sido construida con materiales menos agresivos con el ambiente y promueva prácticas de venta que realmente integren los principios básicos de la sustentabilidad y responsabilidad social, tanto con sus compradores como con las comunidades vecinas.

Esperamos que este trabajo de investigación represente un aporte, precedente, que ayude a los futuros habitantes que adquieran una vivienda a tener las herramientas necesarias para tomar decisiones conscientes con el ambiente sin descuidar su calidad de vida, además de generar un entorno incluyente con el resto de la población. Es posible cambiar la mentalidad de negocio a costo de la naturaleza y el terrible daño ambiental que ha existido en el sector inmobiliario.

REFERENCIAS

Ayuntamiento de Metepec (2018). *Plan Municipal de Desarrollo Urbano Metepec*. Gobierno del Estado de México. Disponible en: http://seduv.edomexico.gob.mx/planes_municipales/metepec/PMDUMet.pdf

Cera, D. (2020). *Santa Fe: de la Utopía de Tomás Moro a basurero monumental a “pequeño Houston”*. Local.MX. Capital Digital. Disponible en: <https://www.local.mx/ciudad-de-mexico/historia-santa-fe/>

Chang, Man Yu (2005). La economía ambiental en Pierri, N. y Foladori, G. (eds.) (2005). *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*. México: Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ)/Porrúa.

Gobierno del Estado de México (2018). *Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo de Estado de México*. Periódico Oficial “Gaceta del Gobierno” Toluca: Gobierno del Estado de México.

Gudynas, E. (2004). *Ecología, economía y ética del desarrollo sostenible*. Montevideo: CLAES.

Labandeira, X. et al. (2007). *Economía Ambiental*. Madrid: Pearson.

Leff, E. (2006). *Ecología política: de la deconstrucción del capital a la territorialización de la vida*. Buenos Aires: Clacso.

Nogué, J. (ed.) (2007). *La construcción del paisaje social*. Madrid: Biblioteca Nueva.

ONU (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Nueva York: Organización de las Naciones Unidas (ONU).

Sequera, J. (2020). *Gentrificación. Capitalismo cool, turismo y control del espacio urbano*. Madrid: Catarata.

Sobrino, J. et al. (2015). *Ciudades sostenibles en México: una propuesta conceptual y operativa*. México: UNFPA-México.

IMÁGENES

Conjunto Urbano Foresta [Image]. (2009). Recuperado de <https://dreamlagoons.com.mx/>

Conjunto Urbano Foresta [Image]. (2018). Recuperado de <https://casas.mitula.mx/>

TABLA

Lamudi (2023). Recuperado <https://www.lamudi.com.mx/>

DIMENSIONES DE LA HABITABILIDAD PARA LA VIVIENDA SUSTENTABLE

Lizbeth Hernández Alcántara²⁴

Liliana Romero Guzmán²⁵

INTRODUCCIÓN

Este trabajo busca relacionar los requerimientos de la habitabilidad de la vivienda con las cualidades de la vivienda sustentable para establecer los rasgos fundamentales que se deberían implementar en la planeación y construcción de una vivienda consciente con el medio ambiente. Está dirigido, principalmente, a arquitectos y diseñadores de vivienda sustentable, pero también resulta útil para los investigadores de temas relacionados con la habitabilidad de la vivienda.

Tanto la Norma Mexicana de Edificación Sustentable (NMX-AA-164-SCFI-2013) publicada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat, 2013), como la Real Academia Española (RAE) coinciden en que la habitabilidad es “la cualidad de habitable que tiene un espacio construido, en función de normas legales” (DRAE, 2022).

No obstante, esta definición presenta una imprecisión ya que no expresa los caracteres generales distintivos y diferenciales de la habitabilidad para su medición y evaluación. Por su parte, Cruz y De Hoyos han señalado que “no se observan descripciones claras y concisas del término habitabilidad en la Ley de Vivienda 2017” del congreso mexicano (2018). Igualmente, luego de realizar una revisión de los planes nacionales de vivienda en México se puede concluir que:

En el marco de las políticas habitacionales en México, es posible observar que no hay concordancia en la conceptualización de la *habitabilidad* y los componentes específicos que la integran, entre los instrumentos de planeación de la política en esta materia y los mecanismos que regulan la producción de la vivienda en particular. Aunque es posible

²⁴ Estudiante del Doctorado en Diseño en la Facultad de Arquitectura y Diseño (FAD) de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX). Contacto: lhernandez858@alumno.uaemex.mx

²⁵ Profesora de tiempo completo en la Facultad de Arquitectura y Diseño (FAD) de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX). Contacto: lromerog@uaemex.mx

observar que existe una conceptualización de la habitabilidad desde la perspectiva cuantitativa relacionada con las características técnicas y funcionales de la vivienda, ya que no plantea aspectos cualitativos o subjetivos de la habitabilidad (Cruz *et al.*, 2018).

A partir de la revisión bibliográfica se encontraron diversos estudios en torno a la determinación de la habitabilidad de la vivienda, los cuales aportan fundamentos teóricos básicos sobre las condiciones, dimensiones y características de la habitabilidad de la vivienda. Entre ellos destacan los que hablan de las relaciones entre las características arquitectónicas y la habitabilidad interna de la vivienda: Escobar (2022), Landazuri (2004), Hidalgo (2019), Moreno (2021) y Panchi (2019).

Dentro de los modelos teórico-metodológicos sugeridos para determinar la habitabilidad de la vivienda están: el modelo bioético que estudia la habitabilidad desde la dimensión humana, social, ambiental y técnica, propuesto por Cruz (2018); el análisis de metodologías heurísticas para realizar simulaciones computacionales de la habitabilidad, planteado por Tenorio (2020); y una aproximación socio-ambiental para definir factores de habitabilidad en el marco de la adaptabilidad, propuesto por Cortés y Villar (2015).

El trabajo de Salazar (2015) desarrolla un sistema que permite integrar el conocimiento de expertos, los índices de confort y la normatividad vigente para diagnosticar la habitabilidad. Por su parte, Mayorga (2005) realiza un modelo holístico para analizar el confort térmico de la vivienda. Además, hay un grupo de estudios de caso que analizan la habitabilidad de la vivienda: Marín (2014), Espinoza (2012), Gonzalo *et al.* (2004) Nieto *et al.* (2015), Ávila (2016), Espinoza *et al.* (2020). Así como los estudios con énfasis en la evaluación de la habitabilidad de la vivienda: Valtierra y Vázquez (2020), Portugal (2015), Rendón *et al.* (2020), Peña *et al.* (2020) y Cervantes y Martínez (2015). De igual forma, los estudios de las condiciones de habitabilidad los cuales logran establecer indicadores de habitabilidad, tales como: Bravo y Sandoval (2017) y Vásquez (2021).

Para este trabajo se consideran los estudios basados en la relación habitabilidad-sustentabilidad. Por ejemplo, Casals y Burgos (2013) redefinen el concepto de habitabilidad orientándolo hacia la sostenibilidad; Gallo (2020) afirma que la arquitectura sustentable es una estrategia viable para el mejoramiento de las condiciones de habitabilidad físico-espacial; Cubillos y Rodríguez (2013) la evalúan en edificaciones sostenibles; Mues (2011) vincula la habitabilidad con el desarrollo sostenible; Cubillos *et al.* (2014) la consideran una variable de diseño de edificaciones sostenibles; y Quesada (2015) escribe sobre habitabilidad para una vivienda sustentable.

También se consideran importantes las aportaciones de los estudios que vinculan las estrategias bioclimáticas para mejorar la habitabilidad, entre ellos: Murga (2020), De Hoyos *et al.* (2020) y La Roche *et al.* (2006). Por otra parte, se tiene la aportación de los estudios que vinculan la habitabilidad con la eficiencia energética, de los cuales se pueden citar a Taboada (2019) y Sierra (2019).

Del mismo modo, el gobierno de México ofrece manuales para la vivienda sustentable para los climas cálido-húmedo, cálido-subhúmedo, seco, semiseco y templado semihúmedo. Los cuales están centrados en el ahorro de recursos (agua, gas y electricidad) y presentan una serie

de recomendaciones para el diseño de la vivienda. Pero tienen deficiencias, son breves, muy generales, no definen la habitabilidad y tampoco precisan las condiciones y dimensiones de la vivienda sustentable, no presentan criterios de seguridad, protección, progresividad, privacidad, flexibilidad, dimensionamiento o confort visual.

La problemática que se aborda en este estudio es conocer cuáles son las principales dimensiones de la habitabilidad en la vivienda sustentable. Los objetivos que se ha propuesto son: interpretar las dimensiones de la habitabilidad; identificar las dimensiones de la habitabilidad y la vivienda sustentable; y relacionar las dimensiones de la habitabilidad con las dimensiones de la vivienda sustentable.

