



ORDENACIÓN TERRITORIAL: UNA REVISIÓN DESDE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

MARCELA VIRGINIA SANTANA JUÁREZ
GUADALUPE HOYOS CASTILLO
GIOVANNA SANTANA CASTAÑEDA
RODRIGO HUITRÓN RODRÍGUEZ
BENIGNO GONZÁLEZ GARCÍA
(COORDINADORES)



Universidad Autónoma
del Estado de México

Doctor en Educación
Alfredo Barrera Baca
Rector

Maestro en Estudios Urbanos y Regionales
Marco Antonio Luna Pichardo
Secretario de Docencia

Doctor en Ciencias e Ingeniería Ambientales
Carlos Eduardo Barrera Díaz
Secretario de Investigación y Estudios Avanzados

Doctor en Humanidades
Juvenal Vargas Muñoz
Secretario de Rectoría

Doctor en Artes
José Edgar Miranda Ortiz
Secretario de Difusión Cultural

Doctora en Educación
Sandra Chávez Marín
Secretaria de Extensión y Vinculación

Doctor en Educación
Octavio Crisóforo Bernal Ramos
Secretario de Finanzas

Maestro en Diseño
Juan Miguel Reyes Viurquez
Secretario de Administración

Doctor en Ciencias Computacionales
José Raymundo Marcial Romero
Secretario de Planeación y Desarrollo Institucional

Maestra en Lingüística Aplicada
María del Pilar Ampudia García
Secretaria de Cooperación Internacional

Doctora en Diseño
Monica Marina Mondragón Ixtlahuac
Secretaria de Cultura Física y Deporte

Doctor en Ciencias Sociales
Luis Raúl Ortiz Ramírez
Abogado General

Maestro en Economía
Javier González Martínez
Secretario Técnico de la Rectoría

Maestro en Promoción y Desarrollo Cultural
Gastón Pedraza Muñoz
Director General de Comunicación Universitaria

Maestra en Administración Pública
Guadalupe Ofelia Santamaría González
*Directora General de Centros Universitarios
y Unidades Académicas Profesionales*

Maestro en Derecho Fiscal
Jorge Rogelio Zenteno Domínguez
Encargado del Despacho de la Contraloría Universitaria

Ordenación territorial:
una revisión desde los objetivos de desarrollo sostenible

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

Doctor en Educación
Alfredo Barrera Baca
Rector

Doctor en Artes
José Edgar Miranda Ortiz
Secretario de Difusión Cultural

Doctor en Administración
Jorge E. Robles Alvarez
Director de Publicaciones Universitarias

FACULTAD DE GEOGRAFÍA

Doctor en Geografía
Rodrigo Huitrón Rodríguez
Director

Maestro en Geografía
Juan Carlos Garatachía Ramírez
Subdirector Académico

Licenciado en Administración de Empresas
Alfredo Ochoa Mora
Subdirector Administrativo

FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL

Licenciado en Planeación Territorial
Benigno González García
Encargado del Despacho de la Dirección

Maestro en Relaciones Internacionales
Tomás Ángel Bernal Dávila
Subdirector Académico

Maestro en Desarrollo Municipal
Sergio Rivera Morales
Subdirector Administrativo

ORDENACIÓN TERRITORIAL: UNA REVISIÓN DESDE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Marcela Virginia Santana Juárez
Guadalupe Hoyos Castillo
Giovanna Santana Castañeda
Rodrigo Huitrón Rodríguez
Benigno González García

(Coordinadores)



“2020, Año del 25 Aniversario de los Estudios de Doctorado en la UAEM”

Este libro fue positivamente dictaminado con el aval de dos revisores externos, conforme al Reglamento de la Función Editorial de la UAEM.

Primera edición, septiembre 2020

Ordenación territorial: una revisión desde los objetivos de desarrollo sostenible

Marcela Virginia Santana Juárez
Guadalupe Hoyos Castillo
Giovanna Santana Castañeda
Rodrigo Huitrón Ramírez
Benigno González García
Coordinadores

Universidad Autónoma del Estado de México
Av. Instituto Literario 100 Ote.
Toluca, Estado de México
C.P. 50000
Tel: (52) 722 277 38 35 y 36
<http://www.uaemex.mx>



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 para su descarga en acceso abierto en: <http://ri.uaemex.mx>

ISBN: 978-607-633-216-0

Hecho en México

Editor responsable: Jorge E. Robles Alvarez



INTRODUCCIÓN

El objetivo académico de la Red Internacional de Territorios, Sustentabilidad y Gobernanza en México y Polonia (RETESYG), es indagar sobre las transformaciones territoriales, vulnerabilidad y gobernanza, y en esta ocasión, los trabajos académicos presentados pretenden encuadrarse en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. De esa manera esta obra, el quinto libro de la Red, se titula “Ordenación territorial. Una revisión desde los Objetivos de Desarrollo Sostenible”, cuyo propósito es presentar resultados y avances de investigaciones sobre la ordenación territorial, de diversos contextos territoriales de México, en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

El seguimiento del desarrollo sostenible, que emana de la Cumbre de Desarrollo Sostenible de 2015, es un compromiso multinacional que plantea retos de dos tipos: por un lado, lo referente al marco de localización de la actuación, entre ellos, instrumentación de políticas, ajustes del marco jurídico, coordinación intergubernamental, gobernanza, garantía de financiamiento e involucramiento de los sectores de la sociedad, por otro lado, el reto del marco de análisis y abordaje científico de los ODS, mismos que se abren a diversas opciones de estudio. Mientras el primer reto plantea metas de largo plazo (2030) con informes periódicos, el segundo avanza progresivamente en mediciones científicas con aplicaciones tecnológicas, cuya comprensión contribuya con el cumplimiento de los mismos.

La Red, en tanto que agrupa comunidad académica y científica de distintas universidades, realiza análisis y delinea propuestas de políticas públicas sostenibles con base en diagnósticos rigurosos, sobre temáticas que son propio del objeto de estudio de la Red y que estudia entidades federativas de interés de los investigadores, por lo que se podrá encontrar referencia a algunos de los ODS. En esta obra están considerados aspectos de vulnerabilidad social, protección ambiental y desarrollo económico que atañen a más de un ODS simultáneamente.

La presente obra se integra con diez y siete capítulos organizados en tres partes. La primera, aborda los servicios ecosistémicos. Los dos primeros trabajos estudian

el caso de una cuenca y de un área natural protegida respectivamente. En la cuenca Valle de Bravo-Amanalco se destaca que registra perturbaciones, zonas urbanas que reemplazan superficies agrícolas, de praderas y bosques que generan vulnerabilidad social y biofísica. Por lo que el trabajo se enfoca en la variación espacio temporal en la provisión de alimentos, almacenamiento de carbono y retención de suelo, para ello la metodología propone las fases de identificación, caracterización espacial y valoración temporal de la capacidad de producción de servicios. En el área natural protegida Parque Otomí-Mexica, el cual tiene el propósito de asegurar un equilibrio en la continuidad de procesos evolutivos y ecológicos, con predominio boscoso, la metodología se plantea asociaciones geográficas y ambientales en uso de suelo, tipo de vegetación y ecosistemas, caracterizar servicios de regulación y, modelar escenarios futuros. Pretende gestionar las condiciones medio ambientales de la misma

El tercer capítulo, analiza los servicios que contribuyen a la calidad de vida en el agroecosistema de huertos familiares en tres localidades rurales, ubicadas en una zona de transición ecológica, integra tanto las ciencias naturales como las ciencias sociales. En tales agroecosistemas se valora la importancia para sus poseedores, con el método etnográfico de observación directa y aplicación de cuestionarios, se observan indicadores de alimento, vivienda, vestimenta, salud, educación, ocupación y recreación. Aunque cada localidad es particular, los resultados destacan que la calidad de alimentos, recreación, educación y vivienda están asociados al huerto, al tiempo que ellos garantizan conservación y continuidad de los servicios.

La segunda parte, denominada vulnerabilidad en la que se aborda la vulnerabilidad al cambio climático, asimismo estudios desde la región socioeconómica, desarrollo regional local y urbano y, formas de intervención de la sociedad, en escalas y objetos de estudio diversos, aspectos organizados en ocho capítulos.

El primer capítulo de esta segunda parte se sitúa en la fenología, el cambio en el clima y sus efectos en los seres vivos. La Red Nacional de Fenología realiza el

monitoreo fenológico comunitario de la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca para relacionar la estacionalidad del clima en las especies, en el que también participan el sector productivo y académico. La Red tiene por misión empoderar a las comunidades de México para monitorear, registrar y comprender los cambios en la vegetación y especies de importancia local, para hacer frente a los probables impactos del cambio climático a nivel local. Para su implementación considera fases de información y capacitación de los actores sobre las variables del clima, luego se seleccionan sitios y especies a monitorear y, criterios de seguimiento. Los resultados permiten contar con calendarios por cultivo e indicadores agroclimáticos con el clima actual y en escenarios de cambio climático.

Los efectos adversos ocasionados por los fenómenos hidrometeorológicos Ingrid (huracán) y Manuel (tormenta tropical) de septiembre de 2013 en la ciudad de Chilpancingo, es tema del segundo capítulo. En la colonia Nicolás Bravo, una de las afectadas por las inundaciones y con niveles de vulnerabilidad social importante, mediante elaboración de cartografía social y con base en la construcción de narrativas se logró mapear impactos socioeconómicos, organización social, transferencia de conocimiento y gestión endógena, develando construcción social de resiliencia, más en aspectos sociales que en los físicos naturales.

Enseguida el capítulo, del análisis geográfico del Estado de Guerrero, aborda factores socioeconómicos de vulnerabilidad, siguiendo el método de valor de índice medio identifica contrastes territoriales con base en los indicadores de tasa de desocupación, relación de dependencia, hogares con jefatura femenina, personas con limitación física o mental y grado de marginación. Los resultados confirman que un número importante de municipios se encuentran en condiciones adversas, son pobres, marginadas y/o atrasados; el caso de La Montaña, asimismo, revela que, en Tierra Caliente, región que históricamente presentaba dinámica económico-productiva, en el último decenio, denota problemas socioeconómicos.

La Sierra Filo Mayor de Guerrero, es el foco de atención del siguiente capítulo. En las localidades de la sierra se determina los niveles de vulnerabilidad

socioeconómica. La metodología se base en cinco índices: tasas de actividad económica, de desocupación, de dependencia económica, promedio de escolaridad e índice de marginación y se calcula el valor del índice medio. Los resultados muestran en general altos índices de vulnerabilidad, siendo la marginación la de mayor contribución, seguida de aspectos económicos. Las diferencias internas identificadas permiten instrumentar políticas locales precisas.

El fenómeno de la violencia es una problemática social que agobia a las ciudades mexicanas, un caso de ellas es la ciudad de Acapulco, propósito de estudio de este quinto capítulo de la segunda parte. El registro geográfico de la percepción que tienen los estudiantes, de la Escuela Superior de Psicología, de la Universidad de Guerrero, realizado con apoyo de mapeo colectivo permitió identificar áreas consideradas seguras e inseguras en la ciudad. Esta metodología permite identificar recursos, relaciones sociales, símbolos y percepciones desde la perspectiva de los actores sociales, ello deriva en conocimiento transformador para disminuir ansiedad, estrés y miedo, aspectos que no aborda el gobierno, cuya visión tiende a ahondar el deterioro psicosocial.

En materia de salud pública en México, la leucemia linfoblástica aguda es un problema grave. El siguiente capítulo, aborda el cáncer infantil y en la adolescencia, desde el análisis espacial de la enfermedad en San Luis Potosí, México. El objetivo es identificar zonas prioritarias de atención en investigación de la leucemia linfoblástica aguda. El componente geográfico permite mostrar tendencias y patrones asociados a factores ambientales y sociodemográficos, los resultados reportan dos conglomerados con casos significativos, en la región media y Huasteca de la entidad. Exhibe que en la base de la falta de detección temprana está el sistema de salud fragmentado con escasos recursos especializados y sin apoyo financiero y, la vulnerabilidad de la familia, en consecuencia, sugiere medidas para la entidad y para las regiones mayormente afectadas.

En el Estado de México, estudiar la variabilidad espacial de la mortalidad general asociadas a características sociales, es indispensable para mejorar la calidad de

vida de su población. El objetivo de este capítulo es localizar municipios prioritarios para atender carencias sociales y de salud asociadas a la mortalidad. Aplicando el método de regresión ponderada geográficamente, el trabajo considera las variables educación, pobreza, servicios de salud, vivienda, fecundidad en adolescentes, urbanización y homicidios como posibles causas de muerte. Los resultados indican para 2015 que, excepto la urbanización, los demás tienen variabilidad espacial y reporta diferencias por municipio e indicador local. Con dicha información, se puede definir políticas públicas sociales integrales.

Las enfermedades cardiovasculares en ciudades, es el objetivo del octavo capítulo de la segunda parte. En particular realiza análisis espacio temporal de la mortalidad por enfermedades cardiovasculares de la población adulta mayor en zonas metropolitanas mexicanas seleccionadas por debajo de 150 000 habitantes, con el propósito de evaluar si tales defunciones se distribuyen aleatoriamente en el espacio. Los resultados muestran una tendencia en aumento de 1985 al 2017 en todos los municipios metropolitanos, ello conduce a medidas urgentes en atención primaria y en medidas de prevención para la salud.

La tercera parte, aborda el tema de sostenibilidad organizada en seis capítulos. Investigaciones relacionadas con la medición de la sostenibilidad, estudios urbanos, estrategias de ordenamiento territorial comunitario, territorios inteligentes sustentables, estudio de los residuos sólidos urbanos y predicción de impactos ambientales.

Un desafío importante de desarrollo sostenible lo presentan las demarcaciones metropolitanas que son tributarias de procesos mayores, es el caso de la Región VII Lerma, con procesos socioeconómicos y ambientales, situada entre las ciudades de México y Toluca. Este capítulo, propone una estrategia para medir la sostenibilidad en dicha región considerando las dimensiones de sostenibilidad, movilidad y accesibilidad, gobernanza territorial, habitabilidad y, desarrollo económico, dicha metodología se alinea con las metas del ODS 11, con la finalidad de gestionar adecuadamente la región.

Para la ciudad de Toluca, el siguiente capítulo presenta una metodología situada entre la movilidad y motilidad urbanas. En este estudio, se espera que al integrar los sujetos sociales se podrá avanzar hacia una construcción social de la movilidad. La metodología considera dos dimensiones, la oferta de transporte público de pasajeros que aborda las condiciones de la movilidad metropolitana y, la experiencia del viaje que recoge competencias y estrategias para satisfacer necesidades de viajes al trabajo y estudio desde municipios periféricos. La técnica etnográfica de acompañamiento del viaje permite construir narrativas que complementado con cuestionario semiestructurado a sujetos sociales seleccionados se registra un universo de información sobre las estrategias y capacidades. En esta metodología, los sujetos sociales son un medio y objeto de la construcción del problema y soluciones.

La falta de gestión adecuada de la ocupación y aprovechamiento del espacio propicia pérdidas de recursos. El siguiente capítulo propone un enfoque de sistema territorial ordenado por los agentes comunitarios. Para ello analiza aspectos económicos, políticos, administrativos, sociales y biofísicos en la comunidad San Miguel Almaya, municipio de Capulhuac. Propone diseñar estrategias de ordenamiento territorial comunitario, tales como considerar la autoridad comunitaria para el ordenamiento, protección y aprovechamiento de la tierra y recursos naturales, planeación del casco urbano, rehabilitación y provisión de equipamiento e infraestructura para la población y las actividades económicas.

La persistencia de los problemas ambientales asociados al ordenamiento de los territorios ha propiciado evolución de enfoques. El siguiente capítulo, revisa casos de territorios inteligentes y sustentables, perspectivas que conjuntan innovación de las TIC con la protección de los ecosistemas para elevar la calidad de vida de la población en un espacio dado. La experiencia registrada en el orden internacional indica que en los últimos años ha incrementado tanto el interés analítico como en las políticas públicas implementadas. Es un marco de discusión y acciones alternativas a esquemas tradicionales, cuyos resultados están por evaluarse.

Por su parte la problemática del manejo de residuos sólidos urbanos, lo registra el quinto trabajo de esta tercera parte. El sitio para disposición final Puerto de Chivos, en Atizapán de Zaragoza, cuyo estudio considera localización, causalidad, relación y evolución, aplica entrevistas estructurada a personas que se encuentran próximo al sitio para conocer percepción de afectaciones al medio natural (Centro Universitario UAEM Valle de México). Los resultados reportan olores desagradables, biogás o incendios, presencia de partículas, basura y lixiviados. Lo cual refleja que tanto el manejo como la localización del sitio deben ser revisados desde una óptica de sistemas complejos.

La predicción de impactos ambientales de la empresa termoplásticos y la periurbanización en la Zona Metropolitana de Toluca, es objeto de estudio en el siguiente capítulo. Tanto el crecimiento urbano en el espacio rural como el cambio de usos de suelo que localiza actividad económica, provocan impactos negativos sobre el ambiente. En una empresa de termoplásticos localizada en Lerma, de fabricación de polímeros y productos farmacéuticos, se estudiaron los sobrantes de materiales químicos que se transfieren al suelo, el agua y se fijaron afectaciones en potencia. Ello permite generar recomendaciones para disminuir los impactos ambientales.

En suma, el panorama de los análisis tratados en este libro, dan cuenta de las distintas vertientes y complejidad de los problemas que atañen a la inclusión social, protección ambiental y desarrollo económico que postula el desarrollo sostenible. El conjunto de los capítulos son una contribución para avanzar hacia la alineación y armonización del desarrollo de los territorios.

Contenido

PARTE I. SERVICIOS ECO-SISTÉMICOS	17
Servicios ecosistémicos de provisión y regulación en la Subcuenca Valle de Bravo – Amanalco (2000 y 2019). Propuesta metodológica.....	18
Jocksan Edrey Reyes Andrade	
Jesús Gastón Gutiérrez Cedillo	
Clarita Rodríguez Soto	
Miguel Ángel Balderas Plata	
Servicios ecosistémicos en el parque Otomí– Mexica. Una propuesta metodológica.....	48
Brenda Yazmín Reza Curiel	
Jesús Gastón Gutiérrez Cedillo	
Luis Miguel Espinosa Rodríguez	
José Isabel Juan Pérez	
Importancia de los servicios para la calidad de vida en el agroecosistema de huertos familiares.....	77
Minerva Arcos Severo	
Jesús Gastón Gutiérrez Cedillo	
Miguel Ángel Balderas Plata	
PARTE II. VULNERABILIDAD	95
La Red Nacional de Fenología. Ciencia ciudadana aplicada a la evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático	96
Leticia Gómez Mendoza	
Erika Rocío Reyes González	
La impronta de Ingrid y Manuel en la colonia Nicolás Bravo (Chilpancingo, Guerrero). Una aproximación desde la cartografía social	112
Gabriel Linares Ortiz	
Neftalí García Castro	
Análisis geográfico del Estado de Guerrero: una aproximación basada en los factores socioeconómicos de vulnerabilidad.....	133
Neftalí García Castro	
Pedro Vidal Tello Almaguer	
Niveles de vulnerabilidad socioeconómica en la Sierra del Filo Mayor de Guerrero, México.....	160
Salvador Villerías Salinas	
Guillermo Nochebuena Nochebuena	

La percepción de la violencia en la ciudad de Acapulco. Una mirada de los estudiantes de la Escuela Superior de Psicología de la Universidad Autónoma de Guerrero	179
Yuridia Lozano Peñaloza	
Neftalí García Castro	
Análisis espacial de la leucemia linfoblástica aguda en San Luis Potosí, México	199
Karla Issel Lara Rojas	
Jaqueline Calderón Hernández	
Erika García Chávez	
Luz María Tejada Tayabas	
Luis Ricardo Manzano Solís	
Variabilidad espacial de la mortalidad general y características sociales en el Estado de México, 2015.....	222
Marcela Virginia Santana Juárez	
Christian Iván Sánchez Carrillo	
Giovanna Santana Castañeda	
Luis Ricardo Manzano Solís	
Rebeca Angélica Serrano Barquín	
Tendencia de la mortalidad por enfermedades cardiovasculares en la población adulta mayor de las Zonas Metropolitanas con menos de 150,000 habitantes.....	245
Giovanna Santana Castañeda	
Marcela Virginia Santana Juárez	
Rebeca Angélica Serrano Barquín	
Luis Ricardo Manzano Solís	
Noel Bonfilio Pineda Jaimes	

PARTE III. SOSTENIBILIDAD

262

Estrategia para la medición de la sostenibilidad de la región VII Lerma, Estado de México.	263
Francisco Javier Rosas Ferrusca	
Viridiana Rodríguez Sánchez	
Juan Roberto Calderón Maya	
Entre movilidad y motilidad urbanas. Propuesta metodológica para la ciudad de Toluca	291
Juan Carlos González Gómez	
Guadalupe Hoyos Castillo	
Estrategias de ordenamiento territorial comunitario: un caso de estudio	313
Maricela Mónica Reza Creel	

Elizabeth Díaz Cuenca

Alejandro Rafael Alvarado Grados

Análisis comparativo de casos de estudio de los territorios inteligentes sustentables en diferentes contextos territoriales

Lilia Angélica Madrigal García

Verónica Miranda Rosales

Ryszard Rozga Luter

Rosa Azalea García Canales

Antecedentes del manejo integral de los residuos sólidos urbanos. Caso el Puerto de Chivos. Atizapán de Zaragoza, Estado de México..... 362

Rebeca Angélica Serrano Barquín

Marcela Virginia Santana Juárez

Giovanna Santana Castañeda

Luis Ricardo Manzano Solís

Noel Bonfilio Pineda Jaimes

Bernard Weber

Predicción de impactos ambientales de la periurbanización en la zona Metropolitana de Toluca (caso de estudio: Empresa de Termoplásticos)..... 376

Eduardo Campos Medina

Salvador Adame Martínez

Guadalupe Hoyos Castillo

Rosa María Sánchez Nájera

Parte I. Servicios eco-sistémicos

Servicios ecosistémicos de provisión y regulación en la Subcuenca Valle de Bravo – Amanalco (2000 y 2019). Propuesta metodológica

Jocksan Edrey Reyes Andrade¹

Jesús Gastón Gutiérrez Cedillo²

Clarita Rodríguez Soto²

Miguel Ángel Balderas Plata²

RESUMEN

El objetivo principal de este estudio es valorar la variación espacio- temporal de la capacidad de producción de servicios ecosistémicos en la Subcuenca Valle de Bravo- Amanalco (SVBA), Estado de México, la cual es una zona que interactúa de forma dinámica con los ecosistemas que se presentan en este territorio y en la que los servicios o beneficios que los habitantes obtienen de los ecosistemas incluyen los servicios de provisión de alimentos; los de regulación como son, almacenamiento de carbono y retención de suelo, los cuales modulan las condiciones del medio ambiente y las actividades productivas.

Los servicios ecosistémicos en la Subcuenca Valle de Bravo-Amanalco han sido perturbados en diferentes grados y en grandes superficies remplazados por zonas urbanas, agrícolas, praderas y bosques secundarios y plantaciones forestales nuevas, ya sea con especies nativas o introducidas, lo que genera vulnerabilidad social y biofísica debido a la disminución en la capacidad de producción de los servicios ecosistémicos.

¹ Doctorado en Ciencias Ambientales, Facultad de Química, Universidad Autónoma del Estado de México e-mail: reajocks14@outlook.com

² Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México e-mail: jggc1321@yahoo.com.mx; michaelbp@hotmail.com; claritarodriguezsoto@gmail.com

El estudio se lleva a cabo mediante las siguientes etapas metodológicas 1) identificación de ecosistemas presentes en la zona de estudio, 2) caracterización y análisis de la distribución espacial de los servicios ecosistémicos provisión de alimentos, almacenamiento de carbono y retención del suelo; (3) valoración de la capacidad de producción en la temporalidad 2000 y 2019 de los servicios ecosistémicos almacenamiento de carbono y retención de suelo.

El estudio encuentra fundamento teórico en la Teoría General de Sistemas Complejos, la Teoría Ecológica para la comprensión de los servicios ecosistémicos y en la Teoría Geográfica para el análisis y aplicación de los Sistemas de Información Geográfica como herramienta tecnológica útil en la identificación y delimitación de los servicios ecosistémicos.

PALABRAS CLAVE: captura de carbono, Subcuenca Valle de Bravo-Amanalco, provisión de alimentos, retención de suelos, servicios ecosistémicos

ABSTRACT

The main objective of this study is to assess the spatio-temporal variation of the production capacity of ecosystem services in the Valle de Bravo-Amanalco Basin (CVBA), Estado de Mexico, which is an area that interacts dynamically with ecosystems that occur within this territory and in which the services or benefits that the inhabitants obtain from the ecosystems include food provision services; those of regulation such as carbon storage and soil retention, which modulate environmental conditions and productive activities.

The ecosystem services in the Valle de Bravo-Amanalco Basin have been disturbed to varying degrees and in large areas replaced by urban, agricultural, grassland and secondary forest areas and new forest plantations, either with native or introduced species, which creates social vulnerability and biophysics due to the decrease in the production capacity of the ecosystem services.

The study is carried out through the following methodological stages; 1) identification of ecosystems present in the study area, 2) characterization and analysis of the spatial distribution of ecosystem services, food provision, carbon storage and soil retention; (3) assessment of the production capacity in the 2000 and 2019 temporality of the ecosystem services carbon storage and soil retention.

The study finds theoretical foundation in the General Theory of Complex Systems, the Ecological Theory for the understanding of ecosystem services and in the Geographic Theory for the analysis and application of Geographic Information Systems as a useful technological tool in the identification and delimitation of Ecosystem services.

KEYWORDS: carbon capture, Valle de Bravo-Amanalco Basin, food supply, soil retention, ecosystem services

INTRODUCCIÓN

Los servicios que el planeta brinda a través de sus sistemas naturales como son el alimento, agua, regulación climática por los bosques, el ciclo de los nutrientes, entre otros, son de vital importancia ya que de ellos depende la vida. Los servicios ecosistémicos pueden ser definidos como “los beneficios que obtenemos los seres humanos directa o indirectamente de los ecosistemas” (MEA, 2005; Daily, 1997).

Los ecosistemas contribuyen al bienestar humano, al generar una variedad de funciones, que a su vez se convierten en la capacidad que tienen los ecosistemas de proveer servicios que beneficien a la sociedad (De Groot et al., 2002). Además, es posible identificar los diferentes usos que el hombre hace de los ecosistemas. A este uso/contribución se le denomina servicios ecosistémicos. Cada función es el resultado de procesos ecológicos y de la estructura del ecosistema que, a su vez dependen de interacciones complejas entre los componentes bióticos, abióticos y sociales (Díaz, 2017).

Durante los últimos 50 años los ecosistemas han sufrido modificaciones de una forma más acelerada, principalmente derivado de la degradación de los ecosistemas lo que afecta negativamente al buen vivir, el desarrollo y expansión de las actividades antropogénicas sin control, el uso inadecuado de prácticas de producción para obtener alimentos, agua, los efectos del uso de combustibles fósiles, el crecimiento poblacional y económico terminan afectando los servicios que estos ecosistemas pueden proveer (MEA, 2005).

Entender el concepto de servicios ecosistémicos permite apreciar el vínculo entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano (Balvanera y Cotler, 2007). En la actualidad es importante generar en la población una conciencia de la necesidad que existe de preservar el medio ambiente, la comunidad científica está generando nuevos conocimientos y medidas concretas para solucionar los problemas ambientales globales. Ya que es un tema de prioridad en casi todas las organizaciones del mundo (Díaz et al., 2015).

Los servicios que delimita esta investigación son los de provisión de alimentos y regulación como son, almacenamiento de carbono y retención de suelo, los cuales modulan las condiciones del medio ambiente y las actividades productivas. En este trabajo se incluye: antecedentes de los principales aportes del estudio de los servicios ecosistémicos. Aborda aspectos conceptuales y metodológicos para sustento de dicha investigación. En el apartado de metodología se describen las siguientes etapas de investigación: 1) identificación de ecosistemas presentes en la zona de estudio, 2) caracterización y análisis de la distribución espacial de los servicios ecosistémicos provisión de alimentos, almacenamiento de carbono y retención del suelo; (3) valoración de la capacidad de producción en la temporalidad 2000 y 2019 de los servicios ecosistémicos almacenamiento de carbono y retención de suelo.

ANTECEDENTES

En la actualidad en Latinoamérica el número de investigaciones relacionadas con los servicios ecosistémicos ha ido en aumento. Investigaciones en las que se han realizado mapeo de servicios ecosistémicos a diferentes escalas (De la Barrera et al., 2015; Delgado y Marín, 2015). Estudios de caso han sido documentados en países como Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica y Perú (Capistrano et al., 2005). Desde entonces, ha habido un importante aumento en las investigaciones científicas, abarcado el estudio de servicios ecosistémicos provistos por ecosistemas forestales (Nahuelhual et al. 2007, Little y Lara 2010).

Así mismo FORECOS (Forest Ecosystem Services, de la Universidad Austral de Chile), llevó a cabo investigaciones relacionadas al mapeo de servicios (Nahuelhual et al., 2017), valoraciones económicas (Nahuelhual et al., 2007), valoración de servicios culturales (Little & Lara 2010) y la provisión de servicios de ecosistemas forestales. No obstante, han sido pocos casos en que han incorporado el análisis de la distribución espacial de dichos servicios y son aún menos aquellos que han evaluado sus vínculos con la planificación territorial (Bachmann-Vargas, 2013).

En cuanto a la dimensión geográfica para la evaluación de servicios ecosistémicos se han representado a través de los siguientes atributos: la especialización de los servicios y de los ecosistemas proveedores de servicios (Delgado & Marín, 2015), la elección de la escala espacial de análisis (Martínez-Harms y Balvanera 2012) y las implicancias de la evaluación de servicios ecosistémicos para la planificación territorial (Laterra et al. 2011).

A partir del año de 1997, el estudio de los servicios ecosistémicos toma gran interés por parte de investigadores después de las publicaciones de Costanza y Daily, en las cuales valoran los servicios ecosistémicos, a partir de esta investigación se realizaron diversos estudios sobre los servicios ecosistémicos y su importancia de estos sobre el bienestar de las sociedades y la estrecha relación con el desarrollo económico, derivado de esto, lleva al término de “servicios ecosistémicos” a ser uno

de los más estudiados en el área de las ciencias del desarrollo sustentable (Balvanera, 2007; Flores, et al., 2019).

Derivado de la importancia que representa el comprender el término “servicios ecosistémicos” y el acercamiento a este tipo de estudios, a los tomadores de decisión y actores claves, en el año 2007, Patricia Balvanera y Helena Cotler, publicaron “un acercamiento al estudio de los servicios ecosistémicos”, en donde se llevó a cabo una revisión de los términos, desarrollo histórico y los principales tipos de acercamientos a este tipo de estudios. Así mismo Almeida-Leñero et al; (2007) publicaron el estudio “Servicios ecosistémicos en la cuenca del río Magdalena, Distrito Federal, México” analizando en este trabajo la distribución espacial de los servicios ecosistémicos en la cuenca.

Las investigaciones de estos servicios en el territorio nacional fueron llevadas a cabo por Patricia Balvanera sentando así las bases para los estudios sobre los servicios ecosistémicos en México, desafortunadamente estos estudios son aún escasos, aún más aquellos que involucran la cartografía de las problemáticas o variables a analizar (Flores et al., 2019).

En el Estado de México, Flores et al., 2019 analizaron los “Servicios ecosistémicos en la región VI Ixtapan De La Sal, Estado De México”, en el cual analizaron la pérdida de producción de los servicios ecosistémicos, almacenamiento de carbono y retención del suelo de 2005-2013. Cabe mencionar que estudios que utilizan sistemas de información geográfica son escasos y en la zona de estudio se generará a través del mapeo estrategias transdisciplinarias, para mejorar la sustentabilidad aportando soluciones a las principales problemáticas socioambientales de la región.

Con base en la Gaceta del Gobierno de 2003, “Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Subcuenca de Valle de Bravo-Amanalco”, definieron ocho usos del suelo, entre los que predominan es el forestal (45%), agricultura (30%) y áreas naturales protegidas (15%), es por este motivo por las propias características

naturales de la zona de estudio que en su mayoría presenta vocación forestal la importancia de analizar los servicios ecosistémicos de regulación, además de que se han tenido pérdidas significativas de la densidad forestal hasta en un 30% como se reportó en el periodo de 1983 al 2000 entre las causas principales se encuentra el cambio de uso de suelo, incendios, talas y plagas, así mismo se vio reflejado una disminución en la capacidad de almacenamiento de los cuerpos de agua.

En cuanto a la agricultura representa una de las actividades primarias más importantes y que de acuerdo con la Gaceta del Gobierno de 2003 se desarrolla arbitrariamente en suelos con usos potenciales diferentes, generando así alteraciones a los ecosistemas y a través del análisis del servicio de provisión de alimentos permita implantar acciones de protección al ambiente en la zona de estudio.

CONSIDERACIONES TEÓRICAS

La Teoría General de Sistemas se define por su perspectiva holística e integradora, donde lo importante son las relaciones y los conjuntos que emergen. El sistema es un conjunto de variables y elementos complejos, organizados, relacionados, ensamblados, solidariamente entre sí, interdependientes, para cumplir objetivos comunes (Arnold y Osorio, 1998). El grupo de componentes interrelacionados en el sistema operan juntos con un propósito común, son capaces de reaccionar como un todo a un estímulo externo, tiene límites específicos basados en todas las retroalimentaciones significativas y no es directamente afectado por sus propios productos, por esta razón este trabajo se encuadra a este sustento teórico.

Los sistemas complejos se caracterizan por la diversidad, pluralidad, alteridad o multiplicidad. Y, complementariamente, el entendimiento específico del tiempo y la idea de que se trata de fenómenos, sistemas y comportamientos de complejidad creciente son los que definen y caracterizan a las ciencias de la complejidad. Con la idea de temporalidad, los sistemas complejos se definen directa y proporcionalmente por los grados de libertad que tienen o que exhiben, la búsqueda

de conocimiento nuevo, de conceptualizaciones y explicaciones en el ámbito socioambiental y de proposición de soluciones concretas, podría definir al quehacer de las Ciencias Ambientales (Chiras, 2006).

Esta investigación se aborda desde una perspectiva sistémica porque estudia el territorio como un todo y se centra en cómo los elementos que lo conforman están interrelacionados. Desde una perspectiva histórica se estudia un periodo de tiempo determinado, de tal forma que ambas perspectivas orientan la proyección espacial de las políticas sociales, económicas, ambientales y culturales de la sociedad, buscando un nivel de vida adecuado para la población y la conservación del ambiente (Pereira Corona et al., 2018).

De acuerdo al marco conceptual del ordenamiento territorial el presente estudio considera al Ordenamiento Territorial (OT) como “una política de Estado y un instrumento de planificación del desarrollo”, dirigida a atender los procesos de cambio en el uso del suelo procurando su utilización racional en búsqueda del desarrollo sostenible; a contribuir al mejoramiento de la calidad de vida; y en general, a encaminar los esfuerzos a mejorar la seguridad de los asentamientos humanos ante los riesgos naturales, preservando la calidad del ambiente (Sánchez Mazo y Gutiérrez Tamayo, 2011).

Con respecto a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) el estudio se enmarca en los Objetivos 13 y 15 de La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe.

En el Objetivo 13 se plantea “Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos”. En particular en la meta 13.2 se propone “Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales”.

En el Objetivo 15 se plantea “Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad”. En particular en la meta 15.1 se plantea “ a 2020 asegurar la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y sus servicios, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas, en consonancia con las obligaciones contraídas en virtud de acuerdos internacionales”; en la meta 15.3 que plantea “de aquí a 2030, luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con efecto neutro en la degradación de las tierras”; y en la meta 15.9 que propone “de aquí a 2020, integrar los valores de los ecosistemas y la biodiversidad en la planificación, los procesos de desarrollo, las estrategias de reducción de la pobreza y la contabilidad nacionales y locales” (Naciones Unidas/CEPAL, 2019).

Con este contexto dentro de los componentes de la zona de estudio el área se encuentra delimitada físicamente por el parteaguas y se ubica al poniente del Estado de México incluye ocho municipios mexiquenses, cuenta con nueve áreas protegidas que son: Parque nacional Nevado de Toluca; Reservas ecológicas Estatales de Monte Alto, Cerro Colorado y Cerro Cuautlenco; y finalmente las cimas de montañas de Ixtapan del Oro, Pinal del Marquezado, Cerro Gordo Sacametate, Cerro los Reyes y Cerro el Idolo – Piedra Herrada; dentro de la problemática de estas áreas naturales protegidas destaca la tala, caza ilegal y asentamientos humanos irregulares, Así mismo se encuentran cuerpos de agua importantes como son la Presa de Valle de Bravo, Tilostoc y Colorines. También cuenta con especies de flora y fauna importantes en lo que respecta a biodiversidad.

Dada la ubicación geográfica de la zona de estudio, la altimetría y las variaciones del relieve originan una diversidad de climas, lo que permite que se lleven a cabo diversas actividades como: la agricultura, ganadería, el aprovechamiento forestal,

acuacultura, actividades turísticas, comerciales y de servicios. Esto permite también que brinde servicios ambientales como: la captación y aportación de agua, la biodiversidad y el potencial paisajístico y recreativo. Es importante por los servicios ambientales que presenta a través de los numerosos ríos, manantiales y presas enclavados en grandes extensiones de bosque. Las presas de Valle de Bravo y Colorines ubicadas en el municipio de Valle de Bravo forman parte del Sistema Cutzamala el cual abastece al Área Metropolitana de la Ciudad de México y también a la Ciudad de Toluca.

La definición de Ciencias Ambientales es estrictamente operacional: son ciencias que contribuyen al desarrollo económico (o bienestar humano) sobre una base ecológicamente sustentable. Las ciencias y profesiones que contribuyen a esta meta son múltiples y las Ciencias Ambientales constituyen la confluencia de distintos acercamientos disciplinarios al estudio y solución de problemas relacionados con la interacción hombre-ambiente. Lo más característico de su accionar es la relación directa con la calidad de vida humana apoyada en la sustentabilidad del funcionamiento, a corto y largo plazo, de su base biofísica sobre el planeta (García, 2019).

La categoría de ecosistemas se refiere a unidades funcionales que están constituidos por sus componentes bióticos y abióticos y las interacciones y procesos dinámicos que se dan entre ellos, así que implica una división biofísica de la realidad que se basa en el dualismo disyuntivo de la modernidad (Urquijo y Barrera, 2009). Sus componentes inorgánicos y orgánicos son relacionados a través de cadenas tróficas en las que se disipa energía: las plantas utilizan la radiación solar para producir sustancias orgánicas a través de la fotosíntesis, la fauna se nutre de ellas y en cada eslabón se pierde entre 80 y 90% de energía en la forma de calor (Serrano, 2012).

La inclusión de la categoría ecosistema permite solucionar la polisemia de lo natural porque requiere de separar la naturaleza antrópica de la naturaleza no antrópica.

De modo que se pueda decir que toda antroposociedad produce su propia y selecta perspectiva de la naturaleza, ya se hable de la naturaleza en general (que incluye al humano) o específicamente de la naturaleza no antrópica (Lezama, 2001). En tanto que hablar de ecosistema implica hablar de un sentido más restringido de lo natural.

El término servicios ecosistémicos a través de los años ha tenido diversas definiciones, en la década de 1960 el origen del concepto surge a la par del término “servicios ambientales” acuñado por el movimiento ambientalista de Estados Unidos, registrando a finales de la década una aportación científica importante en el documento, titulado “Study of Critical Environmental Problems” (1970). Más tarde, definiciones de ecología se dieron a conocer por Daily, (1997) en el libro titulado “Nature services”, entendiéndolos como las “condiciones y procesos por los que los ecosistemas naturales y las especies que los constituyen sostienen la vida humana”.

La primera clasificación para servicios ecosistémicos fue propuesta por Constanza y define el concepto como “los beneficios que las poblaciones humanas obtienen, directa o indirectamente, de las funciones de los ecosistemas”, lo que propició un importante debate acerca de la mercantilización de la naturaleza, así mismo agrupó 17 servicios ecosistémicos (Constanza et al., 1997) vinculado con las propuestas de Groot (2002) quienes concentran un total de 23 funciones en 4 categorías principales: funciones de regulación, funciones de hábitat, funciones de producción y funciones de control. Sin embargo, la clasificación más difundida y utilizada actualmente es la propuesta por el MEA (2005).

Durante los años 2001-2005 se desarrolló la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA) que convocó a un importante grupo de especialistas de 95 países, para evaluar el estado de los ecosistemas, las consecuencias de los cambios y su influencia en el bienestar humano (Declaración del Consejo de MEA, 2005) y determinar las líneas funcionales del marco conceptual de los servicios ecosistémicos que incluyen servicios de soporte, regulación, aprovisionamiento y

culturales (cuadro 1). Logrando con esto, estabilizar el uso de la expresión “servicios ecosistémicos”, definiéndolos como “los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas” (Costanza, 2008), haciendo un cambio en la perspectiva de la conservación, promoviendo los valores instrumentales de la naturaleza.

