

Condiciones de habitabilidad ante inundaciones: el caso de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México

*Habitability conditions for floods: the case of Tuxtla Gutiérrez,
Chiapas, Mexico*

*Marcelino García Benítez*¹

<https://orcid.org/0000-0002-3693-349X>

*Saúl Nucamendi Hernández*²

<https://orcid.org/0000-0003-2753-1103>

*Omar Ávila Flores*³

<https://orcid.org/0000-0002-1183-5367>

Primera versión recibida en: 17 agosto, 2021

Última versión recibida en: 10 febrero, 2022

Resumen

En la actualidad, se presentan cambios en el medioambiente que favorecen la presencia de fenómenos climáticos extremos, como las inundaciones. Esta exposición implica que las poblaciones de áreas urbanas sufran afectaciones en sus bienes materiales, lo que limita su capacidad de desarrollo individual o familiar. La falta de planeación del territorio local propició el establecimiento de asentamientos humanos en márgenes colindantes al río Sabinal y sus afluentes, lo que ha representado escenarios de inundación en las temporadas de precipitación habituales en la ciudad.

1 Catedrático Conacyt. Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático (Iigercc). Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (Unicach). Correo: marcelino.garcia@unicach.mx

2 Licenciado en Ciencias de la Tierra. Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático (Iigercc). Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (Unicach). Correo: al649112046@unicach.mx

3 Investigador de tiempo completo adscrito a la Licenciatura en Administración Municipal de la Universidad de la Sierra Sur. Coordinador del Cuerpo Académico Ciudades, Territorio y Sustentabilidad. Correo: afo-mar_1@hotmail.com

En el estudio se evalúan las condiciones de habitabilidad de la población urbana expuestas a inundarse y se toma como referencia la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, ya que históricamente es un problema recurrente durante el verano. La metodología interrelaciona una base de datos geoestadísticos, espaciales y cartográficos con fuentes de información hemerográficas basadas en la revisión de la literatura para la construcción del índice general determinado en dimensiones que agrupan aspectos sociales, económicos y educativos, disponibilidad de los servicios básicos, bienes con los que cuentan las viviendas y su accesibilidad a escala geográfica de Áreas Geoestadísticas Básicas (Ageb) urbanas.

Los resultados obtenidos generaron un índice sobre la distribución de las condiciones de habitabilidad por Ageb urbana, los cuales se interrelacionan con datos espaciales de inundaciones y su relación con el Objetivo 11 de Desarrollo Sostenible (ODS), que propone mejorar las condiciones de infraestructura en las ciudades y comunidades sostenibles, para que se reduzca la desigualdad originada entre la población expuesta ante eventos de inundaciones extremas futuras que se presenten en las distintas zonas que integran la ciudad.

Palabras clave: AGEB urbana; ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; condiciones de habitabilidad; inundaciones.

Abstract

At present there are changes in the environment that favor the presence of extreme weather events such as floods. This exposure implies that the populations of urban areas suffer damage to their material assets, which limits their capacity for individual or family development. The lack of planning of the local territory favored the establishment of human settlements on the margins adjacent to the Sabinal river and its tributaries, which has represented flood scenarios in the usual precipitation seasons in the city.

In the study the habitability conditions of the urban population exposed to flooding are evaluated and the city of Tuxtla Gutiérrez, Chiapas is taken as a reference, since historically it is a recurring problem during the summer. The methodology interrelates geostatistical, spatial and cartographic databases with hemerographic information sources based on the review of the literature for the construction of the general index determined in dimensions that group social, economic and educational aspects, availability of basic services, goods with those that count the dwellings, and their accessibility at the intra-urban geographic scale of the Basic Geostatistical Area (BGA).

The results obtained generated an index on the distribution of habitability conditions by urban ageb interrelated with spatial data on floods and their relationship with Sustainable Development Goal 11 (SDG), which proposes to improve infrastructure conditions in cities and sustainable communities to reduce the inequality caused by the population exposed to future extreme flood events that occur in the different areas that make up the city.

Keywords: floods; habitability conditions; Tuxtla Gutiérrez, Chiapas city; urban ageb.

Introducción

En las diferentes etapas de desarrollo de la estructura urbana de una ciudad, como es el caso de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, se han establecido diversas actividades socioeconómicas que han influido en la densidad y estructuración de la población, donde la cobertura de infraestructura física se interrelaciona con las costumbres y usos de sus habitantes (modos de vida y cohesión social), condicionantes esenciales para presentar un nivel de la calidad de vida de los pobladores urbanos.

Aunque no existen estudios donde se interrelacionen las condiciones que favorecen la habitabilidad como un proceso de mejoramiento en las expectativas de vida de los habitantes y que garantice a la población reducir las afectaciones en las viviendas cuando se presenten eventos de lluvia que originen inundaciones, es relevante determinar cuáles son las áreas urbanas de la ciudad expuestas a ser afectadas por estos fenómenos hidrometeorológicos que acontecen en la estación del verano.

El objetivo de la investigación ha sido evaluar las condiciones de habitabilidad de la población urbana ante la exposición de las inundaciones en la ciudad. Se plantea como hipótesis que el aumento en las capacidades socioeconómicas de los habitantes y la infraestructura física disminuye la exposición de la población a sufrir daños en sus viviendas por inundaciones, lo que origina que se mantengan niveles óptimos de calidad de vida entre los habitantes urbanos. La habitabilidad y la vulnerabilidad presentan una relación dispar: a mayor habitabilidad, menor vulnerabilidad, aunque hay que hacer énfasis en que a mayor vulnerabilidad, menor habitabilidad, para señalar el caso de muchas de las ciudades grandes y medianas del continente (Vergara, Alonso, Palacio y otros, 2009).

Para definir las condiciones de habitabilidad, se realizó una revisión de la literatura sobre el tema, en la cual se describen las variables que se han estudiado para evaluar la habitabilidad y su relación con las inundaciones retomada de estudios publicados sobre las áreas inundables a nivel local. La metodología utilizada se vincula con la construcción de indicadores agrupados en seis dimensiones, en los cuales para la obtención del índice se aplicaron procesos de unificación de unidades y jerarquización de variables, así como la vinculación de las dimensiones para la generación de un indicador general que fue cartografiado a escala de Ageb urbana.

Para determinar la relación con las inundaciones fueron relacionadas bases de datos de colonias inundables construidas mediante herramientas hemerográficas y bibliográficas de eventos registrados en las últimas dos décadas. Los resultados refieren la distribución espacial sobre las condiciones de habitabilidad por Ageb en las distintas zonas de la ciudad y su interrelación con las áreas inundables para determinar áreas críticas que no favorecen mantener la calidad de vida de los habitantes. Además de establecer mecanismos de atención prioritaria a través de los instrumentos que regulan las actividades humanas en los distintos sectores de la sociedad urbana.

Marco conceptual de la habitabilidad e inundaciones

La habitabilidad urbana que está relacionada con la calidad de vida, se define como una condición donde los habitantes que cuentan con una vivienda están integrados físicamente a la ciudad, es decir, que cuentan con accesibilidad a servicios, así como a equipamiento físico. Aunque se presentan carencias en las viviendas que se encuentran emplazadas en un área vulnerable, marginal y de difícil acceso (Moreno, 2008: 49).

Las condiciones de habitabilidad tienen dos acepciones; alguna se remite exclusivamente al ámbito de la vivienda, mientras que la segunda se refiere a un marco de análisis para hacer referencia a la satisfacción de las personas en un determinado escenario o territorio. Aunque la habitabilidad depende de las condiciones medioambientales, la perspectiva es entendida como la capacidad de los espacios construidos para satisfacer las necesidades objetivas y subjetivas de los habitantes de forma individual o familiar (Zulaica y Celemín, 2008).