El valor de este trabajo está en virtud de integrar la complejidad de las dimensiones de la habitabilidad y relacionarlas con las de la vivienda sustentable. Este trabajo es relevante porque las dimensiones teóricas de la habitabilidad no se han concebido de manera integral. Su utilidad es directamente para la aplicación y consideración en el diseño y construcción de la vivienda sustentable, así como en el desarrollo de investigaciones relativas a la habitabilidad de la vivienda y vivienda sustentable.

METODOLOGÍA

El proceso de investigación y realización de este trabajo consiste en una investigación documental informativa, según (Muñoz, 2011). Las fases que se siguieron son: determinación del tema a investigar; planteamiento del problema; formulación de hipótesis; y recolección de información. Se establecieron relaciones entre la información recabada y nuestra problemática y se identificó cómo los aportes teóricos contribuyen a la determinación de las dimensiones de la habitabilidad en la vivienda sustentable.

HABITABILIDAD DE LA VIVIENDA

La imprecisión normativa sobre la definición de habitabilidad estimuló la indagación y el contraste de las diferentes definiciones planteadas por los expertos en habitabilidad de la vivienda. Este ejercicio permitió identificar nueve acepciones válidas en el contexto en que se usan: cualidad, condición, capacidad, confortabilidad, medida, acto perceptivo, reconocimiento legal, relacionado con la noción de lugar y con el desarrollo sustentable. Alicia Ziccardi es uno de los autores que la consideran una cualidad.

La habitabilidad hace referencia a la cualidad de habitable que posee una vivienda, lo que está en función de las diferentes características que reúne, entre las cuales destacan: a) las características materiales de la vivienda, b) el tamaño de acuerdo con la composición familiar, c) el acceso y la calidad de los servicios habitacionales, d) la certeza jurídica sobre la propiedad. Es un concepto que hace referencia a la calidad de la vivienda (Ziccardi, 2015).

Esta autora no describe características generales y particulares de la cualidad de habitable, pero sí presenta rasgos básicos de lo que implica la habitabilidad. Por su parte, Salgado precisa que “la habitabilidad es considerada como la cualidad de lo que es o puede ser habitable; aquel conjunto de condiciones mínimas que la vivienda o cualquier espacio del habitar deben cumplir en términos de salubridad e higiene, protección contra el ruido, energía y aislamiento” (Burbano y Figueroa, 2020). Este autor precisa las condiciones mínimas sin especificar en qué consiste la cualidad de habitable.

Por su parte, la Real Academia Española considera la habitabilidad como una “cualidad de habitable, y en particular la que, con arreglo a determinadas normas legales, tiene un local o una vivienda” (DRAE, 2022). En general, estos autores coinciden en que la habitabilidad se trata de la cualidad de habitable, sin embargo, no precisan los caracteres específicos de la habitabilidad. Por otra parte, hay una definición que explica en qué consiste la habitabilidad.

La condición determinada por un conjunto de atributos que deben reunir espacios habitables y continentes edificados para su integración, es decir, la arquitectura resulte útil, funcional, inteligible y significativa. Para que la habitabilidad interactúe como una interface efectiva entre el sujeto arquitectónico (el habitante) y el objeto arquitectónico (el edificio compuesto de espacios y continentes), el cual debe reunir determinadas características de uso, consistencia, función, forma, y significado sin las cuales el edificio no sería habitable (Espinoza, 2012).

Si bien este autor establece cualidades emergentes de la relación habitante-espacio, no precisa caracteres específicos de la habitabilidad. Tarchópulos y Ceballos (2003) afirman que “la habitabilidad es, en pocas palabras, la condición satisfactoria de calidad ambiental, material y cultural del espacio habitado por las personas” (citado en Villegas, 2014: 5). Mientras que Saldarriaga (2016) señala que “la habitabilidad es el conjunto de condiciones, físicas y no físicas, que permiten la permanencia humana en un lugar, su supervivencia y, en un grado u otro, la gratificación de la existencia, lo que enfatiza en el buen vivir” (citado en Burbano y Figueroa, 2020). Tarchópulos y Ceballos (2003) afirman que “la habitabilidad es el conjunto de condiciones físicas y no físicas que garantizan la vida humana en condiciones de dignidad (citado en Valladares, 2015).

Se observó que las definiciones de los autores citados anteriormente son operativas, pues señalan el conjunto de condiciones físicas y no físicas. Derivado de lo anterior se precisan los caracteres generales de la habitabilidad de un espacio arquitectónico como cualidad de apto, adecuado, digno, agradable, higiénico y en condiciones para su funcionamiento y uso. Es apto porque debe ser idóneo para desempeñar la función para la cual fue creado. Es adecuado, porque el diseño del espacio debe ser apropiado para el usuario específico. Es digno porque debe poseer calidad. Es agradable porque produce complacencia. Es higiénico porque es limpio y coadyuva a conservar la salud. Además de que debe reunir un ambiente propicio, funcional y confortable para ser habitado.

En esencia, la habitabilidad depende de las condiciones de calidad del espacio, ya sean funcionales, ambientales, sociales, culturales o tecnológicas. Y que satisfagan las necesidades de espacio arquitectónico subjetivas y objetivas, tangibles e intangibles, físicas y no físicas, los cuales posibilitan la calidad de vida y minimizan los impactos ambientales, sociales y económicos que pudiera generar la vivienda.

VIVIENDA SUSTENTABLE

El impacto ambiental de la acción y efecto de habitar una vivienda constituye un problema, un objeto de estudio y de intervención institucional. Las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) se originan por las múltiples actividades y servicios domésticos que se realizan diariamente, como el consumo de electricidad en iluminación y electrodomésticos, dióxido de carbono (CO₂) y calentamiento de agua para aseo personal y cocción de alimentos (Isunza y Dávila, 2011: 63).

Para minimizar el impacto ambiental que genera la vivienda, sobre todo habitada a lo largo de su ciclo de vida, se han tratado de especificar ciertos criterios a cumplir para considerarla sustentable. De acuerdo con Van Hal (2007), Bakens (2013) y Goh y Rowlinson (2013), una construcción sustentable es aquella en la cual se consideran criterios de sustentabilidad durante el ciclo de vida completo del inmueble, desde su diseño, edificación, operación y posterior destrucción. La Semarnat también considera a la vivienda sustentable

La vivienda construida tomando en cuenta aspectos de sustentabilidad como diseño bio-climático y eficiencia energética, esto último mediante la incorporación de tecnologías sustentables definidas en un paquete básico referidas a: gas, electricidad y agua, para obtener ahorros en consumo de energía, pagos de servicios (gas, electricidad y agua) y emisiones de CO_{2e}. Se busca integrar la cadena productiva asociada a la producción de vivienda, para considerar la huella de carbono del ciclo de vida de la vivienda que incluye la fabricación de los materiales de construcción, su transporte, el proceso de edificación y equipamiento de los desarrollos habitacionales y las viviendas además de la operación de la misma durante su vida útil (Semarnat, s.f.).

La Norma Mexicana de Edificación Sustentable (NMX-AA-164-SCFI-2013) define la edificación sustentable como aquella “que a lo largo de su ciclo de vida cumple con las especificaciones en materia de suelo, energía, agua, materiales, residuos, calidad ambiental y responsabilidad social” para minimizar el impacto ambiental (Semarnat, 2013). Por su parte, el Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Hábitat) indica que “una vivienda es sostenible si, entre otras consideraciones, es cultural y socialmente apropiada; asequible; localizada cerca de los empleos y servicios; y conectada a las redes en funcionamiento de infraestructura y servicios” (citado en De Hoyos *et al.*, 2020).

La vivienda sustentable también debe considerar la calidad ambiental, a fin de lograr el confort térmico, lumínico, acústico y psicológico para asegurar condiciones de salud y bienestar del habitante. En relación con el análisis del sitio en el que se emplaza la vivienda, se tiene que considerar que sea urbanizado, es decir, que cuente con infraestructura y servicios propios para el desarrollo de la vivienda, lo que también se conoce como habitabilidad urbana.

En cuestión de energía, la vivienda debe lograr la eficiencia energética, para lo cual tiene que considerar sistemas o dispositivos de ahorro energético, y generar una parte o la totalidad de la energía que consume por medio de energías renovables. El uso del agua se tiene que efficientar,

así como las instalaciones hidráulicas y sanitarias, donde el uso del agua se vuelva cíclico con opción a usarse más de una ocasión con alternativa a algún tratamiento. Cambiar el paradigma actual en el que se extrae, se usa y se desecha. “Es necesario considerar los diversos usos del agua, sobre todo en la vivienda urbana y saber que no es la misma calidad requerida, lo que puede animar a los usuarios a reusarla y contribuir a la recuperación del recurso hídrico” (Romero *et al.*, 2018). Además, se recomienda el uso de dispositivos ahorradores de agua y la captación pluvial en sitios donde lo amerite. En lo referente a materiales y residuos, se requiere la modulación en el diseño arquitectónico para optimizar el uso de materiales reciclados o ecológicos que sean de procedencia local.