Cuadro 1. Clasificación de Servicios Ecosistémicos

Servicios de aprovisionamiento	Servicios de regulación	Servicios culturales
Los productos obtenidos a partir de los ecosistemas	Los servicios obtenidos de la regulación de los procesos de los ecosistemas	Beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas.
Comida, agua dulce, leña, fibra, bioquímicos, recursos genéticos	Regulación del clima, enfermedades, agua, purificación del agua, polinización	Espiritual y religiosa, recreación y ecoturismo, estética, inspiración, educativo, sentido del lugar, patrimonio cultural
Servicios de Soporte Servicio necesario para la producción de todos los demás servicios de los ecosistemas, formación del suelo, el ciclo de nutrientes, producción primaria		

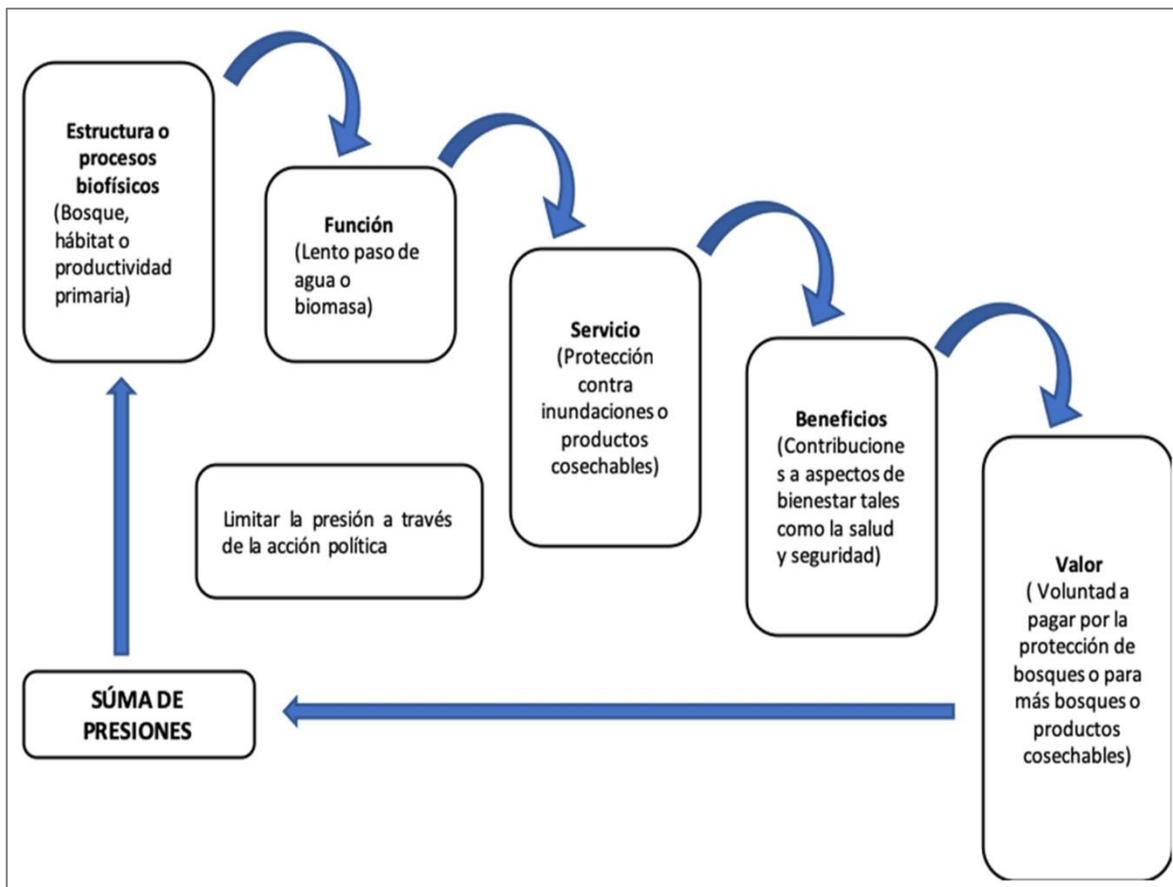
Fuente: elaboración propia de acuerdo con MEA, 2005, en Aguilera, 2014.

Han sido diversas las definiciones que buscan proponer un acercamiento que promueva un consenso científico hacia el entendimiento de este concepto (2007; Boyd, 2007; Wallace, 2007, Jenkins et al., 2010, Maes et al., 2012, Nahlick et al., 2012, La Notte et al., 2017), proponiendo definiciones alternativas como la de Boyd y Banzhaf (2007), que añade términos como “supervivencia y calidad de vida”, acercándolo a un concepto más antropocéntrico (Ruhl y Chapin (2012). Para muchos la Evaluación de Ecosistemas del Milenio Española (EME, 2011), ha mejorado esta definición sustituyendo el término “beneficio” por “contribución” para quitar el sentido netamente económico, resaltando los beneficios sociales y ecológicos (Cordero, 2008).

En este sentido, si bien existe una idea generalizada sobre qué son los servicios ecosistémicos, aún existen importantes diferencias en este concepto, las que han

promovido que el desarrollo de las investigaciones evalúe o valoren diferentes aspectos de las relaciones naturaleza-sociedad, ya que el concepto varía desde “procesos y condiciones” (Daily, 1997), hasta los “beneficios últimos obtenidos por la sociedad” (Boyd y Banzhaf, 2007; Wallace, 2007, Maes et al., 2012). Figura 1.b

Figura 1. Modelo de cascada propuesto por CICES



Fuente: elaboración propia con base en extraído de Haines & Potschin (2010), modificado De Groot et al. 2010.

El marco conceptual de los servicios ecosistémicos se aborda de acuerdo con lo que se presenta en la Figura 1, dónde a partir de la estructura o procesos biofísicos, se generan una serie de funciones que se traducen en los servicios de los cuales se benefician las comunidades humanas y que pueden ser valorados desde una

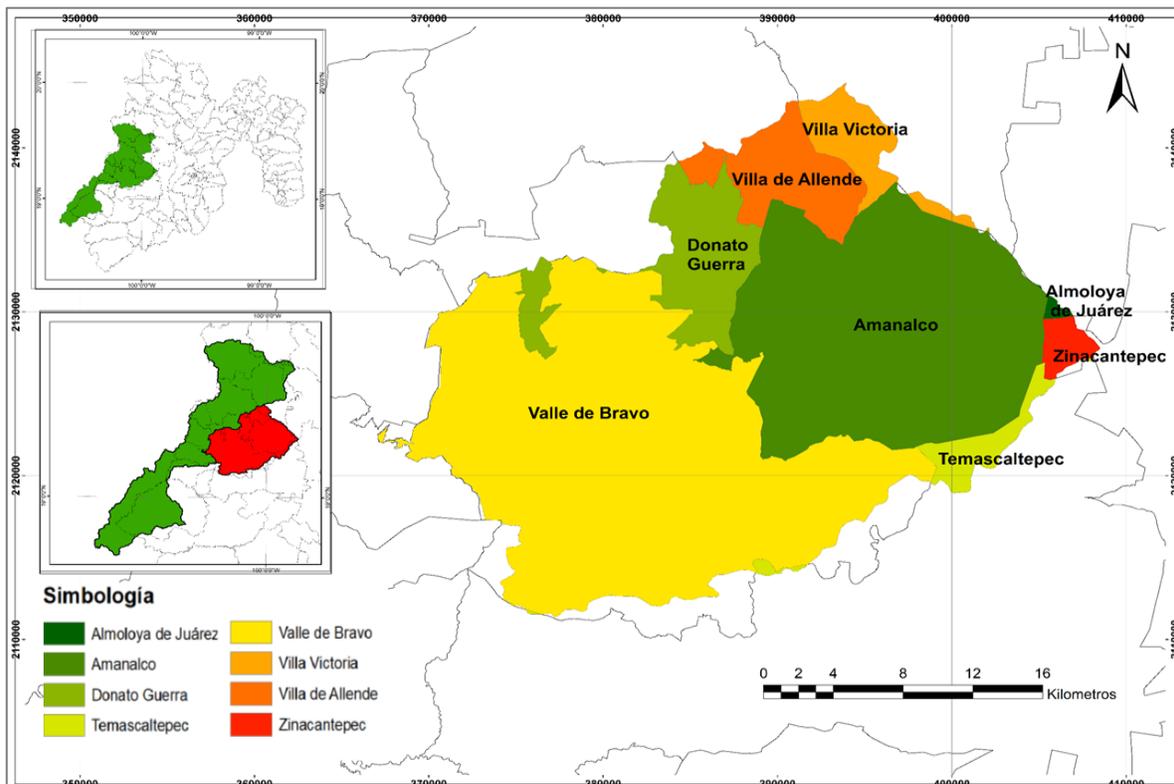
perspectiva ecológica, económica y social (Haines & Potschin, 2010 en Aguilera, 2014).

METODOLOGÍA

El Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Subcuenca Valle de Bravo-Amanalco fue decretado en Gaceta de Gobierno del Estado de México el 30 de octubre de 2003, el 21 de mayo de 2015 en la misma Gaceta se decretó el Acuerdo que amplía y modifica los Criterios de Ordenamiento Ecológico del mismo Programa. Con la finalidad de actualizar la información incluida en el Programa hace casi 20 años dado que el Programa se elaboró entre 2001 y 2002, en este estudio se toma como área de estudio la misma Subcuenca.

De acuerdo con el Plan estratégico para la recuperación ambiental de la Cuenca Valle de Bravo Amanalco, la zona de estudio tiene una superficie de 775.6 km² se encuentra en el poniente del Estado de México, cubre en su totalidad el municipio de Amanalco, y la mayor parte del municipio de Valle de Bravo. Además, también contiene partes significativas de los municipios de Donato Guerra, Villa de Allende Villa Victoria y Temascaltepec. Tiene superficies menores (exclusivamente forestales) también de los municipios de Almoloya de Juárez y Zinacantepec (mapa 1).

Mapa 1. Ubicación de la Subcuenca Valle de Bravo Amanalco



Universidad Autónoma del Estado De México

Facultad De Química



Programa de Doctorado en Ciencias Ambientales
 Tesis: Servicios Ecosistémicos en la Subcuenca Valle de Bravo – Amanalco, Estado de México. Un análisis espaciotemporal desde las Ciencias Ambientales (2000-2019)

Mapa de ubicación: Subcuenca Valle de Bravo Amanalco

Zona: 14 Norte, UTM 84

Escala: 1/50000

Fuente: elaboración propia con base a INEGI.

La metodología de evaluación y análisis espacial de los servicios ecosistémicos en la Subcuenca Valle de Bravo - Amanalco contribuyen al Ordenamiento Territorial, ya que los resultados obtenidos brindarán las bases para orientar la toma de decisiones sobre el territorio y para planificar el uso de la tierra, el trabajo está enfocado en el monitoreo y manejo bajo iniciativas de escala local, debido a que

permite reconocer zonas con deterioro ambiental causado por el crecimiento urbano acelerado y que genera vulnerabilidad en los ecosistemas .

La evaluación y representación cartográfica de la distribución espaciotemporal de los servicios ecosistémicos es importante, ya que brinda una estimación acerca de la tasa de provisión y demanda de dichos servicios e incluso de una evaluación de cómo las actividades antrópicas modifican su provisión. La caracterización y el diagnóstico de servicios ecosistémicos incluirán las escalas espacial, temporal y conceptual del proceso de ordenamiento territorial. La escala espacial hace referencia al alcance geográfico, como al jurisdiccional o administrativo. La escala temporal implica definir la duración del proceso; la escala conceptual hace referencia a los aspectos a considerar (por ejemplo, medio rural, urbano, tipo de actividades y tipos de problemáticas, entre otros) (Paruelo et al., 2014).

Por otra parte, el aporte de esta investigación a los ODS consiste en que contribuirá a una estrategia para adaptarse a los efectos adversos del cambio climático identificando en el área de estudio, zonas y tipos de ecosistemas vulnerables a los efectos del cambio climático, de tal forma que permitirá proponer estrategias de adaptación que ayuden a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, sin comprometer con ello la producción de alimentos.

Aunado a esto el estudio de los servicios ecosistémicos en su relación directa con los ecosistemas, su funcionamiento e integridad estructural del mismo, contribuye a reconocer la existencia de servicios de soporte dentro de la zona de estudio, como son el almacenamiento de carbono, la retención de suelos y la provisión de alimentos; los cuales están directamente relacionados con el intercambio de materia y energía del ecosistema, es decir, con su funcionamiento; esto es sumamente importante ya que se generan las condiciones adecuadas para el correcto funcionamiento de otros servicios ecosistémicos; buscando así sumar esfuerzos para alcanzar los ODS y gestionar la protección de los ecosistemas en la zona de estudio.

Etapas Metodológicas

En el presente trabajo la metodología consta de tres etapas, las cuales consisten en la; 1) identificación de ecosistemas presentes en la Subcuenca Valle de Bravo-Amanalco, 2) caracterización y análisis de la distribución espacial de los servicios ecosistémicos provisión de alimentos, almacenamiento de carbono y retención del suelo; (3) valoración de la capacidad de producción en la temporalidad 2000 y 2019 de los servicios ecosistémicos almacenamiento de carbono y retención de suelo, las cuales se llevan a cabo de la siguiente manera:

Etapas metodológicas 1. Caracterización de los ecosistemas del área de estudio

Para determinar los ecosistemas presentes consta de dos fases metodológicas, en la región la cual utiliza el uso de suelo y vegetación de INEGI, a partir del cual se determinan los ecosistemas con base en cada uso de suelo (Burkhard y Maes 2017).

La caracterización se lleva a cabo mediante el método geográfico, identificando y representando cartográficamente los elementos geográficos, ambientales, ecológicos y agrícolas. La Subcuenca posee una amplia diversidad biológica y agrobiodiversidad que favorecen y complementan la dieta alimentaria.

El relieve de la Subcuenca se caracteriza por cerros, mesas y laderas abruptas van desde los 1,100 hasta los 3,730 msnm (Figura 2). Entre las elevaciones principales sobresalen los cerros Gordo (2,600 msnm), San Agustín (2,680 msnm), Capulín (2,660 msnm), Sacametate (2,200 msnm), Escalerilla (2,580 msnm), Los Reyes (2,880 msnm), Coporito (2,990 msnm), Ídolo (3,040 msnm), Piedra Herrada (3,310 msnm).

Los suelos de la Subcuenca se derivan de materiales volcánicos de diferentes edades y están formados por materiales minerales y orgánicos, así como organismos vivos. En orden de desarrollo destacan: Acrisol háplico y Luvisol crómico (los más evolucionados), los Cambisoles, Andosoles (típicos de las zonas

forestales), Phaeozem háplicos, los Leptosoles (poco desarrollados) y los Regosoles (los menos desarrollados).

Se presentan 3 grandes regiones climatológicas en la zona de estudio. En la mayor parte de la Subcuenca (entre la cota 2,200 a 3,000 msnm) se presenta el clima templado subhúmedo (Cw2). En el poniente, debajo de la cota 2,200 msnm se presenta el semicálido ((A)Cw1) que es un poco más árido que las demás zonas climatológicas. En el extremo oriente, (en la parte más elevada, arriba de 3,000 msnm) se presenta el semifrío subhúmedo (C(E)w2).

El Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Subcuenca Valle de Bravo publicado el 30 de octubre de 2003 en la Gaceta Oficial del Gobierno del Estado de México divide al territorio en 28 subcuencas con una superficie total de 775.6 Km². Entre las subcuencas de mayor importancia destacan la del Río Amanalco, la del Río San Diego y la del Río La Hierbabuena.

Fase metodológica 1.1 Usos de suelo y vegetación

El suelo es un elemento natural muy complejo que puede presentar muchas variantes dependiendo de la región geográfica, de las transformaciones que el ser humano haya aplicado sobre el mismo, etc. Puede estar compuesto por una sección rocosa o inorgánica para luego estar cubierto por diversas y muy disímiles entre capas de otros elementos como arcilla, arena, o el humus o tierra orgánica donde la vida es posible.

La importancia del suelo tiene que ver con que es en esta superficie donde el ser humano puede cultivar y crecer sus alimentos más básicos. Al mismo tiempo, es en el suelo donde naturalmente crecen las plantas y vegetales consumidas por los eslabones secundarios de la cadena o los animales herbívoros. Para que los vegetales crezcan es importante que el suelo cuente con riego frecuente (tanto natural como artificial). Además, el suelo no sólo es importante para el ser humano en lo que respecta a la producción alimenticia, sino que también tiene que ver con la posibilidad de establecer viviendas o construcciones más complejas.

El método consiste en delimitar cartográficamente el espacio geográfico que comprende la Subcuenca. Utilizando herramientas de Sistemas de Información Geográfica para representar cartográficamente la zona de estudio.

Para esta etapa el método consiste en elaborar los mapas de uso de suelo y vegetación de la Subcuenca Valle de Bravo Amanalco, que permite clasificar y tipificar los tipos de uso de suelo y vegetación, así como el área superficial que ocupa cada uno de ellos y la ubicación geográfica usos de suelo y vegetación de la serie III de INEGI, se cuantifican, foto interpretan cartográficamente y se ubican espacialmente los usos de suelo y vegetación.

Fase metodológica 1.2 Describir los ecosistemas presentes en la Subcuenca Valle de Bravo – Amanalco

El medio ambiente está conformado por elementos de vital importancia para el equilibrio ecológico de los seres vivos y no vivos que se desarrollan y cohabitan en un mismo lugar y les permite interactuar y relacionarse entre ellos, a ese hábitat se le llama ecosistema.

El avance desmesurado de los seres humanos sobre los ecosistemas ha producido alteraciones climáticas, geográficas que afectan no sólo a la flora y a la fauna si no también al mismo ser humano ya que las condiciones del clima (temperaturas alteradas, precipitaciones abundantes o sequías profundas, tornados, etc.) son consecuencia directa de su acción (FAO, 2019).

Es por ello que se considera que los ecosistemas tienen un papel importante para el equilibrio natural en el planeta, siendo hábitat para la biodiversidad y otros recursos naturales que el ser humano puede aprovechar. Estos mismos, autorregulan el planeta por medio de las plantas que retienen el carbono para purificar el aire que se respira.

Para esta etapa el método consiste en hacer fotointerpretación de los tipos de vegetación que permite identificar cada ecosistema presente en la zona de estudio,

así como clasificar, tipificar, cuantificar el área superficial que ocupa cada tipo de ecosistema, y ubicar espacialmente su descripción.

Etapa metodológica 2. Servicios ecosistémicos de provisión de alimentos

Los servicios de aprovisionamiento son los recursos naturales, los bienes tangibles o materiales que provienen de los ecosistemas con beneficio directo para las personas. Estos servicios dan el sustento básico de la vida humana, y a menudo tienen valor monetario (Balvanera et al., 2009).

De todos los servicios ecosistémicos, la producción de alimentos es uno de los que han mostrado una constante tendencia ascendente en la historia reciente. No obstante, en la actualidad se reconoce que los aumentos de la producción y productividad agrícolas fueron acompañados a menudo de efectos adversos sobre la base de recursos naturales de los que depende la agricultura, efectos tan graves que ponen en peligro su potencial productivo en el futuro. En los dos últimos decenios han surgido enfoques ecosistémicos de intensificación agrícola a medida que los agricultores empezaron a adoptar prácticas sostenibles, fundamentales para lograr los beneficios de los servicios ecosistémicos reduciendo al mismo tiempo los efectos negativos de las actividades agrícolas (FAO, 2019).

Fase metodológica 2.1 Provisión de alimentos

Para localizar los servicios ecosistémicos de provisión de alimentos se utiliza la información de Vargas (2019), quien realizó un análisis de cambio de uso de suelo a partir de clasificación supervisada de imágenes satelitales Landsat 7 en la temporalidad 2000 – 2017, obteniendo las áreas correspondientes a zonas de cultivos, esta información se cruza con información vectorial de la serie III de la frontera agrícola del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), así como la información de la producción anual agrícola que proporciona la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de México, con base en las fuentes antes mencionadas se determina la capacidad de producción del servicio de provisión de alimentos, (Flores et al., 2019).

Para esta etapa el método consiste en hacer fotointerpretación del área superficial que ocupan los lugares de producción agrícola de tal forma que permite identificar el tipo de cultivo y ubicarlo espacialmente.

Etapa metodológica 3. Análisis de la distribución espacial de los servicios ecosistémicos de regulación almacenamiento de carbono y retención del suelo

De acuerdo con la FAO, (2019) El mantenimiento de la calidad del aire y del suelo, el control de las inundaciones y enfermedades o la polinización de cultivos son algunos de los “servicios de regulación” proporcionados por los ecosistemas. A menudo son invisibles y, por consiguiente, en la mayoría de los casos se dan por sentados. La agricultura, la silvicultura y la pesca resultan afectadas por todos los tipos de servicios ecosistémicos y a su vez influyen en ellos.

Así mismo refiere que los árboles urbanos pueden influir en la calidad del aire de la siguiente manera: i) convirtiendo el dióxido de carbono en oxígeno a través de la fotosíntesis; ii) interceptando partículas contaminantes (polvo, ceniza, polen y humo) y absorbiendo gases tóxicos como el ozono, el dióxido de azufre y el dióxido de nitrógeno; iii) emitiendo diversos compuestos orgánicos volátiles y contribuyendo así a la formación de ozono en las ciudades; iv) reduciendo la temperatura local del aire; v) reduciendo las temperaturas extremas de los edificios tanto en invierno como en verano, y reduciendo por lo tanto las emisiones contaminantes de las instalaciones de generación de energía.

Invertir el proceso de degradación del suelo, el agua y los recursos biológicos es un componente esencial para lograr la seguridad alimentaria y de los medios de vida. Los síntomas de la degradación del suelo son numerosos y comprenden la disminución de la fertilidad, la acidificación, la salinización, la alcalinización, el deterioro de la estructura del suelo, una erosión eólica e hídrica acelerada y la pérdida de materia orgánica y biodiversidad. Las repercusiones socioeconómicas resultantes son, entre otras, que la productividad de la mano de obra agrícola y los ingresos generados por la agricultura están cayendo, la migración a las zonas urbanas está aumentando y la pobreza rural se está agravando (FAO, 2006).

Los esfuerzos encaminados a restablecer la productividad de los suelos degradados deben complementarse con otras medidas que afectan a las prácticas de aprovechamiento de la tierra, en particular la agricultura de conservación, las buenas prácticas agrícolas y la gestión del riego, así como la gestión integrada de los nutrientes de las plantas. Estudios han demostrado que cuanto más se parece un sistema agrícola a un bosque natural en su estructura de cubierta, espaciado de árboles y cubierta vegetal, menos posibilidades hay de erosión del suelo. Durante siglos, se han utilizado técnicas agroforestales tradicionales, que proporcionan cubierta natural, para producir alimentos sin causar daños a largo plazo al medio ambiente (FAO, 2019).

Fase metodológica 3.1 Almacenamiento de carbono

Para estimar la cantidad de carbono almacenado del área de estudio, se lleva a cabo mediante la elaboración del mapa que representa cartográficamente la zona de estudio identificando en este los diferentes tipos de ecosistemas a través de las cartas de uso de suelo y vegetación de la serie VI de INEGI y el carbón almacenado se obtiene de acuerdo con Carnis, (1997) a la aplicación de ecuaciones alométricas para calcular la biomasa aérea por tipo de ecosistema. Se ejecuta la ecuación seleccionada para la estimación de biomasa y el resultado es convertido a carbono por medio de los factores de expiación de carbono para México, CONAFOR; NMFA, (2015).

Después mediante el uso del Sistemas de Información Geográfica se procesa la información vectorial del uso de suelo y vegetación del INEGI en donde a partir de procesos y consultas se asignan los valores correspondientes a cada subcuenca, es decir se estima la capacidad de almacenamiento total, la capacidad total de almacenamiento para cada tipo de vegetación presente en dicha delimitación, de tal manera que la capacidad de almacenamiento se representa para cada serie de tiempo.

Fase 3.2 Retención del suelo.

Una de las metodologías más usadas para determinar la pérdida de suelo en toneladas por hectárea al año es la ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE, por sus siglas en inglés). Que consiste en la siguiente fórmula:

$$A = R K L S C P$$

Donde: A = tasa de erosión anual (ton/ha.año). R = factor de erosividad de la lluvia (MJ.mm/ha.h). K = factor de erodabilidad del suelo (ton.h/MJ.mm). LS = factor topográfico longitud-pendiente. C = factor de vegetación y cultivo. P = factor de prácticas conservación. Factor R

El factor R representa, para un área específica, la energía potencial de la lluvia y su escurrimiento asociado; es el factor de tipo climático que indica el potencial erosivo de las precipitaciones (Montes-León, 2011). Para estimar el valor de erosividad para la región se utiliza el algoritmo de GRASS SIG (Rainfall erosivity index) mediante el ráster de precipitación total anual. La contribución más importante relativa a la estimación del presente factor consiste en el empleo del dicho algoritmo y ráster que resulta en un mayor detalle y rapidez con respecto a la regionalización nacional del factor R propuesta en la metodología simplificada para la estimación de la erosión potencial hídrica desarrollada por el COLPOS.

Factor K

El factor K indica el grado de susceptibilidad de un horizonte específico del suelo a la erosión, este factor se determina a partir del algoritmo de GRASS SIG USLE erodabilidad del suelo Factor K, en donde se consideran aspectos edáficos tomados de la cartografía oficial de INEGI.

Factor LS

Este factor considera la longitud (L) la distancia desde el punto de origen de un

escurrimiento hasta el punto donde decrece la pendiente, al grado de que ocurre una sedimentación o bien hasta el punto donde el escurrimiento, una vez concentrado, encuentra un canal de salida bien definido y grado de pendiente (Montes-León, 2011). Para determinar este factor se consideran los modelos digitales de elevación con menor error cuadrático en el área de estudio (STRM V3) a partir de los cuales se obtiene la pendiente, las alturas máximas y mínimas del área de estudio, posterior a la obtención de estos insumos se procede al uso de la calculadora ráster en la cual se ingresaron las fórmulas correspondientes para la conversión de radianes a unidades métricas, así como la obtención de L , S y postteriormente la fórmula $A = R K L S C P$.

DISCUSIÓN

Los servicios ecosistémicos se definen como los componentes y procesos de los ecosistemas que son consumidos, disfrutados o que conducen a aumentar el bienestar humano tomando en cuenta la demanda de los beneficiarios, así como la dinámica de los ecosistemas (Daily 1997, Boyd y Banzhaf 2007). En su conjunto los bienes y servicios ecosistémicos proporcionan el bienestar humano a través de la seguridad, la obtención de materias primas para subsistir; mejores condiciones de salud y relaciones sociales (MEA, 2005).

En la actualidad existen numerosas incógnitas en el campo de los SE y poco se conoce acerca de los distintos componentes y procesos de los ecosistemas que interactúan con los distintos componentes y procesos de las sociedades a distintas escalas espaciales y temporales para la provisión de cada servicio (Carpenter et al. 2009). Por otro lado, el mapeo y/o modelación de servicios ecosistémicos se encuentra escasamente desarrollado dentro del contexto latinoamericano.

En general, existen contados estudios acerca de cómo la importancia relativa de un SE varía entre los distintos grupos de interesados. Por esta razón es necesario obtener más información acerca las interacciones entre SE y cómo esto sucede en distintas escalas espaciales y temporales (Rodríguez et al. 2006).

El análisis de los servicios o beneficios que proveen los ecosistemas a las sociedades humanas representa un enfoque de investigación relativamente reciente que se ha difundido gracias a que establece un vínculo explícito entre el bienestar humano y el adecuado funcionamiento de los ecosistemas. En este contexto, al hablar de servicios ecosistémicos (SE) hacia la sociedad se enfatiza la interdependencia que existe entre sistemas ecológicos y sistemas sociales (Daily 1997, Díaz et al. 2015).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han vuelto una herramienta importante para identificar servicios ecosistémicos, a través de este tipo de estudios se pretende mostrar en forma espacial (mapas), la extensión y características de distintos servicios y también crear escenarios de uso y valoración de los mismos, de esta forma puede favorecer para las estrategias de conservación a través de proveer acceso a nuevas fuentes información, y así considerar al ambiente en un proceso de toma de decisiones. Es importante, tomar en cuenta las consideraciones políticas, sociales y económicas para la evaluación y mapeo de servicios ecosistémicos.

Permite el monitoreo y manejo bajo iniciativas de escala global, nacional y local, permite reconocer conflictos y oportunidades, permite la formulación e implementación de políticas de estado sobre determinados aspectos ambientales y de planes regionales estratégicos, orienta la toma de decisiones sobre el territorio, típicamente, zonificaciones y planificaciones del uso de la tierra. De igual forma sirve para el manejo integrado de cuencas, evaluaciones de impacto ambiental estratégico, para el diseño de programas de incentivos, para la conservación y uso sustentable.

Aunque todas conllevan a una toma de decisiones, la identificación de servicios ecosistémicos en un área determinada políticamente sería un incentivo que genera la toma de decisiones, de forma social brinda equidad y económicamente eficiencia.

CONCLUSIONES

En el área de estudio, existen diferentes climas y diferentes altitudes, debido a esto es posible que existan una variedad de ecosistemas con diferentes tipos de flora, aunque los ecosistemas se han visto fuertemente perturbados en una amplia superficie, debido al cambio de uso de suelo.

Es importante tomar conciencia de los servicios que proveen tanto los ecosistemas naturales como los agroecosistemas, sus estrechas relaciones, y las decisiones en la agricultura para con ello. Las actividades humanas, depende de los servicios ecosistémicos, que son bienes y servicios que la naturaleza provee a partir de procesos complejos que se relacionan entre sí.

Con base en estudios especializados para determinar el tipo de ecosistemas y el análisis de ellos, permite generar buenas prácticas que puedan asegurar la continua provisión de servicios ecosistémicos, ya que un uso excesivo de los recursos puede afectar negativamente esta provisión. La forma en que los agroecosistemas son usados tiene impactos en la provisión de los servicios ecosistémicos. La agricultura se beneficia directamente de los servicios ecosistémicos, el mantenimiento del suelo, la provisión regulación de plagas, y del agua.

Es por esta razón la importancia generar buenas prácticas agrícolas que garanticen que la agricultura provea servicios ecosistémicos de buena calidad a los seres humanos. Aún se pueden tomar acciones para una mejora continua en los agroecosistemas y mantener así los servicios vitales para la agricultura.

Por medio de esta propuesta metodológica del estudio de los Servicios ecosistémicos de provisión de alimentos y regulación como son almacenamiento de carbono y retención de suelo en la Subcuenca Valle de Bravo – Amanalco permitirá identificar los componentes físicos, su interacción entre el ser humano, los ecosistemas y los beneficios que proporcionan y así mismo aplicar a otras áreas de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, A. 2014. Valoración de servicios ecosistémicos de la vegetación urbana en una ciudad desértica - Caso estudio ciudad de Antofagasta. Tesis para optar al grado de Magíster en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente. Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales Universidad Católica de Chile, junio de 2014.
- Almeida-Leñero, L., M. Nava, A. Ramos, M. Espinosa, M. J. Ordoñez y J. Jujnovsky. 2007. Servicios ecosistémicos en la cuenca del río Magdalena, D.F. *Gaceta ecológica* 84-85: 53-64.
- Arnold, M. y Osorio, F. 1998. Introducción a los conceptos básicos de la Teoría General de sistemas. <http://asignaturas.inf.udec.cl/tgs/docs/moebio.pdf>.
- Bachmann-Vargas, P. 2013. Ecosystem services modeling as a tool for ecosystem assessment and support for decision making process in Aysén region, Chile (Northern Patagonia). Master Thesis. Faculty of Agriculture and Nutritional Sciences, Christian-Albrechts-Universität, Kiel – Germany.
- Balvanera, P., Cotler, H. 2007. “Los servicios ecosistémicos y la toma de decisiones: retos y perspectivas”. *Gaceta ecológica número especial* 84, 85 (2007):117 -123. Instituto Nacional de Ecología, México.
- Balvanera P., Cotler, H., Aburto Oropeza O., Aguilar Contreras A., Aguilera Peña M., et al. 2009. Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos. In *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio, pp. 185–245. Mexico D.F., México: CONABIO.
- Boyd J. & Banzhaf S. 2007. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics*, 63: 616-626.
- Boyd J. 2007. Nonmarket benefits of nature: what should be counted in green GDP. *Ecological Economics*, 61: 716-723.
- Burkhard, B. y Maes, J. (Eds.). 2017. *Mapping Ecosystem Services*. Pensoft Publishers, Sofia, 374 pp.
- Camacho, V. y Ruiz, A. 2011. «Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos,» *Bio ciencias*, pp. 3-15, 2011.
- Capistrano, D., C. Samper, M.J. Lee & C. Raudsepp-Hearne (Eds.). 2005. *Ecosystems and human well-being: multiscale assessments*, Vol. 4. Findings of the Sub-global Assessments Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment. Disponible en: <http://www.unep.org/maweb/documents/document.773.aspx.pdf>
- Cairns, M.A., Brown, S., Helmer, E.H., Baumgardner, G.A. 1997. Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia* 111, 1–11.
- Carpenter, S.R., Mooney, H.A., Agard, J., Capistrano, D., Defries, R.S., Díaz, S., Dietz, T., Duraiappah, A.K., Oteng-Yeboah, A., Pereira, H.M., Perrings, C., Reid, W.V., Sarukhan, J., Scholes, R.J., Whyte, A. 2009. Science for managing ecosystem services: beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 106, 1305–1312. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0808772106>.
- Chiras, R. 2006. *Ciencias Ambientales*. En: Plan de estudios de la Licenciatura en Ciencias Ambientales. Escuela Nacional de Estudios Superiores UNAM, Campus Morelia.
- Cordero, D., Moreno, A., Kosmus, M. 2008. Manual para el desarrollo de mecanismos de pago/compensación por servicios ambientales. Programa GESOREN, GTZ-Ecuador. 112p.

- CONAFOR. 2013. Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS). Comisión Nacional Forestal. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. <http://www.cnf.gob.mx:8090/snif/portal/infys>
- Costanza, R. 2008. Ecosystem services: Multiple classification systems are needed. *Biological Conservation*, 141: 350-352.
- Costanza R, d'Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*. 1997. 387: 253–260.
- D. Pullanikkati, Mapping of provisionin Ecosystems Services in Likangala River Catchment, Zomba, Southern Malawi, N. University, Ed., Malawi, 2014.
- Daily, D.C (Ed). 1997. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*, Washington, DC: Island Press. 1997. p. 392.
- De la Barrera, F. Bachmann, P. Tirón, A. 2015. La investigación de servicios ecosistémicos en Chile: una revisión sistemática. *Investigación Geográfica*, Chile, 2015.
- De Groot, R., Wilson M. y Boumans, R. 2002. «A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services.» *Ecological Economics*, pp. 393-408, 2002.
- De Groot R., Stuij M., Finlayson M., Davidson N. 2006. Valuing wetlands: Guidance for valuing the benefits derived from wetland ecosystem services. *Ramsar Technical Report/CBD Technical Series 3/27*. Gland, Secretariat of the Convention on Wetlands.
- De Groot, R. 2010. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: The Ecological and Economic Foundations*.
- DECLARACIÓN DEL CONSEJO DE LA EM. 2005. *Estamos Gastando más de lo que Poseemos: Capital Natural y Bienestar Humano*.
- Delgado, L.E. & V.H. MARÍN, 2015. Ecosystem services: Where on earth? *Ecosystem Services*, 14: 24-26.
- Díaz, M. 2017. Evaluación de los servicios ecosistémicos asociados al recurso hídrico: Cuenca del río Biobío como caso de estudio. *Facultad de Ciencias Ambientales Universidad de Concepción* 2017.
- Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J., Joly, C., Lonsdale, M., Ash, N., Larigauderie, A., Ram, Jay A., Arico, S., Báldi, A. et al. 2015. The IPBES Conceptual Framework — connecting nature and people. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 2015, 14:1–16.
- EME. 2011. Evaluación de los ecosistemas del Milenio de España. La evaluación de los ecosistemas del Milenio de España. Síntesis de resultados. *Fundación Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, Madrid*. <http://www.ecomilenio.es/informe-sintesis-eme/2321>. (accessed 17.05.20).
- FAO. 2006. Guía para la interpretación edafológica. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf>
- FAO. 2019. “Servicios ecosistémicos y biodiversidad” consultado en: <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/>
- FAO.2020. http://www.fao.org/inaction/territoriosinteligentes/componentes/ordenamiento_territorial/contexto-general/es/
- FORECOS. 2014. Informe final de consultoría Recopilación de Información de Indicadores de Servicios Ecosistémicos a Nivel Nacional e Internacional. *Ministerio de Medio Ambiente, Chile*.
- Flores, A. 2019. “Servicios Ecosistémicos en la región VI Ixtapan de la Sal, Estado de México” Tesis de Maestría en Análisis Espacial y Geoinformática, UAEMex, Toluca, México, 2019.

- García. 2006. "Sistemas Complejos, conceptos métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria" Gedisa, Barcelona.
- García, J. C. 2019. "Gestión comunitaria de los huertos familiares en el sur del Estado de México. Conocimiento campesino y tradición agroecológica" Tesis de Doctorado en Ciencias Ambientales, UAEMex, Toluca, México.
- Haines-Young, R. & Potschin, M. 2010. Proposal for a Common International Classification of Ecosystem Goods and Services (CICES) for Integrated Environmental and Economic Accounting. Department of Economic and Social Affairs Statistics Division United Nations. Paper prepared by Centre for Environmental Management, University of Nottingham, United Kingdom. 23 pp. Report to the European Environment Agency, Background document.
- Haines-Young, R. and M. Potschin. 2012. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4. EEA Framework Contract No EEA/IEA/09/003.
- Jenkins Wa, Murray Bc, Kramer R, Faulkner S. 2010. Valuing ecosystem services from wetlands restoration in the Mississippi Alluvial Valley. *Ecological Economics* 69: 1051–1061.
- La Notte, A., D'Amato, D., Mákinen, H., Paracchini, M.L., Liqueste, C., Egoh, B., Geneletti, D. & Neville D. Crossman. 2017. Ecosystem services classification: A system ecology perspective of the cascade framework. *Ecological Indicator*. Vol 74 392.402.
- Laterra, P., E.G. JOBBÁGY & J. PARUELO. 2011. Valoración de servicios ecosistémicos: Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial. Buenos Aires: INTA.
- Lezama, José Luis. 2001. El medio ambiente hoy. Temas cruciales del debate contemporáneo. México: El Colegio de México.
- Little, C. & Lara, A. 2010. Restauración ecológica para aumentar la provisión de agua como un servicio ecosistémico en cuencas forestales del centro-sur de Chile. *Bosque*, 31(3): 175- 178.
- Maes J., Egoh B., Willemsen L., Liqueste C. Vihervaara, P., Schägner J.P., Grizzetti B., Drakou E.G., Notte A.L., Zulian G., Bouraoui F, Paracchini M. Luisa, Braat L. & G. Bidoglio. 2012. Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union Ecosyst. Serv., 1 pp. 31–39.
- Maldonado, C.E. 2014. ¿Qué es un sistema complejo? *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*.
- Martínez-Harms, M.J. & P. Balvanera. 2012. Methods for mapping ecosystem service supply: a review. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 8(1-2):17-25.
- Millennium Ecosystem Assessment, *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*, I. Press, Ed., Washington, DC. 2005.
- Montes, C. & P. Lomas. 2010. La Evaluación de los Ecosistemas del milenio en España. *Ciencia y Política para el beneficio de la sociedad y la naturaleza*. *Ambienta* 91. Pp 56-75.
- MONTES, L.M.A.L. 2011. Mapa nacional de erosión potencial. *Tecnol. cienc. agua* [online]. 2011, vol.2, n.1, pp.05-17. ISSN 2007-2422.
- Naciones Unidas/CEPAL. (2019). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. Objetivos, metas e indicadores mundiales. In *Publicación de las Naciones Unidas*.

- Nahlik, A. M., Kentula, M. E., Fennessy, M. S., & Landers, D. H. 2012. Where is the consensus? A proposed foundation for moving ecosystem service concepts into practice. *Ecological Economics*, 77, 27-35.
- Nahuelhual, L., P. Donoso, A. Lara, D. Núñez, C. Oyarzún & E. Neira. 2007. Valuing ecosystem services of Chilean temperate rainforests. *Environment, Development and Sustainability*, 9: 481-499.
- Nahuelhual, L., Vergara, X., Kusch, A., Campos, G., Droguett, D. 2017. Mapping ecosystem services for marine spatial planning: Recreation opportunities in Sub-Antarctic Chile. *Marine Policy* 81, pp. 211-218.
- NMFA Norwegian Ministry of Foreign Affairs; CONAFOR Comisión Nacional Forestal; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD; FAO. 2015. "Protocolo Estimación de las reservas de carbono en la biomasa forestal en México" Gobierno de Noruega Ministerios de Asuntos Internacionales, Zaponan, Jalisco, México.
- Paruelo, J., Jobbágy, E., Laterra, P., Dieguez, H., García, A., & Panizza, A. (2014). Ordenamiento Territorial Rural: Conceptos, Métodos y Experiencias. In *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. <https://doi.org/10.13140/2.1.4004.4320>
- Pereira Corona, A., Adame Martínez, S., Rosete Verges, F. A., & Alvarado Granados, A. R. (2018). Construcción metodológica de un modelo de ordenamiento territorial para américa latina. *Ra Ximhai*, 14, 111–132. <https://doi.org/10.35197/rx.14.01.2018.07.ap>
- Rodríguez, J. P., Beard, T.D., Bennett, E.M., Cumming, G.S., Cork, S., Agard, J., Dobson, A.P., Peterson, G.D. 2006. Trade-offs across space, time, and ecosystem services. *Ecol. Soc.* 11(1).
- Ruhl, J.B., Chapin Iii, F.S. 2012. Ecosystem services, ecosystem resilience, and resilience of ecosystem management policy. In: Craig, R. Allen, Garmestani, Ahjond S. (Eds.), *Resilience and Law*. Columbia University Press. 2013. (Vanderbilt Public Law Research Paper No. 12-41).
- Sánchez Mazo, L. M., & Gutiérrez Tamayo, A. L. (2011). Renovación conceptual del Ordenamiento Territorial como política pública. *Revista Geográfica de América Central*, 2, 1–17.
- Serrano, B F. Bruzzi, L. y Toscano, E. 2012. Introducción al estado del ambiente. En *Gestión sostenible del ambiente: principios, contexto y métodos*, editado por Francisco Serrano Bernardo y Luigi Bruzzi, 21-44. Granada: Universidad de Granada.
- Urquijo, T. P S y Barrera, B N. 2009. Historia y paisaje. Explotando un concepto geográfico monista. En *Andamios. Revista de Investigación Social*, 10 (5): 227-252.
- Vargas, E.D. 2019. Situación actual y perspectivas del uso de suelo y cobertura vegetal en la Cuenca Florícola del Río Alto Amacuzac, Estado de México mediante el uso de Teledetección y herramientas SIG. Tesis de Licenciatura, Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México, México. 98 pp.
- Wallace K.J. 2007. Classifications of ecosystem services: problems and solutions. *Biological Conservation*, 139: 235-246.