La habitabilidad está determinada por la adecuación entre el hombre y su entorno, y se refiere a la manera en cómo cada una de las escalas territoriales es evaluada según su capacidad de satisfacer las necesidades humanas. Es el espacio geográfico que cubre la necesidad humana de residencia, con accesibilidad a servicios públicos (agua potable, drenaje, saneamiento, energía eléctrica) mediante materiales de construcción durables y acordes al lugar geográfico, y accesibilidad por la cercanía con el trabajo, educación, salud y recreación (Ávila, 2016).

En el espacio urbano es un proceso habitacional, donde la vivienda está integrada físicamente a la ciudad, con buena o mala accesibilidad a servicios y equipamientos, rodeada de un espacio público de calidad; pero se carece de esta cuando la vivienda, aun estando en buenas condiciones, se encuentra emplazada en un área vulnerable, marginal y de difícil acceso (Moreno, 2008; Páramo, Burbano y Fernández, 2016).

Ante los efectos cambiantes en el medioambiente, los habitantes deben adoptar mecanismos técnicos en sus viviendas que fortalezcan sus capacidades de resiliencia ante eventos de inundación en las zonas susceptibles, ya que la temporada de lluvia en los últimos años no ha sido la misma; por ello, la importancia de la investigación que busca contribuir con el Objetivo 11: Ciudades y Comunidades Sustentables de la Agenda 2030 y los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ONU, 2016).

Asociar la vulnerabilidad con la habitabilidad es una condición común de las ciudades latinoamericanas, que está siempre presente en los análisis sobre la problemática urbana, por lo que es necesario ver la interacción de los factores que inciden en el traslado de la vulnerabilidad a la habitabilidad y viceversa, para lograr que la toma de decisiones incida hacia una mejor gestión urbana sostenible en el corto y mediano plazo (Vergara y Suescún, 2013: 13).

Para la identificación de la causalidad de las inundaciones, han sido considerados los registros de lluvias durante el periodo húmedo de la región, así como su intensidad según la temporalidad en la circulación de vientos húmedos y la presencia de fenómenos ciclónicos en corredores de tránsito a distintos kilómetros de distancia del centro de la ciudad (García y Adame, 2017).

La contribución de esta investigación permite el fortalecimiento de los instrumentos de planeación y desarrollo urbano en las distintas zonas que integran las ciudades, así como establecer mecanismos de implementación de estrategias para reordenar el crecimiento urbano mediante la evaluación de la habitabilidad a escala de Ageb en las distintas zonas de la ciudad.

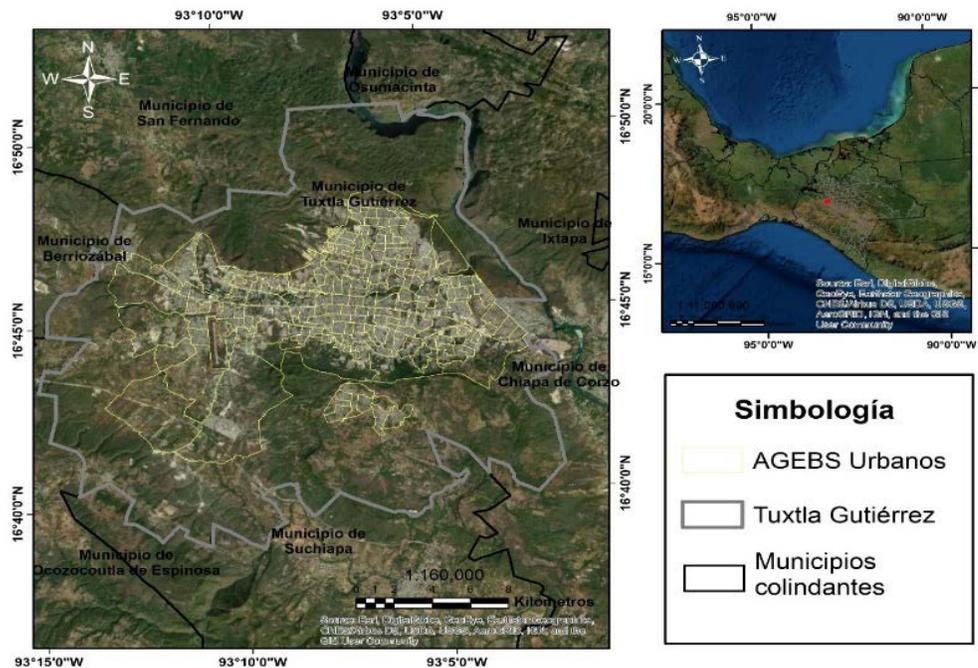
El trabajo deberá propiciar una oportunidad de difusión y optimización del conocimiento sobre las variables que influyen en las condiciones de afectación en su patrimonio, como las viviendas y servicios públicos, para que las distintas zonas aspiren a integrar las oportunidades de desarrollo, así como extender los círculos económicos más allá de la zona centro y se comience una distribución equitativa en la cantidad de servicios urbanos que se requieren para mejorar la calidad de vida de los habitantes expuestos a inundarse anualmente en la ciudad.

Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

El municipio de Tuxtla Gutiérrez cuenta con un área de 412.40 km², localizado sobre la depresión central de Chiapas, a una altitud media de 600 msnm, entre dos sistemas fisiográficos importantes: sierra Madre del Sur y sierra del Norte de Chiapas. El área urbana se adentra en la zona central del valle (figura 1); la superficie urbanizada es de 140 km², que representa el 34 % del total de la superficie del municipio, según lo señalado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi, 2010).

La ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, se encuentra dentro de las diez peores urbes para vivir, condición que es analizada por dos factores que influyen de manera directa en la calidad de vida de los habitantes: 1) Causas que generan las amenazas o peligros hacia el interior del área urbana, particularmente las lluvias intensas o extremas que cada año son más constantes y que originan en parte las inundaciones como un problema recurrente anualmente; y 2) Condiciones de habitabilidad, que miden los elementos que favorecen la calidad de vida de los habitantes de la zona urbana en función de los servicios en las viviendas y su relación con las actividades socioeconómicas (Gabinete, 2019).

Figura 1. Ubicación de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México



Fuente: elaboración propia con base en el Inegi (2010).

La ciudad se encuentra dentro de la cuenca del río Sabinal, está inmersa dentro de la Región Hidrológica Número 30 Grijalva-Usumacinta, cuenta con una longitud en su trayecto de 407 km, de los cuales 148.96 km se ubican en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, que representa el 36 %, aproximadamente. Nace en la loma “El Chupadero”, a 5 km al noroeste del municipio de Berriozábal (al poniente) y recorre 46.4 km para ir a desembocar en el río Grijalva (al oriente de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez) en el municipio de Chiapas de Corzo. El cauce principal cuenta con una pendiente media de 1.73 % (Instituto Estatal del Agua, 2013: 13).

Los afluentes del río Sabinal están integrados por 22 arroyos: 1) San Agustín; 2) La Chacona; 3) Chapultepec; 4) Ojo de Agua; 5) Pomarroza; 6) Pistimbak; 7) Potinaspak; 8) Totoposte; 9) Bambú; 10) Blanco; 11) Lomas del Oriente; 12) Cerro Hueco; 13) Santa Ana; 14) Poc-Poc; 15) San Roque; 16) El Zope; 17) San Pascualito; 18) El Cocal; 19) Romeo Rincón; 20) San Francisco; 21) Sabinal; y 22) La Laguna (figura 2).

Inundaciones urbanas

El estudio de los factores biofísicos dentro de las ciudades, se enfoca en los impactos de los factores medioambientales inducidos por los eventos extremos y las variables climáticas en las sociedades urbanas. En esta investigación se describen los eventos medioambientales que inducen a las inundaciones urbanas en la zona de estudio y su relación con las condiciones de habitabilidad.

ubica la fuente de riesgo principal: el río Sabinal y sus afluentes (Conacyt, Conagua e IMTA, 2011).