Complejidad de la habitabilidad de la vivienda sustentable

La habitabilidad de la vivienda sustentable es esencialmente compleja. Esta se define como “un tejido (*complexus*: lo que está tejido en conjunto) de constituyentes heterogéneos inseparablemente asociados: que presenta la paradoja de lo uno y lo múltiple” (Morín, 1990). Para este autor, la complejidad presenta interacciones e interferencias, es capaz de establecer relaciones entre las partes y el todo.

En este contexto, la habitabilidad es posible con una diversidad de condiciones, como lo expresan Burbano y Figueroa (2020), Espinoza (2012), Villegas (2014), Valladares (2015) y Germán (2018), es multidimensional, posee facetas de diferente naturaleza que coexisten y en algunos casos generan interdependencias y se complementan. Un ejemplo de interdependencia ocurre en la dimensión social de la habitabilidad de la vivienda, en la interacción social y su vínculo con el espacio semipúblico. En otras palabras, a mayor diversidad de espacios semipúblicos mayor diversidad de interacción social.

Habitabilidad para la vivienda sustentable

En este trabajo se considerarán principalmente las dimensiones de la habitabilidad de la vivienda planteados por Cruz (2018): dimensión humana, social, ambiental y técnica, así como las expuestas por Organista y Tello (2019) quienes consideran dimensiones complementarias de la habitabilidad como: subsistencia, protección, afecto, entendimiento, participación, identidad y libertad. Se consideran sustantivas porque permiten la interpretación del objeto de estudio y ofrecen conocimientos específicos.

Para establecer la relación entre las dimensiones de la habitabilidad con las dimensiones de la vivienda sustentable se examinaron las planteadas por Cruz (2018). A su vez, se reconocen como dimensiones de la vivienda sustentable el aspecto social, medioambiental, tecnológico y económico. Las categorías, variables e indicadores presentan gran complementariedad entre ellas. En la siguiente tabla se propone su integración.

Tabla 1. Dimensiones de la habitabilidad para la vivienda sustentable

<i>Dimensiones de la habitabilidad para la vivienda sustentable</i>		
<i>Categorías</i>	<i>Variables</i>	<i>Indicadores</i>
Física	» Confort térmico » Confort lumínico » Confort acústico » Confort visual » Hacinamiento » Ergonomía » Accesibilidad	» Índice de confort lumínico: flujo luminoso, luminosidad, nivel de iluminación, luminancia » Índice de confort térmico: humidex, WBGT, UTCI, PET, temperatura » Índice de confort acústico: nivel sonoro, tiempo de reverberación, nivel de inteligibilidad y nivel de privacidad » Índice de confort visual: nivel de adaptación del usuario con las instalaciones, muebles, máquinas, utensilios y accesorios » Nivel de fácil de acceso
Psicológica y emocional	» Seguridad y medidas de protección » Agrado » Belleza » Tranquilidad » Permanencia y estabilidad » Conciencia existencial » Entendimiento » Libertad	» Nivel de seguridad » Número de robos y agresiones » Número de medidas de protección aplicadas » Nivel de percepción de agrado » Nivel de percepción de belleza » Nivel de tranquilidad » Nivel de pertenencia » Nivel de comprensión » Grado de entendimiento » Nivel de libertad
Ética	» Estética » Carácter » Innovación » Presencia » Versatilidad » Durabilidad » Adaptabilidad » Limpieza » Salubridad	» Nivel de integración a la imagen urbana » Nivel estético » Nivel de percepción del carácter » Significado y símbolos » Nivel de innovación » Nivel de percepción de la presencia » Grado de versatilidad » Grado de durabilidad » Nivel de adaptabilidad » Nivel de limpieza » Nivel de salubridad

Dimensión social		
Categorías	Variables	Indicadores
Interacción social	» Contorno vital y contorno social » Espacios para la interacción social (diversidad y calidad al interior y exterior de la vivienda) » Sentido de apropiación y pertenencia » Accesibilidad al espacio semipúblico » Proxémica » Capacidad de asociación » Formas de participación colaborativa » Circunstancias sociales. » Normas y leyes » Contacto visual	» Radio de contorno vital » Radio de contorno social » Calidad y número de espacios para la interacción social » Grado de apropiación y pertenencia » Nivel de accesibilidad al espacio semipúblico. » Niveles de sociabilidad » Nivel de asociación » Nivel de participación » Número de circunstancias sociales » Grado de aplicación de normas y leyes » Nivel de contacto visual
Cultural	» Costumbres » Tradiciones » Hábitos » Capital de conocimiento » Identidad » Apropiación » Capital cultural » Capacitación en materia de sustentabilidad	» Número de costumbres » Número de tradiciones » Tipos de hábitos » Cantidad de ideas valiosas » Grado de identidad » Grado de apropiación » Nivel de creación, innovación y sinergia » Cantidad de cursos en materia de sustentabilidad

Económica	» Costo-beneficio » Rentabilidad » Patrimonio » Plusvalía » Sistemas de mejora continua	» Relación costo-beneficio » Nivel de rentabilidad » Valor del inmueble como patrimonio » Valor agregado » Número de sistemas de mejora continua
<i>Dimensión ambiental</i>		
<i>Categorías</i>	<i>Variables</i>	<i>Indicadores</i>
Ambiental	» Manejo de materiales y residuos » Orientación » Estrategias de ventilación natural » Técnicas y materiales para el aislamiento térmico » Estrategias de protección contra el viento » Sistemas de protección vs ruido » Calidad ambiental » Uso de materiales ecológicos » Aprovechamiento del agua » Evitar el síndrome del edificio enfermo » Diseño para la salud » Recuperación de agua de lluvia en sitios aptos	» Nivel de gestión de residuos » Nivel de manejo de materiales » Nivel de orientación favorable » Cantidad de estrategias de ventilación natural » Cantidad de aplicación de técnicas y materiales para el aislamiento térmico » Número de estrategias de protección contra el viento » Cantidad de sistemas de protección vs ruido » Nivel de calidad ambiental » Uso de materiales ecológicos » Nivel de aprovechamiento del agua » Número de patologías en el edificio » Cantidad de estrategias de diseño para la salud » Nivel de recuperación de agua de lluvia.
Contextual	» Movilidad » Infraestructura » Equipamiento	» Cantidad de medios de transporte con los que se cuenta » Radio de cobertura de la infraestructura » Cantidad de infraestructura » Cantidad de equipamiento

Paisaje	» Área verde al interior de la vivienda » Área verde al exterior de la vivienda » Diseño del paisaje	» Cantidad de área verde al interior de la vivienda » Cantidad de área verde al exterior de la vivienda » Calidad del diseño de paisaje
Dimensión técnica		
Categorías	Variables	Indicadores
Técnica	» Servicios básicos » Iluminación » Calidad de los materiales de edificación » Dimensiones adecuadas. » Conectividad » Larga vida útil » Diseño envolvente adecuada al sitio	» Cantidad de servicios básicos » Nivel de iluminación » Grado de calidad de los materiales de edificación » Dimensiones adecuadas en rango y proporción al número de habitantes » Nivel de conectividad » Vida útil de los materiales » Nivel de correspondencia de la envolvente con el sitio
Tecnológica	» Sistemas constructivos no tradicionales » Aislación hidrófuga » Aislación acústica » Instalaciones contra incendio » Ventilación artificial » Eficiencia energética » Sistemas alternativos para calentamiento de agua » Sistemas constructivos de la región » Ecotecnologías » Energía renovable	» Instalaciones contra incendio » Uso de sistemas constructivos no tradicionales » Uso de aislación hidrófuga » Uso de aislación acústica » Instalaciones contra incendio » Sistemas de ventilación artificial » Nivel de eficiencia energética » Uso de sistemas alternativos para el calentamiento de agua » Uso de sistemas constructivos de la región » Uso de ecotecnologías » Uso de energía renovable

Espacial	» Expresividad » Interrelación de las formas espaciales » Tipo de estructura » Composición formal » Estilo arquitectónico » Unicidad	» Nivel de expresividad » Grado de interrelación de las formas espaciales » Tipo de estructura » Calidad de la composición formal » Aplicación de un estilo arquitectónico » Grado de unicidad
----------	--	--

Fuente: elaboración propia con base en Cruz (2018); Martínez (2009); Sanchis (2022); Arredondo y Reyes (2013); Organista y Tello (2019); Vidal *et al.* (2010); Presidencia de Buenos Aires (2019); Semarnat (2013).

Según Cruz (2018), la dimensión humana se refiere a la consideración de la condición humana como ser individual en relación con el objeto construido. Puede decirse que la habitabilidad está en función de la naturaleza del usuario, ya que un espacio arquitectónico debe proveer las condiciones para el confort y funcionalidad para la calidad de vida del ser humano. Coppola establece que el “deber primario es el de crear un ambiente adecuado a la condición humana” (2004: 46).