Servicios ecosistémicos en el parque Otomí– Mexica. Una propuesta metodológica

Brenda Yazmín Reza Curiel¹

Jesús Gastón Gutiérrez Cedillo¹

Luis Miguel Espinosa Rodríguez¹

José Isabel Juan Pérez²

RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo elaborar una propuesta teórico- metodológica para el estudio de los servicios ecosistémicos en áreas naturales protegidas, la cual es una zona que interactúa de forma dinámica con los ecosistemas que se presentan en este territorio y en la que los servicios o beneficios que los habitantes obtienen de los ecosistemas incluyen los servicios de provisión de alimentos; los de regulación como son, almacenamiento de carbono y retención de suelo, los cuales modulan las condiciones del medio ambiente y las actividades productivas.

Los servicios ecosistémicos en el Parque Otomí - Mexica han sido perturbados en diferentes grados y en grandes superficies remplazados por zonas urbanas, agrícolas, praderas y bosques secundarios y plantaciones forestales nuevas, ya sea con especies nativas o introducidas, lo que genera vulnerabilidad social y biofísica debido a la disminución en la capacidad de producción de los servicios ecosistémicos.

El estudio se llevará a cabo mediante las siguientes etapas metodológicas: 1) Establecer una asociación de las características geográficas y ambientales presentes, usos del suelo, tipos de vegetación y ecosistemas del área de estudio; 2) Integrar la caracterización y cuantificación para la distribución espacial de los servicios ecosistémicos de regulación: almacenamiento de carbono, retención de suelo y recarga de acuíferos; 3) Modelar escenarios a futuro de los servicios ecosistémicos; y 4) Elaborar una propuesta teórico- metodológica para el estudio de los servicios ecosistémicos en áreas naturales protegidas.

¹ Universidad Autónoma del Estado de México.

brenda_reza@hotmail.com; jggc1321@yahoo.com.mx; geo_luismiguel@hotmail.com; jupi582602@gmail.com

² Centro de Investigación Multidisciplinaria en Educación, Universidad Autónoma del Estado de México.

El estudio encuentra fundamento teórico en la postura filosófica del Estoicismo (Parra, 2000), en la escuela del pensamiento ecológico en las Ciencias Sociales (Tetreault, 2008), en el enfoque de los Servicios Ecosistémicos como agentes de resiliencia socioambiental, en las Ciencias Ambientales (Bocco, 2010), como disciplina integradora y en la Teoría de Sistemas Complejos (García, 2006), para el análisis de los Servicios Ecosistémicos desde una metodología de trabajo interdisciplinario y como un marco conceptual para fundamentar bases epistemológicas.

PALABRAS CLAVE: captura de carbono, Parque Otomí - Mexica, servicios ecosistémicos.

ABSTRACT

This study has as main objective to elaborate a theoretical-methodological proposal for the study of ecosystem services in protected natural areas, which is an area that interacts dynamically with the ecosystems that occur in this territory and in which the services or benefits that inhabitants derive from ecosystems include food provision services; those of regulation such as carbon storage and soil retention, which modulate environmental conditions and productive activities. The ecosystem services in the Otomí - Mexica Park have been disturbed to varying degrees and in large areas replaced by urban, agricultural, grassland and secondary forest areas and new forest plantations, either with native or introduced species, which generates social and biophysical vulnerability due to the decrease in the production capacity of the ecosystem services.

The study will be carried out through the following methodological stages: 1) Establish an association of the geographical and environmental characteristics present, land uses, vegetation types and ecosystems of the study area; 2) Integrate the characterization and quantification for the spatial distribution of the regulatory ecosystem services: carbon storage, soil retention and aquifer recharge; 3) Model future scenarios of ecosystem services; and 4) Develop a theoretical-methodological proposal for the study of ecosystem services in protected natural areas.

The study finds theoretical foundation in the philosophical stance of Stoicism (Paric, 2000), in the school of ecological thought in Social Sciences (Tetreault,

D., 2008), in the approach of Ecosystem Services as agents of socio-environmental resilience, in (Bocco, 2010), as an integrating discipline and in the Theory of Complex Systems (García, 2006), for the analysis of Ecosystem Services from an interdisciplinary work methodology and as a conceptual framework to support epistemological bases.

KEYWORDS: carbon capture, ecosystem services, Otomí-Mexica Park.

INTRODUCCIÓN

Es esencial que la población conozca la importancia que tienen los Servicios Ecosistémicos en nuestro entorno para tomar decisiones con opciones informadas y críticas para frenar el impacto ambiental y hacer conciencia en la conservación de los ecosistemas. A partir de los años 90's los Servicios Ecosistémicos se popularizaron y surgieron autores como Daily y Constanza los cuales mencionaban las condiciones que un ecosistema natural debe de cumplir para conformar la vida humana, así como los beneficios que derivan directa o indirectamente de los ecosistemas. Los servicios ecosistémicos que se abordarán son de regulación aquellos que mantienen un equilibrio en los ecosistemas en este caso son; captura de carbono, retención de suelo y recarga del acuífero.

Este Trabajo incluye los antecedentes en los que se presentan algunos de los principales aportes de los Servicios Ecosistémicos. Cuenta con aspectos conceptuales y metodológicos para abordar dicha investigación. El apartado de la metodología incluye las etapas de la investigación: 1) Establecer una asociación de las características geográficas y ambientales presentes, usos del suelo, tipos de vegetación y ecosistemas del área de estudio; 2) Integrar la caracterización y cuantificación para la distribución espacial de los servicios ecosistémicos de regulación: almacenamiento de carbono, retención de suelo y recarga de acuíferos; 3) Modelar escenarios a futuro de los servicios ecosistémicos; y 4) Elaborar una propuesta teórico- metodológica para el estudio de los servicios ecosistémicos en áreas naturales protegidas.

A continuación, se hace una breve introducción de los antecedentes de los Servicios Ecosistémicos.

ANTECEDENTES

A manera de antecedentes se han revisado a nivel internacional la (FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2019), da a conocer los servicios de regulación por medio de una breve síntesis en el cual resumen lo más importante para que el usuario pueda comprender de la manera más sencilla el almacenamiento de carbono. Nivel Estado de México se destaca el artículo científico del autor (Farfán y Orozco, 2007, p. 264) el cual es importante porque hace una “propuesta de pasar del enfoque unidisciplinario en el estudio de los recursos naturales a una cosmovisión más integradora se sustenta en los propósitos de la ciencia ambiental”. (Caro y Torres, 2015, p. 246) “mezcla métodos y la puesta en común de los datos parece ser el único camino a seguir en la valoración de servicios ecosistémicos, destacando el potencial de la investigación interdisciplinaria sistemática y formal que integre los puntos de vista, los métodos y los datos extraídos de las ciencias naturales y las ciencias sociales”.

(Villegas, et al., 2018, p.166) hace un “análisis integral de los componentes territoriales, (biofísicos y socioculturales) del parque, se hizo mediante las consideraciones epistemológicas de tres premisas teóricas, la primera de ellas es las Teoría General de Sistemas de (Bertalanffy, 1950), de la cual se retoma la postura multidisciplinaria, la cual tiene por objetivo estudiar y analizar los diferentes niveles de la realidad, siendo cada nivel estudiado por una disciplina o varias”

JUSTIFICACIÓN

Se decidió trabajar en esta Área Natural Protegida (ANP), porque los servicios ecosistémicos trascienden de manera negativa y directamente al brindar bienes y servicios, como consecuencia está la reducción de pérdida de bienestar. Es por esta razón que se justifica en los enfoques; ambiental, social y económico. El enfoque ambiental aporta a la solución de las problemáticas del Parque Otomí - Mexica para conceptualizar la relación de la sociedad, entorno y cultura. El enfoque social es aborda la interacción entre el sujeto y el medio, para lograr una integración. El enfoque económico porque, parte del desarrollo sustentable, además de satisfacer las necesidades del presente y del futuro. El cual aportará

un beneficio a la sociedad. Los resultados derivados de esta investigación se apoyarán de un enfoque político ya que ayudará a priorizar las políticas ambientales de protección, conservación, restauración y aprovechamiento con la finalidad de garantizar la continuidad de los procesos ecológicos y asegurar la provisión de servicios ambientales para futuras generaciones. Con el propósito de lograr un equilibrio en el desarrollo sustentable de dicha investigación.

CONSIDERACIONES TEÓRICAS

La renovación conceptual y metodológica en la que se ubica la presente investigación es la siguiente:

Esta investigación se aborda con base en el marco conceptual del ordenamiento del territorio (OT) desde una perspectiva de una política de estado e instrumento de planeación del desarrollo, dirigido a “orientar del desarrollo del territorio y regular la utilización, transformación y ocupación del espacio...” Su finalidad, por tanto, está dirigida a contemplar la planeación económica y social bajo la dimensión territorial, que consiste en racionalizar las intervenciones sobre el territorio y orientar su desarrollo y aprovechamiento sostenible (Sánchez Mazo, L. & Gutiérrez Tamayo, A. 2011).

Se basa en un enfoque sistémico, ya que supone superar la perspectiva en la que la unidad de análisis, en este caso un área natural protegida, es considerada como el núcleo en torno al cual giran todos los procesos (captura de carbono, retención de suelos y recarga de acuíferos), y se acepta que dicha unidad está integrada en una jerarquía de sistemas complejos e interrelacionados. Se enfoca así mismo desde una perspectiva histórica, ya que estudia un periodo determinado de tiempo, de tal forma que ambas perspectivas orientan la proyección espacial de las políticas sociales, económicas, ambientales y culturales de la sociedad, buscando un nivel de vida adecuado para la población y la conservación del ambiente (FAO, 2020).

Los enfoques metodológicos desde los que se abordan las etapas del estudio son las siguientes: Es una investigación sistémica integral, ya que se estudia al territorio como un todo; los distintos componentes (población, actividades económicas y recursos naturales) están estrechamente vinculados y se analizan

integralmente teniendo en cuenta el funcionamiento y las relaciones que existen entre ellos. El estudio es prospectivo, ya que de acuerdo con la metodología del OT incluye una visión del futuro deseado y posible. Se desarrolla desde un enfoque interdisciplinario ya que se incluye un abordaje desde múltiples perspectivas y con el aporte de diferentes disciplinas; y busca la sustentabilidad porque su fin último es mejorar la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras (Méndez, Casariego H., 2014).

El Ordenamiento Territorial aporta en lo siguiente:

El Parque Otomí Mexica es un área natural protegida (ANP) de gran relevancia en el Estado de México, y constituye un territorio prioritario para ser incluido en el OT, por lo que se considera necesaria la distribución territorial equitativa y eficiente de cada ecosistema, así como de los asentamientos humanos, dentro del Parque. Al ser incluido en el OT se propicia el uso inteligente y justo del territorio, aprovechando oportunidades, reduciendo riesgos, protegiendo los recursos en el corto, mediano y largo plazo y repartiendo de forma racional los costos y beneficios del uso territorial.

El proceso de ordenamiento territorial en la zona de estudio consiste en mitigar y prevenir los conflictos entre actividades humanas y su impacto ambiental, así como en orientar el uso adecuado de los recursos naturales de acuerdo con sus potencialidades y limitaciones, contribuyendo así al manejo sustentable del ANP.

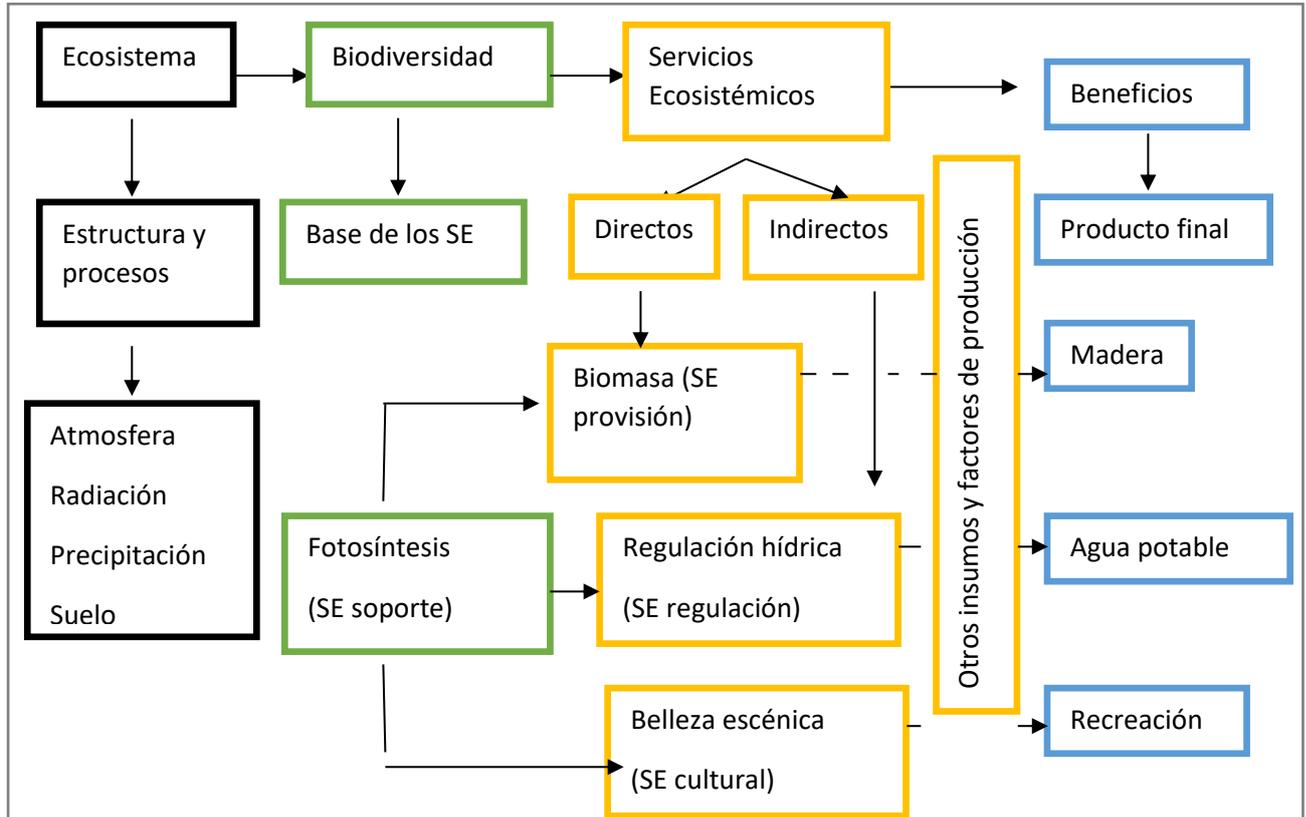
Los Servicios Ecosistémicos desde una perspectiva ambiental se aborda de la siguiente manera:

“Los servicios ecosistémicos (SE) son aquellos que fluyen de los activos naturales (agua, plantas, suelo, animales, atmósfera) para proporcionar al humano beneficios ecológicos, culturales y económicos De Groot, et al., (2002). Son el resultado de interacciones complejas entre las especies y de éstas con los componentes abióticos” (García, 2019, 55).

“Para Nahuelhual y Núñez, (2011) la relación entre diversidad biológica y SE dista de ser simple, sin embargo, es la base de una gama de servicios (figura 1). Por ello, Flombaum y Sala, (2011) consideran que la biodiversidad juega un papel importante en los ciclos biogeoquímicos, uno de los más importantes el del

carbono debido a la magnitud de los flujos entre sus componentes. Un proceso fuertemente vinculado a éste es la producción neta primaria o simplemente productividad, que se refiere a la biomasa (Chapin, et al., 2002)”, (García, 2019, 55).

Figura 1. Procesos del ecosistema, servicios ecosistémicos y beneficios



Fuente: Nahuelhual y Núñez, 2011 (en García, 2019, p. 55)

El concepto de servicio ecosistémico según (García, 2019, p. 55) “fue descrito por primera vez en 1970 en el informe Study of critical environmental problems, donde se menciona como “función ecosistémica” (Nahuelhual y Núñez, 2011). Más tarde Ehrlich, et al., (1978) emplearon el término “funciones del ambiente global para la provisión de servicios públicos”. Tiempo después Ehrlich y Mooney, (1983) lo simplificaron a “servicio ecosistémico”. Es hasta 1997 cuando Daily, (1997) y Costanza, et al., (1997) propusieron los primeros listados. Posteriormente, De Groot, et al., (2002) plantearon cuatro categorías para agrupar funciones y servicios ecosistémicos. Dicha taxonomía fue reconocida por la MEA Millennium Ecosystem Assessment, (2005), la cual es la clasificación más reconocida y usada en todo el mundo”. En la tabla, 1 se muestra la clasificación de los servicios ecosistémicos.

Tabla 1. Clasificación de los servicios ecosistémicos

Costanza, et al., (1997) Realizan listado	De Groot, et al., (2002). Agrupan los Servicios	MEA (2005). Clasificación más aceptada
Oferta de agua Producción de alimentos Materias primas Regulación de gases Regulación de clima Regulación de disturbios Regulación hídrica Control de erosión Control biológico Tratamiento de desechos Recreación Formación de suelo Ciclaje de nutrientes Recursos genéticos Polinización Refugio y hábitat	Producción Alimentos, materias primas, recursos genéticos y medicinales. Regulación De gases, del clima, hídrica, prevención de disturbios, previsión de agua, formación de suelo, ciclo de nutrientes, tratamiento de residuos, polinización, control biológico. Información Estética, recreación, ecoturismo, inspiración cultural y artística, espiritual e histórica, científica y educacional. Hábitat Refugio, protección	Provisión Alimentos, recursos ornamentales y genéticos, medicinas naturales y fibras. Regulación Calidad del aire, del clima, del agua, de la erosión, de enfermedades, polinización, control biológico, tratamiento de residuos, ciclo de nutrientes. Culturales Diversidad cultural, valores religiosos, espirituales, educativos y estéticos, recreación y ecoturismo, sistemas de conocimiento. Soporte Formación de suelo, fotosíntesis, producción primaria, ciclo de nutrientes, ciclo del agua.

Fuente: Nahuelhual y Núñez, 2011 (en García, 2019, p. 54)

“El Área Natural Protegida Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala-La Bufa denominado Parque Otomí-Mexica del Estado de México, es el ANP con mayor extensión territorial dentro del Estado de México (105,875 has), su territorio divide la Zona Metropolitana del Valle de México, de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca y Cuernavaca” (GEM, 1980 y CEPANAF, 2018 en Villegas, 2020, p. 3).

“El Parque Otomí-Mexica del Estado de México, se encuentra ubicado en la región fisiográfica Eje Neovolcánico conocido también como Sierra Volcánica Transversal, en la zona centro de la República Mexicana”, (Villegas, 2020, p.61)

Áreas naturales con las mismas características.

Las características de las Áreas Naturales Protegidas son para asegurar un equilibrio para tener una continuidad en los procesos evolutivos y ecológicos.

“Salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres de las que depende la continuidad evolutiva; así como asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional, en particular preservar las especies que están en peligro de extinción, las

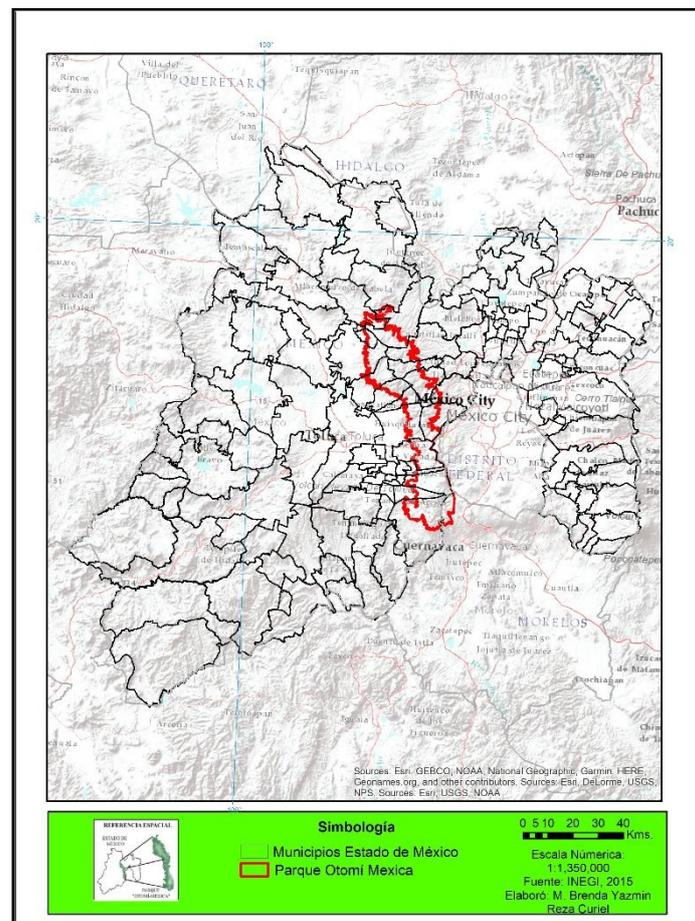
amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial”, (CEMDA, 2015, p. 5)

Por las características antes citadas es que se consideró el decreto del Parque Estatal Otomí - Mexica como ANP. Es importante el manejo de estos ambientes, toda vez que los procesos que ocurren al interior y exterior de éstos coadyuvan en la retención de humedad, infiltración y recarga de acuíferos, generación de microclimas, producción de carbono y oxígeno, además, mitigan los efectos de los contaminantes atmosféricos, ruidos y vibraciones (Baró y Gutiérrez, 2017, p. 12).

Ubicación del área de estudio Parque Otomí – Mexica Estado de México.

En la figura, 2, se observa la Ubicación Geográfica del Parque Otomí – Mexica Estado de México, el cual está localizado en el contexto geográfico del centro de México, donde convergen, la Zona Metropolitana del Valle de México, la Zona Metropolitana del Valle de Toluca y la Zona Metropolitana de Cuernavaca. Sus coordenadas geográficas extremas son: 18° 59' 59.57" - 19° 45' 19.34" de latitud norte y 99° 20' 21.75" - 99° 32' 01.41" de longitud oeste. Tiene una superficie aproximada de 105, 875 hectáreas, que se encuentran distribuidas espacialmente en 17 municipios del Estado de México: Chapa de Mota, Huixquilucan, Isidro Fabela, Jilotzingo, Jiquipilco, Lerma, Naucalpan, Nicolás Romero, Ocoyoacac, Ocuilan, Otzolotepec, Morelos, Temoaya, Tianguistenco, Villa del Carbón, Xalatlaco y Xonacatlán.

Figura 2. Ubicación Geográfica del Parque Otomí – Mexica del Estado de México



Fuente: Elaboración propia con base en el INEGI, (2015)

El Objetivo de Desarrollo Sostenible que se desarrolla en esta investigación es la siguiente:

Esta investigación contribuye con el Objetivo del Desarrollo Sostenible 15, el cual asume “proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas, efectuar una ordenación sostenible de los bosques, luchar contra la desertificación, detener y revertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de diversidad biológica” (González Dávila G., 2020). El estudio de los Servicios Ecosistémicos en el Parque Otomí Mexica del Estado de México contribuye a la sustentabilidad ambiental y aumenta la resiliencia para su conservación y preservación del medio ambiente, ya que propone a la sociedad el uso consiente y responsable de sus recursos sin agotar su capacidad de renovación.

Las metas específicas, o bien los Objetivos de Desarrollo Sostenible que complementan son los siguientes:

En particular el estudio se relaciona con las metas específicas 15.1, 15.2 y 15.5 que proponen: 15.1) velar por la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y los servicios que proporcionan; 15.2) promover la gestión sostenible de todos los tipos de bosques, poner fin a la deforestación, recuperar los bosques degradados e incrementar la forestación y la reforestación a nivel mundial; 15.5) adoptar medidas urgentes y significativas para reducir la degradación de los hábitats naturales, detener la pérdida de la diversidad biológica y proteger las especies amenazadas y evitar su extinción (Agenda 2030, 2017).

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible aportan en lo siguiente:

Esta investigación está enfocada a cuantificar y ubicar los Servicios Ecosistémicos del Parque Otomí Mexica del Estado de México, desde un enfoque diagnóstico y prospectivo que sienta las bases para establecer estrategias contra la degradación de la tierra y a detener la pérdida de biodiversidad, ya que estos servicios son fundamentales para el bienestar humano y ambiental. El estudio aporta fundamentos para el resguardo de la captura de carbono, la retención del suelo y la recarga de acuíferos en los ecosistemas terrestres, que son de vital importancia para preservar los hábitats que aportan cada servicio ecosistémico.

METODOLOGÍA

A continuación, se describen las etapas metodológicas de la investigación.

Primera etapa metodológica. Identificación de los ecosistemas presentes en el Parque Otomí Mexica.

“Un ecosistema es el conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico, mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes. Las especies del ecosistema incluyendo bacterias, hongos, plantas y animales

dependen unas de otras. Las relaciones entre las especies y su medio resultan en el flujo de materia y energía del ecosistema”, (CONABIO, 2019).

Caracterización geográfica ambiental del parque Otomí Mexica.

Comprende todas las actividades asociadas con la descripción cuantitativa, cualitativa de los rasgos homogéneos que predominan en el Parque Otomí – Mexica como son; ubicación, tipo de roca, hidrología, temperatura máxima y mínima, uso de suelo, clasificación de roca, era geológica. Con la finalidad de dar a conocer la región estudiada.

En esta etapa el método consiste en clasificar y tipificar las características geográficas y ambientales presentes en el parque Otomí – Mexica, se cuantifican y fotointerpretan cartográficamente las características, y se ubican espacialmente estas características. Las variables para analizar son los tipos de características, el área superficial (hectáreas) que ocupa cada característica, y la dirección geográfica de las características físicas, sociales y económicas. El porcentaje y tipo de cada característica, permite la construcción del mapa de la caracterización geográfica ambiental del Parque Otomí – Mexica.

Identificación de los usos del suelo presentes en el parque Otomí Mexica.

Se da a conocer una representación de cómo está estructurada la distribución del suelo, es una aproximación de la realidad del terreno, la representación cartográfica de los suelos de un territorio determinado constituye una visualización de las propiedades intrínsecas de los suelos y la delimitación de su ámbito concreto de distribución.

La expresión cartográfica de esta información constituye un notable esfuerzo de síntesis y concreción. Los usos del suelo deben integrar de una manera armónica la escala de trabajo, la cantidad de información que se debe representar, la calidad en la definición y delimitación de unidades y la capacidad de interpretación de los usuarios de la información.

Para esta etapa el método se fundamenta en clasificar y tipificar los usos de suelo de la serie III de INEGI, se cuantifican, fotointerpretan cartográficamente y se ubican espacialmente los usos de suelo. Las variables para considerar son los tipos de uso de suelo el área superficial que ocuparán y la dirección geográfica. En cuanto al porcentaje y tipo de uso de suelo permite la elaboración del mapa de uso de suelo del Parque Otomí Mexica.

Identificación de los tipos de vegetación presentes en el Parque Otomí Mexica.

“La vegetación ha sido conceptualizada bajo diferentes criterios, como es el caso de Rzedowski (1978), que hace un análisis de la clasificación propuesta por Leopold (1950) así como Miranda y Hernández-X. (1963), Flores et al. (1971), las cuales se basan en la fisonomía y formas de vida de las especies dominantes. En cuanto al grado de especificación, la clasificación de Rzedowski permite distinguir detalladamente los tipos de vegetación, definidos de acuerdo con sus rasgos fisonómicos, de naturaleza florística y también, de acuerdo con el ambiente, (INEGI, 1988)” (CONABIO 2019, p. 70)

En la siguiente etapa el método consiste en clasificar y tipificar los tipos de vegetación de la serie III de INEGI; se cuantifican y fotointerpretan cartográficamente los tipos de vegetación y se ubican espacialmente. Las variables para analizar son los tipos de vegetación, el área superficial, la dirección geográfica de cada tipo de vegetación. El porcentaje y tipo de vegetación permite la construcción del mapa de tipo de vegetación en el Parque Otomí Mexica.

Identificación de los ecosistemas presentes en el parque Otomí Mexica.

Para identificar los ecosistemas se necesita de su ubicación para ello está la Dirección Geográfica de los Ecosistemas como son:

- 1) Latitud: hace referencia a la posición geográfica con relación al meridiano donde el ecosistema se encuentra ubicado. De esto depende si el ecosistema tendrá un clima frío (ubicado cerca de los polos) o cálido (cerca de la línea ecuatorial).
- 2) Altitud: otro factor característico está determinado por la altitud pues a mayor altura, mayor cantidad de precipitaciones y menores temperaturas.

Otro factor es la cuantificación el cual es dado por la diversidad en el cual ciertos ecosistemas pueden presentar gran diversidad de especies mientras que otros se limitan a unas pocas.

Si un ecosistema permite la convivencia de muchas especies, se dice que es de gran diversidad. Por lo contrario, si aloja escasa cantidad de especies, se dice que es de poca diversidad.

Los ecosistemas presentes de la serie III (INEGI, 2002), para el Parque Otomí – Mexica son los siguientes: agricultura de riego, agricultura de temporal, asentamiento humano, bosque de pino, bosque de encino, bosque de oyamel, bosque pino-encino, bosque mesófilo de montaña, pastizal inducido, a partir de ellos se determinarán los tipos de vegetación y ocupación del suelo.

En esta etapa el método consiste en clasificar y tipificar los ecosistemas, se cuantifican y fotointerpretan cartográficamente, además de que se ubican espacialmente los ecosistemas. Las variables para analizar son los tipos de ecosistemas, el área superficial y la dirección geográfica del ecosistema. El porcentaje y tipo permite la elaboración del mapa de ecosistema del Parque Otomí Mexica.

Segunda etapa metodológica. Caracterización y cuantificación de la distribución espacial de los servicios ecosistémicos.

Almacenamiento de carbono.

Para estimar la cantidad de carbono consiste en las siguientes etapas: 1) Clasificación y tipificación de los ecosistemas presentes en el Parque y cuantificación del área ocupada por cada ecosistema mediante fotointerpretación cartográfica; 2) Delimitación y ubicación espacial de cada tipo de ecosistema; 3) Cálculo de la cantidad de carbono capturado en cada ecosistema, a partir de la superficie de cada ecosistema y la captura de carbono calculado por (CONAFOR, et al., 2015); para representar la tendencia de distribución y cuantificación de la distribución espacial del servicio ecosistémico almacenamiento de carbono.

Retención de suelo

Se estima de erosión hídrica mediante ecuación RUSLE. La erosión hídrica en el Parque Otomí-Mexica se tomará como una variable como se muestra en la (tabla, 2).

Tabla 2. Asignación de valor para textura de suelo (RUSLE)

Elementos	Escala	Fuente
Precipitación Temperatura		ERIC III, 19 estaciones con un lapso de 30 años (1980-2010)
Edafología	1:50,000	Cartas analógicas E14A36, E14A37, E14A46, E14A47 E14A56 y E14A57
Uso de suelo y vegetación	1:50,000	Cartas analógicas E14A36, E14A37, E14A46, E14A47 E14A56 y E14A57
Longitud de la pendiente y Exposición	Resolución 15m x 15m	Continuo de elevación mexicano (CEM 3.0), INEGI, 2013

Fuente: elaboración propia a partir de INIFAP, (2011), (2012), (2013), (2014) en (Torres, 2018, p. 72).

Es un modelo de parámetros agrupados para calcular la erosión de tipo laminar y/o en surcos, donde se hace uso de información sobre suelos, cultivos, pendientes, manejo, precipitación pendiente y exposición.

“**Factor R.** Se utiliza la capa base de isoyetas generada para el modelo de requerimientos agroecológicos, aplicando la fórmula del Factor R” (Torres, 2018, p. 72).

Aplicar la fórmula del factor R

$$R = 0.0483 Pa^{1.610} \quad Pa \leq 850 \text{ mm} \quad (2.4)$$

$$R = 587.8 + 1.249 Pa + 0.004105 Pa^2 \quad Pa > 850 \text{ mm} \quad (2.5)$$

Dónde:

R= factor de erosividad (MJ mm/ ha hr año)

Pa= precipitación total anual (mm)

“**Factor K.** Se elabora mediante el uso del monograma propuesto por la FAO (2006), un valor por unidad de suelo y textura superficial, utilizando los grupos de textura: fina, media y gruesa”, (Torres, 2018, p. 72).

Procedimiento:

- Ubicar unidad de suelo
- Identificar la clase de textura o texturas que presenta la unidad o grupo
- Asignar el valor de acuerdo con la relación unidad de suelo-tipo de textura correspondiente

“**Parámetro C.** el parámetro se determina en función de la cobertura de suelo presente, se realizará la asignación de valores con la ayuda de tablas para cada cobertura descrita en el manual”, (Torres, 2018, p. 72).

Parámetro P. Para representar las prácticas de conservación de suelo es necesario investigar si en el Parque Otomí-Mexica se llevan a cabo este tipo de

instrumentos, en caso contrario se genera cartografía de la zona con un solo valor.

Parámetros de los valores numéricos: se emplea subunidades territoriales donde se toma en cuenta el área y la resolución del píxel.

Parámetros de pendiente y exposición. Serán elaborados con base en las subunidades territoriales empleando diferentes módulos (aspect, slope).

“Longitud de la pendiente máxima: se obtiene multiplicando el valor del tamaño del píxel por un factor numérico. Para obtener el resultado final son multiplicados los factores anteriores con la finalidad de definir la tasa de erosión en corto tiempo”, (Torres, 2018, p. 75).

En esta etapa el método consiste en cuantificar y tipificar el servicio ecosistémico de regulación retención de suelo, se ubican espacialmente la retención de suelo. Las variables para analizar son el factor r, factor k, parámetro c, parámetro p, parámetro de los valores numéricos, parámetro de pendiente y exposición, longitud de la pendiente máxima, dirección geográfica de la retención de suelo. La ecuación RUSLE y tipo, permite la elaboración del mapa de retención de suelo.

Recarga de acuíferos

Balance de Suelos

El potencial de las aguas subterráneas de un acuífero representa la máxima cantidad de agua a sustraer del acuífero, para que no sea sobreexplotado. Dicho potencial se estima mediante la recarga al acuífero, que se determina conociendo en primer lugar, la fracción de lluvia que es interceptada por el follaje. En segundo lugar, se requiere conocer la infiltración del agua de lluvia hacia el suelo, generada por la precipitación que llega a su superficie. En tercer lugar, se debe realizar un balance de suelos, que nos permita estimar el agua que drena del suelo hacia el acuífero, que se encuentra ubicado debajo del suelo.

Infiltración

“Uno de los factores que más influyen en la infiltración de la lluvia en el suelo, es el coeficiente de infiltración debido a la textura del suelo (k_{fc}), que está dado tentativamente por la siguiente ecuación”, (Schosinsky y Losilla, 2000, p.15)

$$k_{fc} = 0,267 \ln(fc) - 0,000154fc - 0,723$$

Donde: k_{fc} [adimensional] = Coeficiente de infiltración (fracción que infiltra por textura del suelo);

f_c [mm/día] = Infiltración básica del suelo.

Cálculo de infiltración pluvial mensual

“En el cálculo de la precipitación que infiltra mensualmente, se han de considerar los siguientes factores: la precipitación mensual, la retención pluvial mensual en el follaje y el coeficiente de infiltración. El cálculo de la precipitación que infiltra mensualmente (P_i) al suelo, está dado por la siguiente ecuación”, (Schosinsky y Losilla, 2000, p. 16)

$$P_i = (C_i)(P-Ret)$$

Donde:

P_i = Precipitación que infiltra mensualmente al suelo en [mm/mes].

C_i = Coeficiente de infiltración [adimensional]

P = Precipitación mensual en [mm/mes] (dato meteorológico).

Ret = Retención de lluvia mensual por follaje en [mm/mes]

En ningún caso el coeficiente de infiltración (C_i) ha de ser mayor de 1, si así fuese, se le asigna a C_i el valor de 1.

Balance del suelo

Para el balance del suelo, en primera instancia se requiere la infiltración mensual al suelo, generada por la lluvia. Dicho cálculo se obtiene de acuerdo con el apartado de “Infiltración” descrito anteriormente. Posteriormente, es necesario conocer la capacidad de campo y punto de marchitez del suelo. Estos valores, se obtienen directamente del laboratorio de suelos o se estiman mediante la tabla 3. También es necesario conocer la profundidad aproximada de las raíces extractoras de agua, en la zona donde se ha de realizar el balance. O sea, el balance se realizará en un prisma rectangular, que tiene en la cara superior un cuadrado de 1 metro de lado y de profundidad, la de las raíces, con capacidad.

Tabla 3. Punto de marchitez permanente y capacidad de campo en porcentaje por peso de suelo seco de diferentes texturas de suelos

Textura de suelo	PMP%	CC%	Densidad aparente (g/cm ³)
Arenoso	2-6	6-12	1,55-1,80
Franco-arenoso	4-8	10-18	1,40-1,60
Franco	8-12	18-26	1,35-1,50
Franco- arcilloso	11-15	23-31	1,30-1,40
Arcillo-arenoso	13-17	27-31	1,25-1,35
Arcilloso	15-19	31-39	1,20-1,30

Fuente: Schosinsky y Losilla, (2000, p.18)

Recarga al acuífero

“Para ser consistente con las unidades de los parámetros que se utilizan en adelante, tal como capacidad de campo, punto de marchitez, humedad del suelo, precipitación y evapotranspiración se utilizarán unidades en milímetros. Para poder convertir la humedad del suelo, punto de marchitez y capacidad de campo a milímetros, los pasaremos de porcentaje por peso de suelo seco, tal como aparecen en tablas o laboratorio de suelos, a porcentaje por volumen mediante la siguiente ecuación”, (Schosinsky y Losilla, 2000, p.19)

% por volumen = (% por peso de suelo seco) (densidad aparente)

Cuando ocurre la precipitación, el agua que infiltra se acumula en los poros del suelo, para llevarlo a capacidad de campo, que es la máxima acumulación de agua que puede tener un suelo no saturado. Posteriormente, una vez terminado el aguacero, se lleva a cabo la evapotranspiración, tomando las raíces el agua que se encuentra en los poros del suelo. Si la cantidad de infiltración de la lluvia es suficiente para llevar al suelo a capacidad de campo y llenar la necesidad de evapotranspiración, el sobrante del agua que infiltra, percola para recargar al acuífero. Al siguiente coeficiente, contenido en la siguiente ecuación, lo designaremos coeficiente de humedad.

(Ch): $Ch = (\text{humedad de suelo} - \text{punto de marchitez}) / (\text{capacidad de campo} - \text{punto de marchitez})$

Milímetros de agua = (% de humedad por volumen) (profundidad de raíces en mm)

Al iniciar un mes cualquiera, el suelo con una humedad inicial (HSi). Si no existiese evapotranspiración, la precipitación que infiltra (Pi) vendría a aumentar la humedad en el suelo, permitiendo una mayor evapotranspiración. Si no consideramos la evapotranspiración, el coeficiente de humedad, al final del mes, sería (C1):

$$C1 = (HSi - PM + Pi) / (CC - PM)$$

Donde:

C1 = Coeficiente de humedad al final del mes antes de que ocurra la evapotranspiración.

hsi = humedad al inicio del mes, humedad de suelo inicial en [mm].

PM = Punto de marchitez en [mm].

Pi = Precipitación que infiltra en [mm/mes].

$CC = \text{Capacidad de campo en [mm]}$.

Cálculo de recarga potencial al acuífero.

“La recarga al acuífero se lleva a cabo, si la cantidad de agua que infiltra es suficiente para llevar al suelo a capacidad de campo y además satisfacer la evapotranspiración de las plantas. El agua sobrante, una vez satisfecha la capacidad de campo y la evapotranspiración, es la que recarga al acuífero”, (Schosinsky y Losilla, 2000, p.21)

Para esta etapa el método consiste en cuantificar y fotointerpretar cartográficamente el servicio ecosistémico de regulación recarga del acuífero, se cuantifican y fotointerpretan cartográficamente la recarga del acuífero. Las variables a analizar son la humedad al inicio del mes (hsi), punto de marchitez, (pm), precipitación que infiltra (pi), capacidad de campo, (cc), coeficiente de infiltración por textura de suelo (kfc), infiltración básica del suelo (fc), fracción que infiltra por efecto de pendiente (kp), fracción que infiltra por efecto de cobertura vegetal (kv), fracción que infiltra por textura del suelo (kfc), cálculo de la retención mensual de lluvia por follaje (P)(Cfo), coeficiente de infiltración por textura de suelo (kfc), coeficiente de infiltración del suelo (Ci). El coeficiente de humedad, la infiltración del agua, el coeficiente de infiltración y el balance de suelo, permiten la construcción del mapa de recarga del acuífero.

Tercera etapa metodológica. Modelación de los escenarios futuros de los servicios ecosistémicos.

La siguiente investigación se realiza en el software SPSS, una de las razones más importantes para realizar el análisis de las series temporales es intentar prever los valores futuros de la serie.

Un modelo de la serie que explique los valores pasados también puede predecir si aumentarán o disminuirán los próximos valores y en qué medida lo harán. Cada campo de serie temporal contiene los datos para una sola serie temporal. Esta estructura es la estructura tradicional de los datos de serie temporal, tal como se utiliza en el procedimiento del modelador de series temporales, el procedimiento de descomposición estacional y el procedimiento de diagramas espectrales. Por ejemplo, para definir una serie temporal en el Editor de datos, pulse en la pestaña Vista de variables e introduzca un nombre de variable en

cualquier fila vacía. Cada observación de una serie temporal se corresponde con un caso (una fila del Editor de datos).

Si abre una hoja de cálculo que contiene datos de series temporales, cada serie se deberá organizar en una columna en la hoja de cálculo. Si tiene ya una hoja de cálculo con una serie temporal organizada en filas, puede abrirla de todas formas y usar Transponer desde el menú Datos para voltear las filas en columnas.