- Para estudiar el impacto de las inundaciones y sus condiciones socioambientales con la habitabilidad, se retomaron variables, como lluvias intensas o extremas, que se asocian con los fenómenos climáticos actuales, sin olvidar que estas son consecuencia de los procesos socionaturales pasados y que han evolucionado debido a los cambios en la intervención de las actividades humanas en el territorio a nivel regional (Monterroso, 2012; García y Adame, 2017).
- Revisión de las condiciones ambientales de la cuenca y subcuenca del río Sabinal. A través de la revisión de los informes técnicos realizados para la reducción de la vulnerabilidad ambiental por inundaciones que se han registrado al interior de la ciudad, se han implementado estrategias de gestión y manejo integral de los escurrimientos naturales que se presentan al interior de cuencas como ocurre con los afluentes que interaccionan con los asentamientos humanos (Instituto Estatal del Agua, 2013).
- Datos de colonias inundables al interior de la ciudad. Esta información se obtuvo de publicaciones periodísticas publicadas por Castro (2019), retomadas de información en campo señaladas en el Atlas de Riesgos Municipales, en las cuales se definen áreas específicas donde se han suscitado eventos de inundación al interior de las zonas que integran la ciudad (Sistema Municipal de Protección Civil, 2015).
- Metodología para el mapeo de inundaciones urbanas. Esta investigación establece variables que se consideran para el estudio de las inundaciones por diversas causalidades en ciudades sin importar el origen de las mismas; describe los daños ocasionados a la población; acciones de contención realizadas para la adaptación ante posibles daños en las viviendas; el costo que representa para la economía personal; y las afectaciones ocasionadas a su patrimonio (Alcocer, Rodríguez, Llaguno y otros, 2016).
- La apreciación de la sociedad ante las condiciones físicas de un lugar. Estas implicaciones generadas por diversas tensiones ante la presencia de diversas amenazas asociadas con las inundaciones en el territorio, vulnera las condiciones de vida de las personas en sus bienes materiales o económicos, que son afectadas ante las implicaciones de riesgo a las que están expuestos los habitantes de cada una de las zonas que integran una ciudad (Espinosa, Torres y Magaña, 2017).

Metodología

Para calcular el índice sobre las condiciones de habitabilidad para la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, se aplicó el enfoque propuesto por Moreno (2008), el cual señala que el desarrollo de la habitabilidad está en proceso de consolidación y determina las siguientes condicionantes:

- Habitabilidad es una acción cuantitativa relacionada directamente con la calidad de vida; por lo tanto, es cuantificable y, más aún, controlable por el diseño, cuya obligación es proporcionar las mejores condiciones espaciales a partir de estándares determinados para que funcionen. En términos de confortabilidad posocupacional, como

un instrumento de evaluación de las condiciones en que se habita, el equívoco surge cuando los resultados pretenden ser aplicados en una aplicación generalizada. Se puede entender como el acto perceptivo que implica una interpretación de la expresión de la interrelación entre el mundo psicofilosófico, con ciertas prácticas sociales del que habita, y la propuesta formal del objeto habitable.

- La habitabilidad en una condición de intangible, como cualitativa. De acuerdo con esto, la existencia del hombre tiene una referencia espacial, ya que al conformarse en grupo se vuelve sedentario; aunque su precepto indique que provenga de una condición nómada, tiene un sistema de relaciones con el entorno construido que generalmente se vuelve íntimo al momento, pero incide directamente sobre el entorno natural o medioambiental.

En realizar la evaluación de las condiciones de la habitabilidad, se emplearon datos cuantitativos obtenidos del Censo de Población y Vivienda y del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), consultado en el Inegi (2010 y 2014); además, se puede consultar en <https://www.inegi.org.mx/programas/>, donde se ubican las bases de datos en diferentes escalas intraurbanas, como localidades rurales o urbanas, Ageb urbanas y manzanas.

La selección de indicadores propuestos para esta investigación fue retomada de los estudios elaborados por Moreno (2008); Ávila (2016); Ávila, García, Franco y Urzueguía (2018); Lara, Flores y Zulaica (2018). Se adaptaron a la escala geográfica con el apoyo de información social y demográfica en las viviendas como representan las unidades de estudio (Ageb urbanas) para la ciudad de Tuxtla Gutiérrez.

Cada una de estas contiene información socioeconómica y las características de las viviendas. Se consideraron seis dimensiones y treinta y una variables. Las dimensiones utilizadas fueron: 1) Dimensión educativa, 2) Dimensión socioeconómica, 3) Dimensión de características de la vivienda, 4) Dimensión de bienes de la vivienda, 5) Dimensión de accesibilidad y 6) Dimensión de legalidad de las viviendas, que se describen a continuación:

- I. Dimensión educativa:** contiene tres variables que indican el nivel educativo: población con asistencia escolar, población que cuenta con educación superior y población analfabeta.
- II. Dimensión socioeconómica:** las variables contenidas son siete, las cuales arrojaron las características socioeconómicas: población ocupada, población ocupada con educación media superior, jefatura femenina, derechohabiencia, desempleo, marginación y dependencia potencial.
- III. Dimensión de características de la vivienda:** en esta fueron manifestados principalmente los servicios públicos con los que cuenta cada hogar. Las variables utilizadas son cuatro: energía eléctrica, drenaje, acceso a agua y excusado.
- IV. Dimensión de bienes de la vivienda:** se obtuvo la cantidad de bienes con los que cuenta cada vivienda. Esta dimensión es la más extensa, ya que contiene ocho variables: computadora, celulares, lavadora, refrigerador, televisiones, materiales en piso, internet y teléfono fijo.

- v. Dimensión de accesibilidad:** indica la cercanía con diversos centros para atender las necesidades básicas de los habitantes. Las variables utilizadas para el cálculo de la accesibilidad son: automóviles particulares, recreación, centros de salud, empleo, farmacias, mercados y áreas verdes.
- vi. Dimensión de legalidad de la vivienda:** esta se destina a si las viviendas en las que habitan los pobladores son rentadas o si son dueños de su patrimonio: viviendas rentadas y viviendas propias.

La construcción de los indicadores agrupados en dimensiones, se llevó a cabo con la recopilación de información censal y de encuestas sobre unidades económicas. Una vez dividido en dimensiones, se obtuvo el valor de los indicadores, dado que representa el índice global por dimensión para cada una de las Ageb. Para este resultado, se obtuvo de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$I = \left(\frac{VI}{TA} \right) \times 100$$

Donde:

- P = Porcentaje que representa
 VI = Valor del indicador
 TA = Total de Ageb

Para el análisis de los datos cuantitativos, se empleó el Método de Aproximación basado en comparaciones binarias de las alternativas. Esta aplicación permitió la unificación de las unidades por subíndice, que es un proceso utilizado para ajustar, adaptar y homologar distintas formas o mediciones que se encuentran en distintas unidades (Barba y Pomerol, 1997).

Posteriormente fue aplicado el Método Saaty, que es una herramienta propuesta para establecer la importancia o preferencia de criterios o alternativas en la matriz de comparaciones a pares. Es una escala de prioridades como forma de independizarse de las diferentes escalas que existen; de esta forma, se entrega homogeneidad y cierto grado de certeza a las comparaciones (Saaty, 1988). Es una técnica multidisciplinar en la cual se unifican criterios de fuentes distintas que permiten delinear el impacto de los factores, aunque las variables no se encuentren en las mismas unidades métricas. Para aplicar este proceso, se aplica la siguiente ecuación:

$$z = \frac{D - \pi}{\sigma}$$

Donde:

- z = Dato estandarizado o normalizado
 π = Valor nominal del dato a estandarizar
 μ = Media aritmética
 σ = Desviación estándar

Aplicación del Método de Jerarquización o Ponderación. Este proceso descompone las estructuras complejas en componentes o variables, ordenándolos en una estructura jerárquica y obteniendo valores numéricos para generar juicios de preferencia; además, sintetiza o determina las variables que tienen más alta prioridad (Cadena y Campos, 2012). Para llevar a cabo este proceso, se aplica la siguiente ecuación:

$$E_1 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N V_i$$

Donde:

1 = Valor ponderador

N = Número de jerarquización, según el indicador

E1 = Indicador a ponderar

Con la aplicación del Método de Jerarquización o Ponderación en la construcción del Índice de Habitabilidad, se determina:

- Construcción de jerarquías: los sistemas complejos pueden ser comprendidos de una mejor manera mediante su descomposición, la estructuración de dichos elementos jerárquicamente y la composición de los juicios; de acuerdo con la importancia relativa de los elementos de cada nivel de jerarquía, se representa la descomposición del problema en las partes que lo componen.
- Establecimiento de prioridades: los seres humanos perciben relaciones entre los elementos que describen una situación, pueden realizar comparaciones a pares entre ellos respecto a un criterio y de esta manera expresar la preferencia de uno sobre otro.
- Consistencia lógica. Se debe realizar un ordenamiento jerárquico para los elementos.