De acuerdo con Martínez (2009) y Sanchis (2022), se deberían considerar tres dimensiones básicas del ser humano: física, psicológica y emocional y ética. La dimensión social permite crear condiciones para establecer relaciones e interacciones con otros individuos, inicialmente con la familia y después con grupos sociales específicos. Esta dimensión incluye la parte social, cultural y económica. Por su parte, la dimensión ambiental se vincula con la reducción de impactos negativos al medio ambiente, para lo cual se implementan sistemas constructivos, materiales ecológicos, estrategias bioclimáticas para el confort térmico y reducción de huella de carbono e hídrica. Por último, la dimensión técnica incluye los aspectos físicos y materiales que la circunscriben, el uso de dispositivos, tecnologías e infraestructuras para el funcionamiento de la vivienda y el uso de energías renovables para su eficiencia energética. En esta dimensión se añade todo lo relativo al espacio por ser sustantivo en cuanto a calidad.

CONCLUSIONES

Considerar las dimensiones humana, social, ambiental y técnica de la habitabilidad en el diseño de la vivienda sustentable —garantizar que sea apta, adecuada, digna, agradable e higiénica— acredita las condiciones y cualidades mínimas para su funcionamiento. Pues se prevé que entre más habitable sea la vivienda más sustentable será.

La habitabilidad de la vivienda sustentable es multidimensional, los componentes y condiciones que la posibilitan son diversos y pueden valorarse o estimarse de manera integral mediante las variables enlistadas en este trabajo. Algunas variables son polivalentes, es decir, poseen valor

en diferentes dimensiones. Por ejemplo, la innovación es un valor ético de la vivienda sustentable, pero también uno de la dimensión espacial.

En cuanto al grado de cumplimiento de las variables de habitabilidad se estima un factor de 30, 60 y 100%. En el primer nivel, se cumplirán las consideraciones de una o dos dimensiones de habitabilidad, en el segundo se aplicarán las variables de tres dimensiones, y en la tercera se aplicarán las variables de las cuatro dimensiones propuestas.

La dimensión humana es sustantiva para la habitabilidad sustentable, pues se relaciona directamente con las condiciones que proporcionan bienestar y comodidad al usuario en su condición humana. La dimensión social abarca el grado de apropiación y costo-beneficio de la vivienda. La dimensión ambiental abarca las estrategias de ventilación natural entre otras para la calidad ambiental. La dimensión técnica comprende el empleo de energías renovables para la vivienda sustentable.

Estas dimensiones, categorías, variables e indicadores se desarrollan con amplitud en el proyecto de investigación doctoral titulado *Criterios bioéticos en el proceso de diseño para la habitabilidad de la vivienda* escrito por Lizbeth Hernández Alcántara. Este trabajo examina, reorganiza y establece las dimensiones de la habitabilidad de la vivienda sustentable para su aplicación en estudios posteriores.

REFERENCIAS

- Arredondo, C. y Reyes, E. (2013). *Manual de vivienda sustentable. Principios básicos de diseño*. México: Trillas.
- Ávila, O. (2016). *La habitabilidad de las viviendas en la zona metropolitana de Toluca*. (Tesis doctoral). Toluca: Repositorio institucional de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX). Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/62753>
- Bakens, W. (2013). Realizing the sector's potential for contributing to sustainable development. *Industry and Environment*, 26 (2-3), pp. 9-12.
- Bravo, C. y Sandoval, J. (2017). *Mejoramiento de las condiciones de habitabilidad en la vivienda de interés social (vis) en Bogotá*. Disponible en: <https://repository.ugc.edu.co/handle/11396/3844>
- Burbano, A. y Figueroa, M. (eds.) (2020). *Habitar y habitabilidad en contextos metropolitanos*. Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).
- Casals, M. y Cuchí, A. (2013). Aproximación a una habitabilidad articulada desde la sostenibilidad. Raíces teóricas y caminos por andar. *Revista INVI*, 28 (77), pp. 193-226. Disponible en: <https://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/62470>

- Cervantes, J. y Martínez, J. (2015). Determinación de las incertidumbres de la habitabilidad en la vivienda de interés social de la unidad habitacional “El Rosario”. *Academia XXII*, 6 (11), pp.101-120. Disponible en: <https://repositorio.unam.mx/contenidos/56068>
- Coppola, P. (2004). *Análisis y diseño de los espacios que habitamos*. México: Pax.
- Cortés, O. y Villar, M. (2015). Método integral de diseño ambiental. Aproximación desde la línea base socio-ambiental para definir factores de habitabilidad. *Revista NODO*, 8 (16), pp. 87-98. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Metodo-Integral-de-Dise%C3%B1o-Ambiental-Aproximacion-Cort%C3%A9s-Cely-Villar-Lozano/29791cc37c72f9333e-9259431d7ca7575c6abe21#paper-header>
- Cruz, R. (2018). *Modelo bioético para el análisis de la habitabilidad en la vivienda*. (Tesis de maestría). Toluca: Repositorio institucional de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX). Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/80223>
- Cruz, R. y De Hoyos, J. (2018). La bioética, una propuesta para el desarrollo habitacional en México. *AREA, Agenda de Reflexión en Arquitectura, Diseño y Urbanismo*, 24, pp. 237-247. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8213783>
- Cruz, R. et al. (2018). Análisis de la política pública hacia la habitabilidad de la vivienda en México. *Teoría, impactos externos y políticas públicas para el desarrollo regional*. México: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional.
- Cubillos, R. y Rodríguez, C. (2013). Evaluación del factor de habitabilidad en las edificaciones sostenibles. *Revista NODO*, 8 (15), pp. 47-64. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/256504376_Evaluacion_del_factor_de_habitabilidad_en_las_edificaciones_sostenibles
- Cubillos, R. et al. (2014). *La habitabilidad como variable de diseño de edificaciones orientadas a la sostenibilidad*. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, vol. 16, núm. 1, pp. 114-125.
- De Hoyos Martínez, J. et al. (2020). *Bioconstrucción para la vivienda. Pensamientos y técnicas*. Toluca: Repositorio institucional de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX). Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.11799/107089>
- DRAE (2022). Habitabilidad. *Diccionario de la lengua española*. Real Academia Española (RAE). Disponible en: <https://dle.rae.es/habitabilidad?m=form>
- Escobar, A. (2022). *Criterios de diseño arquitectónico y su relación con el confort del espacio habitable de la vivienda, caserío Tunape-Piura, 2021*. (Tesis de maestría). Perú: Repositorio ins-

- titucional de la Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/80129>
- Espinoza, A. (2012). *Análisis de las condiciones de habitabilidad de la vivienda de interés social en la ciudad de Tijuana, B.C.* (Tesis doctoral). Mexicali: Universidad Autónoma de Baja California. Disponible en: http://arquitectura.mx1.uabc.mx/WEB_MyDPDS/files/2012-ESPINOZA-LOPEZ-ANA-ELENA.pdf
- Espinoza, A. et al. (2020). Habitabilidad de la vivienda emergente para trabajadores migrantes en Villa de Arista, San Luis Potosí. *Nova Scientia*, 13 (26). Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052021000100123
- Gallo, D. (2020). *Arquitectura sustentable, como estrategia viable para el mejoramiento de las condiciones de habitabilidad físico-espacial en AA. HH La Videnita, Villa Primavera Sullana 2020.* (Tesis de licenciatura). Perú: Repositorio institucional de la Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/64906>
- Germán, I. (2018). Los factores objetivos y subjetivos de habitabilidad en la vivienda urbana. *SketchIN: Revista de Arquitectura y Diseño*, 2 (4), pp. 37-53. Disponible en: <https://revistas.uaq.mx>
- Goh, Cheng y Rowlinson, S. (2013). *The roles of sustainability assessment systems in delivering sustainable construction.* 29th Annual ARCOM Conference, pp. 1363-1371.
- Gonzalo, G. et al. (2004). *Habitabilidad en edificios: propuestas de normas para Tucumán.* Argentina: Universidad Nacional de Tucumán. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/278785518_HABITABILIDAD_EN_EDIFICIOS_PROPUUESTAS_DE_NORMAS_PARA_TUCUMAN
- Hidalgo, A. (2019). *Diseño y habitabilidad: una aproximación basada en los lenguajes de patrones.* Roderic. Universidad de Valencia. Disponible en: <https://roderic.uv.es/handle/10550/76192>
- Isunza, G. y Dávila, C. (2011). Desafíos de los programas de vivienda sustentable en México. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 4 (7), pp. 60-74. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=629768830009>
- Landazuri, A. (2004). *Diseño arquitectónico y habitabilidad de la vivienda.* (Tesis doctoral). México: Repositorio institucional de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- La Roche, P. et al. (2006). *Vivienda bioclimática como dispositivo habitable.* España: Instituto de Arquitectura Tropical/Instituto Tecnológico de Energías Renovables de Tenerife. Disponible

en: <http://www.arquitecturatropical.org/EDITORIAL/documents/VIVENDABIOCLIMATICACOMODISPOSITIVOHABITABLE.pdf>

Mayorga, J. (2005). *Modelo holístico para analizar el confort térmico del ser humano dentro de los edificios*. (Tesis doctoral). México: Repositorio institucional de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Marín, J. (2014). *Análisis de la habitabilidad de un proyecto de vivienda social multifamiliar en el marco de procesos de reasentamiento poblacional Estudio caso: San Sebastián de Betania IV etapa. Comuna Ciudadela del Norte, Manizales*. (Tesis de maestría). Colombia: Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57066>

Martínez, M. (2009). Dimensiones básicas de un desarrollo humano integral. *Polis. Revista Latinoamericana*, 23, pp. 119-138.