El procedimiento estadístico, es el siguiente:

Definir fecha

Definir fecha, (en el menú Datos) genera las variables de fecha que se utilizan para establecer la periodicidad y para distinguir entre periodos históricos, de validación y de predicción. Predicciones está diseñado para trabajar con las variables creadas por el procedimiento Definir fechas.

El procedimiento Crear serie temporal (del menú Transformar) crea nuevas variables de series temporales como funciones de variables de series temporales existentes. Se incluyen aquí funciones que utilizan observaciones vecinas para el suavizado, el promedio y la diferenciación.

El procedimiento Reemplazar valores perdidos (del menú Transformar) reemplaza los valores perdidos del sistema y los valores perdidos del usuario por estimaciones basadas en uno de varios métodos. Los valores perdidos al principio o fin de una serie no suponen un problema especial; sencillamente acortan la longitud útil de la serie.

Estimación curvilínea → *guardar variable* → *predecir hasta*

Período de estimación. El período de estimación define el conjunto de casos utilizados para volver a estimar los parámetros del modelo. De forma predeterminada, el período de estimación incluye todos los casos del conjunto de datos activo. Para establecer el periodo de estimación, seleccione Basándose en el rango del tiempo o de los casos en el cuadro de diálogo Seleccionar casos. Según los datos disponibles, el período de estimación utilizado por el procedimiento puede variar según el modelo y, por consiguiente, ser distinto del valor mostrado. Para un modelo determinado, el período de estimación real es el período restante tras eliminar de todos los valores perdidos contiguos, de la variable dependiente del modelo, que aparecen al principio o al final del período especificado.

Seleccionar variable dependiente y seleccionar modelos

La variable dependiente en este caso es una serie temporal, lo que significa que cada caso representa un punto del tiempo, los casos son consecutivos separados por un intervalo de tiempo constante. Posteriormente al seleccionar el modelo crea modelos de series temporales y genera predicciones.

Los modelos que se presenta de regresión son nueve tipos: cúbico, compuesto, exponencial, cuadrático, crecimiento, lineal, inverso, logarítmico, potencia, cada uno es diferente y esto es porque cuentan con una velocidad de ritmo diferente. Se muestra la etapa metodológica aplicada para: modelar los escenarios futuros de los servicios ecosistémicos.

En esta etapa el método consiste en clasificar y tipificar la modelación de escenarios de los servicios ecosistémicos, se cuantifican, fotointerpretan cartográficamente y se ubican espacialmente. Las variables para analizar son los de tipo de ecosistemas en Sistemas de Información Geográfica para análisis retrospectivo y prospectivo, el área superficial y dirección geográfica de los ecosistemas. El tipo de modelación de escenario permite la elaboración del mapa de escenarios futuros de los servicios ecosistémicos.

Cuarta etapa metodológica. Propuesta teórico- metodológico para el estudio de los servicios ecosistémicos de regulación en áreas naturales protegidas.

En la última etapa el método es teórico y metodológico. Las variables para analizar son nominales, ordinales, dependientes estadísticos, independientes e hidroclimáticos. Lo que permite la construcción de la propuesta teórico- metodológico para el estudio de los servicios ecosistémicos de regulación en áreas naturales protegidas.

En la figura, 3 se muestran las premisas teóricas que se consideran en la investigación y son las siguientes:

Figura 3. Premisas teóricas



Fuente: Elaboración propia, (2019)

Sistemas Complejos

La Teoría de Sistemas Complejos propuesta por (García, 2006, p.39) “Se trata, en primera instancia, de una metodología de trabajo interdisciplinario, pero es, al mismo tiempo, un marco conceptual que fundamenta, sobre bases epistemológicas, el trabajo interdisciplinario”.

Ahora bien, desde esta perspectiva, (García, 2006, p. 39) introduce el concepto de Sistema Complejo (SC), como “el ecosistema natural que ha sufrido la acción del hombre, ya sea por la explotación de sus recursos renovables o no-renovables (agrosistemas e industrias extractivas), o bien por la instalación de asentamientos humanos de diversos tipos incluyendo las grandes urbanizaciones y las obras de infraestructura, supone la consideración del conjunto de los elementos que intervienen en tales procesos”

Postura filosófica del estoicismo para el estudio de los Servicios Ecosistémicos de regulación.

Corriente fundada por Zenón de Citio, se extendió durante seis siglos (a. IV a.C- II d.C.). Según Zenón, el curso de la vida está determinado por las leyes de la

naturaleza que se repiten cíclicamente. La única forma de alcanzar la felicidad es vivir conforme a la naturaleza.

Según Parra, (2000, p.29). “Considera que todo acto humano debe realizarse a partir de un principio que guíe toda acción; el tacto, es decir, lo que resulte racionalmente más adecuado para alcanzar el fin último de éste. Sin embargo, las acciones humanas pueden contravenirse con su naturaleza, esto es, que las acciones están dependiendo de un conjunto de causas que los estoicos denominan destino”.

“Los estoicos trataron de fijar como filosofía moral una serie de valores y principios de conducta que estuvieron tan seguramente fundados como las leyes de la naturaleza de donde las hacían derivar”, (Parra, 2000, p.29).

Escuela del pensamiento ecológico en las Ciencias Sociales aplicado a los Servicios Ecosistémicos.

La cual considera la parte ambiental y es el desarrollo sustentable, su primer hito fue la Conferencia de Estocolmo, cuya declaración contiene los principios básicos del desarrollo sustentable: el crecimiento económico, la innovación tecnológica, la transferencia de tecnología del Norte al Sur, mejor manejo de recursos naturales, la reducción de la tasa de crecimiento de la población mundial, la cooperación internacional y la elaboración de las leyes ambientales. A demás la conferencia de Estocolmo dio lugar al Programa de las Naciones Unidas para la Protección del Medio Ambiente (PNUMA), cuyo propósito es el de coordinar programas ambientales entre el sistema de las Naciones Unidas y promover una cooperación internacional sobre cuestiones ambientales, (Tetreault, 2008, p. 230)

Los Servicios Ecosistémicos como agentes de resiliencia socioambiental

El beneficio de los servicios ecosistémicos como agentes de resiliencia socioambiental es utilizado para la capacidad de resistir un impacto y permanecer en estado de equilibrio dinámico como la expresa la siguiente cita textual.

“En la actualidad, el abordaje de la resiliencia desde el ámbito biológico ha aumentado, debido a la búsqueda de mecanismos de adaptación al entorno por parte de las personas.

En este sentido la resiliencia socioambiental se entiende como la capacidad de un objeto o sistema biológico de resistir un impacto y permanecer en estado de equilibrio dinámico” (Tilman, et al., 2006 en García, 2019 p. 52).

De acuerdo con “Allison y Martiny, 2008 en García, 2019, p. 52) a medida que aumenta la diversidad biológica, un ecosistema puede ser resiliente. Dichos autores proponen que la biodiversidad amortigua las variaciones ambientales, ya que las especies tienen distinta capacidad de crecimiento ante diferentes condiciones climáticas; por ejemplo, algunas plantas resistirían condiciones de sequía y dominarían años secos, otras por el contrario aprovecharían la abundancia de humedad”.

Disciplinas que sustentan la investigación

a) Ciencias Ambientales como disciplina integradora

Las Ciencias Ambientales como disciplina integradora. Según (Bocco, 2010, p. 31) menciona “una definición de trabajo, el autor propone de manera simple que las Ciencias Ambientales tienen por objeto el estudio del ambiente y de nuestro rol (como sociedad) en él. Analiza las interacciones entre los componentes físicos, químicos y biológicos del ambiente, aunque más específicamente el impacto de la actividad humana sobre el mismo, así como los efectos en los organismos”.

b) Teoría de Sistemas Complejos para el análisis de los Servicios Ecosistémicos
Se trata, en primera instancia, de una metodología de trabajo interdisciplinario, pero es, al mismo tiempo, un marco conceptual que fundamenta, sobre bases epistemológicas, el trabajo interdisciplinario, (García, 2006, p. 39).

Ningún sistema está dado en el punto de partida de la investigación. El sistema no está definido, pero es definible. Una definición adecuada sólo puede surgir en el transcurso de la propia investigación y para cada caso particular. La información anterior no constituye una proposición metodológica, aunque las implicaciones metodológicas son obvias. Su fundamentación es estrictamente epistemológica. En efecto, la afirmación allí contenida es antiempírica, en tanto niega que las características del sistema estén dadas y sean accesibles a la experiencia directa de cualquier "observador neutro", (García, 2006, p. 40).

Prospección de los Servicios Ecosistémicos

“La prospección se realiza desde el pasado, pasando por el presente para llegar a un futuro. La prospectiva es el análisis del estado futuro el cual puede ser corto

(5 a 10 años), medio (15 a 20 años) y largo plazo (30 a 50 años). Depende el territorio de estudio; ya que existen diferentes escalas: estatal, regional, local. Dicha investigación aplicará un estudio regional. El escenario que se ocupará para dicha investigación es el estratégico deseable y posible (imagen objetivo)", (Gutiérrez, 2013, p. 79)

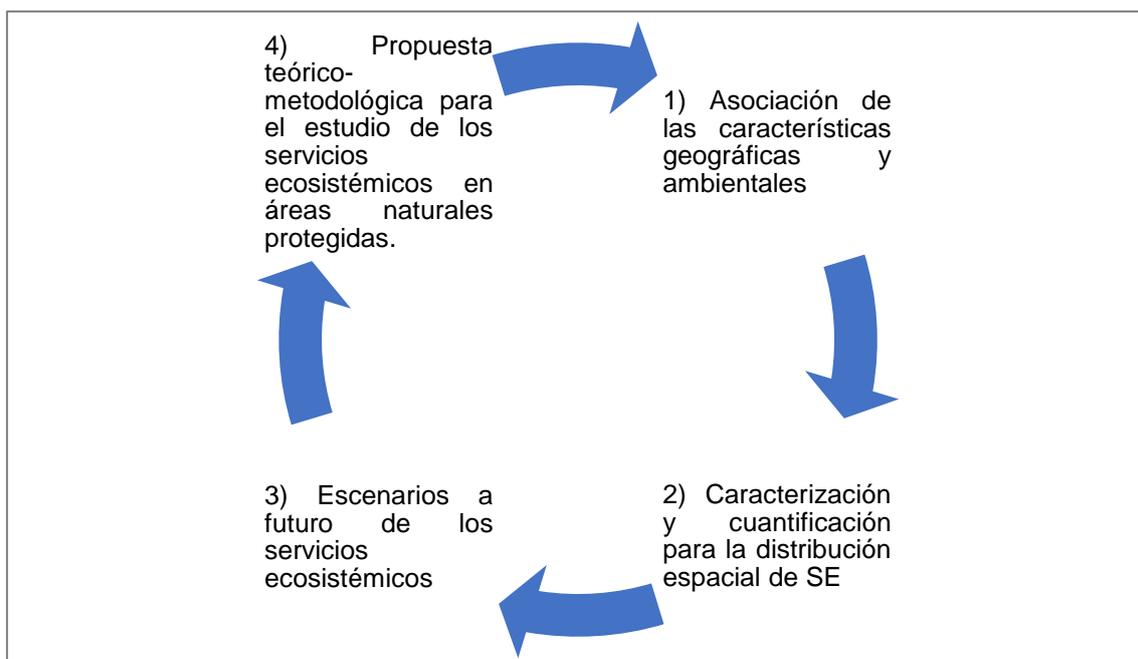
Prospectiva y modelado

Prospectiva es una actuación crítica y creativa, caracterizada por plantear opciones o alternativas de solución a los problemas suscitados por una situación. Modelo: "es la representación de la realidad del territorio. Modelar es desarrollar una descripción lo más exacta posible de un sistema y de las actividades llevadas a cabo en él. También la caracterización y el diagnóstico son modelos. En la fase del modelado se determina un destino para las UGAs. Existen tres tipos de propuestas: Generales, Programáticas y Estratégicas", (Gutiérrez, 2013, p. 80)

Propuesta Metodológica

La propuesta Metodológica está integrada a partir de las siguientes premisas metodológicas como se muestra en la (figura, 4). El método que se aplica es: clasificar - tipificar, cuantificar – fotointerpretar y ubicar espacialmente.

Figura 4. Premisas metodológicas



Fuente: elaboración propia, 2020.

1. Caracterización y cuantificación para la distribución espacial de los servicios ecosistémicos.

Se calcula el almacenamiento de carbono, a partir de la multiplicación del área de cada ecosistema por el índice de carbono.

2. Escenarios a futuro de los servicios ecosistémicos

Los escenarios a futuro se analizarán mediante un modelo que explica los valores pasados es decir que predice si aumentará o disminuirá los próximos valores y en qué medida lo hará. Cada campo de serie temporal contiene los datos para una sola serie temporal. Se realiza mediante el diseño y análisis de escenarios de cambios de usos del suelo, uso actual y potencial del territorio, usos adecuados e inadecuados del territorio y la zonificación ambiental del territorio.

3. Propuesta teórica metodológica para el estudio de los servicios ecosistémicos en áreas naturales protegidas.

Desde el punto de vista de la disciplina de las Ciencias Ambientales los componentes teóricos son los siguientes: sistemas complejos, postura filosófica del estoicismo para el estudio de los servicios ecosistémicos de regulación, escuela del pensamiento ecológico en las ciencias sociales aplicado a los servicios ecosistémicos, los servicios ecosistémicos como agentes de resiliencia socioambiental, disciplinas que sustentan la investigación a) ciencias ambientales como disciplina integradora, b) teoría de sistemas complejos para el análisis de los servicios ecosistémicos y la prospectiva de los servicios ecosistémicos.

La metodológica parte del método geográfico de la fotointerpretación cartográfica. Cuenta con la aplicación de diferentes métodos como son: clasificar - tipificar, cuantificar – fotointerpretar y ubicar espacialmente. Además de aplicar el método estadístico en el apartado de escenarios a futuro con el software SPSS Statistics para los cambios de usos del suelo, uso actual y potencial del territorio, usos adecuados e inadecuados del territorio y la zonificación ambiental del territorio. También cuenta con un método ecológico el cual consiste en el estudio de los componentes naturales que proveen los ecosistemas de las ANP ya que, estos son el sustento ambiental, económico, cultural, alimentario y de ocio para los grupos humanos que habitan en estos ambientes.

CONSIDERACIONES FINALES

Esta investigación proporciona metodología para cada objetivo dando como resultado una interacción entre el ser humano, los ecosistemas y los beneficios que proporcionan. En cuanto a la captura de carbono se proporciona una propuesta metodológica para poder reducir las emisiones de CO₂ proporcionadas por las actividades humanas, el suelo del bosque contiene alrededor de dos tercios del carbono en los ecosistemas forestales. Esto fue comprobado ya que, la captura de carbono en el Parque Otomí – Mexica se refleja más en los ecosistemas boscosos. La retención de suelo por medio de la ecuación RUSLE se tomó en cuenta como propuesta ya que estima la erosión del suelo para orientar la introducción de la especie en zonas con presencia de erosión ya que los elementos que toma en cuenta son precipitación, temperatura, edafología, uso de suelo - vegetación y longitud de pendiente que sirve como guía para la toma de decisiones en otras áreas de estudio. En la recarga del acuífero debido al tipo de suelo y textura que presenta el área de estudio y la permeabilidad que predomina favorece a la recarga del acuífero, además de que sirve como un vaso regulador de escurrimientos de agua para evitar inundaciones en las zonas aledañas. Los escenarios futuros analizados en el software SPSS es de suma importancia porque es aquí a donde se percata como han ido cambiando los ecosistemas de igual forma es un beneficio para que nuestra sociedad tome precauciones en la toma de decisiones en los ecosistemas para poder preservarlos. La propuesta teórica - metodológica de los servicios ecosistémicos en el Parque Otomí - Mexica se puede aplicar a otras áreas de estudio, tomando en cuenta sus componentes físicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Agenda 2030, 2017 *Objetivo de Desarrollo Sostenible 15: vida de ecosistemas terrestres* [En línea] Disponible en: <https://www.gob.mx/agenda2030/articulos/15-vida-de-ecosistemas-terrestres> [Consultado 27 de julio de 2020]
- Allison Steven D., y Martiny Jennifer B., 2008. Resistance, resilience, and redundancy in microbial communities. *Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America*, 105, pp.11512-11519
- Baró Suárez E. y Gutiérrez Cedillo J., 2017, *Análisis socioespacial, geográfico, ambiental y ecológico del Parque Otomí – Mexica Estado*, Toluca, México, UAEM.
- Bocco Verdinelli G., 2010. Geografía y Ciencias ambientales: ¿campos disciplinarios conexos o redundancia epistémica? *Investigación ambiental. Ciencia y política pública*, 2(2). Pp. 25-31.

- Caro Caro C. y Torres Mora, M., 2015 Servicios ecosistémicos como soporte para la gestión de sistemas socioecológicos: aplicación en agroecosistemas, *Orinoquia*, 19 (2), pp. 237-252
- CEMDA Centro Mexicano de Derecho Ambiental, 2015, *Guía para conocer y cuidar nuestras áreas naturales protegidas* [En línea] Disponible en: https://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2011/12/CEM_Folleto_ANP1.pdf [Consultado 29 de noviembre de 2019]
- CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2019. *¿Qué es un ecosistema?* [En línea] Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/quees> [Consultado 12 de octubre de 2019]
- CONABIO Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2019. *Tipos de vegetación* [En línea] Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfDQ006_3a_parte.pdf [Consultado 23 de octubre de 2019]
- CONAFOR, *et al.*, 2015. Protocolo Estimación de las reservas de carbono en la biomasa forestal en México. Jalisco México. Fortalecimiento REDD+ y cooperación Sur-Sur.
- Costanza Robert, *et al.*, 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, pp. 253-260.
- Chapin, F. S, *et al.*, 2002. *Principles of terrestrial ecosystem ecology*. New York Springer.
- Daily Gretchen, C., 1997. *Nature's services. Societal dependence on natural ecosystems*. Washington DC: Island Press
- De Groot Rodolf, S., *et al.*, 2002, A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*. 41 (3), pp. 393-408
- Ehrlich Paul R., *et al.*, 1978. *Ecoscience: population, resources, environment*. San Francisco, W.H. Freeman and Company
- Ehrlich Paul R. y Mooney, Harold A. 1983. Extinction, substitution and ecosystem services. *BioSciences*, 33(4), pp. 248-254.
- Farfán Escalera R. y Orozco Hernández M. 2007. Caracterización biofísica y social del centro ceremonial Otomí – Mexica, Estado de México. *Quivera* 2, pp.263-278
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2006. *Guía para la interpretación edafológica*. [En línea] Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf> [Consultado el 19 de diciembre de 2019]
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2019. *Servicios ecosistémicos y biodiversidad*. [En línea] Disponible en: <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/> [Consultado el 30 de octubre de 2019]
- FAO 2020 Ordenamiento Territorial. [En línea] Disponible en: <http://www.fao.org/in-action/territorios-inteligentes/componentes/ordenamiento-territorial/contexto-general/es/> [Consultado 29 de julio de 2020]
- Flombaum Pedro y Sala Osvaldo, E., 2011. Efecto de la biodiversidad sobre el funcionamiento de los ecosistemas. *Conservación biológica: perspectivas desde América Latina*. 49-59pp.
- García Cepeda I. *et al.*, 2016 Estimación de almacenamiento de carbono y la percepción social de los Servicios ecosistémicos que brinda el bosque de Abies religiosa de la cuenca presa Guadalupe, Estado de México, *Teoría y Praxis*. (19), pp. 65-93
- García Rolando, 2006 *Sistemas Complejos, conceptos métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*, gedisa, Barcelona.
- García Flores, J. 2019 *Gestión comunitaria de los huertos familiares en el sur del Estado de México. Conocimiento campesino y tradición agroecológica*, Tesis de Doctorado en Ciencias Ambientales, UAEMex.

- Gutiérrez Cedillo J., 2013. *La investigación geográfica fundamentos, métodos e instrumentos*, Editorial Dunken, Buenos Aires, Argentina.
- González Dávila G., 2020 ODS Ambientales en México. Los 7 objetivos ambientales de desarrollo sustentable en México [En línea] Disponible en: <https://ceiba.org.mx/ggd-7ods-ambientales-mexico/> [Consultado 28 de julio de 2020]
- INEGI, 2002. *Serie III uso de suelo y vegetación*. [En línea] Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/default.html#Metadatos> [Consultado el 12 de octubre de 2019]
- Méndez Casariego H., 2014 *Ordenamiento territorial en el municipio una guía metodológica*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y pesca presidencia de la nación, Santiago Buenos Aires.
- MEA, Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystem and human well-being: synthesis*. Washington DC, World Resources Institute,
- Nahuehual, L. y Núñez, D., 2011. *Servicios ecosistémicos: contribución y desafíos para la conservación de la biodiversidad*. En: Simonetti, J. y Dirzo, R. (ed.). *Conservación biológica: perspectivas desde América Latina*. Chile, Universitaria
- Sánchez Mazo, L. M., & Gutiérrez Tamayo, A. L. 2011. Renovación conceptual del Ordenamiento Territorial como política pública. *Revista Geográfica de América Central*, 2, 1–17.
- Schosinsky Gunther y Losilla, Marcelino, 2000. Modelo analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual, *Geológica de América Central*, (23) pp. 43-55.
- Tilman David, et al., 2006. *Biodiversity and ecosystem stability in a decade-long grassland experiment*. *Nature*, [En línea]. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/nature04742?proof=true> [Consultado el 20 de septiembre de 2019]
- Torres Camacho A., 2018. *Potencialidad Espacial para la Producción Sustentable de Biocombustibles con Higuierilla (Ricinus communis L. al Suroeste del Estado de México)*. Tesis de Maestría. MAEGI, UAEM, Facultad de Geografía.
- Tetreault, D., 2008. Escuelas de pensamiento ecológico en las Ciencias Sociales. *Estudios sociales*, 16 (32), pp. 227-263.
- Villegas Martínez, D., et al., 2018. Diagnóstico integral del territorio del Parque Otomí – Mexica del Estado de México, *Revista Latinoamericana el Ambiente y las Ciencias*, 9(21) pp.160-186
- Villegas Martínez, D., 2020. *Manejo Sustentable en Áreas Naturales Protegidas, el caso del Parque Otomí-Mexica del Estado de México. Aproximación Teórica y Metodológica desde las Ciencias Ambientales*, Tesis de Doctorado en Ciencias Ambientales, UAEM, Facultad de Química.
- Parra Álvarez, C., 2000. La filosofía y el sabio estoico: examen de la virtud, *Horizontes Educativos*, (5), pp. 27-35.

Importancia de los servicios para la calidad de vida en el agroecosistema de huertos familiares

Minerva Arcos Severo ¹

Jesús Gastón Gutiérrez Cedillo ²

Miguel Ángel Balderas Plata ²

RESUMEN

Los servicios para la calidad de vida se refieren a los beneficios sociales que se obtienen de manera directa e indirecta del ecosistema, los cuales contribuyen con el bienestar humano. En este sentido los huertos familiares proporcionan una cantidad considerable de estos, no obstante, la mayoría de los estudios realizados en los agroecosistemas, han centrado su análisis desde las ciencias naturales y en menor medida, desde las ciencias sociales. Bajo este contexto el objetivo general del trabajo es realizar una valoración de la importancia de los servicios para la calidad de vida en los agroecosistemas con huertos familiares en tres localidades rurales del Estado de México, desde la perspectiva de sus poseedores. La metodología está basada en el uso del método etnográfico, el cual incluye herramientas como la observación directa y la aplicación de cuestionarios. Para realizar la valoración de los servicios para la calidad de vida se consideraron siete indicadores establecidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), por su importancia a nivel social. Los principales resultados señalan que los servicios de mayor importancia para las localidades de El Carmen y Colonia Juárez son “calidad de los alimentos”, “recreación” y “educación”, mientras que, para Progreso Hidalgo, lo son más “recreación”, “educación” y “vivienda”. En contraste el servicio de menor importancia, para las tres localidades es “vestimenta”.

¹ Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Química.

² Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Geografía.

Se concluye que la valoración de los servicios para la calidad de vida proporcionados por los huertos familiares sirve como estrategia para la conservación de los agroecosistemas y al mismo tiempo contribuye con la continuidad de dichos servicios. Por otro lado, la valoración por comunidad resulta útil, en la creación de otras estrategias, las cuales sirvan en la resolución de problemas específicos, basados en las necesidades particulares de cada localidad rural.

PALABRAS CLAVE: agroecosistema, bienestar humano, calidad de vida, huertos familiares.

ABSTRACT

Quality of life services refer to the social benefits obtained directly and indirectly from the ecosystem, which contribute to human well-being. In this sense, family orchards provide a considerable amount of these; however, most of the studies carried out in the agroecosystems have focused on analysis from the natural sciences and, to a lesser extent, from the social sciences. In this context, the general objective of this work is to assess the importance of services for the quality of life in agroecosystems with family orchards in three rural locations in the State of Mexico, from the perspective of their owners. The methodology is based on the use of ethnographic method, which includes tools such as direct observation and the application of questionnaires. To carry out the assessment of the services for quality of life, seven indicators established by the United Nations Organization (UNO) were considered, due to their importance at the social level. The main results indicate that the services of greatest importance for the localities of El Carmen and Colonia Juarez are "quality of food", "recreation" and "education", while, for Progreso Hidalgo, they are more "recreation", "education" and "housing". In contrast, the minor service for the three localities is "clothing". We conclude that evaluation of the services for the quality of life provided by the family orchards, serves as a strategy for the conservation of the agroecosystems and at the same time contributes to the continuity of these services.

On the other hand, the assessment by community is useful in creating other strategies, which serve to solve specific problems based on the particular needs of each rural locality.

KEYWORDS: agroecosystem, ecosystem services, family gardens, human well-being.

INTRODUCCIÓN

Los servicios para la calidad de vida se refieren a los beneficios sociales que se obtienen de manera directa e indirecta del ecosistema, los cuales contribuyen con el bienestar humano (Gutiérrez, 2018). En este sentido los huertos familiares proporcionan una gran diversidad de dichos beneficios, no obstante, la mayoría de los estudios realizados en estos agroecosistemas, han centrado su análisis desde las ciencias naturales (Juan y Madrigal, 2005; Albarrán, 2008; Martínez de la Cruz, 2010; López *et al.* 2012; White, 2013) y en menor medida, desde las ciencias sociales. Lo anterior debido, a la complejidad que representa la valoración de los servicios, desde su perspectiva social (Chan *et al.* 2012).

Ahora bien, el uso de indicadores establecidos por la Organización de las Naciones Unidas funciona idealmente como referentes cuando se trata de medir la calidad de vida de las personas (ONU,1961). Estos a su vez están relacionados con: la alimentación, la vivienda, la educación, el salario, el transporte, entre otros; algunos de los cuales fueron considerados en la presente investigación, por su contribución en el análisis de valoración de los servicios proporcionados por los huertos, desde su perspectiva social. Su relevancia radica en que pueden ser utilizables tanto en agroecosistemas de pequeña escala (huertos familiares, milpa, etc.) como de gran escala (los bosques, selvas o manglares).

Dentro de los ecosistemas de pequeña escala destacan los huertos familiares, los cuales, si bien son agroecosistemas complejos, también, poseen una gran diversidad de especies vegetales y animales, que se utilizan para satisfacer las necesidades de las familias campesinas. Aunque su tamaño puede variar, generalmente son pequeños espacios ubicados en las cercanías de las viviendas

(Chávez, 2007; Lerner, 2008; Torres, 2010). Estos al poseer un número considerable de especies ofertan una gran cantidad de servicios, incluidos los sociales. Bajo este contexto el objetivo general del presente trabajo es realizar una valoración de la importancia de los servicios para la calidad de vida, proporcionados por los huertos familiares (HF) en tres localidades rurales del Sur del Estado de México, desde la perspectiva de sus poseedores.

ANTECEDENTES

Los huertos familiares, han sido estudiados ampliamente, particularmente desde las ciencias naturales, con enfoque en la composición florística y el uso de las especies. La zona de estudio, donde se llevó a cabo el presente análisis no es la excepción y a este respecto se muestran a manera de resumen los principales trabajos realizados.

Juan y Madrigal (2005) estudiaron 100 huertos familiares de 66 comunidades. La investigación se realizó en una zona de transición ecológica del sur del Estado de México, la cual abarca 24 municipios. Se encontró que más del 50% de las especies son utilizados con fines alimenticios, medicinales, religiosos, rituales, ambientales, ecológicos y socioculturales. Aunque en este estudio se resalta la importancia de los huertos, la prevalencia fue el uso de las especies.

Albarrán (2008), por su parte analizó 21 huertos de 4 barrios de la parte sur de Malinalco, encontrando 183 especies y 158 géneros pertenecientes a 75 familias botánicas, las cuales se distribuyen en 5 categorías antropocéntricas: ornamental, medicinal, alimenticia, ritual, religioso y otros usos. Martínez de la Cruz (2010) realizó un estudio sobre la vegetación ruderal de Malinalco, con la finalidad de conocer si las especies exóticas constituyen una parte importante de la flora ruderal de la comunidad. Comparando la vegetación urbana de la población de Malinalco, con la vegetación de la carretera Chalma-Malinalco. Encontrando en su estudio 442 especies, 335 géneros y 100 familias de plantas vasculares.

López et al. (2012) realizaron un estudio sobre la composición de la flora arbórea en el área natural protegida (ANP) de Tenancingo-Malinalco-Zumpahuacán. En este estudio se registraron 72 familias, 165 géneros y 304 especies. White (2013), estudio los huertos familiares de Malinalco, donde caracterizo geográfica y botánicamente las especies vegetales de 14 huertos. Se registraron un total de 222 especies, pertenecientes a 171 familias y 178 géneros, con usos ornamentales, alimenticios y medicinales. Como se puede observar en este último trabajo, también se destacan los huertos desde su perspectiva florística.

CONSIDERACIONES TEÓRICAS

En este trabajo se considera la Teoría General de Sistemas (TGS), dado que "es necesario estudiar no sólo las partes y procesos aislados, sino también resolver los problemas hallados en el sistema, resultantes de la interacción dinámica de las partes y que hacen diferente el comportamiento de éstas cuando se estudian aisladas que dentro del todo" (Bertalanffy, 1976). De acuerdo con este autor los supuestos básicos de la TGS son:

- Existe una nítida tendencia hacia la integración de las ciencias naturales y sociales.
- Dicha teoría de sistemas puede ser una manera más amplia de estudiar campos no-físicos del conocimiento científico, especialmente en las ciencias sociales.
- Con esta teoría, al desarrollar principios unificadores, que atraviesen verticalmente los universos de las diversas ciencias se aproxima al objeto de la unidad de la ciencia.

La TGS afirma que las propiedades de los sistemas no pueden ser descritas en términos de sus elementos separados; su comprensión se presenta cuando se estudia globalmente (Bertalanffy, 1993).

Otra teoría que se retoma es la Teoría de Sistemas Complejos (SC), en tanto que los huertos son considerados sistemas complejos, debido a la gran cantidad de

componentes, factores y variabilidad presentes en el agroecosistema, los cuales, aunados a la intervención del hombre, vuelven al sistema cada vez más complejo. Particularmente, García (2006), hace referencia al concepto de SC como un ecosistema modificado por el hombre, en el cual actúan o intervienen diferentes procesos, que a su vez están vinculados entre sí; debido a ello su interacción no es mecánica ni lineal, ya que están constituidos por elementos heterogéneos y de ahí su denominación de complejos.

La TSC a diferencia de la ciencia tradicional, la cual busca siempre tener un control de los fenómenos y variables en estudio, tiene como finalidad comprender el comportamiento del sistema, en el entendido de que no se puede manipular el ambiente ni predecir con certidumbre su evolución futura; pues existen múltiples fluctuaciones o perturbaciones que hacen imposible un estado absoluto de equilibrio.

El SC, se considera como una parte de la realidad en función de los objetivos de investigación, así se estudian las interrelaciones entre los subsistemas biofísico y antrópico, interdependientes e indisolublemente ligados. El sistema, en esta teoría es estudiado a partir de límites, de escalas temporal y espacial, considerando tres niveles de procesos (micro, meso, macro), en los que se presenta resiliencia entre los niveles, el mismo SC y su entorno. El uso de esta teoría aquí, parte de la interrelación entre los agroecosistemas de huertos familiares (AEHF) y la forma en la que gente entiende y percibe los servicios para el mejoramiento de su calidad de vida.

Finalmente, la Teoría de la Sustentabilidad (TS) se incorpora, en tanto que concibe el desarrollo sustentable, como una forma de obtener bienes y servicios de los ecosistemas de manera amigable con el ambiente. La importancia del desarrollo sustentable ha sido reconocida internacionalmente y por este motivo la comisión de Brundtland, lo ha definido como "*Un desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones a fin de satisfacer sus propias necesidades*" (Brundtland, 1987, p.13).

Ahora bien, la sustentabilidad, se relaciona con la habilidad de un agroecosistema para mantener su producción a través del tiempo y frente a cambios externos, teniendo en cuenta las limitaciones ambientales, la capacidad de carga del mismo y las presiones socioeconómicas (Altieri y Nicholls, 2000). También considera el estudio de los fenómenos desde diferentes esferas, las cuales puedan lograr un equilibrio sostenible a lo largo del tiempo.

Por lo anterior, la teoría se considera útil, en función de la importancia que se le concede al sistema en términos de lograr una producción de calidad, haciendo uso de prácticas ecológicas y evitando en lo posible la degradación de los recursos naturales. En otras palabras, lo que trata es de lograr el equilibrio entre los siguientes aspectos: ambiental, económico y social. Para este caso en particular de esta teoría se considera la esfera ambiental y social aplicados al estudio de los agroecosistemas con huertos familiares (AEHF), los cuales como se ha mencionado anteriormente son sistemas complejos con gran capacidad de reponerse o de volver en gran medida a su estado inicial, después de haber sufrido una serie de eventos perturbadores o ante las agresiones del exterior, lo que se conoce como resiliencia (Maser *et al.* 2000).

METODOLOGÍA

La metodología se enfocó en el uso del método etnográfico, el cual es uno de los procedimientos cualitativos de investigación aplicado al estudio de la realidad social más conocidos, lo anterior debido a su carácter, holístico, naturalista, amplio, subjetivo, polisémico y descriptivo. Este trata de comprender la complejidad estructural de los fenómenos en que viven y les son significativos a las personas, involucradas en cierta problemática asociada a su cotidianidad (Álvarez, 2011).

El método utiliza técnicas flexibles, las cuales permiten entrar en contacto directo con el agroecosistema y con los individuos bajo estudio. Aquí, el investigador es quien se encarga de elegir dichas técnicas de acuerdo con los objetivos planteados en el estudio, sin embargo, entre más herramientas se utilicen mayor será la calidad

de la información obtenida. Particularmente en este estudio, se consideraron las herramientas de observación directa y la aplicación de cuestionarios (preguntas abiertas y cerradas), lo que permitió la obtención de datos confiables.

Otra característica de este método consiste en que el investigador pueda permanecer por periodos prolongados en las comunidades de estudio, de tal manera que pueda compenetrarse en mayor profundidad con el ecosistema y con los locatarios. Partiendo de esta idea se contactaron tanto a los delegados como a los líderes de las comunidades, los cuales permitieron tener un acercamiento previo con los poseedores de huertos familiares de las diferentes localidades. Posteriormente se ubicaron de manera definitiva a los informantes clave, los cuales brindaron alojamiento durante el tiempo que duro la investigación la cual tuvo lugar de marzo a julio de 2019, con estancias largas dentro de cada una de las comunidades rurales bajo estudio.

Para realizar el análisis de la valoración de la importancia de los servicios para la calidad de vida, se retomaron los indicadores establecidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU,1961), donde fueron seleccionados aquellos que tuvieron una mayor importancia social (Cuadro 1). Adicionalmente se hizo uso la escala Likert, la cual permitió determinar los niveles de acuerdo o desacuerdo de los encuestados con respecto a los servicios valorados. El rango de la escala utilizado fue de cinco a diez, donde cinco fue “completamente en desacuerdo” y diez “completamente de acuerdo”.

Los resultados obtenidos fueron agrupados y organizados en una base de datos de Excel 2016 y analizados por medio de estadística descriptiva. El nivel de importancia de los servicios para la calidad de vida fue valorado en función de los siguientes rangos: 5.00-5.99=Nada importantes, 6.00-6.99=poco importantes, 7.00-7.99=moderadamente importantes, 8.00-8.99=importantes y 9.00-10.00=muy importantes.

Cuadro 1. Indicadores de la ONU para la calidad de vida

Indicador	Atributo
• Alimentos	Alimentos inocuos, libres de agroquímicos
• Vivienda	Temperatura y humedad agradables en el hogar
• Vestimenta	Mejoramiento de la vestimenta de los integrantes del hogar, por medio de los ingresos del huerto.
• Salud	Mejoramiento de la salud física y mental por medio de la presencia o el uso de las especies del huerto.
• Educación	Aprendizaje de los recursos naturales, a través de la interacción con los huertos.
• Ocupación	Contribución del huerto en términos de la ocupación de las personas
• Recreación	Contribución del huerto a la realización de actividades que sirven para el esparcimiento

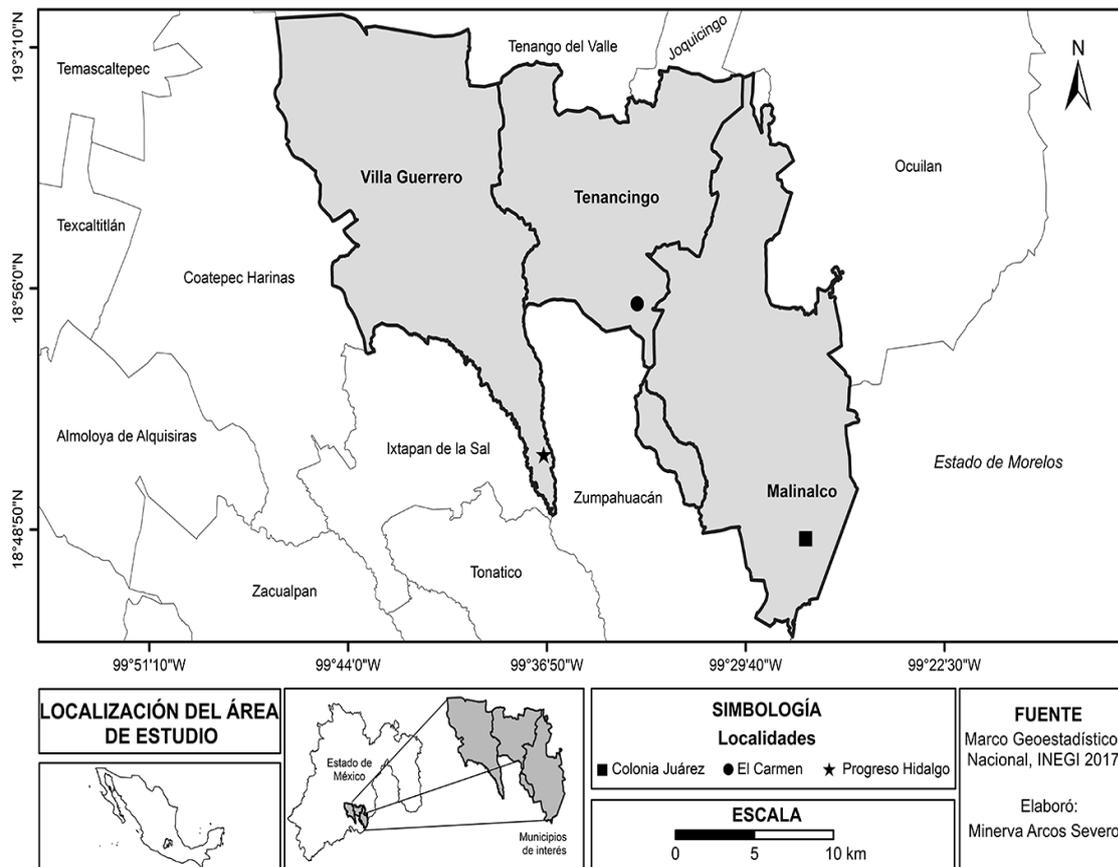
Fuente: Elaboración propia, con base en la ONU, 1961

RESULTADOS

Descripción del área de estudio

El área de estudio se ubica en la Zona de Transición Ecológica (Ecotono) del Estado de México, entre los Imperios Biogeográficos Neártico y Neotropical, donde se practica la tradición de los huertos familiares. Esta zona comprende 24 municipios del Estado de México y es una región de gran importancia a nivel ambiental, social y ecológico. Específicamente, se desarrolló, en tres comunidades rurales al Sur del Estado de México, siendo estas: Colonia Juárez, El Carmen y Progreso Hidalgo, ubicadas en los municipios de Malinalco, Tenancingo y Villa Guerrero respectivamente (figura 1).

Figura 1. Ubicación del área de estudio



Fuente: Elaboración propia, 2019

Características de las localidades bajo estudio

El cuadro 2, muestra las características geográficas presentes en las tres localidades rurales estudiadas.

Cuadro 2. Características geográficas de las localidades rurales

Localidad	Coordenadas y altitud	Superficie y clima	Colindancias
El Carmen	Se encuentra entre las coordenadas 99° 33' 31.44" de longitud oeste y 18° 55' 1.47" latitud norte. Tiene una altitud de 2,400 msnm.	Cuenta con una superficie total de 211,827 m ² . El clima predominante es templado con lluvias en verano y tiene una temperatura media anual de 18.2 °C.	Limita al norte con San Nicolás, al sur con Pachuquilla, al este con Palma de Guadalupe y al oeste con Acatzingo y Zumpahuacán. Se ubica al sur del municipio de Tenancingo, a 9 km de la cabecera municipal y a 65 km de la ciudad de Toluca.