La Escala Saaty es una herramienta propuesta para establecer la importancia o preferencia de criterios o alternativas en la matriz de comparaciones a pares. Es una escala de prioridades como forma de independizarse de las diferentes escalas que existen.

Para el cálculo final para la obtención del Índice de Habitabilidad (IH) fueron aplicadas las fórmulas descritas anteriormente y, por último, se aplicó la ecuación para la obtención de los subíndices del indicador general a nivel de Ageb urbanas. Esta operación se llevó a cabo para cada una de las dimensiones que en este caso fueron seis y los datos varían según la cantidad de indicadores que sean por dimensión:

$$IH = \frac{\sum H}{TD}$$

Donde:

1H = Índice de Habitabilidad

$\sum H$ = Sumatoria de dimensiones

TD = Total de dimensiones

Para operacionalizar el Índice de las Condiciones de Habitabilidad (IH), el cual se obtuvo con datos en formato cuantitativo para el análisis territorial o espacial, se transformó la representación de los datos a cualitativos. En el análisis de los resultados fue aplicado el Método de Semaforización propuesto por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el cual ha sido adaptado para la presentación de los resultados y que está integrado por dimensiones, donde se desglosa en temas y subtemas para la obtención del indicador respectivamente. Involucra dos de estos elementos; los indicadores cuantitativos (con sus valores de referencia) por cada dimensión, los cuales se procesan para integrarlos en datos cualitativos con la asignación de un color de semáforo para cada indicador, que se realiza a partir de los datos obtenidos de los indicadores y los rangos de los valores de referencia establecidos para cada uno de ellos (BID, 2010).

Con el Método de Semaforización propuesto por el BID, los valores de referencia se agrupan en tres rangos, a los cuales se les asigna un color, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Verde: cuando el indicador está dentro de los parámetros óptimos
- Amarillo: si el indicador presenta rezagos
- Rojo: si el indicador señala una situación crítica

Ubicar el valor estimado para cada indicador dentro de estos rangos nos permite obtener un color de semáforo (verde, amarillo o rojo) para los indicadores. Sin embargo, cabe resaltar que aparte de los tres colores sugeridos entre estos puede haber colores de transición para ser más específicos o tener límites más cortos entre indicador e indicador.

Los colores de transición pueden ser una tonalidad de verde más claro, entre el verde y el amarillo, y una tonalidad de naranja, entre el amarillo y el rojo; esta transición da lugar a que se tenga una idea más clara de qué tan cerca está el valor encontrado. Identificando los semáforos de los indicadores, se procede a determinar el color para cada tema. Dado que un tema está compuesto por varios indicadores, la evaluación final del color a asignar a cada tema surge de analizar los semáforos obtenidos para todos los indicadores incluidos en el mismo tema.

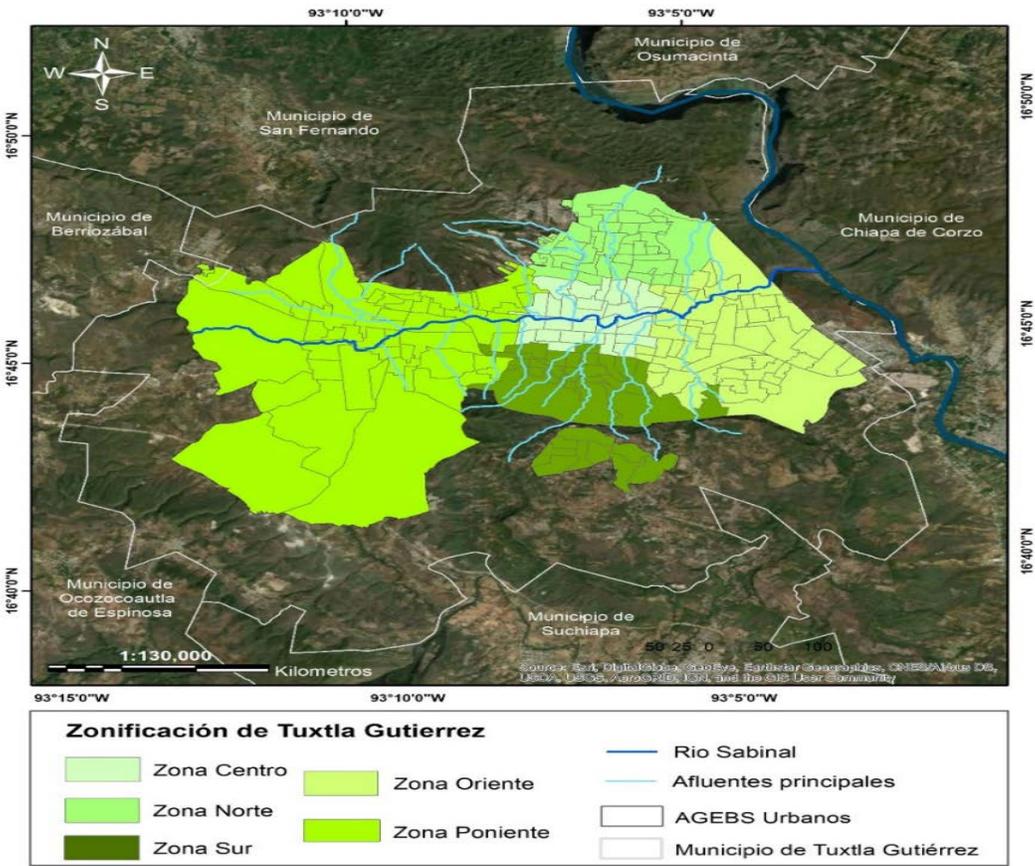
Resultados

Para mejorar la comprensión de los resultados generados con el cálculo del Índice de las Condiciones de Habitabilidad (IH), se agruparon las Ageb urbanas de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez en cinco zonas: a) Centro (27 Ageb); b) Sur (30 Ageb); c) Norte (47 Ageb); d) Oriente (55 Ageb); y e) Poniente (52 Ageb) (figura 3).

El Método Saaty permitió la unificación de valores y unidades con los cuales fueron construidos los indicadores por dimensiones; originó que el resultado final incida en la reducción de la subjetividad que implica los datos cuantitativos; su representación en datos cualitativos, a través del Método de Semaforización, facilitó el mapeo y la interpretación espacial del indicador a la escala intraurbana aplicada en esta investigación.

Con la información geoespacial obtenida, se refuta la hipótesis planteada en la cual se estableció que en las zonas de la periferia existen condiciones de habitabilidad en situaciones críticas que deberán atender la mejora de infraestructura o mecanismos que promuevan un desarrollo urbano integrador y no la segregación de la población, que carece de mecanismos que permitan elevar su calidad de vida mediante el acceso a una vivienda con mejores materiales que reduzcan su vulnerabilidad de ser afectados por eventos de inundación en la temporada de lluvias.