Moreno, S. (2021). *Diseño de casa para estudiantes de nivel superior bajo los principios de habitabilidad en Toluca, Edo. Méx.* (Tesis de licenciatura). Toluca: Repositorio institucional de la México: Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX).

Morín E. (1990). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa.

Muñoz, C. (2011). *Como elaborar y asesorar una investigación de tesis*. México: Prentice Hall/Pearson.

Murga, L. (2020). *Estrategias bioclimáticas para mejorar la habitabilidad en viviendas rurales, en el distrito de Lamas región de San Martín*. (Tesis de maestría). Perú: Repositorio institucional de la Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/44789>

Nieto, I. et al. (2015). *Habitabilidad en la vivienda de interés social en San Luis Potosí. Confort y aislamiento térmico*. México: 2º Congreso Nacional de Vivienda y 2º Congreso Latinoamericano de Estudios Urbanos. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/337720980_Habitabilidad_en_la_Vivienda_de_Interes_Social_en_San_Luis_Potosi_Confort_y_Aislamiento_Termico

Organista, M. y Tello, L. (2019). Habitabilidad y relaciones socio-espaciales en conjuntos habitacionales de interés social. Casos de estudio en Ensenada, Baja California, México. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*, 14 (26). Disponible en: <https://legadodearquitecturaydiseno.uaemex.mx/article/view/14462>

Panchi, B. (2019). *Estudio metodológico: análisis de los factores que influyen en la habitabilidad y diseño arquitectónico de instalaciones escolares en el Ecuador, 2019*. (Tesis de licenciatura).

- Quito, Ecuador: Repositorio institucional de la Universidad Tecnológica Indoamericana. Disponible en: <http://repositorio.uti.edu.ec//handle/123456789/1490>
- Peña, L. et al. (2020). El índice de habitabilidad y cohesión social (IHaCoS) un instrumento para la medición del hábitat en México. En Marronquín, A. (coord.). (2020). *Handbook T-VI CIERMMI Mujeres en la ciencia, sociedad, violencia de género*. Ciudad Juárez, Chihuahua: ECORFAN. Disponible en: <http://cathi.uacj.mx/20.500.11961/21966>
- Portugal, R. (2015). *Evaluación y propuesta para mejorar las condiciones de habitabilidad y medioambientales de la vivienda rural del distrito de Cairani 2013*. (Tesis de maestría). Tacna, Perú: Repositorio institucional de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Disponible en: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1007>
- Presidencia de la Nación Argentina, Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda. (2019). *Plan Nacional de Vivienda. Estándares mínimos de calidad para viviendas de interés social*. Argentina: Secretaría de Vivienda. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/if-2019-72275570-apn-dnasyfmi.pdf>
- Quesada, F. (2015). *Habitabilidad para una vivienda sustentable*. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca/Congreso Virtual Eumednet XI. Educación, Cultura y Desarrollo. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/317318939_PONENCIA_HABITABILIDAD_PARA_UNA_VIVIENDA_SUSTENTABLE
- Rendón, V. et al. (2020). Medición de la habitabilidad en la vivienda de interés social. Caso de estudio: Municipio de Ecatepec y Tecámac. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 7 (14), pp. 59-65. Disponible en: doi: <https://doi.org/10.29057/icbi.v7i14.4474>
- Romero , L. et al. (2018). Ciudades sustentables a partir de un paradigma hídrico emergente, caso de estudio: Toluca, México. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño* vol. 23, pp. 107-118. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477954382032>
- Salazar, S. (2015). *Sistema integrado para determinar habitabilidad en edificaciones*. (Tesis de maestría). Colombia: Repositorio institucional Séneca de la Universidad de los Andes. Disponible en: <http://hdl.handle.net/1992/13207>
- Sanchis, S. (2022). *Las 8 dimensiones del ser humano*. *Psicología*. Disponible en: <https://www.psicologia-online.com/las-8-dimensiones-del-ser-humano-5994.html>
- Semarnat (s.f.). *Vivienda sustentable en México*. Disponible en: https://www.conavi.gob.mx/images/documentos/sustentabilidad/2b_Vivienda_Sutentable_en_Mexico.pdf

- Semarnat (2013). *Norma mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013. Edificación sustentable - criterios y requerimientos ambientales mínimos*. Disponible en: <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO3156.pdf>
- Sierra, D. (2019). *La habitabilidad energética y su aplicación en el proceso de diseño arquitectónico del edificio administrativo de la UPT en Tacna, 2019*. (Tesis de licenciatura). Tacna: Repositorio institucional de la Universidad Privada de Tacna.
- Taboada, B. (2019). *Habitabilidad y eficiencia energética en el proceso de diseño de un conjunto residencial en Nuevo Chimbote*. Chimbote, Perú: Repositorio institucional de la Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/34620>
- Tenorio, M. (2020). *La habitabilidad como un sistema de red complejo*. (Tesis de licenciatura). Bogotá, Colombia: Repositorio institucional de la Pontificia Universidad Javeriana. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/52347?locale-attribute=it>
- Valladares, R. (coord.) (2015). *Diversas visiones de la habitabilidad*. Puebla: Red Nacional de Habitabilidad Urbana. Disponible en: http://www.rniu.buap.mx/infoRNIU/nov16/4/indicadoreso-urbanos-de-habitabilidad_que-medir-y-por-que.pdf
- Valtierra, J. y Vázquez, L. (2020). Evaluación de la habitabilidad en la vivienda social y su relación con el habitante. *18th International Conference Architectonics: Mind Land and Society. The New Sense of Place in Education, Profession and Social Interaction*. Barcelona: Universidad Politecnica de Cataluña (UPC).
- Van, J. (2007). A labeling system as steppingstone for incentives related to the profitability of sustainable housing. *Journal of Housing and the Built Environment*, 22 (4), pp. 393-408.
- Vásquez, V. (2021). *Condiciones de habitabilidad de la vivienda de interés social para mejorar la calidad de vida de los usuarios de la Derrama Magisterial-Chiclayo, 2018*. (Tesis de maestría). Lambayeque, Perú: Repositorio institucional de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12893/9813>
- Vidal, A. et al. (2010). *Diseño de un modelo de vivienda bioclimática y sostenible. Fase 1*. San Salvador: Repositorio institucional de la Universidad Tecnológica de El Salvador. Disponible en: https://www.utec.edu.sv/vips/uploads/investigaciones/disenio_modelo_vivienda_bioclimatica_sostenible.pdf
- Villegas, J. (2014). *Análisis de la habitabilidad de un proyecto de vivienda social multifamiliar en el marco de procesos de reasentamiento poblacional. Estudio de caso: San Sebastián de Betania*

IV etapa. (Tesis de maestría) Colombia: Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Colombia.

Ziccardi, A. (2015). *Cómo viven los mexicanos. Análisis regional de las condiciones de habitabilidad de la vivienda.* México: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

HABITABILIDAD PARA UNA VIVIENDA ADECUADA EN CLIMAS TEMPLADOS, SEMIFRÍOS Y FRÍOS DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA

Liliana Romero Guzmán²⁶

Alan Noe Jim Carrillo Arteaga²⁷

Jesús Enrique De Hoyos Martínez²⁸

INTRODUCCIÓN

Se estima que alrededor de 1970, cuando los municipios de Toluca y Metepec en el Estado de México comenzaron a crecer con mayor velocidad, la ZMVT se fue integrando paulatinamente. A lo largo de los años se han ido incorporando otros municipios circundantes. Según datos del Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (Igecem, 2015), la ZMVT está comprendida por 22 municipios y se considera la segunda zona metropolitana más grande, después de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). La siguiente tabla muestra la integración de los municipios a la zona metropolitana a lo largo de los años de acuerdo con diferentes dependencias.