Localidad	Coordenadas y altitud	Superficie y clima	Colindancias
Colonia Juárez	Se encuentra entre las coordenadas 18° 47' 55.27" de latitud norte y 99° 27' 25.73" longitud oeste. Se encuentra a una altitud de 1,200 msnm.	Tiene una superficie total de 74,495 m ² . El clima predominante es semicálido subhúmedo con lluvias en verano y tiene una temperatura media anual de 20 °C, con máximas de 34.8 °C.	Limita al norte con la localidad del Platanar, al sur con Chavarría, al este con Morelos y al oeste con Ahuatzingo. Se ubica al sur del municipio de Malinalco, a 26 km de la cabecera municipal y a 86 km de la ciudad de Toluca
Progreso Hidalgo	Se encuentra entre las coordenadas 18° 50' 47" de latitud norte y 99° 36' 51" de longitud oeste. Tiene una la altitud es de 1,700 msnm.	La superficie total es de 46,169 m ² y El clima predominante es templado subhúmedo con lluvias en verano, con una temperatura media anual de 18.8°C.	Limita al norte con Rancho Tlapizalco, al sur con el Municipio de Tonatico, al este con Zumpahuacán y al oeste con Ixtapan de la Sal. Se ubica al sur del municipio de Villa Guerrero, a 16 km de la cabecera municipal y a 65 km de la ciudad de Toluca

Fuente: Elaboración propia, con base en García, 2000

Identificación y caracterización de los servicios para la calidad de vida

Se identificaron y caracterizaron un total de 7 servicios para la calidad de vida en los AEHF, estos correspondieron a: 1) alimentos, 2) recreación, 3) educación, 4) salud, 5) ocupación, 6) vivienda y 7) vestimenta (cuadro 3). La caracterización, aquí se realizó considerando las contribuciones del ecosistema en el bienestar humano.

Cuadro 3. Los servicios para la calidad de vida en las tres localidades

Servicios	El Carmen	Colonia Juárez	Progreso Hidalgo
Calidad de los alimentos	Se producen alimentos con el uso de abonos orgánicos y en menor medida con agroquímicos. Estos últimos son empleados principalmente en frutales	Se producen alimentos con el uso de abonos orgánicos y en menor medida con agroquímicos. Estos últimos son empleados principalmente en frutales	Se producen alimentos con el uso de agroquímicos y en menor medida con abonos orgánicos. Estos últimos son obtenidos de los animales presentes en el huerto.

Servicios	El Carmen	Colonia Juárez	Progreso Hidalgo
Recreación	Se realizan algunas actividades que sirven para el esparcimiento.	Se realizan diversas actividades que sirven para el esparcimiento (juegos, deporte, entretenimiento)	Se realizan diversas actividades que sirven para el esparcimiento (juegos, deporte, entretenimiento)
Educación	Se realizan algunas actividades que contribuyen con el aprendizaje y cuidado del ambiente	Se realizan varias actividades que contribuyen con el aprendizaje y cuidado del ambiente.	Se realizan varias actividades que contribuyen con el aprendizaje y cuidado del ambiente
Salud	Se favorece la salud física y mental, mediante el uso de plantas medicinales, la presencia de aire puro; así como la paz y tranquilidad que brindan las especies.	Se favorece la salud física y mental, mediante el uso de plantas medicinales, la presencia de aire puro; así como la paz y tranquilidad que brindan las especies.	Se favorece la salud física y mental, mediante el uso de plantas medicinales, la presencia de aire puro; así como la paz y tranquilidad que brindan las especies.
Ocupación	Se realizan actividades como: siembra, trasplante, riego, podas, elaboración productos naturales, donde se invierte una gran cantidad de horas al día.	Se realizan actividades como: siembra, trasplante, riego, podas, donde se invierte una gran cantidad de horas al día.	Se realizan algunas actividades principalmente: riego, fertilización y podas, donde se invierte pocas horas al día.
Confort en la vivienda	Beneficios como temperatura y humedad agradables en el hogar se obtienen además del huerto, de las áreas boscosas aledañas a la localidad.	Beneficios como temperatura y humedad agradables en el hogar se obtienen principalmente del huerto y algunas especies de árboles son utilizadas para el mejoramiento de la vivienda.	Beneficios como temperatura y humedad agradables en el hogar se obtienen principalmente del huerto y algunas especies de árboles son utilizadas para el mejoramiento de la vivienda.
Vestimenta	Los ingresos obtenidos del huerto son usados principalmente para la compra de productos de la canasta básica	Algunos de los ingresos obtenidos del huerto son utilizados en algunos casos para el mejoramiento de la vestimenta	Los ingresos obtenidos del huerto son usados principalmente para la compra de productos de la canasta básica

Fuente: Elaboración propia, con base en la ONU,1961

Valoración de los servicios para la calidad de vida en las tres localidades rurales

En la localidad de El Carmen, en un rango de cinco a diez, 5 (71.42%) de los servicios fueron valorados como importantes, 1 (14.28%), fue considerado

moderadamente importante y otro más (14.28%), no represento ninguna importancia. El servicio mejor valorado para la localidad fue “calidad de los alimentos” (8.71), seguido de “recreación”, “educación”, “salud” y “ocupación” con valores comprendidos entre 8.00-8.99. Los servicios considerados menos importantes fueron: “vivienda” (7.42) y “vestimenta” (5.42), cuadro 4.

En la localidad de Colonia Juárez, en un rango de cinco a diez, 6 (85.71%) de los servicios, fueron valorados como importantes, mientras que 1 (14.28%), fue considerado moderadamente importante en esta localidad. Los servicios mejor valorados correspondieron a: “calidad de los alimentos”, “recreación” y “educación”, todos con un puntaje de (8.71), seguidos de, “salud”, “ocupación” y “vivienda” con valores de (8.00). El servicio considerado menos importante para esta localidad fue: “vestimenta” (7.42), cuadro 4.

En la localidad de Progreso Hidalgo, en un rango de cinco a diez, 5 (71.42%) de los servicios, fueron considerados importantes, 1 (14.28%), fue considerado moderadamente importante y otro más (14.28%), no represento ninguna importancia en esta localidad. Los servicios mejor valorados correspondieron a: “recreación”, “educación y “vivienda”, todos los cuales tuvieron valores de (8.42), seguidos de “calidad de los alimentos” (8.28) y “salud” (8.00). Los servicios considerados menos importantes fueron: “Ocupación” (7.71) y “vestimenta” (5.14), cuadro 4.

Cuadro 4. Importancia de los servicios para la calidad de vida de AEHF en las localidades de El Carmen, Colonia Juárez y Progreso Hidalgo

Servicios para la calidad de vida	El Carmen	Colonia Juárez	Progreso Hidalgo
Calidad de los alimentos	8.71	8.71	8.28
Recreación	8.00	8.71	8.42
Educación	8.28	8.71	8.42
Salud física y mental	8.00	8.00	8.00
Ocupación	8.00	8.00	7.71
Confort en la vivienda	7.42	8.00	8.42
Vestimenta	5.42	7.42	5.14
Promedio	7.69	8.22	7.77

Fuente: Elaboración propia, con base en el trabajo de campo, 2019

Comparación de la valoración de los servicios para la calidad de vida, en las tres localidades rurales

1) Alimentos: La obtención de alimentos de calidad, en los tres casos fue percibido como un servicio “importante”, porque la gente considera que de su huerto obtiene productos inocuos. No obstante, las localidades de El Carmen y Colonia Juárez le otorgaron una mayor importancia (8.71), en comparación con Progreso Hidalgo (8.28), cuadro 4 y figura 2. Aunque en las localidades prevalece la siembra de cultivos con bajos insumos del exterior, se observó que en algunos huertos ya hay una introducción de productos químicos, los cuales son aplicados en mayor o en menor grado dependiendo del cultivo. Por ejemplo, en frutales comúnmente se hace una mayor aplicación en comparación con las hortalizas u otras especies.

2) Recreación: Aunque los servicios de recreación fueron considerados “importantes” en los tres casos; para Colonia Juárez (8.71) y Progreso Hidalgo (8.42), lo fueron más que en El Carmen (8.00), cuadro 4 y figura 2. En las dos primeras localidades los huertos familiares (HF), fueron considerados espacios, los cuales permiten la realización de actividades relacionadas con el esparcimiento de niños, jóvenes y adultos. En el Carmen no se valoró tanto este servicio, muy probablemente, porque la gente está más enfocada en otras actividades como asistencia a cursos o en la transformación de productos del huerto.

3) Educación: La educación fue percibida como un servicio “importante” en las tres localidades, sin embargo, lo fue más en Colonia Juárez (8.71), posteriormente en Progreso Hidalgo (8.42) y finalmente en El Carmen (8.28), cuadro 4 y figura 2. A este respecto los encuestados mencionaron que sus hijos aprenden más sobre el medio ambiente cuando entran en interacción con los huertos familiares. Por lo que respecta a los adultos mayores (padres de familia y personas de la tercera edad) se observó que es mediante las prácticas de: preparación del suelo, siembra, trasplante, riego, podas, elaboración de compostas, elaboración de productos naturales, la forma en la que obtienen un mayor aprendizaje de sus huertos.

4) Salud: La salud, fue considerada “importante” en las tres localidades, por su repercusión tanto a nivel físico como mental (cuadro 4 y figura 2). Si bien los beneficios obtenidos por medio de este servicio son muy amplios, los participantes manifestaron que los principales son en términos de: 1) respirar un aire limpio y puro, 2) utilizar plantas medicinales (la presencia de estas fue observada en las tres localidades) para el tratamiento de enfermedades y 3), tener paz y tranquilidad por medio de las especies de los HF.

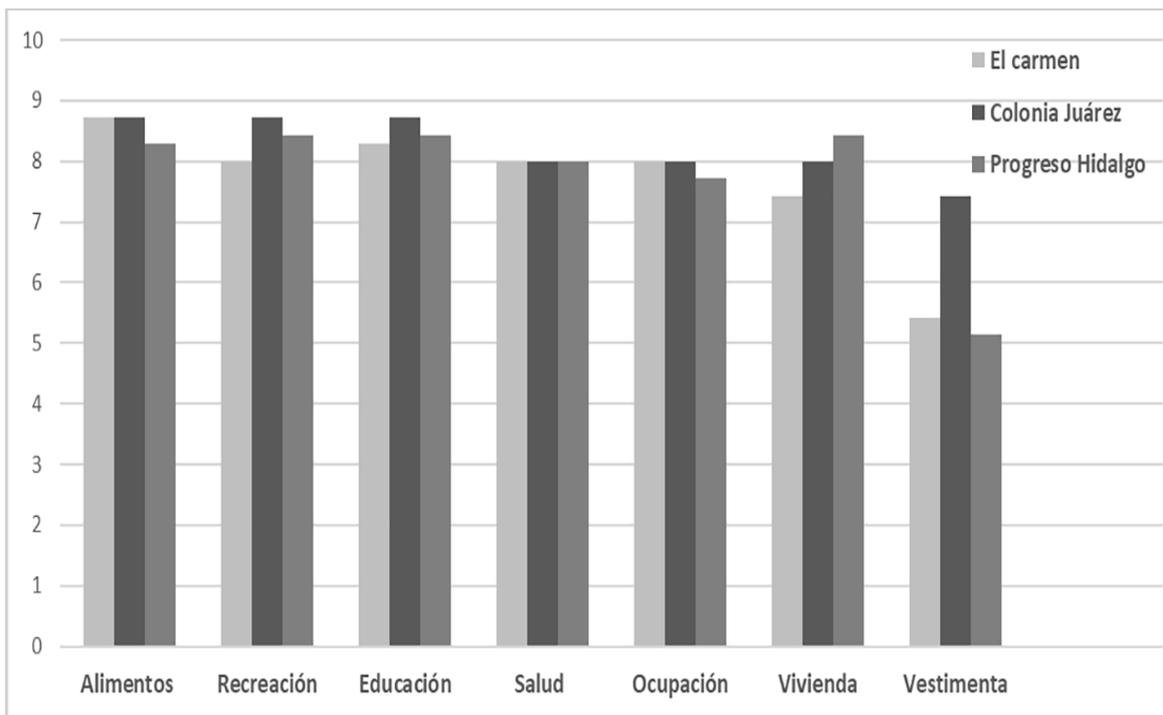
5) Ocupación: Fue considerado un servicio “importante”, para las localidades de El Carmen y Colonia Juárez (ambas con un puntaje de 8.00) y para Progreso Hidalgo (7.71), fue “moderadamente importante” (cuadro 4 y figura 2). Los encuestados, manifestaron que los huertos familiares les ofrecen una buena oportunidad de mantenerse activos, no obstante, la cantidad de horas invertida en el cuidado y mantenimiento de su huerto fue variable. Por ejemplo, las localidades de El Carmen y colonia Juárez le dedican un mayor número de horas, dado que tienen mayor cantidad de árboles frutales y hortalizas, en comparación con progreso hidalgo, donde se tiene una menor diversidad de especies.

6) Vivienda. El confort en la vivienda fue percibido como un servicio “importante”, en las localidades de Progreso Hidalgo (8.42) y Colonia Juárez (8.00), en comparación con El Carmen (7.42), la cual lo considero “moderadamente importante” (cuadro 4 y figura 2). Los encuestados manifestaron a este respecto que, los principales beneficios que experimentan son: la obtención de una mejor regulación climática en su hogar, como resultado de una mejor temperatura y humedad ambiental; los cuales son proporcionados a su vez por las diferentes especies. También mencionaron que la presencia de los diferentes árboles del huerto contribuye con: 1) una gran cantidad de sombra en las temporadas de mayor calor y 2) la disponibilidad de materiales para construcción (árboles multipropósito), los cuales son comúnmente utilizados para mejorar la vivienda.

7). Vestimenta: En Colonia Juárez, este servicio fue percibido “moderadamente importante” (7.42), por el contrario, en El Carmen (5.42) y Progreso Hidalgo (5.14), no tuvo ninguna importancia (cuadro 4 y figura 2). Los encuestados comentaron que los principales benéficos sociales que obtienen del huerto, están más relacionados con la alimentación, si bien los beneficios de tener una mejor

vestimenta a raíz del ingreso del huerto son importantes, para ellos es más importante mejorar su alimentación por medio de la obtención de otros productos alimenticios (canasta básica), los cuales por lo general no se obtienen directamente del agroecosistema con huertos familiares (AEHF).

Figura 2. Gráfica de comparación de los servicios para la calidad de vida de AEHF en las tres localidades rurales



Fuente: Elaboración propia, con base en el trabajo de campo, 2019

CONCLUSIONES

Los resultados señalan que los servicios de mayor importancia para las localidades de El Carmen y Colonia Juárez fueron “calidad de los alimentos”, “recreación” y “educación”, mientras que, para Progreso Hidalgo, lo fueron más “recreación”, “educación” y “vivienda”. En contraste el servicio de menor importancia, para las tres localidades fue “vestimenta”. Esto sugiere que en las localidades rurales aún sigue prevaleciendo la producción de alimentos de manera orgánica, no obstante, también se observó, en algunos casos el uso de agroquímicos.

De acuerdo con la comparación entre localidades, se tuvo que los servicios de “alimentos”, “recreación”, “educación” y “salud” fueron considerados importantes;

en tanto que el resto de los servicios tuvieron variaciones, tal es el caso de los servicios de “ocupación” y “vivienda”, los cuales fueron considerados de moderados a importantes; en tanto que el servicio de “vestimenta” fue de nada importante a moderadamente importante. Aunque estos últimos hayan sido considerados los menos importantes su aporte principal estuvo relacionado con la cantidad de horas invertidas en el huerto y el confort en la vivienda.

Por otro lado, el uso del método etnográfico, resulto particularmente útil en esta investigación en tanto que el trabajo de campo se enfocó en la perspectiva social y los objetivos planteados fueron encaminados directamente a referenciar la valoración de los servicios por parte de los poseedores de AEHF y su relación con el agroecosistema; así como en la forma en que estos aportan en su cotidianidad.

Finalmente, la valoración de los servicios proporcionados por los huertos familiares desde su perspectiva social sirve como estrategia para la conservación de los AEHF y por ende contribuye en la continuidad de la prestación de los servicios para la calidad de vida. De igual manera la valoración de estos servicios por localidad resulta útil en tanto que las estrategias de conservación pueden ir dirigidas a cada lugar, tratando de resolver en primer lugar las necesidades y problemas específicos de cada localidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Albarrán, M., 2008. *Estudio Florístico de los Huertos familiares de la parte sur de Malinalco, Estado de México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Altieri, M y Nicholls, C., 2000. *Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. México: PNUMA.
- Álvarez, R., 2011. *La investigación etnográfica: una propuesta metodológica para Trabajo Social*. México: UNAM.
- Bertalanffy, L.,1976. *Teoría general de los sistemas*. Fundamentos, desarrollo, aplicaciones. México: Fondo de Cultura Económica.
- Bertalanffy, L., 1993. *General Systems Theory*. New York: George Braziller.
- Chan, K., Guerry, A., Balvanera, P., Klain, S., Satterfield, T., Basurto, X., y Woodside, U., 2012. Where are Cultural and Social in Ecosystem Services? A Framework for Constructive Engagement. *BioScience*, 62 (8), pp. 744–756.
- Chávez, G., 2007. *Desarrollo y vida rural. Estudio de caso del huerto familiar en la región del Plan Chontalpa, Tabasco, México*. Tesina de Maestría. Universidad Internacional de Andalucía.
- García, E., 2004. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*, Serie

- Libros, Instituto de Geografía, México: UNAM.
- García, R., 2006. Sistemas complejos: conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria. Barcelona: Gedisa.
- Gutiérrez, J., García, J., y Plata R., 2018. Los huertos familiares como reguladores de la vulnerabilidad socioambiental y activadores de la resiliencia territorial. En: M. Alcántara., M. García., y F. Sánchez (coord.), *Ciencias y Medio ambiente*. Salamanca: USAL, pp. 30-37.
- BRUNDTLAND, 1987. *Desarrollo sustentable*. Disponible en <http://www.ecopibes.com/> [Consultado el 25 de agosto de 2019].
- Juan, J., y Madrigal, D., 2005. Huertos, diversidad y alimentación en una zona de transición ecológica del Estado de México. *Ciencia Ergo Sum*, 12 (1), pp. 54-63.
- Lerner, M., 2008. *Importancia del huerto familiar Chol en la economía campesina, el caso de Suclumpá, Chiapas, México*. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur.
- López, E., López, J., Beltrán, A., y Aguilera. L., 2012. Composición de la flora arbórea en el área natural protegida Tenancingo Malinalco-Zumpahuacán, Estado de México. *Polibotánica*, 34, pp. 51–98.
- Martínez de La Cruz, I., 2010. *La Flora y vegetación ruderal de Malinalco, Estado de México*. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados de Chapingo.
- Masera, O., Astier, M., y López, S., 2000. *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales*. El marco de evaluación MESMIS. México: UNAM.
- ONU, 1961. *Definición y Medición Internacional del Nivel de Vida*. Nueva York. Naciones Unidas.
- Torres, R., 2010. *El solar: sitio de conservación de Germoplasma y Biodiversidad, en tres localidades del municipio de Cárdenas, Tabasco*. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados de Tabasco.
- White, L., 2013. *Conocimiento tradicional de los recursos vegetales: plantas medicinales y huertos familiares una aproximación teórico metodológica*. Tesis de Doctorado. Facultad de Química. Universidad Autónoma del Estado de México.

Parte II. Vulnerabilidad

La Red Nacional de Fenología. Ciencia ciudadana aplicada a la evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático

Leticia Gómez Mendoza¹

Erika Rocío Reyes González ²

RESUMEN

Los cambios en el clima y sus efectos en los seres vivos son materia de estudio de la fenología. Las etapas y fases fenológicas están asociadas con los ciclos anuales y mensuales de la temperatura y la precipitación principalmente. Los escenarios de cambio climático para México indican un incremento de la temperatura de más de 2.0 °C y una disminución de la precipitación. Aunque se han identificado la vulnerabilidad de las áreas bajo conservación en México ante el cambio climático, aún no se han documentado las fechas en que las plantas y animales muestran etapas de crecimiento y reproducción. Este trabajo muestra los objetivos de la Red Nacional de Fenología a partir del monitoreo fenológico comunitario en la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca y cómo se ha logrado involucrar al sector productivo y académico para relacionar la estacionalidad del clima con las especies de importancia comercial en la reserva. Se muestran las etapas de desarrollo de la red, los requisitos para realizar el monitoreo y los principales resultados del monitoreo. Se presentan las iniciativas similares en otras partes del mundo y los principales retos para continuar con este esfuerzo académico.

ABSTRACT

Changes in the climate and its effects on living things are a matter of study of phenology. Phenological stages are associated with annual and monthly cycles of temperature and precipitation. The climate change scenarios for Mexico indicate an increase in temperature of more than 2.0 ° C and a decrease in precipitation. Although the vulnerability of areas under conservation in Mexico to climate change have been identified, the dates when plants and animals show

¹ Colegio de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México. Correo electrónico: gomez.leticia852@gmail.com.

² Colegio de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México. Correo electrónico: rossreyesgeo@gmail.com

stages of growth and reproduction have not yet been documented. This work shows the objectives of the National Phenology Network based on community phenological monitoring in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve and how it has been possible to involve the productive and academic sector to relate the seasonality of the climate with the commercially important species in the reservation. The stages of network development, the requirements for monitoring and the main monitoring results are shown. Similar initiatives are presented in other parts of the world and the main challenges to continue this academic effort are presented.

INTRODUCCIÓN

La fenología es la rama de las ciencias biológicas que se dedica al estudio de los eventos del ciclo de vida de las plantas y animales en respuesta a los cambios estacionales en el clima y a la variabilidad climática (Schwartz, 2003). A partir del registro continuo de los ciclos en los seres vivos, por ejemplo, en las plantas, se ha facilitado el entendimiento de los cambios pasados y presentes en las plantas, ayudando así a predecir las modificaciones de dichos patrones estacionales ante nuevos escenarios de cambios en el clima futuro (Kuenzer, Dech y Wagner, 2015). Mediante el análisis de los cambios estacionales registrados en un periodo de tiempo largo, así como su relación con los registros climáticos, es posible identificar las capacidades adaptativas de las especies ante las variaciones climáticas típicas y atípicas y, al mismo tiempo pueden resultar en indicadores de los cambios en los patrones de clima regional o local. Algunos estudios han identificado los cambios en la vegetación a partir de datos de sensores remotos y su asociación con datos climatológicos anuales o estacionales (Colditz, Villanueva, Tepetla-Gómez y Gómez Mendoza, 2017; Arriola, 2014). Algunos de estos análisis muestran la correspondencia cronológica entre el inicio de la época de lluvias o la marcha anual de la temperatura, con el inicio del verdor de los ecosistemas en México.

De acuerdo con los últimos datos sobre el clima en México, el Banco Mundial reporta que los ensambles de escenarios de cambio climático indican que es altamente probable que el país experimentará un incremento de la temperatura promedio de 2.5°C para el 2050 bajo los escenarios de Trayectorias

Representativas de Concentraciones (Representative Concentration Pathway, RCP por sus siglas en inglés) de altas emisiones de gases de efecto invernadero (RCP 8.5 de altas emisiones). Dentro de estos escenarios, la precipitación sufrirá un decremento de -35.7 mm para ese mismo año. El incremento de la temperatura será más rápido en el centro y norte del país. Entre el 18 y 34% de los días del año, serán calientes (por encima de los 35 °C) para 2060, es decir, un tercio de los días del año serán cálidos. Por lo tanto, habrá un decremento de los días fríos. Aunque la precipitación disminuirá poco, las mayores disminuciones serán en los meses secos (World Bank Group, 2020).

Si bien todos los sectores están amenazados por el cambio climático, las Áreas Naturales Protegidas (ANP), consideradas como zonas bajo conservación para proteger la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que proveen a las comunidades humanas, serán afectadas severamente por cambio en los patrones de precipitación y temperatura. Las más recientes iniciativas para promover la resiliencia son la Estrategia de Cambio Climático desde las Áreas Naturales Protegidas, ECCAP (CONANP, 2015) y el Proyecto Resiliencia (CONANP-PNUD-GEF, 2019). En estos programas se identifica la urgencia de seguir conservando la biodiversidad que a su vez promoverá el servicio de regulación climática.

Entre las Áreas Naturales Protegidas en México, destaca la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca (RBMM) al ser el área de hibernación y reproducción de la mariposa monarca (*Danaus Plexippus Linneo*), que viaja desde Canadá hasta México (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Semarnat, 2016). Los sitios de hibernación de especies son altamente vulnerables que requieren de mecanismos que promuevan la conservación del hábitat, pero también que conserven los ciclos de vida de las especies que albergan. El cambio climático es una amenaza tanto al ciclo de vida de las especies del bosque como al de la mariposa monarca. Para el caso de la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca se espera que bajo un escenario tendencial aplicando un modelo estocástico del clima de escala local (Semenov y Barrow, 2002), los cambios en las temperaturas serán de +1.0°C entre 2020 y 2040, de +2.0°C entre 2040 y 2060 y +3.0°C entre 2060 y 2080. Las temperaturas

máximas aumentarán entre 1.5 a 3.5°C para los mismos periodos referidos (Sandoval, 2020).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los efectos del cambio climático se manifiestan con los cambios en las fases fenológicas y en el cambio en la distribución de las especies (Parmesan, 2006). Las especies tanto animales como vegetales tienen un rango de tolerancia ambiental para poder realizar sus funciones reproductivas o de desarrollo. Una vez que estos umbrales de tolerancia se rebasan, los seres vivos se encuentran en un rango de estrés, en donde se pueden activar mecanismos de sobrevivencia sacrificando algunas funciones ya sea de desarrollo o de su reproducción. Si este estrés cesa, las funciones vuelven a la normalidad, pero si el estrés continúa, las especies pueden morir (Retuerto y Carballeira, 2004). Como uno de los elementos ambientales es el clima, entender la vulnerabilidad de las especies al cambio climático es clave para determinar cuáles son los impactos esperados en los próximos años en términos de la conservación o sobrevivencia de especies.

Si se trata de organismos vivos domesticados o de los cuales la humanidad obtiene un beneficio o un servicio ambiental, entonces los socioecosistemas también pueden ser vulnerables a cambios en los patrones climáticos que llevan a los organismos a estrés o desaparición. Es por ello que se debe poner atención a los factores de amenazas que representan los posibles cambios climáticos.

De acuerdo con el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), los grupos humanos con menores recursos son los más vulnerables a dichos cambios (IPCC, 2002). Por ejemplo, las comunidades humanas dedicadas a la agricultura de temporal son altamente vulnerables a los cambios en la estacionalidad de las lluvias y su cantidad anual, así como a la frecuencia e intensidad de los eventos extremos como las lluvias extremas o las sequías (IPCC, 2018). De esta forma, los rendimientos agrícolas se ven afectados por el cambio climático y por variabilidad climática. En este sentido las comunidades en México que dependen de los ciclos fenológicos deberán adaptarse, sin embargo, los mecanismos aún no son muy claros.

Se sabe que desde tiempos ancestrales los campesinos en México poseen la cultura de observar los cambios en el tiempo atmosférico y con base en ello pueden retrasar o adelantar la época de siembra y cosecha, así como la calendarización de labores agrícolas. Sin embargo, de esta tradición hay muy poco reportado en la literatura. La cultura de la observación de lo que pasa en las plantas cultivadas a lo largo de sus periodos vegetativo y reproductivo ya sean cultivos o frutales posee muy pocos registros y monitoreo sistemático, lo que dificulta generar patrones de la vulnerabilidad ante el clima cambiante. Para poder entender las interrelaciones planta-clima es importante impulsar una red de observación fenológica que permita la generación de capacidades comunitarias de monitoreo del clima y sus impactos.

ANTECEDENTES

En el mundo existen redes nacionales de fenología como la Red Fenológica Europea, la de Reino Unido, la de Países Bajos y la de Canadá. Algunas de ellas funcionan desde 1868 como es el caso de la red fenológica de Países Bajos (van Vliet, et al., 2003). Sin embargo, en México no existen esfuerzos similares, menos aún redes de observaciones fenológicas. Como antecedente existen los estudios del Instituto Nacional de Investigación Forestal Agrícola y Pecuaria (INIFAP), las fichas técnicas de los cultivos del Sistema Integral de Asociación Nacional de Empresas Comercializadores de Productos del Campo (SIANEC-INIFAP, 2018), los estudios científicos biológicos o agropecuarios en tesis y artículos académicos de algunas variedades agrícolas. Sin embargo, dichos estudios se centran en identificar las fases fenológicas de cultivos en parcelas de experimentación o en campo por un ciclo agrícola, no abarcan varios ciclos de cultivos. Los datos generados en superficie aún son insuficientes para identificar patrones de cambio en las especies vegetales y animales.

Este grupo de investigación tuvo la oportunidad de participar en las líneas de acción del Programa Especial de Cambio Climático (DOF, 2009), así como en la Estrategia Nacional de Cambio Climático visión 10-20-40 (SEMARNAT, 2013) y la Ley General de Cambio Climático (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2012). En dichos documentos se logró integrar la observación fenológica como línea de acción prioritaria para la adaptación al cambio climático

ya que sólo conociendo los patrones de la relación clima-planta se puede identificar la vulnerabilidad del sector agrícola.

En julio de 2010 bajo una iniciativa del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza y el grupo Reforestamos México A. C., se organizó el Taller de Adaptación de los Bosques al Cambio Climático que tuvo el objetivo de identificar herramientas y mecanismos para la adaptación al cambio climático que involucrara a campesinos jóvenes por el cuidado de los bosques y sus servicios ecosistémicos. Mediante el trabajo de grupos focales se reconoció al monitoreo fenológico como una herramienta para caracterizar los efectos del clima en los bosques y los cultivos agrícolas asociados a ellos en México. Este monitoreo permitiría involucrar a las comunidades en monitorear los impactos del clima, ubicarlos espacial y temporalmente, seleccionar posibles medidas de adaptación ante escenarios del clima futuro y posiblemente adoptar medidas para fortalecer la resiliencia de los bosques y la reconversión productiva de regiones en corredores bajo conservación.

Identificación de actores clave

Mediante la participación de Alternare A.C., institución encargada de la capacitación para la sostenibilidad y sustentabilidad del campo en Michoacán (Alternare, 2015) fue posible realizar talleres para monitores comunitarios para observar la fenología de las plantas de la región, principalmente de aquellos cultivos de interés comercial o de autoconsumo de las comunidades dentro del área de amortiguamiento de la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca. Dichos talleres fueron continuos de 2010 a 2013 con énfasis en identificar la fenología de cultivos de subsistencia y comercio de comunidades que viven de los servicios ambientales del bosque bajo conservación de la reserva. Entre 2010 y 2012 se realizaron los protocolos de observación fenológica con la participación de especialistas en biología, agronomía y cambio climático como fueron el doctor José Antonio Ávalos Lozano de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luís Potosí, el doctor Víctor Magaña Rueda del Centro de Ciencias de la Atmósfera (actualmente adscrito al Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México) y Atzin Eliú Calvillo Arreola consultor de Reforestamos México (actualmente presidente de Tierra Nueva s. c.).

Posteriormente se conformó una colaboración académica con la Red Nacional de Fenología de los Estados Unidos (USA-NPN por sus siglas en inglés). La USA-NPN tuvo sus orígenes en 2005 cuando un grupo de académicos que realizaban observaciones voluntarias y organizaciones como la United States Geological Service, el Servicio de Pesca de los Estados Unidos y la NOAA se reunieron para patrocinar dicha red. Con una base de científicos ciudadanos que ya realizaban observaciones fenológicas, más expertos en clima y percepción remota, se iniciaron los trabajos para extender los esfuerzos de observación los Estados Unidos. Las bases de datos de la USA-NPN son extensas.

Los datos incluyen una plataforma llamada *nature's notebook* (https://www.usanpn.org/natures_notebook) en donde los usuarios voluntarios en Estados Unidos integran datos cada semana o diario sobre las fases fenológicas que observan en las plantas y animales. Estos datos datan de 1957 (Betancourt et al 2005). Mediante la colaboración académica se logró realizar una estancia de investigación para identificar las herramientas, protocolos, medios de comunicación, sistemas de participación y comunicación y publicaciones científicas de aquella red.

Selección del sitio piloto

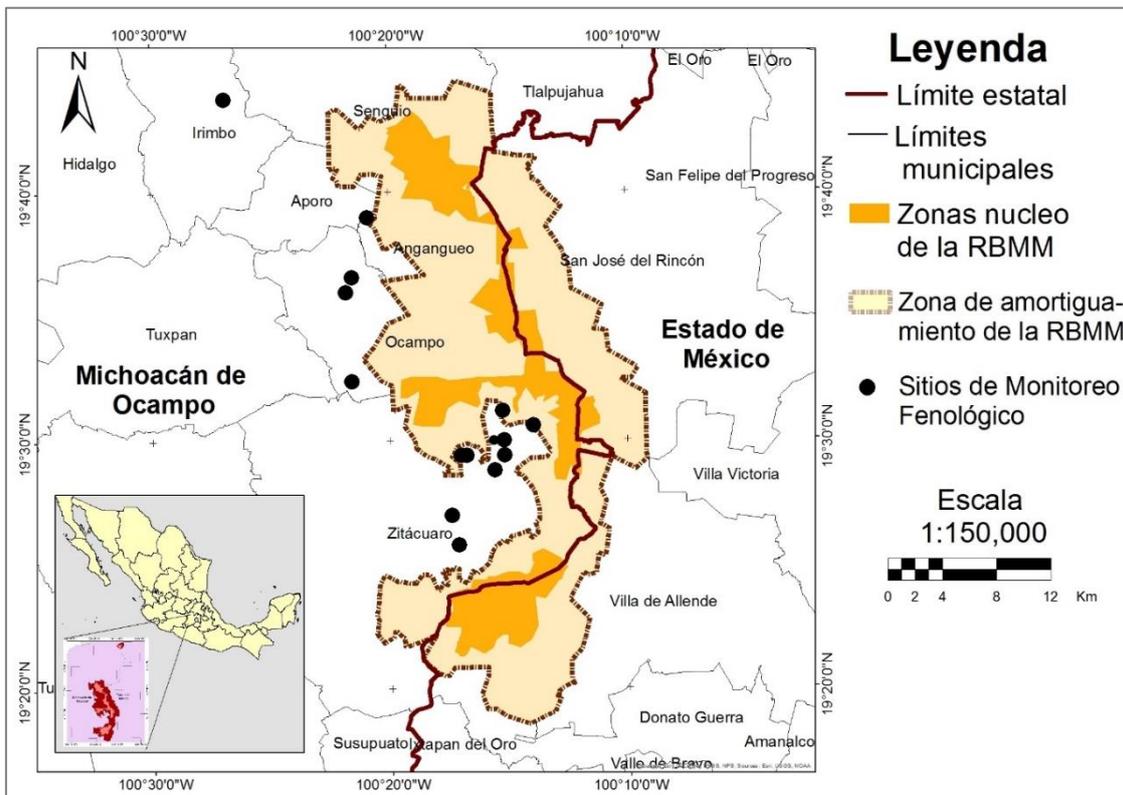
La Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca (RBMM) y su área de influencia fue elegida sitio de estudio inicial por ser un área natural protegida, contar con instituciones de capacitación para el aprovechamiento sustentable de los recursos del bosque y porque en ella inciden instituciones gubernamentales y académicas que impulsan el monitoreo ambiental y el trabajo comunitario (e.g. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Red Monarca, Alternare A.C, Tierra Nueva s.c. Centro de Investigación en Geografía Ambiental (CIGA-UNAM), entre otros actores. Esta reserva natural se ubica en los límites de los estados de Michoacán y Estado de México (figura 1), fue decretada como Reserva de la Biósfera en el año 2000 y cubre una superficie de 56 259 ha de bosque templado (Diario Oficial de la Federación, 2000). Además, esta reserva fue declarada en 2008, como Patrimonio de la Humanidad por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura en virtud de contar con los santuarios de hibernación de la mariposa monarca. El área de amortiguamiento

incluye tanto bosques templado como zonas agrícolas que, gracias a la relación cercana de las comunidades campesinas con las estrategias de conservación de la biodiversidad, se disminuye el impacto de la deforestación externa hacia la zona núcleo (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, CONANP, 2001).

Fases de la Red Fenológica en la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca.

Durante la primera etapa de 2011 a 2013 se realizaron talleres de capacitación con los instructores de Alternare sobre temas de climatología, cambio climático, fenología y registro de las observaciones, así como selección de especies o cultivos a monitorear. Durante esta etapa la comunidad de Valle Verde en Zitácuaro fue la más participativa en la iniciativa, con registros fenológicos de árboles frutales y cultivos (ciruela, manzana, durazno y guayaba). En 2014 se instauró la Red Nacional de Fenología con la consolidación de los sitios de monitoreo en los municipios de Zitácuaro, Ocampo, Angangueo e Irimbo, en el estado de Michoacán todos ellos en área de amortiguamiento o área de influencia de la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca. La última etapa de 2017 a 2021 incluye el monitoreo de especies arbóreas de pinos (*Pinus pseudostrobus* y *Pinus leiophylla*), ailes (*Alnus acuminata*), cedros (*Cupressus lusitánica*) (*Abies religiosa*) en la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca, el Volcán Nevado de Toluca en el Estado de México y Nanancamilpa, Tlaxcala en los límites del área protegida Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl . Mediante un trabajo de análisis de transescala se están comparando las fases fenológicas de las especies que se registran en campo con las estimadas mediante sensores remotos con la finalidad de extrapolar la fenología *in situ* con la escala de poblaciones vegetales (Reyes, tesis en proceso).

Figura 1. Localización de la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca y los sitios de monitoreo fenológico



Fuente: Rocío Reyes González.

Los alcances de la Red Nacional de Fenología

La misión de la Red Nacional de Fenología es: empoderar a las comunidades de México para monitorear, registrar y comprender, los cambios en la vegetación y especies de importancia local, para hacer frente a los probables impactos del cambio climático a nivel local. Los objetivos son a) implementar y consolidar la red de monitoreo fenológico comunitario en la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca como sitio piloto de referencias de la iniciativa Red Nacional de Fenología mediante la generación de plataformas de bases de datos climatológicos y fenológicos, talleres colaborativos y análisis de resultados en los desarrollos productivos y de protección de bosques. b) Obtener los patrones de tendencias, variabilidad climática interanual y espacial de la fenología local para especies de importancia comunitaria en cultivos y bosques con la información previa y la generada durante este proyecto. c) Promover la Red Nacional de Fenología mediante el inicio de los registros de monitoreo con los interesados ya inscritos en la iniciativa en diciembre de 2015 a la fecha.

METODOLOGÍA

Fases del monitoreo

La filosofía de la red es coadyubar a que las comunidades adquieran conocimientos y habilidades. Para para obtener el registro de las fases fenológicas se lleva a cabo lo siguiente:

- a) *Talleres informativos.* En esta primera fase se acude a las comunidades a presentar una clase demostrativa sobre el significado del cambio climático y sus impactos en la agricultura, horticultura y fruticultura. Se invita a los propietarios, ejidatarios y comuneros o dueños particulares de huertas familiares y parcelas, a registrar los cambios de las plantas cuando menos dos veces al mes. Todo ello con la intención de que sean conscientes de los cambios asociados con el clima anual y estacional en su localidad. De estos talleres se redactan listas de personas interesadas en participar por cuando menos un año. Estas listas se utilizan para organizar los subsecuentes pasos del proyecto de ciencia ciudadana.
- b) *Talleres de capacitación.* Estos se organizan con las personas interesadas del primer taller. Se proporciona capacitación sobre el llenado del formato de registro, se realizan prácticas de campo sobre los árboles, cultivos o parcelas que se van a observar con el apoyo de fichas de identificación de fases por cultivo. Se realizan una evaluación del aprendizaje y se registran la localización geográfica del sitio a monitorear. Se extiende una constancia de partición a los científicos ciudadanos.
- c) *Selección de los sitios y las especies a monitorear.* En una tercera visita se realiza una validación y seguimiento del monitoreo y se resuelven dudas sobre el procedimiento, la identificación de las fases y la forma de envío de los datos. Se identifican las fases fenológicas clave de la especie elegida y se enfatiza al observador sobre la importancia de su registro. Si es posible se marcan los individuos o monitorear, siguiendo los requerimientos para su monitoreo, tales como no recibir tratamiento de fertilizantes o plaguicidas, no estar en camellones o recibir riegos agrícolas.
- d) *Talleres de seguimiento.* En retroalimentación al monitoreo, mediante correo electrónicos se envían gráficas sobre el clima local y el análisis de

las fases fenológicas registradas. El equipo académico de la red se encarga de correlacionar los datos climáticos con los registros fenológicos mediante el cálculo de requerimientos agroclimáticos como horas frío, ciclo vegetativo, unidades calor y eventualmente los balances hídricos y coeficientes de cultivo. Se obtienen los escenarios de cambio climático y se simulan el posible clima futuro y su relación con el cultivo. Con ello se identifica la vulnerabilidad del cultivo en el futuro y se identifican, junto con el productor o monitor, la forma de hacer frente a posibles amenazas (figura 2).

Figura 2. Taller de presentación de avances del monitoreo fenológico llevado a cabo en la comunidad de Valle Verde, Municipio de Zitácuaro, Michoacán en el año 2013



Fuente: Fotos de las autoras

RESULTADOS DEL MONITOREO

Entre los productos que se han logrado obtener del seguimiento de la Red en la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca (RBMM) son:

- a) *Calendarios fenológicos de especies de importancia local*. Estos son diagramas mensuales en donde se registran las etapas y fases del cultivo, frutal o especie forestal, por ejemplo, desarrollo de las yemas, floración, aparición de hojas, senescencia y cosecha.
- b) *Guía práctica de observación fenológica*. Se redactó como una herramienta de divulgación y fue elaborada con un lenguaje sencillo y claro para los observadores.
- c) *Caracterización climática de la región RBMM y el cálculo de índices agroclimáticos*. Estos registros a través de la ciencia ciudadana han sido publicados en tesis de investigación en geografía (Reyes, 2013) y capítulo de libro (Reyes, 2017).
- d) *Página web de la Red Nacional de Fenología*. Con el apoyo de fondos de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM (DGAPA-UNAM) se realizó la página web: <http://redfenologicamx.com/> que incluye un formato general de registro para los observadores voluntarios, un correo de contacto y actualización de las publicaciones al respecto.