Figura 3. Zonificación de las Ageb urbanas en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas



Fuente: elaboración propia con base en el Inegi (2010).

Pero también es cierto que zonas de la ciudad donde se mantiene un nivel de habitabilidad alto presentan problemas de inundación, debido en parte a la falta de mantenimiento en la infraestructura y su antigüedad de construcción. Al ser una ciudad con más de cien años de existencia, las condiciones de habitabilidad se mantienen estables, excepto en las últimas dos décadas que es el periodo de mayor crecimiento urbano, principalmente hacia la zona nororiente, donde se establecen los peores grados de rezago socioambiental.

La distribución del Índice de las Condiciones de Habitabilidad (IH) en las Ageb está determinada por las condiciones sociales, económicas e infraestructura que implica su estudio para considerar las capacidades que presenta la población expuesta y cómo esta es afectada en la calidad de vida ante eventos de inundación en áreas susceptibles en las distintas zonas de la ciudad.

El IH está calculado en forma cuantitativa. Para su representación espacial, se transformó el resultado en cinco rangos que son interpretados en cinco grados:

- Condición de habitabilidad óptima: grado Muy Alto (MA) a Alto (A)
- Condición de rezago: grado Medio (M)
- Condición de situación crítica: grado Bajo (B) y Muy Bajo (MB)

Se presenta una distribución de la siguiente manera: 6.5 % de las Ageb tienen un grado *Muy Alto*; 38.3 % muestran un grado *Alto*; 39.2 % presentan un grado *Medio*; 9.8 % tienen un grado *Bajo*; y solo el 6.1 % cuenta con grado *Muy Bajo*.

Índice de las Condiciones de Habitabilidad según dimensiones

1. *Dimensión educativa.* El 42 % de las Ageb cuentan con un nivel educativo *Muy Alto*; 48 %, con un nivel *Alto*; 8 %, con un nivel *Medio* y tan solo 0.46 % tiene un nivel educativo *Muy Bajo*. La ciudad cuenta con un nivel educativo de *Alto a Muy Alto* en la inmensa mayoría de las Ageb de las cinco zonas de la ciudad; son 2-56 Ageb en la zona Poniente, que presentan un nivel educativo de *Bajo a Muy Bajo*.
2. *Dimensión social.* La condición social en la población urbana presenta una distribución de un grado de habitabilidad predominantemente de *Alto a Muy Alto* en las distintas zonas en las que está dividida. Las Ageb presentan un grado *Bajo* (0.93 %); 1.40 %, *Muy Bajo*; 14.01 %, *Medio*; 68.22 %, *Alto*; y el 15.42 % es *Muy Alto*. Solo son 17 Ageb con un grado de *Medio a Bajo*; 2-56 Ageb se encuentran en la zona Poniente, 8-57 se ubican en la zona Oriente y 7-47 están en la zona Norte.
3. *Dimensión de características de la vivienda.* Los servicios en las viviendas, como energía eléctrica, drenaje, acceso a agua potable y excusados en la ciudad, presentan un grado de disponibilidad de 2.33 %, los cuales corresponden a un nivel *Muy Bajo*; 14.01 %, a un nivel *Medio*; 27.57 %, a un nivel *Alto*; y 56.07 %, a un nivel *Muy Alto*. En esta dimensión predomina un grado *Medio* en todas las zonas de la ciudad, aunque existen 19 Ageb con un grado menor: de *Medio a Bajo*; 4-54 Ageb se localizan en la zona Poniente, 2-57 se ubican en la zona Oriente y 13-47 están en la zona Norte.
4. *Dimensión de bienes de la vivienda.* La tenencia de bienes materiales útiles para el desarrollo de las actividades individuales y en familia es necesaria en las viviendas que deberán estar preparadas para evitar ser afectadas, las cuales presentan una distribución en la ciudad de 1.86 % de las Ageb que cuentan con un nivel *Muy Bajo* en cuanto a sus bienes; 42 %, un nivel *Medio*; al nivel *Alto* de las características de la vivienda le corresponde 32.71 %; y 23.36 % es *Muy Alto*. El grado que predomina es de

Medio a Muy Alto; solo 8 Ageb presentan un grado por debajo del promedio: 4-54 en la zona Poniente y 4-57 en la zona Oriente.

5. *Dimensión de accesibilidad de la vivienda.* El acceso a servicios de primera mano o primordiales para el desarrollo correcto de la vida diaria en la ciudad presenta un nivel uniforme: en un nivel Muy Bajo se ubican las Ageb, que representa 68.69 %; 19.15 % se presenta en el nivel Bajo; 6.07 % tiene un nivel Medio; 3.73 % implica un nivel Alto y solo 2.33 % de las Ageb presentan un nivel Muy Alto de accesibilidad. El grado promedio es de *Medio a Muy Bajo* en la ciudad; 11-25 Ageb de la zona Norte y 3-54 de la zona Poniente presentan un grado de Alto a Muy Alto.
6. *Dimensión de la legalidad de la vivienda.* Cuando se expresa la situación de tenencia de las viviendas acerca de si son propias o rentadas en la ciudad, esta condición está distribuida de la siguiente manera: 1.86 % es un nivel Muy Bajo; 2.8 % representa un nivel Alto; y 95.31 % está representado por un nivel *Muy Alto* de legalidad de las viviendas que son propias. Esto representa 98 % de las viviendas de la ciudad que presentan una situación de legalidad de tipo propio principalmente. Solo son 2 Ageb donde las viviendas predominan con una situación de renta o diferente; 1-54 en la zona Poniente y 1-57 en la zona Oriente.

Índice de las Condiciones de Habitabilidad por zonas y Ageb urbanas

- *Zona Poniente:* existen 44 Ageb que presentan un grado de Medio a Muy Alto de habitabilidad; son 8 Ageb que representan el 15 % de un grado de Bajo a Muy Bajo. Las bajas condiciones de habitabilidad están determinadas por la situación de crecimiento de la mancha urbana; además, las Ageb con menos calidad de vida se sitúan en las márgenes del río Sabinal, que presentan deficiencias en la accesibilidad de los servicios por las carencias en la extensión de la infraestructura (figura 4).

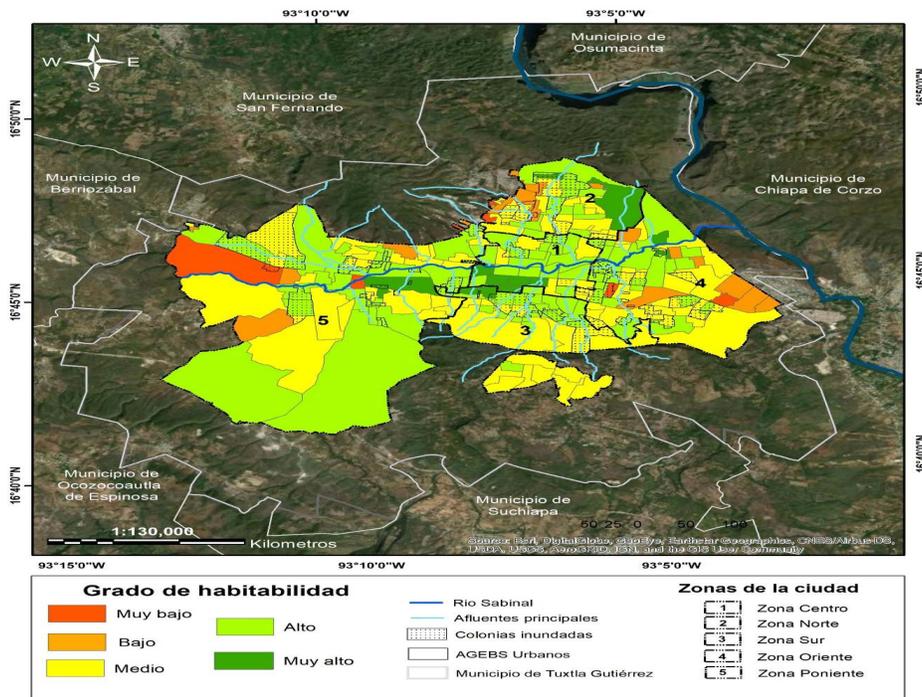
- *Zona Norte:* integra 47 Ageb, de las cuales 33 presentan un grado de habitabilidad de Muy Alto a Medio, mientras que 14 Ageb que representan 30 % cuentan con un grado de Bajo a Muy Bajo. Es la zona más reciente de la ciudad por su extensión de la mancha urbana, la cual presenta mayor altitud respecto al centro de la ciudad. Asimismo, manifiesta carencia de servicios, difícil accesibilidad y limitaciones en las características de las viviendas que están determinadas por la situación ambiental y topográfica que intervienen en las condiciones de desarrollo de la población que habita en esta área de la zona Norte.