²⁶ Doctora en Diseño. Facultad de Arquitectura y Diseño (FAD) de la UAEMEX. Contacto: lromerog@uaemex.mx

²⁷ Doctor en Urbanismo. Profesor de tiempo completo en la Facultad de Planeación Urbana y Regional de la UAEMEX. Contacto: anjcarrilloa@uaemex.mx

²⁸ Doctor en Ciencias Sociales. Profesor de tiempo completo en la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEMEX. Contacto: jedehoyosm@uaemex.mx

Tabla 1. Municipios que conforman la ZMVT

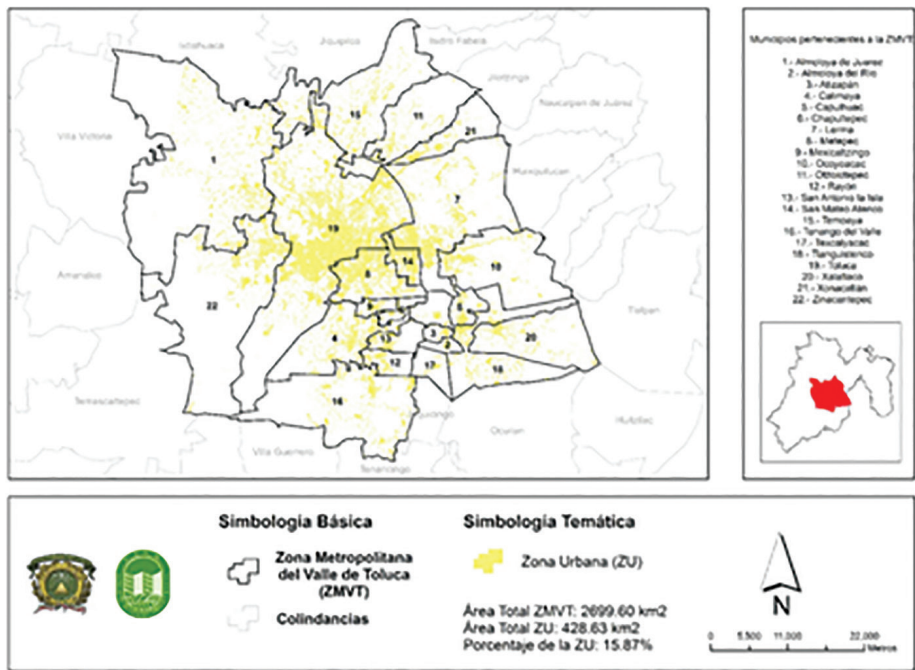
Dependencias	Año	No. de municipios	Municipios
1. Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México	1970	2	» Toluca » Metepec
1. Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México	1980	3	» Toluca » Metepec » Zinacantepec
1. Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México	2000	12	» Almoloya de Juárez » Calimaya » Chapultepec » Metepec » Mexicaltzingo » Ocoyoacac » Otzolotepec » San Mateo Atenco » Toluca » Xonacatlán » Zinacantepec
1. Secretaría de Desarrollo Social 2. Consejo Nacional de Población 3. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática	2005	14	» Almoloya de Juárez » Calimaya » Chapultepec » Lerma » Metepec » Mexicaltzingo » Ocoyoacac » Otzolotepec » Rayón » San Antonio la Isla » San Mateo Atenco » Toluca » Xonacatlán » Zinacantepec

1. Consejo Estatal de Población	2005	15	» Almoloya de Juárez » Calimaya » Chapultepec » Lerma » Metepec » Mexicaltzingo » Ocoyoacac » Otzolotepec » Rayón » San Antonio la Isla » San Mateo Atenco » Temoaya » Toluca » Xonacatlán » Zinacantepec
1. Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Toluca 2. Programa para Mejorar la Calidad del Aire	2005	22	» Almoloya de Juárez » Almoloya del Río » Atizapán » Calimaya » Capulhuac » Chapultepec » Lerma » Metepec
1. Periódico Oficial del Estado de México 2. Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Toluca 3. Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México	2009-2015	22	» Mexicaltzingo » Ocoyoacac » Otzolotepec » Rayón » San Antonio la Isla » San Mateo Atenco » Temoaya » Tenango del Valle » Texcalyacac » Tianguistenco » Toluca » Xalatlaco » Xonacatlán » Zinacantepec

Fuente: Carrillo *et al.* (2019) e Igecem (2015)

De acuerdo con Carrillo *et al.* (2019), la población de la ZMVT ha incrementado paulatinamente desde 1960, cuando contaba con 176 908 habitantes. Para 1990, ya había aumentado a 886 147 personas. Actualmente, la zona metropolitana de Toluca abarca un área de 2 699.60 km², de los cuales 15.87% está dedicado al uso urbano. La figura 1 muestra la zona urbana consolidada en el centro y norte del municipio de Toluca, así como las áreas de Metepec y San Mateo Atenco prácticamente en su totalidad.

Figura 1. ZMVT en 2019



Fuente: Elaboración propia con base en USGS-EarthExplorer (2019).

Actualmente, la población ha incrementado a 2 202 886 personas. La tasa de crecimiento medio anual es de 1.9% y una densidad media urbana de 64.4 hab/ha. (Gobierno del Estado de México, 2023). De acuerdo con la Encuesta Intercensal del INEGI, el tipo de vivienda predominante en la zona metropolitana de Toluca es la casa única o varias casas compartiendo terreno, así como las dúplex, triple y cuádruple con 96.7%, el resto de las viviendas son de tipo vertical (INEGI, 2015). Con base en la magnitud del territorio que abarca la ZMVT, así como al número actual de habitantes en la zona se deriva la importancia del presente estudio.

METODOLOGÍA

El proceso de investigación se basó en un análisis descriptivo para caracterizar el objeto de estudio —la vivienda adaptada al clima— señalando sus características y propiedades fundamentales. Fue necesario el uso de técnicas de investigación cualitativas, cuantitativas y tecnológicas para conocer las necesidades específicas y prioridades del grupo de interés respecto a la habitabilidad en con los elementos naturales que comprenden el territorio y el clima. Asimismo, las necesidades y prioridades del grupo de interés intervinieron en la definición de las características, materiales y diseño del prototipo de vivienda adecuada. Con ello se aportan elementos de habitabilidad para una vivienda adecuada que contribuya en la calidad de vida, bienestar y sustentabilidad de quien la vive en la ZMVT.

CONDICIONES ACTUALES DE LA VIVIENDA EN LA ZMVT

La vivienda es considerada elemento básico en el desarrollo y bienestar del ser humano, ya que resguarda la vida en condiciones no deseables de los contextos natural y artificial. Por su parte, el INEGI denomina a la vivienda como el espacio donde se desarrolla la vida cotidiana del ser humano, el cual le ofrece privacidad, protección, y cuenta con los elementos esenciales para desarrollar actividades vitales como comer, dormir y descansar, además de contar con los servicios básicos (INEGI, 2015).

La vivienda en México ha sufrido una transformación significativa a partir del siglo xx y sigue cambiando drásticamente durante las primeras décadas del siglo xxi. Dichos cambios son referentes a su tipo de emplazamiento, diseño, uso de materiales y condiciones de habitabilidad. Hace algunos años, la política del Estado trabajaba para satisfacer la demanda de vivienda y dar respuesta a la mayor población posible. Desafortunadamente, en los tiempos actuales, la producción de vivienda está enfocada a la ganancia económica y se genera desde y para el desarrollador, sin importar que las edificaciones cumplan con los requerimientos básicos de habitabilidad.

De acuerdo con la Encuesta Intercensal 2015, 16 millones 187 mil 608 de personas habitaban en el Estado de México. Como se mencionó anteriormente, la ZMVT está conformada por 22 municipios, los cuales comprenden 12.1% del territorio estatal (INEGI, 2015). Del mismo modo, el IGECEM encontró que dichos municipios albergan más de 2.3 millones de habitantes, lo cual representa 14.7% de la población estatal (IGECEM, 2015). Según datos del Consejo Estatal de Población (Coespo), a nivel nacional se registraron 31 millones 949 mil 709 de viviendas particulares habitadas, de las cuales 4 millones 168 mil 206 se ubican en el Estado de México. Lo que significa que 13 de cada 100 viviendas particulares habitadas en el país están localizadas en este estado (Coespo, 2015).

Tras analizar los datos anteriores se puede apreciar que existe una correspondencia directa entre el aumento de la población estatal y el aumento del número de viviendas habitadas en la ZMVT. Por lo que es de suma importancia que el diseño y construcción de las futuras viviendas sea el más adecuado para el bienestar de la población.

En lo que respecta a la clasificación de las viviendas en el Estado de México se puede decir que 98.66% se definen como “viviendas convencionales”, término que engloba a las viviendas únicas en un terreno, a varias viviendas en un terreno, casas dúplex, triple y cuádruple, departamento en edificio y vivienda en vecindad. Por otro lado, las viviendas agrupadas como “otro tipo” abarcan 0.06% e incluyen cuartos en azotea, lugares adaptados, vivienda móvil y refugio. El correspondiente 1.28%, no especifica su clasificación (Coespo, 2015).