Retos de la Red Nacional de Fenología

1. A pesar de que se cuenta con el conocimiento intrínseco sobre las especies y cultivos, no se rescata la riqueza cultural y de la cosmovisión que conlleva el trabajo agrícola en nuestro país. Para ello es necesario una coordinación con otros grupos de investigación en antropología, socio ecosistemas, interculturalidad y gestión agrícola. En los talleres colaborativos, este equipo de trabajo ha constatado que esta tradición de observación de las señales de la naturaleza para las labores agrícolas se está perdiendo. Es necesario más trabajo al respecto si de verdad se persigue la adaptación de la actividad agrícola tradicional a los escenarios de cambio climático.
2. No es un proyecto de corto plazo, se requiere labor de convencimiento, de formación de productos y su difusión, así como enfatizar el carácter práctico del registro fenológico en las comunidades. Como todo esfuerzo

de monitoreo del clima y sus efectos, los registros pueden llevar varios años para lograr entender patrones espaciales como los que ha definido la USA-NPN. Es necesario encontrar colaboraciones con instituciones gubernamentales para la difusión de esta red, sus bases de datos y la aplicación de sus resultados en políticas públicas.

3. Realizar reportes en lenguajes accesibles. Los resultados de las investigaciones deben darse a conocer a los campesinos en lenguaje claro y con poco tecnicismo al respecto para que el empoderamiento del conocimiento y las estrategias de adaptación funciones a nivel local bajo en enfoque de gobernanza local.
4. Fomentar el interés por los registros. Los científicos ciudadanos deben ser incentivados a continuar los registros mediante una continua comunicación con la academia y la apropiación de sus resultados para generar cambios en sus cultivos, labores agrícolas o calendarios locales de cosecha y siembra y, en algunos casos cambios de cultivos o variedades.
5. Continua comunicación con las comunidades. Es necesario identificar canales de comunicación aun con propietarios de edad avanzada, que no saben leer o no tienen acceso a las tecnologías de la comunicación.

Dentro de los últimos resultados de la Red se han realizado monitoreos en 2019 en Nanacamilpa, Tlaxcala, se han iniciado colaboraciones académicas y se han impartido talleres en el Tecnológico de Estudios Superiores de Valle de Bravo y se tiene una colaboración continua con la USA-NPN (figura 3).

Figura 3. a) Taller informativo sobre fenología con la presencia de la M. en C. Erin Posthumus de la USA (noviembre 2019) -NPN; b) Taller de capacitación para guías locales del santuario de las luciérnagas Santa Clara (julio 2019).



Fuente: Fotos de las autoras

CONCLUSIONES

La observación fenológica puede ser utilizada por las comunidades mexicanas para idear estrategias de adaptación al cambio climático. El registro fenológico es de utilidad para llenar los vacíos de información en cuanto a redes de observación fenológica en México. Los datos obtenidos han sido de utilidad para obtener calendarios por cultivo e indicadores agroclimáticos bajo el clima actual y bajo escenarios de cambio climático. A la fecha, se ha identificado la oportunidad de colaborar con instituciones académicas, pero es necesario fortalecer lazos de colaboración con instituciones públicas que financien estos proyectos y lleven a cabo políticas públicas de apoyo a la disminución de la vulnerabilidad de la agricultura tradicional al cambio climático y los eventos extremos actuales.

Agradecimientos: A la Dirección General de Asuntos para el Personal Académico (DGAPA) de Universidad Nacional Autónoma de México por el financiamiento *Vulnerabilidad agrícola y forestal ante el clima en la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca (PAPIIT, clave: IN308220)*. A Atzín Eliú Calvillo Arreola de Tierra Nueva S.C., a Alternare A.C., las Comunidades de Río Verde en Zitácuaro, Mich y Alyssa Rosemartín de la US National Phenology Network por apoyo en la confección del monitoreo de campo. A Víctor Magaña Rueda de la UNAM y José Antonio Ávalos de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí por

las ideas para construir este proyecto. A la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) por el apoyo logístico para realización del trabajo de campo. A los estudiantes: Iván Ávila, Jaqueline Mera y Yessica Sandoval por el apoyo en trabajo en campo y realización de talleres comunitarios y, a dos revisores cuyos comentarios ayudaron a enriquecer este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Alternare A.C. (2015). Alternare. [En línea] Disponible en <http://www.alternare.org/>. Consultado el 15 de enero de 2020.
- Arriola, V.L. (2014). *Respuesta de la vegetación a la variabilidad climática y sus implicaciones en la conservación del bosque templado en la Sierra Madre Oriental*. Tesis de Maestría en Geografía, UNAM.
- Betancourt, J. L., Schwartz, M. D., Breshears, D. D., Cayan, D. R., Dettinger, M. D., Inouye, D. W., y Reed, B. C. (2005). Implementing a US national phenology network. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 86(51), 539-539.
- Colditz, R. R., Villanueva, V. L. A., Tecuapetla-Gómez, I., y Gómez-Mendoza, L. G. (2017). Temporal relationships between daily precipitation and NDVI time series in Mexico. In *2017 9th International Workshop on the Analysis of Multitemporal Remote Sensing Images (MultiTemp)* (pp. 1-4). IEEE.
- CONANP, PNUD, GEF (2019). *Proyecto Resiliencia. Áreas Naturales Protegidas. Soluciones naturales a retos globales*. México.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Conanp, (2001). *Plan de Manejo de la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2015). *Estrategia de Cambio Climático desde las Áreas Naturales Protegidas: Una Convocatoria para la Resiliencia de México (2015-2020)*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- Diario Oficial de la Federación, (2012). *Ley General de Cambio Climático*. Cámara De Diputados Del H. Congreso de La Unión. Secretaría General, Secretaría de Servicios Parlamentarios, Dirección General de Servicios de Documentación, Información y Análisis, Ciudad Mexico, 45 pp.
- Diario Oficial de la Federación. (2009). Programa Especial de Cambio Climático. *Diario Oficial de la Federación*, 28.
- IPCC. (2018): Summary for Policymakers. In: *Global Warming of 1.5°C*. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.[En línea] Disponible en <https://www.ipcc.ch/>. Consultado 12 de enero de 2020.
- IPCC. (2002). *Climate change and biodiversity* H Gitay, A Suárez, RT.Watson, DJ Dokken (Eds). Geneva,Switzerland.
- Kuenzer, C., Dech, S., y Wagner, W. (2015). Remote sensing time series revealing land surface dynamics: Status quo and the pathway ahead. In *Remote Sensing Time Series* 1-24). Springer, Cham.
- Parmesan, C. (2006). Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 37, 637-669.

- Retuerto, R., y Carballeira, A. (2004). Estimating plant responses to climate by direct gradient analysis and geographic distribution analysis. *Plant Ecology*, 170(2), 185-202.
- Reyes, E.R. (2013). *Aplicación de un modelo de observación fenológica comunitaria para identificar tendencias del clima en el Municipio de Zitácuaro, Michoacán*. Licenciatura en Geografía, México, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Reyes-González, R. (en proceso). *Análisis trasescalar de la fenología de bosques en el centro de México*. Tesis de doctorado en Geografía, UNAM.
- Reyes-González, E. (2017). El monitoreo fenológico comunitario como herramienta para la adaptación al cambio climático, 139-153. En Gómez-Mendoza, L. (coord.). *Clima, naturaleza y sociedad*. Los retos del cambio climático en los socioecosistemas. Ed. Bonilla y Artigas, México.
- Sandoval, Y. (2020). *Escenarios de cambio climático en la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca*. Tesis Licenciatura en Geografía, UNAM. México.
- Schwartz, M. D. (Ed.) (2003). *Phenology: An Integrative Environmental Science*, Springer, New York.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Semarnat, (2016) *Santuario de la mariposa monarca* [En línea] Disponible en <http://mariposamonarca.semarnat.gob.mx/>. Consultado el 12 de enero de 2020.
- SEMARNAT, . (2013). *Estrategia Nacional de Cambio Climático visión 10-20-40*. Gobierno de la República[En Línea] Disponible en: <http://semarnat.gob>. Consultado el 12 de enero de 2020.
- Sistema Integral de Asociación Nacional de Empresas Comercializadores de Productos del Campo SIANEC-INIFAP. (2018) *Sistema Integral ANEC* [En línea] Disponible en <http://siafemor.inifap.gob.mx/anec/>. Consultado el 20 de enero de 2020.
- Semenov. M., Barrow, E., (2002). *LARS-WG A Stochastic Weather Generator for Use in Climate Impact Studies*. UK, Rothamsted Research, Harpenden, Hertfordshire.
- van Vliet 2003 A. J., de Groot, R. S., Bellens, Y., Braun, P., Bruegger, R., Bruns, E., Clevers, J., Estregin, C., Flechsig, M., Jeanneret, F., Maggi, M., Martens, P., Menne, B., Menzel, A. y Sparks, T (2003). The European phenology network. *International Journal of Biometeorology*, 47(4), 202-212.
- World Bank Grup (2020). *Climate change knowledge portal. México*. [En línea] Disponible en <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/mexico>. Consultado el 5 de enero de 2020

La impronta de Ingrid y Manuel en la colonia Nicolás Bravo (Chilpancingo, Guerrero). Una aproximación desde la cartografía social

Gabriel Linares Ortiz¹

Neftalí García Castro²

RESUMEN

Esta investigación tiene como propósito analizar los efectos adversos generados por los fenómenos hidrometeorológicos Ingrid y Manuel, en la Colonia Nicolás Bravo, en 2013. El enfoque conceptual y metodológico utilizado permitió entender porque estos fenómenos naturales y la complejidad socio-territorial de este asentamiento humano ocasionaron impactos socioeconómicos considerables en la mayor parte de sus habitantes; pero también, en algunos casos, detonaron formas de organización social que les permitieron hacer frente a la contingencia. En ese sentido, fueron importantes los talleres de mapeo colectivo organizados con los habitantes de la colonia Nicolás Bravo, ya que estos ejercicios fueron el sustento para la construcción de narrativas en torno a su territorio, así como para la transferencia y el intercambio de conocimientos y experiencias derivadas de lo acontecido después de Ingrid y Manuel; y hacer visibles otras formas de gestionar recursos ciudadanos desde una perspectiva endógena que fue substancial para la resiliencia de los habitantes de la colonia. De esta manera, en el presente capítulo se presentan los elementos siguientes: 1) algunos aspectos substanciales en torno a las características socio-territoriales de la colonia Nicolás Bravo, 2) los fundamentos conceptuales y metodológicos de la investigación, y 3) los escenarios identificados mediante la cartografía social.

PALABRAS CLAVE: cartografía social, Chilpancingo, resiliencia, vulnerabilidad social.

¹ Estudiante de la Maestría en Ciencias: Territorio y Sustentabilidad Social del Centro de Investigación y Posgrado en Estudios Socio territoriales de la Universidad Autónoma de Guerrero. Correo electrónico: gabriel.linares.ortiz@gmail.com

² Profesor-investigador en la Maestría en Ciencias: Territorio y Sustentabilidad Social del Centro de Investigación y Posgrado en Estudios Socio territoriales de la Universidad Autónoma de Guerrero. Correo electrónico: neftaligc@hotmail.com

ABSTRACT

The purpose of this research was to analyze the adverse effects generated by the hydrometeorological phenomena Ingrid and Manuel, in Colonia Nicolás Bravo, in 2013. The conceptual approach and the methodological used allowed to understand why these natural phenomena and the socio-territorial complexity of this human settlement caused considerable socio-economic impacts in most of its inhabitants; but also, in some cases, they detonated forms of social organization that allowed them to face the contingency. In that sense, the collective mapping workshops organized with the inhabitants of the Nicolás Bravo colony were important, since these exercises were the basis for the construction of narratives around their territory, as well as for the transfer and exchange of knowledge and experiences derived from what happened after Ingrid and Manuel; and make visible other ways of managing citizen resources from an endogenous perspective that was substantial for the resilience of the inhabitants of the colony. In this way, the following elements are presented in this chapter: 1) some substantial aspects around the socio-territorial characteristics of the Nicolás Bravo colony, 2) the conceptual and methodological foundations, and 3) the scenarios identified by cartography Social.

KEYWORDS: social mapping, Chilpancingo, resilience, social vulnerability.

INTRODUCCIÓN

El estudio de los desastres en el estado de Guerrero es de suma importancia debido a que este segmento del territorio nacional está expuesto a numerosos fenómenos naturales que suelen configurarse como amenazas para la población guerrerense; además, la mayoría de ésta posee características socioeconómicas que limitan su capacidad de anticipar, hacer frente, resistir y recuperarse de los efectos adversos generados por algunos fenómenos naturales. De acuerdo con Twigg (2007) la vulnerabilidad y la resiliencia son caras opuestas de la misma moneda; la vulnerabilidad entendida como condición de indefensión, la susceptibilidad a sufrir algún tipo de daño o perjuicio, o padecer incertidumbre, ya sea de manera individual o colectiva; y, por otra parte, la resiliencia definida con base en los elementos deseables que hacen que una persona o comunidad resistan y se recuperen de eventos que les ocasionan estrés (Macías, 2015).

Esta investigación tiene como objetivo analizar los efectos adversos ocasionados por los fenómenos hidrometeorológicos Ingrid y Manuel, en la Colonia Nicolás Bravo, en 2013. En septiembre de ese año, la República Mexicana fue afectada por dos fenómenos meteorológicos, el huracán Ingrid formado en el Golfo de México; y la tormenta tropical Manuel, en el Océano Pacífico. Ambos fenómenos naturales ocasionaron vientos intensos, lluvias torrenciales y el aumento en el nivel del mar. De acuerdo con cifras oficiales, en el país, se registró la pérdida de 157 vidas humanas, 35 personas lesionadas y 60 000 más evacuadas. Con relación a los daños materiales, se cuantificaron 42 viviendas colapsadas, 23 bardas caídas y 32 carreteras, tanto federales como estatales, con algún tipo de daño. Por este motivo, se declararon en estado de emergencia a un número importante de municipios de Veracruz, San Luis Potosí, Tamaulipas y Guerrero (Quiroga *et al.*, 2013).

En este último, se declararon a 56 municipios en estado de emergencia (70% del total de jurisdicciones guerrerenses). Más de un centenar de personas perdieron la vida; y aproximadamente 13 mil viviendas, 540 escuelas y 35 centros de salud sufrieron daños, al igual que la red carretera (CENAPRED [Centro Nacional de Prevención de Desastres], 2014). En la ciudad de Chilpancingo, las lluvias derivadas de Ingrid y Manuel ocasionaron que la represa del Cerrito Rico, situada al norte de la ciudad, alcanzará su máxima capacidad en un solo día y se desbordara; lo que provocó inundaciones en gran parte del asentamiento urbano; algunas de las colonias más afectadas fueron: la Ciudad de los Servicios, el fraccionamiento 20 de noviembre, la colonia Universal, el barrio de Santa Cruz, la Galeana, la colonia Rosario Ibarra y las inmediaciones de la 35ª zona militar; en particular la colonia Nicolás Bravo (Aviña *et al.*, 2018).

En un número notable de obras que abordan la vulnerabilidad social se advierte que esta categoría permite abordar los efectos adversos de fenómenos naturales o antrópicos, desde una perspectiva crítica que evidencia cómo las disparidades sociales y económicas de la población motivan que ciertos segmentos de esta resulten más afectados que otros. Al respecto Salamanca (2009) señala que:

Las personas que se encuentran en la línea de pobreza y con insuficientes capacidades, ven agravada su situación cuando se enfrentan a desastres causados por fenómenos naturales o antrópicos, es así que estas personas, aparte de realizar un esfuerzo muy grande para posibilitar su reproducción cotidiana, deben incrementar este esfuerzo para reponer los bienes y medios de vida perdidos. Si a esto se añade que no existe una política de protección social, lo único que les queda es sobrevivir en peores condiciones, pudiendo llegar en algunos casos a la indigencia. (p.5).

De esta manera, en el presente capítulo se presentan los elementos siguientes:

1) algunos aspectos substanciales en torno a las características socio-territoriales de la colonia Nicolás Bravo, 2) los fundamentos conceptuales y metodológicos de la investigación, y 3) los escenarios identificados mediante la cartografía social.

ÁREA DE ESTUDIO

García y Villerías (2016) expresan que los niveles de vulnerabilidad social de la ciudad de Chilpancingo son la expresión sintética de un conjunto de características que denotan las condiciones de vida de los habitantes de este asentamiento urbano; las cuales suelen definir su capacidad para hacer frente a situaciones de emergencia de distinta índole y magnitud, derivadas de aquellos fenómeno naturales o antrópicos que pone en riesgo su integridad física y el desarrollo de sus actividades cotidianas. En la ciudad de Chilpancingo, aproximadamente, 36% de la población ostentan vulnerabilidad social mínima. Tal condición se detecta en las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB) de la parte centro-sur de la ciudad; esto es la porción territorial asociada con el asentamiento original, localizado en el valle del río Huacapa. En contraste, una cantidad notable de Ageb con elevados niveles de vulnerabilidad social se localiza tanto en la sección septentrional como en la periferia de la ciudad (García y Villerías, 2016).

Con base en los resultados de la investigación de García y Villerías (2016), se puede apreciar que, si bien la colonia Nicolás Bravo se sitúa en la parte central de esta ciudad guerrerense, este espacio muestra niveles de vulnerabilidad

social significativos, lo cual advierte la presencia de una periferia interior¹. La colonia está circunscrita por los elementos siguientes: al norte; la calle Valerio Trujano; al sur; la Barranca de Alpuyec²; al este, el Paseo Alejandro Cervantes, y al oeste; la avenida Vicente Guerrero. De acuerdo con la información obtenida en campo, la construcción de las viviendas de la colonia se hizo de manera progresiva; debido a las características socioeconómicas adversas de la mayoría de los habitantes de ésta. En un principio las viviendas estaban conformadas por uno o dos cuartos. Actualmente, la extensión de las viviendas oscila entre los 120 y 160 m², construidas en dos y hasta tres plantas. Las viviendas en un principio eran de carácter unifamiliar (uno dos cuartos), sin embargo, la tendencia es a configurarse como viviendas multifamiliares (con cuatro o más cuartos), elaborados con materiales permanentes y estructuras sólidas.

Las viviendas cuentan con los servicios de drenaje, agua entubada y energía eléctrica. La traza de las calles es irregular, la mayoría de éstas están pavimentadas y en buen estado (figura 1). Es importante mencionar que la colonia cuenta con las rutas de acceso siguientes: 1) Desde la plaza Primer congreso de Anáhuac de Chilpancingo se baja por la calle José Ma. Morelos y Pavón, se llega al paseo Alejandro Cervantes Delgado, al Río Huacapa, al panteón central y a la calle calzada Ejército Nacional hasta llegar a la zona militar, a un costado de ésta se encuentra la colonia Nicolás Bravo (figura 2). 2) También se arriba por la avenida Vicente Guerrero y el paso a desnivel situado debajo de la Autopista del Sol, el cual conecta con prolongación Valerio Trujano hasta la zona de estudio (figura 3). 3) Desde la iglesia de San Francisco, esquina con calle Cristóbal Colón, hasta encauce del Río Huacapa; antes de llegar al negocio conocido por los habitantes como la Venta de Piñatas, se cruza el puente que conecta al callejón del Tío Nacho, otro más que conecta con la zona militar y posteriormente se llega a la colonia Nicolás Bravo (figura 4).

¹ De acuerdo con Kápstein (2010), el concepto de periferia interior se refiere a aquellos espacios degradados que se ubican en el centro urbano de una ciudad.

² La barranca de Alpuyec se ubica en prolongación Anenecuilco, atraviesa el boulevard Vicente Guerrero, la prolongación Valerio Trujano, la colonia Nicolás Bravo; pasa por un costado del callejón Tío Nacho y la zona militar, hasta llegar al Huacapa.

Figura 1. Colonia Nicolás Bravo: ubicación geográfica



Fuente: elaborado con información obtenida en campo.

Figura 2. Calle calzada Ejército Nacional



Fuente: elaborado con información obtenida en campo.

Figura 3. Prolongación Valerio Trujano



Fuente: elaborado con información obtenida en campo.

Figura 4. Callejón del Tío Nacho



Fuente: elaborado con información obtenida en campo.

ANTECEDENTES CONCEPTUALES Y METODOLÓGICOS

En este apartado se exponen los principales elementos cognoscitivos que delimitan el marco de referencia de la presente investigación; en particular, se hace énfasis en la vulnerabilidad social y la resiliencia como categorías substanciales para el entendimiento de la complejidad socio-territorial identificada en la Colonia Nicolás Bravo. Asimismo, se muestran las características más importantes de la cartografía social como alternativa metodológica para escudriñar lo acontecido en este asentamiento guerrerense tras los efectos adversos ocasionados por Ingrid y Manuel.

Vulnerabilidad social

Este concepto permite entender cuáles son algunos de los principales elementos que pueden influir en la capacidad de respuesta que poseen las personas frente a eventos que suelen constituirse como una amenaza para éstas. *Grosso modo*, Busso (2001) entiende a la vulnerabilidad social como un proceso multidimensional en el confluente la probabilidad de que un individuo o bien un conjunto de personas resulte afectado tanto por situaciones externas como internas a ellas³. En ese orden de ideas, Ruiz (2011) propone que la vulnerabilidad social siempre está relacionada con algún tipo de amenaza; ya sean eventos de origen físico: sequías, heladas, inundaciones, terremotos; o amenazas antropogénicas como contaminación, accidentes, hambrunas o pérdida del empleo.

La vulnerabilidad social es una condición que refleja, por una parte, la exposición a un evento de carácter traumático natural o antrópico; y, por otra parte, las desventajas socioeconómicas inherentes a la persona o grupo en cuestión; desde esta perspectiva este concepto sugiere un entramado complejo de factores que pueden considerarse detonantes de vulnerabilidad; por ejemplo, la falta de trabajo, ingresos, seguridad social, patrimonio económico; o bien aspectos estrechamente relacionados con el grado de organización e integración

³ De acuerdo con Pizarro (2001), la vulnerabilidad social es producto "... de los impactos provocados por el patrón de desarrollo vigente pero también expresa la incapacidad de los grupos más débiles de la sociedad para enfrentarlos, neutralizarlos u obtener beneficios de ellos" (p.7).

que existe al interior de un grupo, el cual puede incidir en la capacidad de respuesta ante esos eventos adversos.

De acuerdo con Cardona (2001), la vulnerabilidad tiene factores específicos; este autor puntualiza los siguientes: 1) la fragilidad física o exposición, entendida como la condición de susceptibilidad que tiene un asentamiento humano a ser afectado por estar en el área de influencia de los fenómenos peligrosos y por su falta de resistencia física ante los mismos, 2) la fragilidad social, la cual se refiere a la predisposición que surge como resultado del nivel de marginalidad y segregación social del asentamiento humano y sus condiciones de desventaja y debilidad relativa derivada de sus características socioeconómicas y 3) la falta de resiliencia que expresa las limitaciones de acceso y movilización de recursos del asentamiento humano, su incapacidad de respuesta y sus deficiencias para absorber el impacto.

Resiliencia

El término resiliencia procede del latín *resilio* (re salio) que significa volver a saltar, rebotar, reanimarse. El concepto alude a la habilidad para surgir de la adversidad, adaptarse, recuperarse y acceder a una vida digna y productiva (ICCB [Institute on Child Resilience and Family], 1994). También es entendida como la capacidad humana universal para hacer frente a las adversidades de la vida, superarlas o incluso ser transformado positivamente por ellas. De acuerdo con Olabegoya (2006), la resiliencia tiene por lo menos tres aristas específicas, las cuales se describen a continuación.

- 1) La Resiliencia como estabilidad se concibe como la capacidad que tienen las personas para mantenerse integras frente a una situación difícil; la capacidad que éstas tienen para subsistir y desarrollarse con normalidad en un entorno de riesgo que puede generar daños a su integridad física o emocional, o bien ocasionarles pérdidas materiales. De esta forma, se entiende como resiliencia ser capaces de asimilar o absorber daños de magnitud considerable y aun así mantenerse competentes.
- 2) La resiliencia como recuperación es la capacidad de regresar al estado original de una persona o personas; ser productivos y actuar con

normalidad, después de haber ocurrido alguna alteración notable o daño por alguna situación adversa; sí una persona, de manera individual o colectiva, tiene una recuperación rápida se le considera más resiliente que otra que necesita más tiempo o aquella que no se puede recuperar con el paso del tiempo.

- 3) La resiliencia como transformación es un proceso más complejo, en la cual las personas son capaces de resistir y proteger su integridad a pesar de las amenazas con la ventaja de salir fortalecidas, transformadas positivamente por la experiencia. De esta manera, las personas experimentan procesos de regeneración, reconversión, reorganización personal y social, generando nuevas oportunidades derivadas de los eventos adversos que enfrentaron.

Ruíz (2012) expresa que las sociedades desarrolladas y estructuradas tienen mayor capacidad de responder a los desastres, son más resilientes tanto en la fase de emergencia como en la fase de recuperación; esto se debe a la calidad de sus construcciones e infraestructuras, a sus sistemas de alerta temprana, por su capacidad de reacción y movilización, a sus sistemas de gestión de la emergencia, y sobre todo, por su capacidad económica que las permite recuperarse. Por lo tanto, el impacto diferenciado de un evento dañino suele reflejar rasgos esenciales de las formas de interacción y organización social, las cuales inciden sobre la capacidad de resiliencia (Ruiz y Grimalt, 2012). De acuerdo con Toscana y Villaseñor (2018), una comunidad cohesionada y organizada es menos vulnerable y más resiliente que aquella que no lo es, en virtud de que mediante estos elementos se pueden encontrar vías para paliar la emergencia y salir adelante.

En ese contexto, la cartografía social cobra relevancia como metodología participativa y colaborativa, mediante ella se plasma la opinión de aquellos grupos que son sujetos de investigación o bien las expresiones de los destinatarios de un proyecto de desarrollo; consecuentemente, esta modalidad de la cartografía tiene como propósito favorecer el empoderamiento de los actores sociales y, en su caso, colaborar en la aplicación exitosa de un proyecto específico.

Cartografía social

Es considerada como el instrumento que da pauta para que las personas tengan una perspectiva global de su territorio a través de la acción participativa, la cual facilita la obtención de conocimientos sobre el espacio geográfico, social, económico y cultural (pasado, presente o futuro). La cartografía social es una alternativa metodológica utilizada con fines de planificación y gestión del territorio, ya que da pauta para tener una idea en torno a cómo la población de un determinado lugar concibe su territorio y la forma en la que interactúa con él; lo que permite identificar valores y sentimientos que no suelen ser identificados mediante formas convencionales de cartografía. La cartografía social permite a la población local tener conciencia del espacio que habita y así reconocer sus propias problemáticas y fortalecer sus sentimientos de apego, identidad y pertenencia a un lugar.

La cartografía social constituye una herramienta que puede utilizarse con fines de planeación y transformación social; debido a que es una estrategia basada en la investigación-acción participativa y en los principios surgidos en las tendencias de desarrollo comunitario. Por lo tanto, los mapas elaborados con esta metodología tienen un carácter colectivo, horizontal y participativo; son documentos que plasman al espacio como producto de acciones y objetos en interacción constante; se confeccionan mediante el consenso de los actores involucrados en el hecho o fenómeno abordado, a diferencia del mapa convencional; el cual es legitimado según quien lo construya y su propósito (académico, gubernamental, militar) (Herrera, 2008).

De acuerdo con Lafuente y Horrillo (2019), la cartografía social permite: 1) generar comunidad y contexto local, 2) transferir e intercambiar conocimiento y experiencias, 3) comunicar y visibilizar iniciativas ciudadanas, 4) obtener y presentar información de los actores locales, 5) hacer visible otra manera de gestionar recursos ciudadanos y los valores asociados desde una perspectiva real y operativa, 6) comprender el tejido social que sustenta el funcionamiento del territorio y 7) diagnosticar colectivamente una problemática, lo que permite socializar de forma gráfica el conocimiento que hasta el momento estaba oculto. En esencia, se concibe a la cartografía social como “la elaboración crítica de

mapas para generar herramientas de intercambio colectivo, la elaboración de narraciones y representaciones que disputen e impugnen aquellas instaladas desde las instancias hegemónicas”, (Lafuente y Horrillo, 2019, p. 7).

En ese orden de ideas, algunos de los elementos fundamentales para realizar ejercicios de cartografía social son: 1) un plano base (cualquier tipo de representación del entorno o territorio objeto de análisis), 2) actores sociales (incluida los habitantes del espacio analizado, representantes de colectivos locales, asociaciones, ciudadanos anónimos, administraciones), 3) el espacio físico para organizar las sesiones de trabajo (un lugar público al aire libre o incluso un recorrido por el territorio), 4) recursos para graficar (logos, pictogramas, chinchetas, post-it, rotuladores, lápices de colores, pegamento, tijeras) y 5) una temática específica (derechos e igualdad, política y gobernanza, movilidad, vulnerabilidad social, gestión del riesgo, etc.).

Procedimiento metodológico

En la presente investigación se utilizó la cartografía social como alternativa técnica para identificar algunos de los principales factores de vulnerabilidad social y resiliencia que presentan los habitantes de la Colonia Nicolás Bravo. En ese orden de ideas, Herrera (2008) señala “la cartografía social se considera una herramienta para la construcción del conocimiento de manera colectiva, es acercarse a la comunidad y adentrarse a su espacio geográfico, socioeconómico, histórico-cultural” (p.3). Este tipo de cartografía induce al ejercicio participativo, mediante: 1) recorridos por el área de estudio que es el espacio social que los mismos actores locales modifican en su vida cotidiana, 2) el registro de la información obtenida a través del intercambio de conocimiento entre los participantes y 3) el diálogo que da lugar al redescubriendo de su territorio y la imagen de éste (figura 5). De esta manera se procedió de la manera siguiente:

Figura 5. Colonia Nicolás Bravo: mapeo colectivo



Fuente: elaborado con información obtenida en campo.

- 1) Preparación. Tuvo como propósito establecer los aspectos más importantes de la propuesta de trabajo concebida inicialmente por los organizadores; por ejemplo, el objetivo del taller, así como las temáticas que serían abordadas. Es importante tener en cuenta que, a la postre, esta propuesta de trabajo se amplió y diversificó con la colaboración de los habitantes de la Colonia Nicolás Bravo.
- 2) Introducción. Consistió en la presentación tanto de los organizadores como de los participantes (nombre, actividad o espacio de pertenencia). También se dio a conocer las expectativas que se tienen sobre el taller. Posteriormente, los organizadores presentaron los lineamientos generales de las actividades que se desarrollarían; se acotaron los objetivos, las temáticas y los tiempos; otro aspecto medular fue hacer notar la relevancia crítica y reflexiva del trabajo con mapas y otros recursos gráficos contemplados en el taller, así como explicar el

procedimiento para intervenirlos de manera libre y creativa a partir de los recursos gráficos generados por los participantes.

- 3) Desarrollo. Inmediatamente después de la introducción, los participantes, se organizaron en grupos; generalmente, esto se hizo mediante una dinámica lúdica que dio pauta para cohesionarse a partir de un eje preestablecido por los organizadores. Éstos rotaron su participación en cada uno de los grupos conformados por los participantes; con la finalidad de incentivar la participación y resolver dudas relacionadas con el uso de los recursos gráficos para confeccionar la cartografía⁴ (Ares y Risler, 2014).
- 4) Cierre. Al concluir el ejercicio de mapeo cada grupo presentó los resultados obtenidos a los demás participantes. Cabe destacar que fue substancial que los organizadores realizaran preguntas o promovieran el debate en torno a los escenarios socio-territoriales identificados. Esto es fundamental ya que permitió identificar las diferencias y los puntos de consenso. En algunas ocasiones uno de los organizadores tomo nota de la información para luego exponerlo al resto y que esto funcione como base desde la cual organizar los planes de acción a futuro (Ares y Risler, 2014).

⁴ En la presente investigación se utilizó la técnica denominada mapeo espaciotemporal, la cual facilita identificar vínculos e impactos espaciotemporales, a través de textos e ilustraciones cuya finalidad es revelar personajes clave, políticas públicas, entre otros aspectos. Por lo general, suele trabajarse para identificar momentos de suma importancia relacionados con hechos clave, políticas económicas, períodos en los que se registraron acontecimientos de especial interés para la investigación; por ejemplo, fenómenos con efectos adversos en un espacio concreto, etc. Una vez identificados esos momentos se establecen vínculos entre diversos aspectos representados en el mapa y su evolución cronológica. También se puede revelar las capas que conforman los estratos materiales, discursivos, subjetivos, que dan forma y sustento a las realidades específicas del lugar en cuestión, utilizando fotografías o dibujos del lugar que permitan preguntarse: ¿qué había antes en ese espacio?, ¿qué ocurrió allí?, ¿cómo se transformó con la aplicación de cierta política pública?, ¿por qué se transformó?, ¿quién o quiénes estuvieron involucrados en dicha transformación?

RESULTADOS

Con respecto a la percepción de los efectos generados por Ingrid y Manuel, durante las inundaciones generadas por estos fenómenos naturales, los habitantes de la Colonia Nicolás Bravo expresaron que sintieron desesperación, miedo, tristeza e impotencia. Un número importante de personas se quedaron en sus casas; no pudieron salir de ellas, permanecieron hasta cuatro días aislados. Otros habitantes de la colonia se resistieron a dejar su hogar por falta de lugar donde refugiarse, así como por los actos de rapiña que se dieron en la colonia. Los habitantes de la colonia expresan que pudieron hacer frente a los efectos adversos ocasionados por estos fenómenos naturales; en gran medida, debido a la organización de los propios vecinos y la ayuda de algunos sectores de la sociedad civil; por ejemplo; las brigadas organizadas por estudiantes de la Universidad Autónoma de Guerrero. También señalan que dependencias como Protección Civil y el Ejército Nacional llegaron al final de la contingencia; y sólo brindaron atención de manera mínima o intermitente.

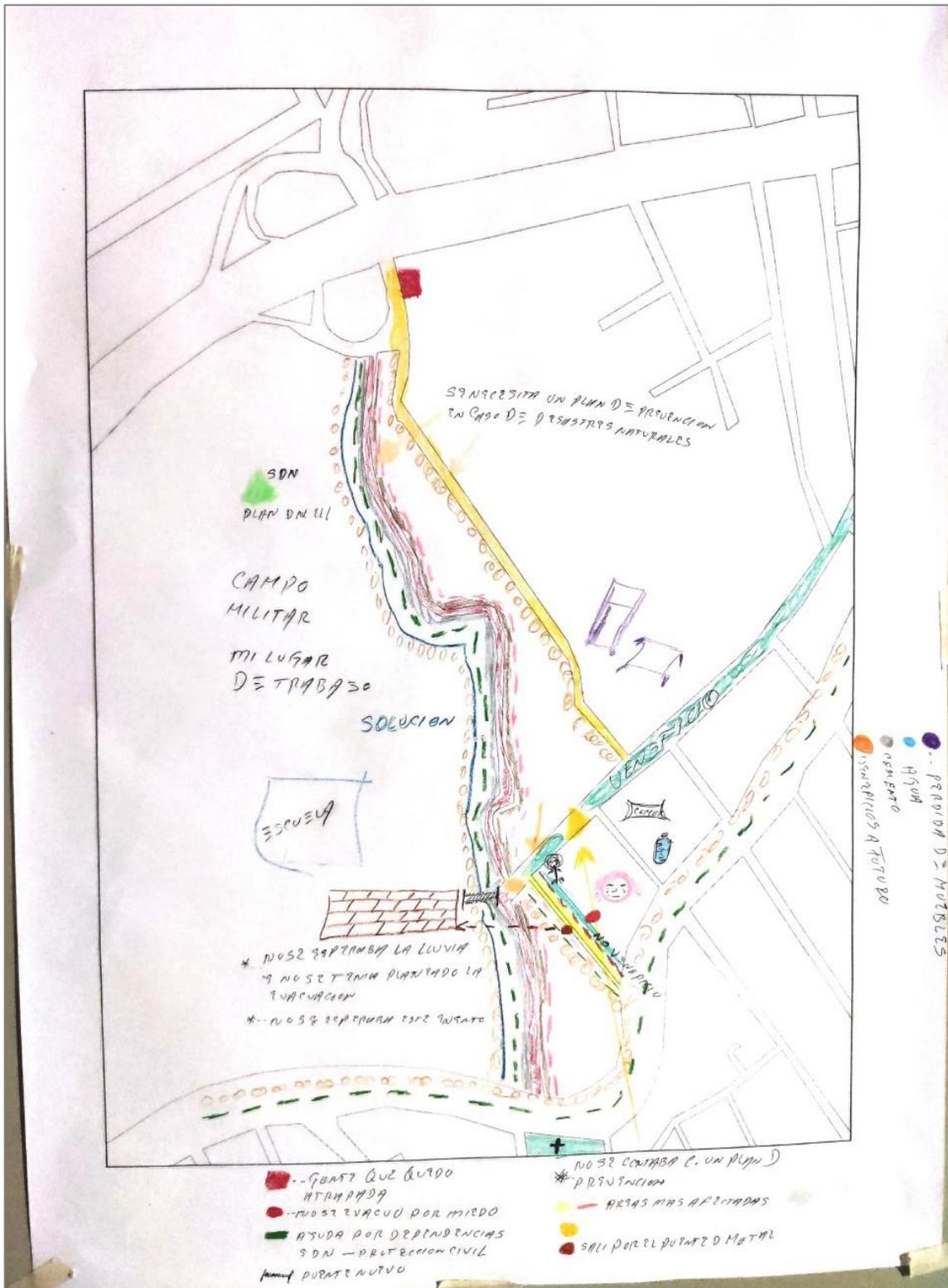
Los participante en los talleres consideran que el mayor obstáculo para recuperarse de la inundación, ocasionada por Ingrid y Manuel en septiembre de 2013, fue la falta de apoyo gubernamental; aunado a que la mayoría de los habitantes de la colonia no contaban con recursos económicos para solventar los gastos ocasionados por las pérdidas materiales que tuvieron; en particular, la pérdida de electrodomésticos, ropa, alimentos y herramientas de trabajo, motivo por el cual se declararon con pérdida total de sus bienes. Al preguntarles, en concreto, sí contaban con recursos económicos para enfrentar la inundación, la mayoría mencionó que no estaba preparada para enfrentar el desastre denotando vulnerabilidad por falta de recursos económicos. Asimismo, antes de la inundación, la mayoría de los vecinos desconocían algún plan de prevención para hacer frente a los impactos negativos de fenómenos naturales como las inundaciones o sismos.

Con base en la información socializada en los talleres, también se identificó que los habitantes de la colonia Nicolás Bravo tienen un fuerte sentido de pertenencia; se resisten a dejar el lugar en el que varias generaciones han crecido, “llevan toda una vida habitando en la colonia”. No obstante, las

personas consideran que la barranca de Alpuyeca, el callejón del Tío Nacho, y el andador para acceder a la colonia son inseguros cuando ocurren contingencias derivadas de fenómenos hidrometeorológicos debido a que estos sitios quedan inundados con rapidez. También señalan que un factor que les permite resistir los embates de las inundaciones son las características de las viviendas que existen en la colonia, las cuales tienen “buena cimentación”. El tipo de viviendas asentadas en la zona de estudio es de interés medio, en su mayoría son de autoconstrucción y sus dimensiones varían según la condición socioeconómica de los propietarios (figuras 6 y 7). A continuación, se transcribe parte de la entrevista realizada a una mujer de la tercera edad que intervino uno de los mapas en los talleres.