- *Zona Centro:* tiene 27 Ageb, las cuales presentan un grado de habitabilidad de Muy Alto a Medio, pero que carecen de un grado Bajo entre sus habitantes. Es el área más antigua de la ciudad, al presentar una situación socioeconómica que favorece el desarrollo por el afianzamiento de los servicios educativos, además de que presenta un nivel Alto en las características de las viviendas, donde los bienes y la accesibilidad a los servicios públicos son amplios y diversos. En la tenencia de las viviendas predomina la propiedad privada y se concentran las actividades económicas terciarias, con una amplitud en la disponibilidad de los servicios de infraestructura que ha sido la base de la estructura urbana a lo largo de más de cien años de existencia.

- **Zona Sur:** presenta 30 Ageb que tienen un grado de habitabilidad de Muy Alto a Medio; al estar ubicadas al margen de la zona Centro presentan un mayor grado de habitabilidad por la concentración de los servicios administrativos, públicos y de infraestructura. Entre más alejadas estén las Ageb del centro de la ciudad, el grado se reduce hasta los bordes de la ladera del cerro de Mactumatzá, ubicado en el área suroeste de la ciudad.

- **Zona Oriente:** es la más grande de la ciudad y cuenta con 55 Ageb, de las cuales 46 presentan un grado de habitabilidad de Muy Alto a Medio, donde solo 14 % muestran un grado menor de Bajo a Muy Bajo, los cuales se localizan en el área de crecimiento de la mancha urbana construida en la última década. Presenta grandes carencias en las condiciones sociales, acceso a infraestructura, así como en la precariedad de las características de las viviendas. Forma parte de la ladera sur del Parque Nacional Cañón del Sumidero, donde se ubican condiciones cambiantes en la topografía de su territorio ocupado para el desarrollo urbano, lo que dificulta las condiciones de habitabilidad por estar más alejada del centro de la ciudad (figura 4).

Figura 4. Índice de Habitabilidad por Ageb en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas



Fuente: elaboración propia.

La situación de las inundaciones en las colonias susceptibles, se asocia con escurrimientos generados por las lluvias que se presentan según la estación del año. En el verano, el origen de la precipitación predominante se origina en las zonas altas de la ladera Norte-Sur de la ciudad y el caudal de lluvia, se concentra en los afluentes que sirven de colectores del volumen de agua superficial acumulada y que está determinado por las condiciones topográficas. Son las áreas con asentamientos humanos cercanos a los ca-

nales, donde se inicia la exposición de los habitantes a las inundaciones en puntos específicos de las colonias, que dependiendo de la intensidad del evento hidrometeorológico originan daños a las viviendas que se establecen en los bordes de los cauces naturales (tabla 1).

Tabla 1. Distribución urbana de las inundaciones en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Zona	Total de Ageb	Número de Ageb inundables	Porcentaje de Ageb	Número de colonias	Porcentaje	Nombre de la colonia
Poniente	52	21	40.4	19	35.2	Pomarrosa; San Francisco el Sabinito; San Francisco Sabinal; La Esmeralda; Laguitos Electricistas; San Isidro Buenavista; San Isidro Buenavista (1); Jardín Corona Fovissste II; Los Laureles; Plan de Ayala; Plan de Ayala III; San José Terán; Fovissste III; Ampliación Terán; Solidaridad Infonavit; Linda Vista; Buenos Aires; Bugambilia y Mactumatzá Fovissste
Norte	47	19	40.4	9	16.7	Las Granjas; Las Casitas; San Fernando; Albania Baja; 12 de Noviembre; Lindavista Shanka; Potinaspak; Potinaspak (1) y 24 de Junio
Centro	27	11	40.7	3	5.5	Rincón de la Florida; Niño de Atocha y Tzocotumbak
Sur	30	12	40	5	9.3	Penipak; Penipak (1); San Francisco; Benito Juárez y Francisco I. Madero
Oriente	55	33	60	18	33.3	Paso Limón; Las Torres; El Retiro; Las Palmas; El Brasilito; Brasilito; Tzocotumbac; El Vergel; Bienestar Social; La Salle; La Moderna; La Salle (1); Paseo del Bosque; Los Pájaros; Lomas de Oriente; La Misión; Industrial; La Azteca
Total	211	96	45.5	54	100	

Fuente: elaboración propia.

La distribución de las condiciones de habitabilidad ante eventos de inundación en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, ha estado condicionada por la orientación del crecimiento urbano desde la zona central hasta las regiones altas del valle en todas direcciones. El factor sobre la ocupación territorial ha provocado que existan diversas construcciones ubicadas en los límites de los cauces de los afluentes concentrados hacia la parte baja en la trayectoria del río Sabinal.

Discusión

Los procesos actuales de urbanización en Latinoamérica continuamente incorporan grandes extensiones territoriales a los límites urbanos, aunque estos siguen ampliándose hacia procesos de desarrollo urbano que propician aspectos de desigualdad y problemas socioambientales que afectan la habitabilidad de sus habitantes.

El poblamiento de las ciudades está en constante cambio en su dinámica demográfica y para su estudio es necesario establecer mecanismos metodológicos que permitan la actualización de las variables sociales, ambientales y urbanas ante los cambios originados por las situaciones cambiantes en el medioambiente que impactan de forma adversa, como el riesgo y vulnerabilidad ambiental. Una de las variables que no se mencionan en los estudios de la habitabilidad son los aspectos de infraestructura física y equipamiento urbano como propuesta de la reducción de problemas socioambientales, ya que los asentamientos urbanos son polos de atracción de la población rural.

El análisis de la habitabilidad realizado por Zulaica y Celemín (2008) define la relación entre el hábitat y el habitar en áreas periurbanas, en las cuales se estudian las condiciones de la vida precaria. En estas zonas de ocupación reciente en la ciudad, se establecen grupos de pobladores con carencias socioeconómicas que se integran al área urbanizada, a pesar de establecerse en áreas con exposición a distintas vulnerabilidades ambientales.

Espinoza y Gómez (2010) mencionan que deben ser utilizadas diferentes técnicas de investigación cualitativa y cuantitativa para la elaboración de un diagnóstico que permita conocer datos específicos sobre las actividades económicas, estructura urbana, densidad de población, cobertura y calidad de los servicios en interrelación con las costumbres y usos de sus habitantes (modos de vida y cotidianidad social), que se establece como una condicionante esencial para el desarrollo de la calidad de vida de los habitantes locales.

Con el paso del tiempo los problemas urbanos que afectan a las ciudades medias latinoamericanas siguen siendo considerados como críticos por estar relacionados con la educación, salud, recreación, cultura, gestión y el medioambiente entre las áreas densamente pobladas de una ciudad. Aunque los autores destacan que la política de ordenamiento territorial, vulnerabilidad y sostenibilidad ambiental urbano, debe promover la inversión para atender necesidades de infraestructura, equipamiento, vivienda, crecimiento del transporte y servicios básicos, reduciéndose la segmentación territorial de los estratos sociales y aumentando la seguridad ciudadana (Vergara, Alonso, Palacio y otros, 2009: 375). Por esta razón, las ciudades latinoamericanas siguen enfrentando desafíos por la falta de cumplimiento de las normativas operativas enfocadas a la reducción de la desigualdad entre los habitantes diversos que se asientan en áreas que no presentan condiciones para habitar.