Según la Comisión Nacional de la Vivienda (Conavi), en cuanto al uso de materiales para la construcción, la envolvente transmite 60% del total de las pérdidas o ganancias de calor, y el suelo transmite hacia el terreno o viceversa un flujo de calor de 15%, los cristales 10% y la ventilación 15%. En este sentido, es importante mencionar que los materiales usados para los pisos en las viviendas del Estado de México se centran en el firme de concreto con 62.26%, piso de mosaico, madera u otro recubrimiento con 35.12%, piso de tierra con 1.81% y dato desconocido con 0.81% (Coespo, 2015).

De acuerdo con la Encuesta Intercensal 2015 respecto a los materiales usados para los techos en las viviendas particulares habitadas en la entidad, 86.37% de ellas son de losa de concreto o viguetas con bovedilla; 8.87% tienen techo de lámina metálica, lámina de asbesto, lámina de fibrocemento, palma o paja, madera o tejamanil; 2.05% poseen techo de material de desecho o lámina de cartón; 1.92% de teja o terrado con viguería; mientras que 0.79% es de materiales no especificados (INEGI, 2015).

Al respecto, la Coespo muestra que, de las 4 166 570 viviendas, 95.13% de ellas cuentan con muros de tabique rojo, block, piedra, cantera o concreto; 3.80% tienen muros de madera o adobe; solo 0.17% cuenta con muros de material de desecho o lámina de cartón; 0.14% tienen muros de barro o bajareque, lámina de asbesto o metálica, carrizo, bambú o palma; y 0.76% usan materiales desconocidos (Coespo, 2015).

CLIMA TEMPLADO, SEMIFRÍO Y FRÍO EN LA ZMVT

La ZMVT se encuentra localizada entre las latitudes 19° 03' y 19° 27', entre las longitudes de 99° 19' y 99° 54', y sus altitudes fluctúan entre 2 655 y 2 670 msnm. Dentro de los límites de la ZMVT convergen diferentes procesos climáticos, desde zonas frías hasta templadas, lo que la hacen cambiante a lo largo del año. De acuerdo con el gobierno del Estado de México —y siguiendo la clasificación climática de Köppen— en la ZMVT se pueden encontrar tres tipos de clima: templado subhúmedo con verano largo, lluvia invernal menor a 5%, el cual abarca la mayor parte de los municipios; clima semifrío subhúmedo con lluvia invernal menor a 5%, característico de las zonas más altas cercanas al Nevado de Toluca y la Sierra de las Cruces; y clima frío con temperatura media anual entre -2 y 5 °C, localizada en la parte alta del Nevado de Toluca (Gobierno del Estado de México, 2007).

La época seca fría se presenta de noviembre a febrero con un rango de temperatura entre los 9 y 11 °C. La época seca cálida abarca de marzo a mayo con una temperatura máxima de 15 °C, coincidente con la media a lo largo del año. De abril a mayo se presentan también ondas de calor

con valores que fluctúan entre 26 y 28 °C. En ambos casos son épocas con precipitaciones menores a los 40 mm. Sin embargo, de junio a octubre se presentan precipitaciones entre 160 a 210 mm con una temperatura entre los 11 y 13 °C. Cabe destacar que en el periodo invernal se presentan heladas con temperaturas mínimas entre -2 y -5 °C.

En lo que respecta a la radiación solar, la mayor concentración ocurre de marzo a mayo. El Valle de Toluca se encuentra localizado en la zona de influencia de los vientos alisios, en donde imperan los vientos provenientes del sur y con dirección norte, considerados como débiles. De marzo a mayo se intensifican y modifican un poco su curso, y los vientos provenientes del este convergen con los del sur para rotar hacia el noroeste.

El panorama general del clima de un sitio se puede obtener de las estaciones meteorológicas. Sin embargo, el microclima particular de un lugar puede diferir sustancialmente. Por ello, es importante conocer y respetar las condiciones climáticas y geográficas locales.

CONFORT TÉRMICO

Actualmente, el ser humano pasa la mayor parte del tiempo en ambientes interiores, lo cual influye de manera directa en el proceso de diseño de edificaciones para lograr el confort térmico en estos espacios. De acuerdo con la Sociedad Estadounidense de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE) y el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI) el confort térmico es un estado mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico para mejorar la calidad de vida y el rendimiento de sus tareas (ASHRAE, 2004). Según Olgyay (1992) y Koenigsberger *et al.* (1974) existen diversos factores ambientales, personales y secundarios que afectan la sensación de confort en determinadas circunstancias, tales como la temperatura del aire, la humedad relativa, la temperatura radiante media, la tasa de metabolismo, el nivel de vestimenta, edad, sexo y estado de salud.

En México, la Norma de Edificación Sustentable-Criterios y requerimientos ambientales mínimos (NMX-AA-164-SCFI-2013) publicada en el DOF indica que en el interior de la edificación deben existir parámetros de confort térmico, con temperaturas entre los 18 y 25 °C, se debe favorecer el diseño bioclimático, dar preferencia a la iluminación y la ventilación natural, además de mantener los niveles de humedad relativa en un porcentaje entre 40 y 60.

Lechner muestra en la carta psicrométrica que las relaciones de temperatura y humedad que definen una zona de confort térmica ideal es herramienta útil para la selección de estrategias bioclimáticas (Lechner, 2001). De acuerdo con Romero *et al.* (2016) la zona de confort para un clima templado y semifrío se define bajo las siguientes condiciones.

- En verano, la temperatura promedio es de 19.4 °C, siendo el límite mínimo 21.1 °C y el máximo 29.3 °C, mayo se define como el mes más cálido.
- En invierno, la temperatura promedio se estima 13.5 °C, siendo el límite mínimo 19.3 °C y el límite máximo 27 °C, considerando mayo como el mes más cálido.

Además, se establece que a lo largo de los meses del año el horario en que la temperatura se encuentra dentro de la zona de confort es aproximadamente de las 14 a 16 h. Durante el resto del día, a lo largo de todos los meses, la temperatura se encuentra fuera de la zona de confort, lo que vuelve imperativo la adecuada selección del material de la envolvente para lograr el confort al interior de la vivienda en este tipo de clima.

La mayor parte de calor o frío se pierde o gana principalmente por la envolvente de las edificaciones. La Norma Industria de la Construcción-Aislamiento Térmico-Valor “R” para las Envolventes de Vivienda por Zona Térmica para la República Mexicana-Especificaciones y Verificación (NMX-C-460-ONNCCE-2009), publicada por la Secretaría de Economía, tiene por objeto establecer las características y métodos de prueba que deben cumplir los materiales para techos, plafones y muros de las edificaciones.

De acuerdo con dicha Norma, el clima de la ZMVT corresponde a la zona térmica 4A y establece tres valores (mínimo, habitabilidad y ahorro de energía) tanto para techos como muros. En el caso de los techos, el resultado del cálculo de la resistencia en esta zona debe ser como mínimo $1.4 \text{ m}^2 \text{ K/W}$, habitabilidad $2.65 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ y ahorro de energía $3.20 \text{ m}^2 \text{ K/W}$. Para los muros, el valor mínimo debe ser $1.0 \text{ m}^2 \text{ K/W}$, habitabilidad $1.8 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ y ahorro de energía $2.10 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ (DOF, 2009).

En el presente trabajo se realizaron los cálculos correspondientes para determinar si se cumple con lo estipulado por dicha norma, ya que su correcta ejecución garantizaría un buen comportamiento del material de la envolvente y por tanto de la habitabilidad respecto del confort al interior de la vivienda.

PROPUESTA DE ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS PARA LA ZMVT

Al planificar una nueva edificación se deben considerar numerosos factores. En primer lugar, definir las funciones del edificio las cuales determinarán su tipo, forma, tamaño y distribución; además de las necesidades del habitante, como sus expectativas respecto al confort interior. En ese sentido, conocer el clima del lugar donde se pretende edificar y la aplicación adecuada de los recursos y materiales locales disponibles, influyen directamente en las condiciones de confort interior. Para el caso de la vivienda de la ZMVT, las estrategias bioclimáticas deberán considerar los criterios que se enumeran a continuación.

SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

Meses semifríos y fríos (julio a febrero)

- a) Ventilación: por temas de humedad en viviendas, renovación de aire por higiene. Espacios de transición entre el exterior y el interior.

- b) Inercia térmica: aprovechamiento solar y conservación de calor. Almacenamiento de calor en pisos, techos y muros en las fachadas oeste y sur.
- c) Calentamiento solar pasivo: ganancia de calor directo en fachadas este, sureste y sur en invierno por las mañanas, y ganancias indirectas de calor en las fachadas suroeste, oeste y noroeste por las tardes. Evitar pérdidas de calor por las ventanas.
- d) Calentamiento artificial: uso de materiales térmicos, si las temperaturas exteriores no superan los 10 °C.