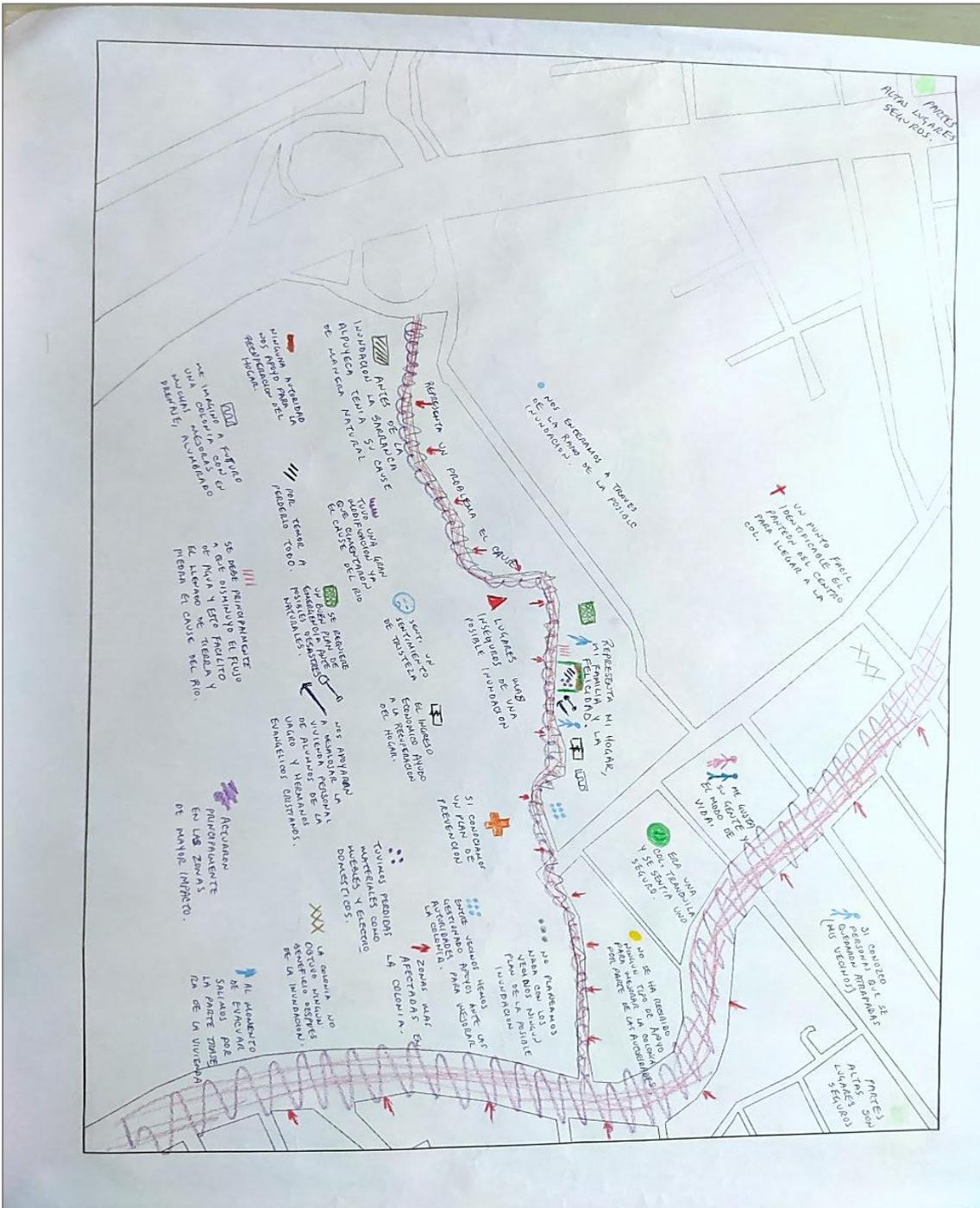
“representé mi casa de color azul porque así está pintada. Lo que más me gusta de la colonia es la tranquilidad y la convivencia que hay entre los vecinos. Antes de la inundación, las calles de la colonia estaban en buen estado, pero se arruinaron con el agua. Con rayas curvadas, en color rojo, marqué los lugares que considero inseguros, ante otra inundación; estos son la barranca de Alpuyeca, el callejón Tío Nacho y el Río Huacapa. Con un texto describo que mi colonia no hay lugares seguros para protegerse de contingencias como una posible inundación; [] Con color verde dibujé rayas curvadas donde no tenían conocimiento de lo que se debía hacer para enfrentar este tipo de desastres, antes no se nos daba aviso cuando se aproximaba un peligro, pero ahora sí se nos notifica por parte del ayuntamiento”

Figura 6. Colonia Nicolás Bravo: ejemplo de mapeo colectivo



Fuente: elaborado por los habitantes de la colonia Nicolás Bravo.

Figura 7. Colonia Nicolás Bravo: ejemplo de mapeo colectivo



Fuente: elaborado por los habitantes de la colonia Nicolás Bravo.

“al momento de enfrentar el desastre, sentí miedo, tristeza y horror. Con dos puntos morados, cerca del Río Huacapa, puse los lugares donde personas se quedaron atrapadas, ellas se resistía a dejar su hogar porque no consideraban la magnitud del evento, pero en cuanto les dijeron que tenían que evacuar, salieron de su casa, [] los de protección civil llegaron al otro día solo a supervisar las labores que realizábamos nosotros”

“solo amigos de mis hijos nos ayudaron a limpiar mi casa después del desastre, pienso que, aunque exista un plan de emergencia corremos riesgos por las inundaciones”

A MANERA DE CONCLUSIÓN

Los efectos adversos derivados de Ingrid y Manuel superaron la capacidad de respuesta de las autoridades estatales y municipales. En el caso de la colonia Nicolás Bravo, y en otros espacios guerrerenses, las personas no fueron alertadas de manera oportuna sobre los posibles impactos de las lluvias generadas por ambos fenómenos naturales, en septiembre de 2013. En consecuencia, varias familias de esta colonia fueron tomadas por sorpresa al inundarse sus viviendas y tuvieron que hacer frente a esta situación sin la ayuda de alguna dependencia gubernamental. En la mayoría de los casos, las personas salvaguardaron su integridad física mediante la cooperación que se dio entre los vecinos de este asentamiento humano. De igual forma, las labores de limpieza y rehabilitación de las viviendas se dio gracias a las acciones emprendidas por los habitantes de la colonia; la asistencia de dependencias como Protección Civil, el Ejército Mexicano o bien el Ayuntamiento de Chilpancingo se dio de manera tardía y de manera poco efectiva. En términos generales, la mayor parte de los habitantes de la colonia Nicolás Bravo no poseen características socioeconómicas que les dan pauta para resistir impactos negativos relacionados con fenómenos antrópicos o naturales. En el caso de estos últimos, un factor importante, en términos de vulnerabilidad, es la ubicación de las viviendas cerca del cauce del río Huacapa y de la barranca de Alpuyecá. En ese orden de ideas, los habitantes de la colonia Nicolás Bravo tienen poca capacidad de responder a los desastres, y no son tan resilientes tanto en la fase de emergencia como en la fase de recuperación; debido a la falta de un sistema de alerta temprana, la mínima capacidad de reacción, y, sobre todo, por su capacidad económica que las permite recuperarse. No obstante, los testimonios en torno a la cooperación de los vecinos para hacer frente a la contingencia confirman que una comunidad cohesionada y organizada es menos vulnerable y más resiliente que aquella que no lo es, en virtud de que mediante estos elementos se pueden encontrar vías para paliar la emergencia y salir adelante (Toscana y Villaseñor, 2018).

BIBLIOGRAFÍA

- Ares, P. y J. Risler (2014). *Manual del mapeo colectivo: recursos cartográficos críticos para procesos territoriales de creación colaborativa*. Primera edición. Buenos Aires: Tinta Limón.
- Aviña, N. G., Milián, G. M. y M. L. Guevara (2018). Otra respuesta frente a los desastres. Huracán Ingrid y tormenta tropical Manuel, Chilpancingo, Guerrero, México. *Espacio Y Desarrollo*, 32 (1), pp. 29-54.
- Busso, G. (2001). *Las diferentes expresiones de la Vulnerabilidad Social en América Latina y el Caribe*. Primera edición. Santiago de Chile: CEPAL-CELADE.
- Cardona, O.D. (2001). "La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo, 'una crítica y una revisión necesaria para la gestión'". *International Work-conference on Vulnerability in Disaster Theory and Practice*. Wageningen, Holanda: Disaster Studies of Wageningen University and Research Centre.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (2014). *Impacto socioeconómico de los desastres en México durante 2013*. México: Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- García, N. y S. Villerías (2016). Los niveles de vulnerabilidad social de la ciudad de Chilpancingo, Guerrero, México. *Revista Geográfica De América Central*, 1 (56), pp. 259-288.
- Herrera, J. (2008) *Cartografía Social*, [en línea]. Disponible en: <https://juanherrera.files.wordpress.com/2008/01/cartografia-social.pdf> [Consultado el 12 de noviembre de 2019].
- ICCB (1994). *Resiliencia: ¿Proceso de superación de la adversidad?*, [en línea]. Disponible en: http://www.iin.oea.org/Cursos_a_distancia/explotacion_sexual/Lectura18.resiliencia.pdf [Consultado el 06 de agosto de 2019].
- Lafuente, A. y P. Horrillo (2019). *Cómo hacer un mapeo colectivo*, [en línea]. Disponible en: <https://www.cpalsocial.org/documentos/592.pdf> [Consultado el 21 de agosto de 2019].
- Kárpstein, P. (2010). *Vulnerabilidad y periferia interior*, [en línea]. Disponible en: <http://polired.upm.es/index.php/ciur/article/view/288/281> [Consultado el 16 de agosto de 2019].
- Macías, J. M. (2015). "Crítica de la noción de resiliencia en el campo de estudios de desastres". *Revista Geográfica Venezolana*, 56 (2), pp. 309-325.
- Olabegoya, R. (2006). "La protección civil y las catástrofes naturales". *Ingeniería y territorio*, 74 (1) pp. 82-87.
- Pizarro, R. (2001). "La vulnerabilidad social y sus desafíos: una mirada desde América Latina". *Serie estudios estadísticos y Prospectivos*, núm. 6. CEPAL. Santiago Chile.
- Ruiz, M. (2012). Vulnerabilidad territorial frente a desastres naturales: el caso de la isla de Mallorca (Baleares, España). *GeoFocus*, 12 (1) pp.16-52.
- Ruiz, M. y M. Grimalt (2012). Análisis de la vulnerabilidad social frente a desastres naturales: el caso de la isla de Mallorca. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica GEOSIG*, 4(4), pp. 1-26.
- Ruiz, N. (2011). La definición y medición de la vulnerabilidad social. Un enfoque normativo. *Investigaciones geográficas*, 77 (1), pp. 63-74.
- Quiroga, R., Aguado, A. y F. Hernández (2013). *Daños por los huracanes Ingrid y Manuel*, [en línea]. Disponible en: <https://www.ern.com.mx/boletines/InformesDanos/130925-H.pdf> [Consultado el 11 de agosto de 2019].
- Salamanca, L. A. (2009). "Estudio de resiliencia en desastres naturales en seis barrios de la ciudad de La Paz, Bolivia". *Vulnerability from resiliencia*. La Paz, Bolivia: UNICEF, pp. 206-222.

- Toscana, A. y A. Villaseñor (2018). Las tormentas Ingrid y Manuel en La Montaña de Guerrero, 2013. La atención de la emergencia. *Revista Sociedad y Ambiente*, 16 (1), pp. 59-89.
- Twigg, J, (2007). Characteristics of a Disasters of a Disaster -Resilient Community, A Guidance Note, Disasters Risk Reduction, Interagency Coordnation Group.

Análisis geográfico del Estado de Guerrero: una aproximación basada en los factores socioeconómicos de vulnerabilidad

Neftalí García Castro¹

Pedro Vidal Tello Almaguer²

RESUMEN

En este artículo se definen los contrastes socioeconómicos que existen en el estado de Guerrero, desde la óptica de la vulnerabilidad social. Esta categoría de análisis ha sido utilizada en varios trabajos, a nivel internacional y nacional; como sustento conceptual para escudriñar el impacto socio-territorial relacionado con los procesos de globalización económica y los ajustes estructurales derivados de la misma. De esta manera, el propósito central de esta investigación fue revelar las diferencias territoriales guerrerenses, con base en el examen de aquellos factores socioeconómicos de vulnerabilidad que distinguen a los municipios de Guerrero. Con tal finalidad, se retomaron algunos de los principales aportes conceptuales en torno a la vulnerabilidad social. Asimismo, el método del Valor Índice Medio fue la base para construir una tipología en torno al acceso heterogéneo a determinados activos y estructura de oportunidades que ostentan los habitantes de los 81 municipios guerrerenses. Esta tipología confirmó la concentración de un número importante de demarcaciones con condiciones socioeconómicas adversas en regiones guerrerenses pobres, marginadas y/o atrasadas; tal es el caso de La Montaña. Pero también advierte la presencia de una cantidad notable de casos en Tierra Caliente, una región que históricamente había desempeñado un papel relevante en la dinámica económico-productiva de la entidad, lo cual denota una metamorfosis de la configuración regional guerrerense, acaecida con celeridad abrupta; en el último decenio.

PALABRA CLAVE: análisis geográfico; tipología; valor índice medio; vulnerabilidad social.

¹ Profesor-investigador. Centro de Investigación y Posgrado en Estudios Socioterritoriales de la Universidad Autónoma de Guerrero. 16 de septiembre No. 42, Barrio de San Mateo, C.P. 39022. Chilpancingo, Gro. Tel. 017474729081 E-mail: neftaligc@hotmail.com

² Profesor-investigador. Centro de Investigación y Posgrado en Estudios Socioterritoriales, Universidad Autónoma de Guerrero. 16 de septiembre No. 42, Barrio de San Mateo, C.P. 39022. Chilpancingo, Gro. Tel. 017444040467. Correo electrónico: pedroalmaguer@uagro.mx

ABSTRACT

In this article the socio-economic contrasts that exist in the state of Guerrero are defined, from the perspective of social vulnerability. This category of analysis has been used in several works, at an international and national level; as a conceptual sustenance to scrutinize the socio-territorial impact related to the processes of economic globalization and the structural adjustments derived from it. In this way, the main purpose of this research was to reveal the territorial differences of Guerrero, based on the analysis of those socioeconomic factors of vulnerability that distinguish the municipalities of Guerrero. To this end, some of the main contributions on the measurement of social vulnerability were examined. Likewise, the method of the Average Index Value was the basis for building a typology around the heterogeneous access to certain assets and structure of opportunities held by the inhabitants of the 81 Guerrero municipalities. This typology confirmed the concentration of a significant number of demarcations with adverse socioeconomic conditions in poor, marginalized and / or backward Guerrero regions; such is the case of La Montaña. But it also warns of the presence of a notable number of cases in Tierra Caliente, a region that historically had played a relevant role in the economic-productive dynamics of the entity, which denotes a metamorphosis of the regional configuration of Guerrero, which occurred with abrupt celerity; in the last decade.

KEYWORDS: geographical analysis; typology; average index value; social vulnerability.

INTRODUCCIÓN

En este artículo se definen los contrastes socioeconómicos que existen en el estado de Guerrero, desde la óptica de la vulnerabilidad social. Esta categoría de análisis ha sido utilizada en varios trabajos, a nivel internacional y nacional; los cuales dan pauta para concebir el carácter socio-territorial intrínseco de este concepto. *Grosso modo*, la vulnerabilidad social puede entenderse como una condición que afecta a la capacidad de las personas (de manera individual o colectivamente), la cual se debe a: 1) eventos naturales o antrópicos que ocasionan dificultades, 2) atributos socioeconómicos adversos y 3) particularidades territoriales desfavorables, ya que la combinación de estos tres

aspectos suelen dificultar la subsistencia, impiden el acceso a mayores niveles de bienestar o favorecen su reducción, imposibilitan el ejercicio de derechos humanos y la consolidación de proyectos personales o colectivos (Kaztman, 2000; Golovanevsky, 2007; Adamo, 2012). En Latinoamérica destacan los aportes de Pizarro (2001), Sojo (2004), Feito (2007) y Ruiz (2012); estas investigaciones se suman a una serie de trabajos en los que se asume que el concepto de vulnerabilidad social es "... en la actualidad, la base de un cuerpo teórico emergente que aspira a generar una interpretación sintética, multidimensional y de pretensiones integradoras sobre los fenómenos de la desigualdad y la pobreza..." (González, 2009, p. 1).

De acuerdo con esta premisa, han surgido algunas investigaciones geográficas en la materia; por ejemplo, García y Villerías (2016) identificaron los niveles de vulnerabilidad social que existen en la ciudad de Chilpancingo (Guerrero). En dicho trabajo, las diferencias socio-territoriales se establecen con base en el método de Tipificación Probabilística e información censal, esto permitió evaluar el acceso heterogéneo a un conjunto de activos y estructura de oportunidades que inciden en los niveles de vulnerabilidad social de la población asentada en esta ciudad guerrerense. Con el mismo enfoque conceptual y metodológico, García y Villerías (2016) evaluaron a los municipios del estado de Guerrero, lo que les permitió confirmar que "...la tipificación probabilística brinda elementos para establecer proyecciones territoriales a partir de los patrones identificados y, sobre todo, incidir mediante el conocimiento de los procesos socioeconómicos en una mejor organización del espacio" (García y Villerías, 2016, p. 12).

A diferencia de la experiencia investigativa precedente sobre el estado de Guerrero, el presente trabajo se sustenta, metodológicamente, en el Valor Índice Medio (VIM) como alternativa para ponderar los factores socioeconómicos de vulnerabilidad. García de León (2015a) menciona que la secuencia del VIM es sencilla y da pauta para obtener resultados similares a los conseguidos mediante el método de componentes. García de León señala que este último "...depende de la correlación entre los indicadores, de manera tal que a mayor asociación el índice final resultará más representativo. En contraste, de tener una relación mediana o baja, el índice reflejará en menor medida los parámetros originales. Aquí se presenta una especie de paradoja: si las variables a cuantificar tienen

alta correlación entre sí entonces meramente repiten la información original. Y si se eliminan los elementos con mayor interrelación entonces el índice global tendrá una representatividad muy pobre”. (García de León, 2015b, p. 166).

En ese orden de ideas, la presente investigación cobra relevancia como propuesta metodológica para analizar las diferencias socio-territoriales en el estado de Guerrero u otra entidad de la República Mexicana; en este trabajo se muestran algunos de los principales aportes sobre la medición de la vulnerabilidad social y la disponibilidad de información estadística oficial que puede utilizarse para tal propósito en México. Con base ello, es posible contar con un referente inicial que oriente el diseño de la política social relacionada con escalas geográficas distintas (nacional, regional, estatal, municipal, local); en particular, las acciones vinculadas con la subsistencia de la población, el acceso de ésta a mayores niveles de bienestar, así como con el ejercicio sus derechos humanos o la consolidación de proyectos personales o colectivos.

De esta manera, este artículo tuvo como objetivo revelar las diferencias territoriales guerrerenses, con base en el análisis de aquellos factores socioeconómicos de vulnerabilidad que distinguen a los municipios de Guerrero. Se trazaron los objetivos particulares siguientes: 1) exponer los aportes substanciales en torno a la vulnerabilidad social como categoría de análisis territorial, 2) explicar el método del VIM como procedimiento estadístico para ponderar el acceso heterogéneo a determinados activos y estructura de oportunidades que ostentan los habitantes de los municipios guerrerenses y 3) generar una tipología que clasifique a las jurisdicciones del estado de Guerrero según las particularidades socio-territoriales contempladas conceptual y metodológicamente en la presente investigación. En este orden de ideas, es conveniente señalar que la hipótesis de trabajo gravitó en torno al escenario que se describe a continuación: en el estado de Guerrero, algunos de los municipios con mayores factores socioeconómicos de vulnerabilidad se ubican en regiones que son concebidas como las menos favorecidas, en términos sociales y económicos; tal es el caso de La Montaña o la Costa Chica.

ÁREA DE ESTUDIO

El estado de Guerrero se ubica al sur de la República Mexicana. Esta entidad federativa cuenta con una extensión territorial de 63 794 km² (3.2% de la superficie del país). La división político-administrativa guerrerense está conformada por 81 municipios, los cuales se agrupan en las regiones siguientes: Acapulco, Centro, Costa Grande, Costa Chica, Montaña, Norte y Tierra Caliente (tabla 1 y figura 1). De acuerdo con cifras oficiales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] (2019), Guerrero tiene 3 533 251 habitantes (3.0% del total nacional). En términos generales, habitan 56 habitantes por km², esta densidad demográfica es menor a la que existe a nivel nacional; esta es de 61 personas por km². Por el número de habitantes son relevantes las demarcaciones siguientes: Acapulco de Juárez (810 669), Chilpancingo de los Bravo (273 106), Iguala de la Independencia (151 660), Chilapa de Álvarez (129 867), Zihuatanejo de Azueta (124 824) y Taxco de Alarcón (108 416). En Guerrero, 78% de la población reside en asentamientos urbanos y 22% en localidades rurales. Las principales ciudades guerrerenses son: Acapulco, Chilpancingo, Iguala, Zihuatanejo, Taxco, Tlapa, Chilapa y Ciudad Altamirano (INEGI, 2019).

La Población Económicamente Activa (PEA) suma un total de 2 666 247 personas; el municipio de Acapulco concentra 24.1% de ésta; Chilpancingo, 7.9%; Iguala, 4.4%; Zihuatanejo, 3.7%; Chilapa, 3.5%; Taxco, 3.2% y Tlapa 2.4%. En el territorio guerrerense existen 1 127 299 personas ocupadas; 61.8% de este monto desempeña actividades terciarias; 19.1% labora en actividades primarias y 8.1% pertenecen al sector secundario. Asimismo, cabe destacar que el sector terciario aporta 76% del Producto Interno Bruto Estatal (PIBE); las actividades secundarias, 18.4%; y el sector primario, 5.6%. De acuerdo con García (2011), el estado de Guerrero "... exhibe un panorama socioeconómico altamente diferenciado, sólo unos cuantos municipios, entre ellos Acapulco, Zihuatanejo, Chilpancingo, Iguala, Taxco y Pungarabato, detentan concentración importante de habitantes, inversiones económicas y actividades productivas rentables, sobre todo, pertenecientes al sector terciario y secundario; estas demarcaciones albergan los núcleos urbanos más relevantes de la entidad. Por otro lado, una cantidad significativa de circunscripciones... han sido

contempladas de manera marginal por la política económica estatal que gravita, básicamente, en torno a la consolidación de los grandes centros turísticos (Acapulco e Ixtapa-Zihuatanejo)” (p. 1-2).

Tabla 1. Estado de Guerrero: división político-administrativa

CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE
0	Acapulco de Juárez	28	Chilpancingo de los Bravo	56	Técpan de Galeana
1	Ahuacuotzingo	29	Florencio Villarreal	57	Teloloapan
2	Ajuchitlán del Progreso	30	General Canuto A. Neri	58	Tepecoacuilco de Trujano
3	Alcozauca de Guerrero	31	General Heliodoro Castillo	59	Tetipac
4	Alpoyeca	32	Huamuxtitlán	60	Tixtla de Guerrero
5	Apaxtla	33	Huitzuc de los Figueroa	61	Tlacoachistlahuaca
6	Arcelia	34	Iguala de la Independencia	62	Tlacoapa
7	Atenango del Río	35	Igualapa	63	Tlalchapa
8	Atlamajalcingo del Monte	36	Ixcateopan de Cuauhtemoc	64	Tlalixtaquilla de Maldonado
9	Atlixac	37	Zihuatanejo de Azueta	65	Tlapa de Comonfort
10	Atoyac de Álvarez	38	Juan R. Escudero	66	Tlapehuala
11	Ayutla de los Libres	39	Leonardo Bravo	67	La Unión de Isidoro Montes de Oca
12	Azoyú	40	Malinaltepec	68	Xalpatláhuac
13	Benito Juárez	41	Mártir de Cuilapan	69	Xochihuehuetlán
14	Buenavista de Cuéllar	42	Metlatónoc	70	Xochistlahuaca
15	Coahuayutla de José María Izazaga	43	Mochitlán	71	Zapotitlán Tablas
16	Cocula	44	Olinalá	72	Zirándaro
17	Copala	45	Ometepec	73	Zitlala
18	Copalillo	46	Pedro Ascencio Alquisiras	74	Eduardo Neri
19	Copanatoyac	47	Petatlán	75	Acatepec
20	Coyuca de Benítez	48	Pilcaya	76	Marquelia
21	Coyuca de Catalán	49	Pungarabato	77	Cochoapa el Grande
22	Cuajinicuilapa	50	Quechultenango	78	José Joaquín de Herrera
23	Cualác	51	San Luis Acatlán	79	Juchitán
24	Cuatepec	52	San Marcos	80	Iliatenco
25	Cuetzala del Progreso	53	San Miguel Totolapan		
26	Cutzamala de Pinzón	54	Taxco de Alarcón		
27	Chilapa de Álvarez	55	Tecoanapa		

Fuente: INEGI, 2019.

Figura 1. Guerrero: división político-administrativa



Fuente: INEGI, 2019.

Según el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [CONEVAL] (2019), en el estado de Guerrero, 2.7% de la población está en condición de pobreza y 3.6%, en pobreza extrema; esto es, alrededor 95 000 guerrerenses presentan al menos una carencia social (muestran rezago educativo, no tienen acceso a los servicios de salud, carecen de seguridad social, la calidad y las dimensiones de sus viviendas son inadecuadas o no tiene servicios básicos en éstas) y su ingreso es insuficiente para adquirir los bienes y servicios que requiere para satisfacer sus necesidades tanto alimentarias como no alimentarias. Por otra parte, aproximadamente, 130 000 personas tienen al menos tres de las carencias sociales señaladas arriba y su ingreso es menor que la línea de bienestar mínimo; esta población no cuenta con suficientes recursos económicos para adquirir los productos de una canasta alimentaria. En este orden de ideas, los municipios con mayor porcentaje de personas en situación de pobreza se localizan en La Montaña; Cochoapa el Grande (99.3%), Metlatónoc (98.4%), Acatepec (97.6%), Atlixnac (96.5%) y Atlamajalcingo del Monte (96.3%). Por lo que respecta a la pobreza extrema, sobresalen, con porcentajes elevados, los municipios siguientes: Cochoapa el Grande (87.7%), Metlatónoc (76.9%), Atlamajalcingo del Monte (71.5%), Alcozauca de Guerrero (69.6%) y Acatepec (68.9%) (Coneval, 2019).

Otra característica sobresaliente de Guerrero es la presencia notable de población indígena; ésta es sobresaliente, sobre todo, en La Montaña, la Costa Chica y la región Centro. Los indígenas guerrerenses suman 475 099 (7% del total nacional). Treinta y seis por ciento de ellos pertenecen al grupo nahua, 29% son mixtecos, 25% tlapanecos y 9% amuzgos. La población originaria es numerosa en Cochoapa el Grande, Metlatónoc, Atlamajalcingo del Monte, Acatepec Tlacoapa, Iliatenco, Zapotitlán Tablas, Malinaltepec, Xalpatláhuac, Copalillo, Copanatoyac Xochistlahuaca, José Joaquín de Herrera, Alcozauca de Guerrero, Tlacoachistlahuaca, en estas demarcaciones representa más del 90% del total municipal. En estas jurisdicciones, la agricultura de subsistencia y ganadería de traspaso son las principales actividades económicas; en particular, la agricultura de temporal dedicada a la siembra de maíz y frijol, con el empleo de mano de obra familiar. No obstante, en la mayor parte de la entidad, hay una terciarización considerable de la economía; esto no sólo es intenso en territorios

que contienen centros turísticos consolidados (Acapulco o Zihuatanejo de Azueta) o con función política-administrativa (Chilpancingo), sino también en aquellos que reportan actividades agropecuarias con bajos rendimientos; ante tal situación, la población ha optado por emplearse en el comercio (García, 2011).

MARCO DE REFERENCIA

El origen de la vulnerabilidad como categoría analítica se remonta al decenio de los setentas; comienza a utilizarse en algunas investigaciones en torno a los efectos adversos que tienen ciertos fenómenos naturales sobre la población; tales como los hidrometeorológicos, sísmicos o volcánicos. Sin embargo, en decenios recientes, también ha cobrado relevancia el análisis de las dimensiones estructurales y los procesos socio-territoriales ligados a los diferentes estadios de vulnerabilidad que caracterizan, de manera individual o colectiva, a las personas; por ejemplo, las desigualdades sociales, faltan oportunidades de empoderamiento o de acceso a la protección social, entre otros; con la finalidad de entender cuáles son las condiciones de vida de los individuos o comunidades, y, a la postre, dar pauta al diseño de estrategias orientadas a enfrentar y reducir las condiciones de vulnerabilidad (Sánchez y Egea, 2011); tales aspectos dotan a la vulnerabilidad social de un matiz conceptual y metodológico diverso.

En ese sentido, en Latinoamérica, la vulnerabilidad social se ha robustecido como soporte analítico de los impactos sociales derivados de los ajustes macroeconómicos y la consolidación del patrón de acumulación basado en la desregulación de los mercados, la flexibilización laboral y la reducción de las funciones del Estado (Labrunée y Gallo, 2005). La vulnerabilidad social es un “...rasgo específico de la forma que ha adoptado el capitalismo en los últimos años: economía de libre mercado, abierta al mundo y con “estado mínimo”. Así como en el pasado la denominada “industrialización por sustitución de importaciones” (ISI) tuvo en la marginalidad su fenómeno social más distintivo, en el actual período histórico la vulnerabilidad aparece como el rasgo dominante del patrón de desarrollo vigente” (Pizarro, 2001, p. 5).

Los cambios sociales acaecidos en las sociedades latinoamericanas, como consecuencia de los procesos de globalización económica y los ajustes

estructurales relacionados con ésta, han transformado tanto la estructura productiva como la estructura social en esta región del planeta. Filgueira (1999) sostiene que tal metamorfosis estructural tuvo efectos no previstos sobre distintos sectores de la población; incluso aquellos que en el pasado estaban exentos de las inseguridades sociales por la existencia de mecanismos económicos, políticos, sociales e institucionales que favorecían la conformación y consolidación de grupos con mejores condiciones socioeconómicas. Por lo tanto, el concepto de vulnerabilidad también suele utilizarse para hacer referencia a los riesgos sociales emergentes que provienen del entorno institucional y económico vigente, y que constituyen una nueva realidad a la que deben hacer frente, los diferentes sectores sociales.

Ponce (2012) expone que la vulnerabilidad social sugiere tanto la exposición a estos riesgos sociales como la capacidad para contrarrestar los efectos adversos derivados del mismo. Dicho concepto entraña componentes fundamentales como son: la indefensión e inseguridad, así como la disponibilidad de recursos y estrategias para enfrentar ciertos eventos que originan consecuencias negativas. En ese orden de ideas, la vulnerabilidad social denota el estado de una persona, hogar o un grupo, el cual “varía en relación inversa a su capacidad para controlar las fuerzas que modelan su propio destino, o para contrarrestar sus efectos sobre el bienestar” (Kaztman, 2000, p. 8). Es “la incapacidad de una persona o de un hogar para aprovechar las oportunidades, disponibles en distintos ámbitos socioeconómicos, para mejorar su situación de bienestar o impedir su deterioro” (Kaztman, 2000, p.13).

La vulnerabilidad social tiene un carácter multicausal; suele ser concebida como el resultado de la combinación de eventos, procesos y aquellas características, individuales o colectivas, que pueden dificultar la subsistencia, mantener los niveles de bienestar o mejorarlos, impiden el ejercicio de los derechos humanos, así como la consolidación de proyectos a nivel personal, familiar o comunal (Golovanevsky, 2007; Adamo, 2012). Estas causas múltiples se derivan de procesos económicos, políticos y culturales relacionadas con el modelo económico vigente (el deterioro del mercado laboral, la volatilidad de los ingresos económicos, la distribución desigual de los activos y la condición endeble adquirida por instituciones sociales como el Estado). Pero también son

relevantes ciertas características territoriales que suponen mayor exposición a eventos adversos, así como atributos básicos de la población como la edad, género, nivel educativo, condición étnica, composición del hogar, nivel socioeconómico, estatus ocupacional, entre otros que se considera suelen realzar los riesgos o las dificultades (Busso, 2001; Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía [CELADE], 2002).

La vulnerabilidad social también tiene un carácter coyuntural, ya que, si bien existe una propensión estructural básica, esta suele adquirir niveles distintos cuando surge un evento que impacta de manera desfavorable; “de acuerdo con el transcurso de la crisis y con el encadenamiento de los procesos que le acompañan y sus consecuencias perdurables, y de acuerdo con la capacidad de resistencia y de superación de los afectados” (Coy, 2010, p. 21). Por lo tanto, la vulnerabilidad social tiene variaciones espaciotemporales ocasionadas por la heterogeneidad de los eventos y demás causas que inciden en su manifestación; por ejemplo, la distribución disímil de la población, las características de ésta y su evolución a lo largo del tiempo, la presencia diferenciada de infraestructura de servicios, oportunidades laborales, etc. (Adamo, 2012).

Desde una óptica más cercana a planteamientos de carácter metodológico, la concepción de vulnerabilidad social da pauta para elaborar estudios de tipo socio-territorial, con el propósito de proveer de sustentos prácticos para el diseño de políticas públicas. De acuerdo con algunos especialistas latinoamericanos, la vulnerabilidad social está estrechamente vinculada con el desarrollo territorial¹; ya que la consolidación de procesos de desarrollo, en un territorio concreto, demanda, por ejemplo, la reducción de los factores socioeconómicos de vulnerabilidad de las personas que lo habitan². La existencia de factores socioeconómicos de vulnerabilidad significativos advierte que la gestión del territorio debe tener como uno de sus propósitos centrales diseñar propuestas

¹ El desarrollo territorial se entiende como un proceso de construcción social del entorno, impulsado por la interacción de las características geofísicas, las iniciativas individuales y colectivas de distintos actores y la operación de las fuerzas económicas, tecnológicas, sociopolíticas, culturales y ambientales en el territorio.

² La disponibilidad de recursos materiales y estructura de oportunidades con que cuentan los habitantes de una demarcación; así como el poco acceso a ellos suele afectar el nivel de bienestar individual o colectivo de las personas y, en consecuencia, representan factores socioeconómicos importantes de vulnerabilidad, entendidos éstos como los atributos de la población que pueden influir, de manera substancial, en la probabilidad de tener acceso a mayores niveles de bienestar o que favorecen su reducción, imposibilitan el ejercicio de derechos humanos y la consolidación de proyectos personales o colectivos (Kaztman, 2000).

en la materia para resolver los problemas territoriales y alcanzar el desarrollo de éste; la "...marcada pobreza, la marginalidad, la falta de alternativas de crecimiento, o los marcados desequilibrios... son desafíos importantes que el mundo...enfrenta (Banquerizo, 2014, p. 20).

El enfoque de la vulnerabilidad social es una herramienta útil para escudriñar territorios, ya que la vulnerabilidad se explica por procesos de construcción social, determinados y erigidos con base en la manera en que los diferentes actores sociales usan y producen al territorio. Este proceso de producción da lugar una relación dialógica entre la sociedad y su entorno, el cual, aunque tiene distintas escalas de interpretación, se parte de lo local; por esta razón, al hablar de socio territorial en relación a los enfoques de vulnerabilidad, se hace alusión a la emergencia de grupos vulnerables producto de la racionalidad que orienta la forma en que se usa el territorio (Olaya *et al.*, 2015). En ese orden de ideas, existen posibilidades de transformar las condiciones de vulnerabilidad desde los contextos locales, reconociendo a los actores como sujetos sociales y potenciando sus capacidades de tal manera que desde las bases se gesten agendas de trabajo con sustento (Rubio y Flores, 2017).

En términos metodológicos, esto último requiere el examen de aspectos relacionados con las condiciones de indefensión e inseguridad, la disponibilidad de recursos y estrategias para enfrentar ciertos eventos que originan consecuencias negativas. Esto puede incorporarse al análisis de la vulnerabilidad social, mediante la información conseguida en campo. Sin embargo, un estudio de ese tipo no suele tener una cobertura territorial tan amplia, debido a los recursos económicos y humanos que se requieren. Por lo tanto, una buena opción para aproximarse a un espacio con extensión territorial significativa es la construcción de indicadores con base en información estadística oficial, ya que estos instrumentos cuantitativos dan pauta para elaborar caracterizaciones territoriales. Además, los indicadores son herramientas substanciales para la toma de decisiones; "... transmiten información científica y técnica que permite transformar a la misma en acción. Resultando así fundamentales para evaluar y predecir tendencias de la situación.... en lo referente a las cuestiones económicas y sociales, así como

para valorar el cumplimiento de las metas y objetivos fijados en las políticas de gobierno” (López y Gentile, 2008, p. 1).

MATERIALES Y MÉTODO

Esta investigación utiliza información estadística generada por el INEGI, así como por el Consejo Nacional de Población [CONAPO]. El manejo de estos datos oficiales está basado en el método del Valor Índice Medio (VIM). Esta técnica multivariada da pauta para determinar las diferencias que existen entre unidades territoriales calificadas como muy homogéneas o bien las semejanzas presentes en aquellas unidades calificadas como muy heterogéneas, lo que resulta útil para clasificar un conjunto de demarcaciones a partir del índice construido con la información aportada por variables estadísticas, las cuales son seleccionadas según el marco conceptual de la investigación (García de León, 2006). En el caso de los trabajos existentes sobre vulnerabilidad social del territorio guerrerense; los indicadores se han escogido con base en tres criterios básicos; 1) la noción básica de lo que se entiende como vulnerabilidad social, 2) las características socioeconómicas que refleja cada indicador (esto es más importante que el número de indicadores) y 3) la información estadística oficial existente (Propin, 2003; García de León, 2006). García y Villerías (2017) han recurrido a los cinco indicadores socioeconómicos que se describen a continuación.

Tasa de desocupación (TD). Es la relación que existe entre la población desocupada y la población económicamente activa reportada en cada una unidad espacial de análisis (municipio). Relación de dependencia (RD). Es el porcentaje de personas dependientes (menores de 15 años y personas de 65 años y más), respecto a la población ocupada en un municipio específico. Porcentaje de hogares con jefatura femenina (HJF). Muestra la proporción de hogares encabezados por mujeres, en relación con el total de hogares que existen en cada unidad de análisis. Proporción de personas con algún tipo de limitación física o mental (PPL). Muestra el porcentaje de personas con algún tipo de dificultad para el desempeño de tareas en la vida cotidiana, respecto al total de habitantes de cada municipio. Grado de marginación (GM). Muestra el impacto que tiene: 1) la escasa instrucción formal de la población; 2) los servicios de salud deficientes; 3) la residencia en viviendas inadecuadas; y 4) la falta de

bienes en éstas. Estos cinco indicadores reflejan la disponibilidad de recursos materiales y estructura de oportunidades con que cuentan los habitantes del estado de Guerrero; el poco acceso a ellos suele afectar el nivel de bienestar individual o colectivo de las personas y, en consecuencia, representan factores socioeconómicos importantes de vulnerabilidad, entendidos éstos como los atributos de la población que pueden influir, de manera substancial, en la probabilidad de tener acceso a mayores niveles de bienestar o que favorecen su reducción, imposibilitan el ejercicio de derechos humanos y la consolidación de proyectos personales o colectivos (Kaztman, 2000; Golovanevsky, 2007; Adamo, 2012; Sales, 2012).

La investigación de García de León (2006) puntualiza como calcular el VIM, en un conjunto de unidades territoriales (estados, municipios, AGEBS). Los pasos medulares son: 1) estructurar una base de datos con los indicadores socioeconómicos para cada municipio (tabla 2), 2) establecer la media aritmética y la desviación típica del conjunto de datos asociado con cada indicador (tabla 3), 3) tipificar los valores originales de la base de datos estructurada en el primer paso (se resta la media aritmética a los valores de los indicadores y el resultado se divide entre la desviación típica) (tabla 4), 5) calificar los valores tipificados con base en los rangos calculados para el conjunto de datos (tablas 5 y 6), 6) calcular el valor índice medio (resulta del promedio de los cinco valores tipificados que caracterizan a cada municipio guerrerense) (tabla 7), y 6) calificar cualitativamente el valor índice medio con base en los rangos calculados para éste (tabla 8). Esta secuencia dio pauta para conocer cuál es la combinación específica de indicadores socioeconómicos que dan lugar a las condiciones de vulnerabilidad social que existen en los municipios guerrerenses. En ese orden de ideas, el material cartográfico con los resultados de investigación, constituye una forma de aprehensión de esas diferencias territoriales de la entidad; el mapa representa una síntesis de carácter tipológico basada en la utilización del método estadístico descrito arriba (VIM); por lo tanto, su contenido es complejo debido a la cantidad múltiple de información estadística que se utilizó para elaborarlo, mientras que la lectura del mapa es sencilla debido al empleo del método de representación cartográfica conocido como fondo cualitativo con referencia político-administrativa (Propin, 2003).

Tabla 2. Ejemplo del comportamiento cuantitativo de los indicadores seleccionados

MUNICIPIO	TD	RD	HJF	PPL
Acapulco de Juárez	4.55	0.53	31.25	3.92
Ahuacuotzingo	4.75	0.95	22.99	4.46
Ajuchitlán del Progreso	5.93	0.76	25.56	3.78
Alcozauca de Guerrero	1.71	1.12	22.24	4.19
	-----	-----	-----	-----
	-----	-----	-----	-----
Alpoyeca	1.72	0.81	25.91	4.46
Apaxtla	2.32	0.83	25.88	5.27
Arcelia	4.49	0.68	28.21	5.06
Atenango del Río	4.18	0.81	26.59	5.94
Atlamajalcingo del Monte	5.21	0.98	16.94	2.31
Atlixac	3.1	0.99	24.22	2.6
Atoyac de Álvarez	1.97	0.69	29.03	3.46
Ayutla de los Libres	1.07	0.86	21.66	2.76
Sumatoria*	319.80	64.90	1988.00	354.60
Media aritmética*	3.95	0.80	24.54	4.38
Desviación típica*	2.85	0.14	3.54	1.54

Fuente: elaborado con base en INEGI, 2019.

* Calculadas con base en el conjunto de datos de todos los municipios del estado de Guerrero.

Nota: las líneas segmentas advierten la existencia de datos de los otros 69 municipios.

Tabla 3. Ejemplo de indicadores tipificados

MUNICIPIO	TD	RD	HJF	PPL
Acapulco de Juárez	0.21	-1.86	1.89	-0.30
Ahuacuotzingo	0.28	1.00	-0.44	0.05
Ajuchitlán del Progreso	0.70	-0.26	0.29	-0.39
Alcozauca de Guerrero	-0.79	2.19	-0.65	-0.12
	-----	-----	-----	-----
	-----	-----	-----	-----
Alpoyeca	-0.78	0.04	0.38	0.05
Apaxtla	-0.57	0.18	0.38	0.58
Arcelia	0.19	-0.86	1.03	0.44
Atenango del Río	0.08	0.08	0.58	1.01
Atlamajalcingo del Monte	0.44	1.21	-2.15	-1.34
Atlixac	-0.30	1.33	-0.09	-1.15
Atoyac de Álvarez	-0.69	-0.79	1.27	-0.60
Ayutla de los Libres	-1.01	0.42	-0.81	-1.05

Fuente: elaborado con base en el cuadro 1.

Nota: las líneas segmentas advierten la existencia de datos de los otros 69 municipios.

Tabla 4. Calificaciones para valores tipificados

CALIFICACIÓN	RANGO DE APLICACIÓN
1	Menor a -1,0
2	Entre -1,0 y -0,50
3	Entre -0,51 y 0,50
4	Entre 0,51 y 1,0
5	Mayor a 1,0

Nota:

1. Si el valor tipificado resultante es menor de -1,00, se le asigna calificación de 1 (la más baja de todas, debido a que corresponde a un valor original también muy bajo).
2. Entre -0,50 y -1,0, calificación de 2 (corresponde también a un valor original bajo, pero ya no tanto).
3. De -0,50 a 0,50 va la calificación de 3 (Por un valor original ya más cercano a la media, donde la teoría de la probabilidad asume que se tendrán 68% del total de casos).
4. De 0,5 a 1,0 califica con 4. Se trata de un valor original que supera la media del conjunto.
5. Mayor de 1,0 obtendrá 5. El valor más alto de todos ya que supera por mucho la media.