Para desarrollar procesos metodológicos más efectivos en la reducción del rezago social urbano, el estudio de la habitabilidad es un proceso que induce al estudio de la calidad de vida de la población, específicamente del sector vulnerable, de sufrir daños en sus bienes materiales, incluidos los generados en sus viviendas.

¿Cómo aumentar la calidad de vida de los habitantes urbanos ante los cambios medioambientales que atraviesan las ciudades en la actualidad?

Para que existan mejoras en la habitabilidad de las ciudades, se debe fortalecer la capacidad socioeconómica individual o familiar en zonas donde existe precariedad originada por la diversidad de culturas e integrar estudios sociodemográficos para entender los factores que inducen las condiciones de vida de cada sector de la ciudad y evitar discriminación o segregación de la población con menores capacidades de desarrollo, como lo refiere Ziccardi (2015).

Pero también la evaluación constante de las condiciones de habitabilidad mediante la construcción de índices sintéticos ha evidenciado las condiciones de habitabilidad altamente heterogéneas que prevalecen en las periferias de una ciudad, acentuándose áreas de desigualdades y carencias en la infraestructura física que ampliaron los límites de pobreza generado por la expansión territorial (Lara, Flores y Zulaica, 2018).

Por otro lado, en investigaciones realizadas para determinar la necesidad de la población respecto a servicios complementarios de la habitabilidad en las viviendas en Ageb urbanas, se define como relevante al espacio, que cubre la necesidad humana de residencia, con accesibilidad a servicios públicos (agua potable, energía eléctrica, drenaje, saneamiento), materiales de construcción durables, acordes a las condiciones ambientales o geográficas, así como la cercanía con las fuentes de trabajo, educación, salud y recreación, sin riesgos (Ávila, García, Franco y Urzueguía, 2018).

Para atender los problemas de limitación en las capacidades institucionales para la atención de la habitabilidad en la relación humana con su entorno, se refiere a cómo cada una de las escalas territoriales es evaluada según su capacidad de satisfacer las necesidades humanas mediante un esquema de trabajo de apropiación del espacio en entornos urbanos consolidados, basado en enfoques físico-espacial, medioambiental, social y de infraestructura (Garfias y Guzmán, 2018).

Por lo tanto, el planteamiento metodológico basado en la jerarquización de variables de Saaty, como lo proponen Cadena y Campos (2012); Ávila, García, Franco y Urzueguía (2018), aplica un mecanismo de indicadores para definir elementos sociales y sus implicaciones con la vulnerabilidad ambiental a la que están expuestos los habitantes de distintas escalas geográficas internas de las ciudades. Los aportes de esta investigación asocian la vinculación de variables ambientales a las sociales con diferentes unidades, pero con una perspectiva multidisciplinar, que influye para la obtención de resultados enfocados al desarrollo sostenible en las comunidades urbanas con una perspectiva de integración.

Aunque los resultados definidos por los autores citados permitan vincular las condiciones de la población a sufrir pérdidas en sus bienes materiales por exposición de los riesgos con la habitabilidad, esta propuesta integra variables que describen los procesos metodológicos ajustados a los medios de vida que enfrentan los habitantes de la ciudad en las diferentes escalas intraurbanas que definen una medición de la habitabilidad más operativa.

Los estudios realizados sobre inundaciones han sido abordados desde distintas disciplinas, como la geografía, sociología, antropología e ingeniería, que han explicado la causalidad de los fenómenos que propician la exposición de los habitantes; los procesos metodológicos que se han diseñado en infraestructura física para la comprensión de la realidad en cada escenario, donde han existido afectaciones y fueron evaluados los efec-

tos de los fenómenos hidrometeorológicos en el territorio, incluidos los daños por eventos generados a la población, como la afectación en las viviendas.

Trabajos desarrollados por instituciones gubernamentales establecen evaluaciones del impacto de las inundaciones en las distintas zonas de la ciudad en un contexto municipal donde se establecen áreas prioritarias que orientan las acciones de infraestructura para disminuir la exposición y el fortalecimiento de las condiciones de vida de habitantes que han presentado afectaciones por eventos extremos que se han presentado en las últimas cinco temporadas de lluvias intensas o extremas (Sistema Municipal de Protección Civil, 2015).

En los datos de colonias inundables en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, se establecen zonas focalizadas donde se deben aplicar modelos de intervención interdisciplinarios para establecer condiciones de igualdad social, reducción de las vulnerabilidades ante fenómenos perturbadores y aumentar la calidad de vida de los sectores empobrecidos en zonas de la periferia, como lo refieren los estudios consultados. Son áreas que requieren intervención técnica por parte de las distintas instituciones gubernamentales y de la sociedad civil. Aunque existen comités vecinales que coadyuvan con las autoridades locales mediante mesas de atención a la población afectada, se requieren mecanismos de intervención para la generación de soluciones integrales que atiendan los problemas originados por el crecimiento de la infraestructura, lográndose mejorar las condiciones de vida de los habitantes presentes y para el futuro.

Conclusiones

La construcción del Índice de Habitabilidad (IH) a escala Ageb ha identificado un patrón centro- periferia, donde las regiones con mayores ventajas en la calidad de vida de los habitantes corresponden a la zona central de la ciudad, la cual empeora cuando la situación de oportunidades a las que tienen acceso ciertos grupos de la población, se reduce por la expansión urbana más reciente hacia la región alta de la ladera en el norte de la ciudad, en los límites con la ladera del Parque Nacional Cañón del Sumidero.

El incremento de la población en las zonas Norte y Oriente ha propiciado un desequilibrio en la infraestructura hidráulica, provocando que el desfogue a los cauces del río Sabinal sean menos bruscos en las áreas densamente pobladas que se ubican en los bordes de los afluentes; esto se asocia a la deficiencia del recubrimiento de las calles con concreto y la deforestación generada por el constante cambio del uso de suelo que evita que el agua de las lluvias se filtre hacia el subsuelo, lo que origina que toda la lluvia que cae en las zonas altas del valle propicie avenidas de agua directa y veloz, afectando todo a su paso hacia la zona baja del valle.

El 68.5 % de las colonias propensas a inundaciones están ubicadas en las zonas Poniente y Oriente de la ciudad, las cuales presentan en general un grado de habitabilidad diverso en las distintas áreas de reciente creación que se ubican en la periferia, lo que implica niveles de calidad de vida que limitan el desarrollo ante situaciones de contingencia socioambiental. Estos resultados corroboran la hipótesis de los asentamientos humanos de reciente incorporación al área urbanizada integrados en Ageb, que se ubican en la peri-

feria, en donde se presentan las mayores carencias de infraestructura en zonas expuestas a inundación y vulnerabilidad ambiental por eventos de lluvias intensas o extremas de forma de cortina, que presentan mayor rezago social, accesibilidad y peores condiciones de habitabilidad en general.

Este trabajo podría servir para ser replicado en otras ciudades del mundo, ya que se han considerado elementos que forman parte de la estructura y morfología de cualquier área urbana, pero deberán integrarse variables como la dinámica de cambio del uso de suelo o vegetación, materiales y recubrimientos de las calles, cantidad o ubicación de los sistemas de colectores pluviales que son parte esencial de la captación de los volúmenes de agua excedentes que no son filtrados al subsuelo o la canalización de estos caudales que en algunos casos son orientados hacia ciertas zonas, como los sistemas lagunares, represas o estanques de agua para su filtración o reutilización como recurso hídrico para el consumo humano.