Meses de confort térmico (marzo a junio, incluyendo septiembre y octubre)

- a) Ventilación natural por humedad en viviendas: humidificación, ventilación y enfriamiento evaporativo por las tardes en primavera.
- b) Calentamiento solar pasivo: ganancias indirectas de calor en todas las fachadas.

Tomando como referencia el cálculo de la resistencia térmica para muros y techos realizados en la NMX-C-460-ONNCCE-2009, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 2. Resistencia total de materiales en techos

Material	Espesor (m)	Conductividad W/m K
Impermeabilizante	0.006	0.170
Firme de concreto simple	0.040	1.650
Losa de concreto armado	0.100	1.740
Aplanado de yeso al interior	0.015	0.372
RT	0.39	m² K/W

Material	Espesor (m)	Conductividad W/m K
Impermeabilizante	0.006	0.170
Firme de concreto simple	0.040	1.650
Losa de vigueta y bovedilla de poliestireno	0.110	0.040
Aplanado de yeso al interior	0.015	0.372
RT	3.08	m² K/W

Fuente: elaboración propia con base en (DOF, 2009)

En lo referente a los muros, el aislamiento estructurado propuesto —la combinación de diversos materiales para formar un arreglo que presenta soluciones de aislamiento térmico y que pueden formar parte parcial o total de la envolvente— no cumplió con la norma en ninguno de los dos casos. Sin embargo, presenta mejor comportamiento el arreglo del muro con tabique rojo y con base en la experiencia y referencias de usuarios, se constata el efecto producido.

En lo referente a los resultados del techo, la propuesta que cumplió con lo estipulado en la norma respecto a la zona térmica fue el aislamiento estructurado con losa de vigueta y bovedilla de poliestireno. Por otra parte, la losa de concreto armado, más usada en la zona, quedó fuera de los límites mínimos, lo que vuelve imperativo un cambio en el proceso constructivo actual.

Cabe mencionar que el aspecto cultural también afecta en la selección de materiales. En este sentido, los que demuestran mejor comportamiento térmico, como es el caso de la bovedilla de poliestireno, no tienen mucha aceptación en la población porque se cuestiona su resistencia estructural.

Sugerencias y oportunidades de mejora en el diseño de una vivienda

Es prioritario que las habitaciones o dormitorios se ubiquen en las fachadas sureste y sur suroeste, y la cocina en la parte norte del predio cuando sea posible. Respecto a la estancia y el comedor puede ser indistinto, en la fachada este u oeste, incluso en la fachada sur o norte, ya que el tiempo de permanencia en estos espacios no es tan significativo, y lo mismo aplica con los sanitarios.

En lo referente al material utilizado para la envolvente, se recomienda el tabique rojo recocido en los muros y, de preferencia, con acabado interior y exterior para lograr un aislamiento estructurado de mejor comportamiento. Es recomendable que los muros de la envolvente se encuentren recubiertos de algún acabado tipo laja, cantera o piedrín, sobre todo los de la fachada sur y suroeste.

Para la losa de azotea se sugieren dos opciones: losa de concreto armado con acabado interior y un aislante de poliuretano exterior para mejor comportamiento térmico o bien una losa de vigueta y bovedilla de poliestireno. Lo ideal sería tener losas inclinadas (una, dos, tres o cuatro aguas), por el número de precipitaciones que ocurren en la ZMVT es lo más recomendable. Aunque también se podría considerar una losa plana con pendiente suficiente para el drenaje del agua pluvial. En el caso de las losas de caída libre o marquesinas, se sugiere prestar especial atención en el diseño del gotero para evitar la transminación de agua pluvial hacia el interior de las habitaciones.

En lo referente al acristalamiento, evitar grandes ventanales o los cancelos de piso a techo, ya que durante la época invernal se perderá mucho calor y durante el verano se acumulará de manera excesiva. Se propone, en la medida de lo posible, tener ventanas de doble vidrio, de preferencia en el área de los dormitorios para lograr la atenuación del clima exterior y mayor hermeticidad, sobre todo durante el invierno. También son recomendables los repisones en las ventanas para evitar la introducción del agua pluvial y con ello evitar las humedades en muros. O bien se pueden sustituir con boquillas inferiores de ventanas con pendiente hacia el exterior.

CONCLUSIONES

La problemática de una vivienda de calidad inadecuada para las condiciones climáticas y del medio natural de la ZMVT es producto de la tendencia actual de la industria de la construcción inmobiliaria de vivienda en serie y la consecuente disminución en las dimensiones de los espacios, además de la selección inadecuada del material. Cuestiones que también se ven reflejadas en la vivienda de autoconstrucción, la cual ha basado sus prioridades en la relación del acelerado avance de obra y la economía del material, al seleccionar el block como material principal en el levantamiento de muros, sin acabados ni terminación de obra.

Estas problemáticas se suman a los múltiples errores que se cometen en el momento de la construcción, como no establecer una pendiente adecuada en las losas para el escurrimiento pluvial o la ausencia de goteros, por citar un par de ejemplos. Además de que en el proceso de diseño tampoco se consideran los aspectos ambientales mínimos para el dimensionamiento y ubicación de los espacios en el predio con la intención de lograr un adecuado diseño bioclimático y por ende propiciar el ahorro energético de la vivienda.

REFERENCIAS

- ASHRAE (2004). *Standard 55. Thermal environmental conditions for human occupancy*. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)/American National Standards Institute (ANSI).
- Carrillo, A. et al. (2019). Ahorro de energía y prospectiva para el uso de tecnologías sustentables en la zona metropolitana del valle de Toluca. En Campuzano, E. et al. (2019). *Impactos ambientales, gestión de recursos naturales y turismo en el desarrollo regional*. México: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional (Amecider).
- COESPO (2015). *Cuaderno Estadístico Estado de México*. México: GEM Consejo Estatal de Población. Disponible en: https://coespo.edomex.gob.mx/sites/coespo.edomex.gob.mx/files/files/coespo_pdf_cdnestad15.pdf
- DOF (2009). *NMX-C-460-ONNCCE-2009 Industria de la construcción-aislamiento térmico-valor "R" para las envolventes de vivienda por zona térmica para la República Mexicana-especificaciones y verificación*. México: Secretaría de Economía. Disponible en: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5145106&fecha=03/06/2010#gsc.tab=0

- DOF (2013). *NMX-AA-164-SCFI-2013 Edificación Sustentable-Criterios y requerimientos ambientales mínimos*. México: Secretaría de Economía. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5312875&fecha=04/09/2013#gsc.tab=0
- Gobierno del Estado de México (2007). *Aire Limpio: Programa para el Valle de Toluca 2007-2011*. Secretaría del Medio Ambiente (Sedema). Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/14899865/proaire-zmvt-semarnat>
- Gobierno del Estado de México (2023). *Sistema Estatal de Información Urbana, Metropolitana y Vivienda. Gobierno del Estado de México*. Disponible en: <http://plataforma.seduym.edomex.gob.mx/SIGZonasMetropolitanas/PEIM/descriptiva.do>
- IGCEM (2015). *Datos e indicadores de la zona metropolitana del Valle de Toluca*. Gobierno del Estado de México. Disponible en: <https://slideplayer.es/slide/12801843/>
- INEGI (2015). *Encuesta Intercensal 2015*. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/>
- Koeningsberger, O. et al. (1974). *Manual of tropical housing and building. Part I: Climatic design*. India: University Press.
- Lechner, N. (2001). *Heating, cooling, lighting. Design methods for architects*. John Wiley & Sons, Inc. Second edition. New York, New York. United States of America.
- Olgay, V. (1992). *Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism*. New York: Princeton University Press.
- Romero, L. et al. (2016). La carta psicrométrica como herramienta en el diseño de vanguardia en la vivienda en México. En Reyes, M. y Mora, M. (comp.) (2016). *Innovación del diseño para el desarrollo social: 13° Coloquio Internacional de Diseño*. México: Facultad de Arquitectura y Diseño (FAD) de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX).
- USGS (2019). *Earth Explorer. U.S.: Department of the Interior*. Disponible en: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Diseño sostenible en los espacios públicos, la vivienda y la movilidad urbana es una obra esencial que desentraña las complejidades del diseño contemporáneo con una mirada comprometida hacia la sostenibilidad. Dirigido a profesionales y estudiantes del diseño, así como a académicos interesados en la evolución de entornos urbanos responsables, este libro ofrece una perspectiva integral sobre cómo el diseño puede ser una fuerza transformadora para abordar los desafíos medioambientales y sociales. Desde la planificación de espacios públicos, hasta la arquitectura residencial y la movilidad, cada capítulo destaca la importancia de prácticas sostenibles. Con casos de estudio inspiradores y enfoques interdisciplinarios, la obra no solo informa, sino que también inspira cambios significativos, convirtiéndose en una lectura imprescindible para aquellos que buscan contribuir a entornos urbanos más conscientes y habitables.

SDC