Bibliografía

- Alcocer Yamanaka, Víctor Hugo, Rodríguez Varela, José Manuel, Llaguno Guilberto, Óscar Jesús y otros (2016). Metodología para la generación de mapas de riesgo por inundación en zonas urbanas. *Revista Tecnología y Ciencia del Agua*, Vol. 7, Núm. 5, 33-55 pp. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222016000500033&lng=es&tlng=es
- Ávila Flores, Omar (2016). La habitabilidad de las viviendas en la Zona Metropolitana de Toluca (Tesis de Doctorado). Facultad de Planeación Urbana y Regional. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.11799/62753>
- Ávila Flores, Omar, García Benítez, Marcelino, Franco Sánchez, Laura Myriam y Marlene Urzueguía Mondragón (2018). Servicios complementarios de la habitabilidad en las viviendas de la Zona Metropolitana de Toluca. *Revista Iberoamericana de Estudios Municipales*, Núm. 17, enero-julio, 103-129 pp. Recuperado de <https://doi.org/10.32457/riem.vi17.331>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID), (2010). Indicadores de riesgo de desastre y de gestión de riesgos: Programa para América Latina y el Caribe: Informe resumido (No. 42398). Inter-American Development Bank. Washington, D. C.
- Barba Romero, Sergio y Jean Charles Pomerol (1997). *Decisiones multicriterio. Fundamentos teóricos y utilización práctica*. Colección de Economía. Servicio de Publicaciones. Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares, España. 420 pp.
- Cadena, Edel y Juan Campos (2012). Vulnerabilidad social y comportamiento social. Un análisis por secciones electorales. *Revista Papeles de Población*, Núm. 71. CIEAP/UAEM. 1-43 pp. Recuperado el 4 de febrero de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252012000100006&lng=es&tlng=es.

- Castro A., José Luis (5 de mayo de 2019). El origen de las inundaciones en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. *Chiapasparalelo*. Recuperado de <https://chiapasparalelo.com/opinion/invi-tados/2019/05/el-origen-de-las-inundaciones-en-tuxtla-gutiérrez/>
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt)/Comisión Nacional del Agua (Conagua)/Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), (2011). *Estudio de riesgos de inundaciones en zonas urbanas de la República Mexicana*. México: IMTA.
- Espinoza, Ana Elena y Gabriel Gómez (2010). Hacia una concepción sociofísica de la habitabilidad: espacialidad, sustentabilidad y sociedad. *Palapa*, Vol. 5, Núm. 10, enero-junio. 59-69 pp. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/948/94820714006.pdf>
- Espinosa Rodríguez, Luis Miguel, Torres Pardo, Natalia D. y Dolores Magaña Lona (2017). Cálculo de la peligrosidad y vulnerabilidad por inundaciones en el municipio de San Mateo Atenco, Estado de México. *Revista Latinoamérica el Ambiente y las Ciencias*, Vol. 8, Núm. 17, 20-39 pp. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.11799/69503>
- Gabinete de Comunicación Estratégica (2019). Ciudades más habitables de México 2019. Gabinete de Comunicación Estratégica. Publicado en: <https://gabinete.mx/index.php/es/ciudades-mas-habituables-2019>. Consultado: 18 de febrero de 2021.
- García Benítez, Marcelino y Salvador Adame Martínez (2017). Propuesta metodológica para evaluar la vulnerabilidad por ciclones tropicales en ciudades expuestas. *Quivera*, 2, 35-58 pp. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.11799/96842>
- Garfias Molgano, Alfonso y Alejandro Guzmán Ramírez (2018). Metodología para el análisis de la habitabilidad urbana. *Arquitectura y Urbanismo*, Vol. xxxix, Núm. 1, 75-87 pp. Recuperado de <https://rau.cujae.edu.cu/index.php/revistaau/article/view/444>
- Instituto Estatal del Agua (2013). Plan de Gestión y Manejo Integral de la Cuenca del Río Sabinal. México. Instituto Estatal del Agua/Conagua. Recuperado de <https://www.sop.chiapas.gob.mx/DESCARGAS/PlanMaestroRioELSabinalChiapas.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi), (2010). Censo de Población y Vivienda de 2010. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>
- , (2014). Cartografía geoestadística urbana. Cierre de los censos económicos 2014. DENUE 01/2015, Chiapas. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825004418>
- Lara Galindo, Emilia, Flores Domínguez, Ángel David y María Laura Zulaica (2018). Evaluación de las condiciones de habitabilidad de la ciudad de Puebla (México) mediante la construcción de un índice sintético. *Revista I+A, Investigación más Acción*, Núm. 21, 23-42 pp. Recuperado de <https://revistasfaud.mdp.edu.ar/ia/article/view/265>
- Monterroso Rivas, Alejandro I. (2012). Contribución al estudio de la vulnerabilidad a cambio climático en México (Tesis Doctoral). Facultad de Filosofía y Letras. UNAM. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/77477>
- Moreno Olmos, S. (2008). La habitabilidad urbana como condición de calidad de vida. *Palapa*, Vol. 3, Núm 2, julio-diciembre. 47-54 pp. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/948/94814774007.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU), (2016). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.

- Osorio, J. C. y J. P. Orejuela (2018). El proceso de análisis jerárquico y la toma de decisiones multicriterio. *Scientia et Technica*, *xiv*, 247-252 pp. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920503044>
- Páramo, Pablo, Burbano, Andrea y Diana Fernández (2016). Estructura de indicadores de habitabilidad del espacio público en ciudades latinoamericanas. *Revista de Arquitectura*, *18*. 6-26 pp. Recuperado de <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/tr/article/view/406>
- Saaty, Thomas (1988). *The Analytical Hierarchy Process*. McGraw-Hill.
- Silva, Moisés, García, Antonio y Ana Hernando (2015). Crecimiento de la mancha urbana en la Zona Metropolitana de Tuxtla Gutiérrez. *Quehacer científico en Chiapas*, *10*. 35-41 pp. Recuperado de <https://www.dgip.unach.mx/images/pdf-REVISTA-QUEHACERCIENTIFICO/2015-jul-dic/CrecimientodelamanchaurbanaenlaZonaMetropolitana.pdf>
- Sistema Municipal de Protección Civil (2015). Atlas de Riesgos de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Sistema Municipal de Protección Civil de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Recuperado de <https://www.tuxtla.gob.mx/atlas-de-riesgos-actualizacion-2015>
- Vergara Durán, Ricardo Adrián, Alonso Palacio, Luz Marina, Palacio Sañudo, Jorge Enrique y otros (2009). El desarrollo humano y la calidad de vida integrados en un Modelo de Gestión Urbana para Barranquilla (Colombia). *Salud Uninorte*, Vol. 25, Núm. 2, 374-390 pp. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81712365015>
- Vergara, Ricardo Adrián y Sayuri Suescún (2013). Modelo de Gestión Urbana Sostenible. Una opción para el mejoramiento de la habitabilidad en las ciudades. En Adrián, R. (Ed.) y Zurek, E. (Eds.), (2013). *Modelo de gestión urbana sostenible* (1.ª ed.). Editorial Universidad del Norte. Recuperado de <https://editorial.uninorte.edu.co/gpd-modelo-de-gestion-urbana-sostenible.html>
- Ziccardi Contigiani, Alicia (2015). Cómo viven los mexicanos. Análisis regional de las condiciones de habitabilidad de la vivienda. México. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Investigaciones Jurídicas. 228 pp. Recuperado de <https://www.puec.unam.mx/index.php/publicaciones/147-publicaciones-digitales/pd-vida-urbana/467-como-viven-los-mexicanos-analisis-regional-de-las-condiciones-de-habitabilidad-de-la-vivienda-digital>
- Zulaica, Laura y Juan Pablo Celemín (2008). Análisis territorial de las condiciones de habitabilidad en el periurbano de la ciudad de Mar del Plata (Argentina), a partir de la construcción de un índice y de la aplicación de métodos de asociación espacial. *Revista de Geografía Norte Grande*, *41*, 129-146 pp. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022008000300007>