Tabla 5. Ejemplo de la cualificación de los indicadores utilizados

MUNICIPIO	TD	RD	HJF	PPL	GM*
Acapulco de Juárez	3	1	5	3	2
Ahuacuotzingo	3	4	3	3	5
Ajuchitlán del Progreso	4	3	3	3	5
Alcozauca de Guerrero	2	5	2	3	5
	-----	-----	-----	-----	-----
	-----	-----	-----	-----	-----
Alpoyeca	2	3	3	3	3
Apaxtla	2	3	3	4	4
Arcelia	3	2	5	3	3
Atenango del Río	3	3	4	5	5
Atlamajalcingo del Monte	3	5	1	1	5
Atlixac	3	5	3	1	5
Atoyac de Álvarez	2	2	5	2	3
Ayutla de los Libres	1	3	2	1	5

Fuente: elaborado con base en los cuadros 2 y 3.

* El grado de marginación fue tomado de las cifras publicadas por el CONAPO.

Nota: las líneas segmentas advierten la existencia de datos de los otros 69 municipios.

Tabla 6. Ejemplo del cálculo del VIM

MUNICIPIO	TD	RD	HJF	PPL	GM	VIM
Acapulco de Juárez	3	1	5	3	2	2.8
Ahuacuotzingo	3	4	3	3	5	3.6
Ajuchitlán del Progreso	4	3	3	3	5	3.6
Alcozauca de Guerrero	2	5	2	3	5	3.4
Alpoyeca	2	3	3	3	3	2.8
Apaxtla	2	3	3	4	4	3.2
Arcelia	3	2	5	3	3	3.2
Atenango del Río	3	3	4	5	5	4.0
Atlamajalcingo del Monte	3	5	1	1	5	3.0
Atlixac	3	5	3	1	5	3.4
Atoyac de Álvarez	2	2	5	2	3	2.8
Ayutla de los Libres	1	3	2	1	5	2.4

Fuente: elaborado con base en el cuadro 4.

Nota: las líneas segmentas advierten la existencia de datos de los otros 69 municipios.

Tabla 7. Calificaciones para el VIM

RANGO	EXPRESIÓN NUMÉRICA	DENOMINACIÓN CUALITATIVA
Menor a 2.6	1	Muy baja
2.61 a 3.0	2	Baja
3.1 a 3.4	3	Media
3.41 a 3.8	4	Alta
Mayor a 3.8	5	Muy alta

Nota: con el fin de ordenar a los municipios en rangos de clasificación adecuados, se aprovechó el valor del índice medio obtenido. Con base en los valores obtenidos, se observó la posibilidad de formar cinco grandes grupos "naturales". A partir de esa agrupación es posible jerarquizar a los municipios, en rangos con amplitud aceptable, justificados por su similitud con la secuencia que presentan las unidades tipificadas que permiten formar la curva de distribución normal (García De León, 2006).

Tabla 8. Ejemplo de la determinación de la condición de vulnerabilidad social

MUNICIPIO	VIM	CONDICIÓN
Acapulco de Juárez	2.8	2
Ahuacuotzingo	3.6	4
Ajuchitlán del Progreso	3.6	4
Alcozauca de Guerrero	3.4	3
	-----	-----
	-----	-----
Alpoyeca	2.8	2
Apaxtla	3.2	3
Arcelia	3.2	3
Atenango del Río	4	5
Atlamajalcingo del Monte	3	2
Atlixac	3.4	3
Atoyac de Álvarez	2.8	2
Ayutla de los Libres	2.4	1

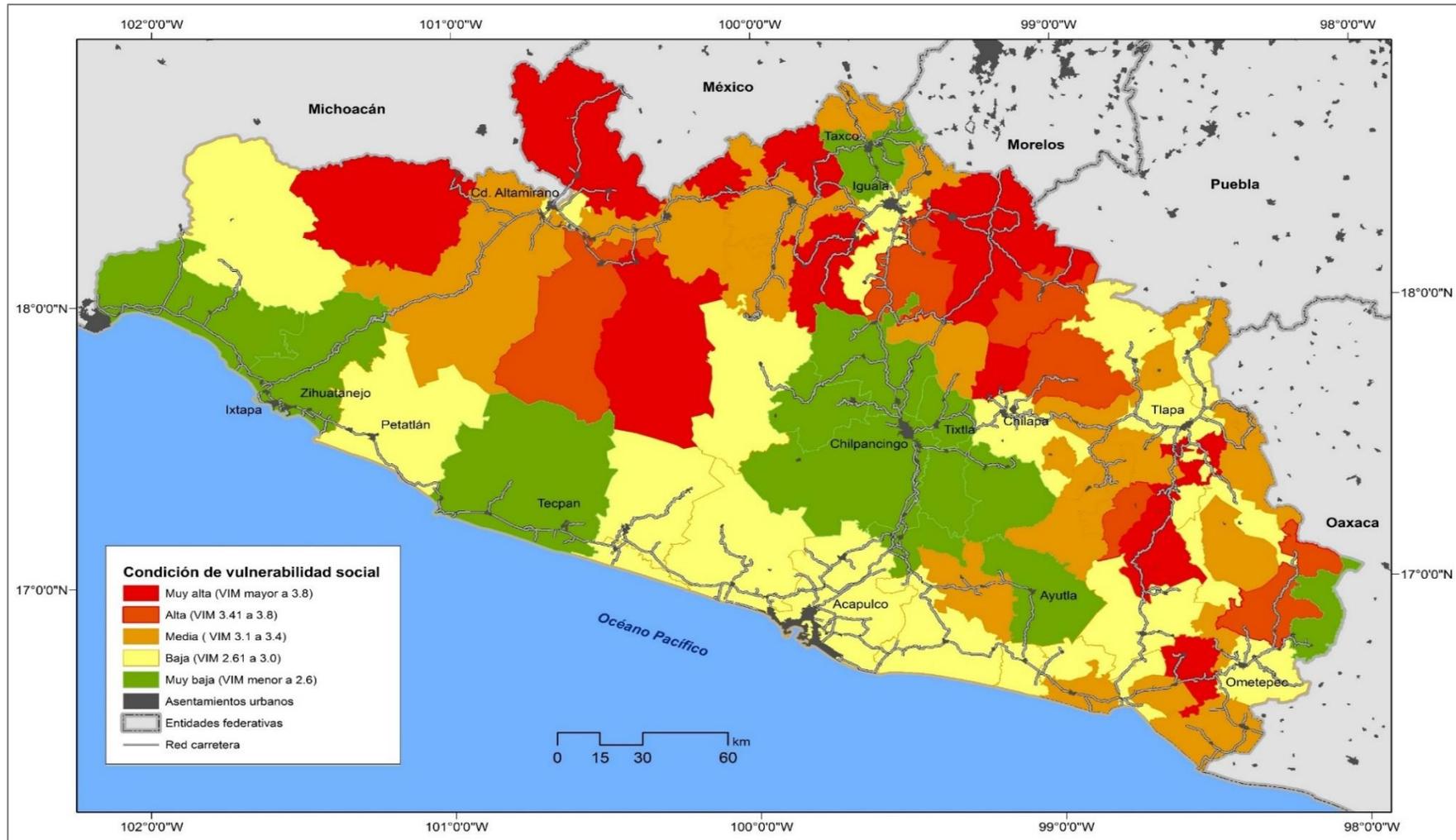
Fuente: elaborado con base en los cuadros 5 y 6.

Nota: las líneas segmentas advierten la existencia de datos de los otros municipios.

LOS FACTORES SOCIOECONÓMICOS DE VULNERABILIDAD EN EL ESTADO DE GUERRERO

El objetivo de este apartado es revelar el comportamiento de los indicadores seleccionados como sustento para ponderar ciertos factores socioeconómicos de vulnerabilidad que se registran en los diferentes municipios que integran al territorio guerrerense. Con base en el análisis de cada uno de ellos, es posible identificar algunos patrones territoriales que confirman la concentración de un número importante de demarcaciones con condiciones socioeconómicas adversas en aquellas regiones guerrerenses que habitualmente son consideradas como pobres, marginadas y/o atrasadas; tal es el caso de La Montaña. Pero también advierte la presencia de una cantidad notable de casos en Tierra Caliente, una región que históricamente ha desempeñado un papel relevante en la dinámica económico-productiva de la entidad (figura 2). A continuación, se detalla el comportamiento de los diferentes indicadores socioeconómicos utilizados en este trabajo.

Figura 2. Guerrero: factores socioeconómicos de vulnerabilidad



Fuente: INEGI, 2019.

Tasa de desocupación. Proporciona información valiosa en torno a la incapacidad de la estructura económico-territorial guerrerense para crear empleos destinados a personas que requieren trabajar pero que no están ocupadas, a pesar de que por su edad están disponibles para realizar actividades productivas. Por lo tanto, es un indicador de la eficacia y efectividad con que la economía de la entidad logra integrar a su fuerza de trabajo, y del rendimiento del mercado de trabajo guerrerense. En ese contexto, la calificación de los valores tipificados relacionados con la TD advierte una baja efectividad y rendimiento mínimo en 12 municipios. Éstos alcanzaron más de tres puntos y presentan la distribución territorial siguiente: cuatro; en la Tierra Caliente, un número similar; en La Montaña, tres; en la región Norte y una; en la Costa Chica. Los municipios con tres puntos fueron los más frecuentes, en total se detectaron un total de 37 municipios; esa condición fue frecuente en la franja costera y al norte del estado. En contraste, se detectaron 32 demarcaciones con menos de tres puntos; estos se aglutinan, sobre todo, en la Costa Chica.

Relación de dependencia. Da pauta para interferir la proporción de personas de la tercera edad y menor edad que hipotéticamente dependen de los ingresos económicos de la población que desempeñan actividades productivas. En ese sentido, se descubrieron 14 municipios con RD muy alta, alcanzaron un puntaje de cinco, la mayoría de ellos se ubica en La Montaña. En esta región también se encontraron varias de las jurisdicciones que reportaron cuatro puntos, entre ellas: Ahuacutzingo, General Heliodoro Castillo, Tlaxiataquilla de Maldonado, Zitlala y San Luis Acatlán. La relación de dependencia es media en 36 demarcaciones que registraron tres puntos, las cuales se localizan sobre todo en la parte oriental de la entidad. Quince municipios más obtuvieron dos puntos; cuatro, se localizan en la región Norte; otros cuatro, a lo largo de la costa; un número similar, en la Tierra Caliente; dos, en la región Centro; y los restantes, en La Montaña. Las demarcaciones con RD muy baja tuvieron solo un punto (Acapulco, Chilpancingo, Tixtla, Iguala, Taxco, Eduardo Neri, Pungarabato, Benito Juárez, Tecpan, Zihuatanejo de Azueta y la Unión de Isodoro Díaz).

Proporción de hogares con jefatura femenina. Este indicador permite inferir un factor de vulnerabilidad importante debido a que los hogares con este tipo de jefatura suelen enfrentar mayores dificultades socioeconómicas; por ejemplo,

registran mayor carga de trabajo y la falta de conformación de capital común con una pareja (Sales, 2012). Con frecuencia, las mujeres jefas de familia, con menores ingresos económicos, enfrentan precariedades que se expresan en su calidad de vida y la de sus hijos (Ochoa, 2007). En el estado de Guerrero, la proporción de hogares con jefatura femenina es muy alta en 15 municipios. Las demarcaciones con cinco puntos son: Acapulco, Chilpancingo, Atoyac de Álvarez, Tlacoapa, Zitlala, Huamuxtlán, Huitzuco, Tepecoacuilco, Iguala, Cocula, Ixcateopan, Arcelia, General Canuto A. Neri y Tlapehuala. Un total de 12 municipios alcanzaron cuatro puntos, un número considerable de ellos se ubican en la Costa Chica. La proporción de HJF es media en 31 demarcaciones, éstas tienen con presencia notable en la sección occidental de Guerrero (Técpan, Petatlán, Zihuatanejo, San Miguel Totolapan, Ajuchitlán del Progreso, Coyuca de Catalán). La proporción de hogares con jefatura femenina tiene puntajes por debajo de los tres puntos en el resto de las demarcaciones guerrerenses, sobre todo este tipo de jurisdicciones se concentra en la parte oriental de la entidad (Costa Chica-Montaña).

Proporción de personas con alguna limitación física o mental. Este sector de la población suele ser uno de los más excluidos de la vida social, económica y política, debido a la estigmatización o la falta de consideraciones hacia sus necesidades en el diseño de políticas, programas y servicios (Vite Pérez, 2012). En el estado de Guerrero, la PPL es muy alta en 13 municipios que mostraron puntaje de cinco. Se trata de las demarcaciones siguientes: Zirándaro, Tlalchapa, General Canuto A. Neri, Pedro Ascencio Alquisiras, Ixcateopan de Cuauhtémoc, Tetipac, Pilcaya, Buenavista de Cuéllar, Iguala, Cocula, Atenango del Río, Xochihuehuetlán y Alcozauca. Con cuatro puntos se detectaron un total de siete demarcaciones, al igual que el anterior grupo de jurisdicciones, la mayoría se localiza en la parte norte del estado de Guerrero. Los municipios con tres puntos son en total 32, y se aglutinan de manera notable en la sección occidental del territorio guerrerense. Dieciséis municipios tienen dos puntos y el resto alcanza puntaje de uno, estas demarcaciones tienden a concentrarse sobre todo en las regiones Centro y Montaña.

Grado de marginación. Este indicador socioeconómico es una medida-resumen que facilita diferenciar a los municipios guerrerenses, con base en el impacto

global de las carencias que padece la población (falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos económicos insuficientes y aquellas relacionadas con la residencia en localidades pequeñas). Este indicador considera cuatro dimensiones estructurales de la marginación; identifica nueve formas de exclusión y mide su intensidad espacial como porcentaje de la población que no participa de bienes y servicios esenciales para el desarrollo de sus capacidades básicas. En el estado de Guerrero, el grado de marginación fue muy alto en un total de 41 municipios, ubicados predominantemente en La Montaña. Con una distribución territorial heterogénea se hallaron aquellas demarcaciones que obtuvieron cuatro puntos, en total 18 municipios. Quince municipios cuentan con tres puntos, los cuales se ubican, sobre todo, en las regiones Costa Grande, Centro y Norte. Finalmente, los municipios con grado de marginación bajo son: Acapulco, Chilpancingo, Iguala y Zihuatanejo, en estas demarcaciones se alcanzaron dos puntos.

Con base en la propuesta metodológica del VIM, los factores socioeconómicos de vulnerabilidad clasifican a los municipios guerrerenses en las condiciones siguientes:

Muy baja. En esta condición se detectaron 13 municipios del estado de Guerrero. En esas demarcaciones, el valor índice medio osciló entre 2.2 y 2.6 puntos. En el contexto guerrerense, este conjunto de circunscripciones está relacionadas con las cifras que reflejan preponderancia de indicadores con escasa relevancia cuantitativa; en particular, la relación de dependencia (RD) y la proporción de personas que presentan limitaciones (PPL). Sobresalen los casos de Zihuatanejo de Azueta y Eduardo Neri; en ambos, la suma de los indicadores calificados alcanzó 11 puntos. Por otra parte, el grado de marginación es el indicador con mayor relevancia ya que con excepción de Zihuatanejo de Azueta y Chilpancingo, el resto de los municipios registran más de dos puntos.

Baja. Corresponde a 22 demarcaciones con puntajes comprendidos entre 2.8 y 3.0 puntos. Este grupo muestra indicadores con valores ligeramente superiores a la docena de municipios descritos arriba; es notable el comportamiento del grado de marginación (GM), el porcentaje de hogares con jefatura femenina (HJF) y la relación de dependencia (RD). A diferencia de los municipios en

condición muy baja, en estas jurisdicciones, 60% de los casos evaluados consigue 15 puntos como suma de los indicadores ponderados y el resto sólo 14 puntos.

Media. Es una condición identificada en 24 municipios, en éstos el valor índice medio registró entre 3.2 y 3.4 puntos. En este conjunto de unidades político-administrativas, el grado de marginación es el indicador con mayor trascendencia numérica; en la mayoría de los casos, tiene más de tres puntos, salvo en Arcelia, Buenavista de Cuéllar, Mártir de Cuilapan y Pilcaya. También la relación de dependencia (RD) es relevante, ya que alcanza más puntaje que la tasa de desocupación (TD), el porcentaje de hogares con jefatura femenina (HJF) y la proporción de personas con alguna limitación (PPL). Debido a esto, 55% de los casos registra 14 puntos y las demás demarcaciones 15 puntos.

Alta. Se presentó en seis jurisdicciones del estado de Guerrero: Ahuacuotzingo, Ajuchitlán del Progreso, Copalillo, Tepecoacuilco de Trujano, Tlacoachistlahuaca y Tlacoapa. En este conjunto, el valor índice medio fue de 3.6 puntos; el grado de marginación es alto en Tepecoacuilco de Trujano y muy alto en las otras demarcaciones. Igualmente fueron relevantes las cifras que reportaron la relación de dependencia (RD) y, en menor proporción, el porcentaje de hogares con jefatura femenina (HJF), la tasa de desocupación (TD) y la proporción de personas con alguna limitación (PPL). En este conjunto, la suma de los valores de los indicadores calificados alcanzo 18 puntos.

Muy alta. Esta condición fue reconocida en 16 municipios. Aquí el índice medio tuvo valores comprendidos entre 3.8 y 4.2 puntos. En este grupo, el grado de marginación nuevamente fue el indicador más importante, la mayoría de las demarcaciones registró cuatro puntos o más. Este comportamiento cuantitativo también se detectó en las cifras correspondientes a la proporción de personas con alguna limitación. La suma de los valores calificados correspondientes a los cinco indicadores fue de 19 y 20 puntos respectivamente.

A MANERA DE CONCLUSIÓN

La clasificación de los factores socioeconómicos de vulnerabilidad denota una estructura regional con contrastes territoriales notables; las jurisdicciones con mayor disponibilidad de recursos materiales y estructura de oportunidades suelen estar relacionados con aquellas demarcaciones que han jugado un papel sobresaliente en la dinámica estatal, desde el punto de vista económico-productivo o político-administrativo, tal es el caso de los municipios de Chilpancingo, Zihuatanejo de Azueta o Taxco. No obstante, el tratamiento metodológico de los indicadores socioeconómicos utilizados en este trabajo también revelo condiciones muy bajas en aquellos espacios que suelen concebirse como demarcaciones excluidas de la vida económica guerrerense, entre ellos; Ayutla y Xochistlahuaca, Tixtla, Mochitlán, Quelchultenango o Juan R. Escudero. En ese orden de ideas, es interesante el hecho de que un número importante de jurisdicciones guerrerenses con condiciones bajas de vulnerabilidad social se localicen en regiones como La Montaña o Costa Chica, ya que estos segmentos del territorio guerrerense se caracterizan por la presencia de dos sectores de la población reconocidos en la literatura especializada como vulnerables; la población indígena y afro mexicanos.

Lo anterior denota una metamorfosis transcendental de la configuración regional guerrerense, acaecida con celeridad abrupta; en el último decenio, se registraron cambios notables en el papel desempeñado por regiones como la Norte o La Tierra Caliente. Éstas, de manera frecuente, han sido concebidas como segmentos de la entidad con predominio de mejores características socioeconómicas, comparadas con las condiciones existentes en otras demarcaciones guerrerenses; como, por ejemplo, aquellas con presencia notable de población originaria (nahuas, mixtecos, tlapanecos, amuzgos). Entre las explicaciones factibles de tal reconfiguración territorial está el incremento de la actividad relacionada con el crimen organizado en ambas regiones, lo cual ha trastocado de manera considerable la dinámica socio-territorial, con impactos visibles en la cantidad de habitantes y sus actividades productivas. Lo que ha dado como resultado la conformación de una franja territorial, más o menos continua, en la sección noroccidental de Guerrero con factores socioeconómicos de vulnerabilidad considerables.

Asimismo, el incremento de la actividad criminal en jurisdicciones como Acapulco, y especialmente en la cabecera municipal de ésta, podría haber ocasionado un reacomodo de las posiciones que ocupan estos espacios dentro de la estructura regional guerrerense, en términos de factores socioeconómicos de vulnerabilidad. Acapulco muestra condiciones socioeconómicas más adversas comparadas con las registradas un decenio atrás. Con datos de 2010, García (2017) clasificó a este municipio como una demarcación con mínima vulnerabilidad social; en contraste, en el presente trabajo, esta jurisdicción guerrerense alcanza una condición media. En ese orden de ideas, Acapulco e Iguala advierten que no siempre los espacios guerrerenses menos vulnerables coinciden con las áreas que albergan los principales centros urbanos (ciudades con más de 20 mil habitantes), pese a que estos sitios desempeñen un papel notable en el abastecimiento regional de bienes y servicios; y hayan recibido, reiteradamente, en menor o mayor proporción, inversiones económicas, a lo largo de la historia económico-productiva de la entidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Adamo, S. B. (2012). *Vulnerabilidad social*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/134441583/Adamo-VulnerabilidadSocial-Julio31>
- Baquerizo, E. (2014). *Marco de referencia conceptual sobre vulnerabilidad territorial*. Recuperado de https://www.preventionweb.net/files/submissions/43398_marcodereferenciaconceptualsobrevulnerabilidadterritorial.pdf
- Busso, G. (2001). "Vulnerabilidad social: nociones e implicaciones de políticas para Latinoamérica a inicios del siglo XXI". *Seminario Internacional: las diferentes expresiones de la vulnerabilidad social en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile, Chile. Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía.
- Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía [Celade]. (2002). "Capítulo I y V". En Celade (Ed.), *Vulnerabilidad sociodemográfica: viejos y nuevos riesgos para comunidades, hogares y personas* (pp. 1-69). Brasilia, Brasil: Publicaciones de las Naciones Unidas.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [Coneval]. (2019). *Medición de la pobreza 2010-2016*. Recuperado de https://coneval.org.mx/Medicion/Paginas/consulta_pobreza_municipal.aspx
- Coy, M. (2010). Los estudios del riesgo y de la vulnerabilidad desde la geografía humana. Su relevancia para América latina. *Población y Sociedad*, 17(1), 9-28.
- Feito, L. (2007). Vulnerabilidad. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 30(3), 7-22.
- Filgueira, C. (2005). Estructura de oportunidades, activos de los hogares y movilización de activos en Montevideo (1991-1998). *Prisma*, 21, 67-115.
- Flores, F. y A. Rubio (2017). "Las instituciones públicas en el Estado de Yucatán: Retos y Desafíos en el bienestar social". En *Gaceta Legislativa del Estado de Yucatán*, 1, enero-marzo. Recuperado de <http://www.congresoyucatan.gob.mx/vistas/gaceta/2017/1/index.html>

- García de León, Armando (2015a). *Análisis espacial de condiciones educativas*. Recuperado de <https://repositorio.uam.es/handle/10486/668488>
- García de León, Armando (2015b). *Interacciones económicas transfronterizas y sus efectos en espacios nacionales*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/294572996_Teoria_y_metodos_de_la_Geografia_Cuantitativa_Libro_1_por_una_Geografia_de_lo_real
- García De León, Armando (2006). *Yucatán 1990-2000: evaluación del bienestar municipal y Regional a partir de las condiciones físicas de las Viviendas*. Recuperado de <http://www.eumed.net/jirr/1/AMECIDER2006/PARTE%201/70%20Armando%20Garcia%20de%20Leon%20Loza.pdf>
- García, N. (2011). *Los grados de asimilación económica del estado de Guerrero* (Tesis de doctorado en Geografía). Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México [Unam], Ciudad de México.
- García, N. y S. Villerías (2017). Niveles de vulnerabilidad social del estado de Guerrero, México. *Revista Geográfica de Valparaíso*, 54, 1-14.
- García, N. y S. Villerías (2016). Niveles de vulnerabilidad social de la ciudad de Chilpancingo, Guerrero, México. *Revista Geográfica de América Central*, 1(56), 259-288.
- Golovanevsky, L. 2007. *Vulnerabilidad y transmisión intergeneracional de la pobreza: un abordaje cuantitativo para Argentina en el siglo XXI* (Tesis doctoral). Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- González, L. M. (2009). Orientaciones de lectura sobre vulnerabilidad social. En *Lecturas sobre vulnerabilidad y desigualdad social* (pp. 13-29). Córdoba, Argentina: Centro de Estudios Avanzados.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi]. (2019). *Encuesta Intercensal 2015*. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/default.html#Tabulados>
- Kaztman, Rubén (2000). "Notas sobre la medición de la vulnerabilidad social". En *Documentos de Trabajo del IPES* (pp. 275-301). Santiago de Chile, Chile.
- Labrunée, M. E. y M. Gallo (2005). Vulnerabilidad social: el camino hacia la exclusión. En Lanari, M.E. (Ed.), *Trabajo decente: diagnóstico y aportes para la medición del mercado laboral local* (pp.133-154). Mar del Plata, Argentina: Ediciones Suárez.
- López, M. y N. Gentile (2008). *Sistema de Indicadores Económicos y Sociales: La Importancia del Análisis Integrado*. Mar del Plata, Argentina: Universidad Nacional de Mar del Plata: Centro de Investigación, Seguimiento y Monitoreo del Desarrollo. Facultad Ciencias Económicas y Sociales.
- Olaya, C.; Cruz, A. L. y M. Robayo (2015). "Enfoque de vulnerabilidad social, una experiencia de lectura territorial. Diálogo entre vulnerabilidades y activos sociales". *Amazonia Investiga*, 4(6), 79-86.
- Pizarro, R. (2001). *La vulnerabilidad social y sus desafíos: una mirada desde América Latina*. Santiago de Chile, Chile: Publicación de las Naciones Unidas.
- Ponce, G. (2009). Vulnerabilidad social y riesgo de caer en pobreza en México. En F. Sales (coord.), *Pobreza y factores de vulnerabilidad social en México* (pp. 15-54), Ciudad de México: Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública.
- Propin, E. (2003). *Teorías y Métodos en Geografía Económica*. Ciudad de México, México: Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México [Unam].
- Ruíz, M. (2012). "Vulnerabilidad territorial frente a desastres naturales: el caso de la isla de Mallorca (Baleares, España)". *GeoFocus*, 12(1), 16-52.
- Sales, F. J. (coord.) (2012). *Pobreza y factores de vulnerabilidad social en México*. Ciudad de México, México: Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública.

- Sánchez, D. y Egea, C. (2011). "Enfoque de vulnerabilidad social para investigar las desventajas socioambientales. Su aplicación en el estudio de los adultos mayores". *Papeles de Población*, 17 (69), 151-185.
- Sojo, A. (2004). *Vulnerabilidad social y políticas públicas. Serie Estudios y Perspectivas N° 14*. Ciudad de México, México: Comisión Económica para América Latina y el Caribe [Cepal].
- Vite Pérez, M.A. (2012). "La discapacidad en México desde la vulnerabilidad social". *Polis: Investigación y Análisis Sociopolítico y Psicosocial*, 8(2), 153-173.

Niveles de vulnerabilidad socioeconómica en la Sierra del Filo Mayor de Guerrero, México

Salvador Villerías Salinas¹

Guillermo Nochebuena Nochebuena¹

RESUMEN

Se analizan las principales características sociales y económicas de las 349 localidades ubicadas por arriba de los 1000 msnm que integran la Sierra del Filo Mayor del estado de Guerrero, con el propósito de determinar los niveles de vulnerabilidad. Para este fin se utilizaron las fuentes oficiales de información estadística de INEGI, CONAPO y CONEVAL con los que se construyeron cinco índices: Tasa de actividad económica (TAE), La tasa de desocupación (TD), La Tasa de Dependencia económica (TDE), Grado promedio de escolaridad (GPE) y el Índice de marginación (IM), los cuales se analizaron por medio del método del Valor de Índice Medio (VIM). Los resultados obtenidos muestran que la zona en general denota altos índices de vulnerabilidad. Internamente se distingue una zona de muy alta vulnerabilidad (San Miguel Totolapan, Ajuchitlán del Progreso y Gral. Heliodoro Castillo), otra de alta (Coyuca de Catalán y Zihuatanejo), de media (Petatlán), Baja (Chilpancingo, Tecpan y Zirándaro) y Muy baja vulnerabilidad (Atoyac y Leonardo Bravo). Es importante destacar que, dentro de cada municipio, se notaron grandes diferencias entre los índices analizados. El IM fue el índice que más contribuyó a la vulnerabilidad, con promedio VIM de 1.8, seguido de la TAE y la TD, con promedios de 3.18 y 3.25 respectivamente, siendo la TD y el GPE los que menos aportan a la vulnerabilidad social, no obstante, siguen siendo índices muy bajos a nivel estatal. Se concluye que el VIM permitió identificar el nivel de vulnerabilidad general de la zona y categorizar las diferencias internas de las localidades en los municipios, lo que permitirá a las instituciones locales y federales planificar e instrumentar políticas públicas y acciones que permitan reducir con mayor precisión y eficacia la vulnerabilidad social de esta zona en el estado.

¹Centro de Investigación y Posgrado en Estudios Socioterritoriales, Acapulco, UAGro. Correo: svillerias@uagro.mx

ABSTRACT

The main social and economic features of 349 localities above of 1000 msnm of the Sierra del Filo Mayor of Guerrero state, México, was analyzed to determine the social vulnerability levels. For this purpose, official sources of statistical information from INEGI, CONAPO and CONEVAI with five indices were built were used: Economic activity rate (TAE), Unemployment rate (TD), Economic dependency rate (TDE), Average educational level (GPE) and Marginalization index (IM). These indicators were processed to obtain the mean value index (VIM). The results show that the area generally indicates high vulnerability indices. Internally, a zone of very high vulnerability is distinguished (San Miguel Totolapan, Ajuchitlán del Progreso and Gral. Heliodoro Castillo), another high (Coyuca de Catalán and Zihuatanejo), medium (Petatlán), Baja (Chilpancingo, Tecpan and Zirándaro) and Very low vulnerability (Atoyac and Leonardo Bravo). Importantly, within each municipality major differences were noted between the indices analyzed. The IM was the index that contributed the most to vulnerability, with a VIM average of 1.8, followed by the TAE and TD, with averages of 3.18 and 3.25 respectively, with TD and GPE contributing the least to social vulnerability and still being very low rates at the state level. It is concluded that the VIM allowed to identify the general vulnerability level of the area and to categorize the internal differences of the localities in the municipalities, which will allow local and federal institutions to plan and implement public policies and actions that allow reducing with greater precision and effectiveness the social vulnerability of this area in the state.

INTRODUCCIÓN

La vulnerabilidad socioeconómica de las personas se refleja en el estado de bienestar, es decir esta se caracteriza por una serie de circunstancias probables que la población pueda tener ante situaciones adversas (sociales, económicas y fenómenos naturales) que pueden disminuir el nivel de vida de población. Además, la vulnerabilidad tiene sus orígenes en dos factores: internos y externos, esta interacción configura los territorios. Los internos son referidos a los recursos con que dispone la población en su espacio. Los externos son las estrategias que desarrolla para hacer frente a las acciones de origen natural y

social; a medida que se tiene mayor diversidad para enfrentar situaciones anómalas en su entorno, la capacidad de dar respuesta se traducirá en un menor será el nivel de vulnerabilidad. Ante tal situación es importante identificar los riesgos a los cuales se encuentran expuestas las poblaciones, para priorizar políticas públicas focalizadas con el propósito de elevar la resiliencia de regiones vulnerables (Otto y Eriz, 2018).

Por otro lado, las características de pobreza, marginación y desigualdad social que distinguen a los municipios que conforman la Sierra de Guerrero, se reproducen con mayor gravedad en esta región, distingue a su población en niveles de alta vulnerabilidad social frente riesgos y amenazas de origen natural, económico y social. Se aclara que no solo la región Sierra de Guerrero prevalece una situación de pobreza esta diseminada por todo el estado y no es fortuito que la entidad Guerrerense este el último lugar de marginación. En este sentido es importante destacar que se requiere de procesos de planeación rural participativa para mejorar las condiciones de la población y disminuir en el mediano plazo los rezagos socioeconómicos de la región.

El objetivo de este trabajo es analizar los niveles de vulnerabilidad socioeconómica de la región Sierra de Guerrero, como punto de partida para realizar políticas públicas participativas que conlleven a mejorar las condiciones de vida de la población que habita en la región.

LA VULNERABILIDAD SOCIAL

El predominio de las reglas del mercado en los modelos de desarrollo social y económico en la mayoría de los países del mundo en los últimos treinta y cinco años, así como el repliegue del estado en sus funciones de regulador institucional de la relaciones económico sociales en sus respectivos ámbitos territoriales, ha dejado como saldo indeseado que amplias capas de la sociedad se enfrenten a una creciente inseguridad e indefensión frente a una gran cantidad de factores de riesgo que amenazan no sólo su bienestar, sino incluso su supervivencia. Así los patrones de desarrollo, sus modelos de productividad, la apropiación de la riqueza y la concentración del ingreso en América Latina han promovido la vulnerabilidad como rasgo predominante de gran parte de su población (Pizarro, 2001).

Wisner, *et al.* (2003) definen la vulnerabilidad como “las características de una persona o grupo social y su situación que determina su capacidad para anticiparse, hacer frente, resistir, recobrase o adaptarse a los efectos e impactos de un riesgo o desastre natural”. Esto tiene que ver con una serie de factores que determinan el grado en que la vida de algún individuo o grupo, sus medios de vida, propiedades y otros recursos son puestos en riesgo por algún evento particular (o una serie en “cascada” de los mismos) en la naturaleza o en la sociedad. Así mismo añaden que algunos grupos sociales son más propensos a sufrir los daños y sus consecuencias posteriores a situaciones de crisis (natural o social), de donde surgen los conceptos de “grupos vulnerables”, como es el caso de las mujeres, los niños, ancianos y otros grupos sociales en condiciones de pobreza y marginación (Feito, 2007)

Ligado estrechamente al fenómeno de la pobreza el concepto de vulnerabilidad ha tendido a un uso más amplio en los análisis de la realidad social compleja del mundo actual, ya que sus implicaciones no sólo se centran en los riesgos y amenazas que plantea la escases de recursos económicos en los individuos, sus familias o grupos sociales, sino también en factores contextuales del ámbito institucional, el medio ambiente y los desastres naturales, entre otros. En algunos casos el ámbito de afectación puede abarcar grandes extensiones territoriales, como es el caso del cambio climático y el calentamiento global, en el que prácticamente cualquier país o región pueden verse seriamente afectados por sequías, inundaciones o incendios, pero es indudable que los niveles de vulnerabilidad (susceptibilidad- resiliencia) se vuelven más extremos en países en vías de desarrollo (Islam, *et al.*, 2013; Andrade y Laporta, 2009)

Con base en lo anterior, la vulnerabilidad se define siempre en relación a algún tipo de amenaza, sean estos eventos de tipo físico como sequías, terremotos, inundaciones, de tipo biológico como enfermedades y epidemias, o de tipo antropogénico como guerras, crisis económicas, hambrunas, en la que la unidad de análisis pueden ser los individuos, los hogares o grupos sociales específicos, mismos que se definen como vulnerables *ante* un evento o amenaza determinada y/o ser vulnerable a una pérdida específica, como la salud, el empleo, en dos dimensiones de tiempo de proceso. El primer momento del análisis son las condiciones en que se encuentra el sujeto ante el riesgo o

amenaza (susceptibilidad), y el segundo momento es la capacidad de la unidad de análisis para absorber, resolver y adaptarse a los daños y efectos que le infringió el evento (Ruiz, 2012).

Está ampliamente probado que los eventos y desastres naturales, que no pueden ser totalmente separados de las decisiones políticas y sociales, son los responsables de un gran número de muertes y daños que han ocurrido en gran parte del mundo, pero los efectos más graves son los provocados en los individuos, familias y grupos sociales sobrevivientes que no cuentan con la capacidad de absorber y recuperarse rápidamente de la secuelas de estos fenómenos y en los que la ayuda del estado se ve limitada y rebasada por la emergencia (Wisner, *et al.*, 2003).

Como concepto más dinámico que la pobreza o la marginación, la vulnerabilidad social se le puede ubicar en distintas esferas de la vida social que se ven afectadas por el actual modelo de desarrollo fincado en el mercado, como son el laboral, el capital humano, el capital social y las relaciones sociales. Así en el ámbito del trabajo no sólo el salario, sino las formas de contratación, asociación gremial y el goce de prestaciones son las que han elevado la vulnerabilidad del trabajador y sus familias, los cuales no sólo han caído en los círculos de la pobreza, sino en una mayor susceptibilidad a los efectos perniciosos de las crisis económicas, los desastres naturales, la violencia, la delincuencia y, aún más, con menores recursos y condiciones para neutralizarlos y superarlos en con el menor daño, tiempo y sufrimiento posible (Pizarro, 2001; Ponce, 2012).

La pobreza y la marginación en Guerrero

El actual modelo de desarrollo implementado en México desde los primeros años de la década de los 80, no sólo incrementó los niveles de pobreza que ya existían con el modelo estabilizador o de sustitución de importaciones, sino que hizo más evidentes los niveles de desigualdad (pobreza y marginación) entre las diferentes capas sociales, así como entre las zonas rurales y el medio urbano. El incremento de las desigualdades sociales con acentuación de la pobreza y la marginación han limitado el desarrollo del capital humano, han diluido las relaciones de confianza entre los diferentes grupos sociales y de éstas con las instituciones del estado, así mismo han mermado las oportunidades de

desarrollo económico y social justo y eficiente y han prohiado la violencia y el deterioro del tejido social con la evidente consecuencia de una alta vulnerabilidad social (Altamirano y Flamand, 2018).

En el caso concreto del estado de Guerrero, éste ha ocupado desde 2005 el primer sitio dentro de los tres estados clasificados en la “Muy alta” marginación, lo que define para el mismo un grave problema estructural de exclusión en relación al desarrollo socioeconómico promedio alcanzado por el país en al menos cuatro dimensiones como son la educación, la vivienda, la distribución espacial y los ingresos (CONAPO, 2015). Aunado a lo anterior, es preciso señalar que los altos índices de pobreza manifestados en que el 55.3% de la PEA ocupada percibía menos de uno y hasta dos salarios mínimos, otro 10.5% de dos a tres, 23.5% no recibía ingresos por su trabajo y sólo 5.4% más de cinco (INEGI-ENOE, 2019, II trimestre). Sin contar los efectos generacionales acumulados de la pobreza y marginación, en la actualidad se ha configurado un escenario de grave deterioro y vulnerabilidad social en el estado que explican en gran medida los fuertes impactos y la baja resiliencia a eventos naturales o socioeconómicos de la mayoría de la población (García y Villerías, 2018).

Al respecto, Walton y Seddon, citados por Wisner, 2003, mencionan que “algunas políticas y estrategias de desarrollo económico que producen marginalización y exclusión (aunado a la pobreza) tienden a crear vulnerabilidad social ante eventos naturales extremos, lo que podría conducir eventualmente a estallidos sociales”. El problema en esta parte, es que la implementación de políticas públicas y el arreglo institucional que aborda el problema desde una óptica parcializada o desintegrada para el combate a la pobreza, la marginación y la creación de capital humano, puede no ser la mejor solución ya que “aún con altos niveles de escolaridad, capacitación para el trabajo y el desarrollo de capacidades especiales, los individuos no se encuentran a salvo de área de incertidumbre e indefensión (vulnerabilidad) que provoca un mercado de trabajo desregularizado, inestable y con bajos niveles de protección social” (Ponce, 2012).

Pobreza y marginación: municipios ubicados en la sierra

La región de la Sierra de Guerrero (conocida localmente como Sierra del Filo Mayor), está conformada por 14 municipios con localidades ubicadas a más de 1000 m.s.n.m. (Ajuchitlán del Progreso, Coyuca de catalán, San Miguel Totolapan, Zirándaro, Coahuayutla, Atoyac, Coyuca de Benítez, Petatlán, Técpan, Zihuatanejo, Chilpancingo, Eduardo Neri, Gral. Heliodoro Castillo y Leonardo Bravo). En 2010, había una población de 862,557 habitantes y con una tasa promedio de crecimiento anual de 0.93 y en 2015 alcanzo una población de 902,664 habitantes (INEGI, 2010 y 2015).

Estos municipios, según CONEVAL 2016, presentaron una disminución de sus niveles de pobreza de 2010 a 2015. En 2010, el 74.4% de la población de estos municipios se encontraban en condición de pobreza, al respecto el 37.6 en pobreza extrema y el 36% en pobreza moderada. Para 2015, la población en condición de pobreza disminuyó a 71.8%, de los cuales sólo 26.7% se ubicaban en pobreza extrema y 45.1% en pobreza moderada. A simple vista se puede observar una importante reducción de la población pobre en estos municipios. No obstante, se observa una fuerte pérdida de población en ocho de los catorce municipios, aunado a que se registró una disminución de 4.0 a 3.1% de la población “No pobre y no vulnerable”. Los municipios que registraron altas tasas de crecimiento aumentaron en una tasa aún más alta su población en condición de pobreza moderada en el mismo periodo, esta explicación podría no ser tan correcta y requeriría ser analizada con mayor cuidado. En términos globales la población en condición de pobreza aumentó en 8,626 personas en el periodo analizado.

ÁREA DE ESTUDIO

La región Sierra de Guerrero se localiza en centro oeste del estado de Guerrero, tiene una superficie de 8821 km² e integra el 14% del territorio guerrerense. La región se estableció en 2014, por decreto del gobierno del estado de Guerrero y se ubica después de la cota de los 1000 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m) y comprende 10 municipios que tienen localidades asentadas por arriba de este nivel. La región presenta un relieve muy inclinado por características propias de la sierra y en esta zona hay una población total de 95845 (Cuadro 1) habitantes

y representan el 2.7% de la población estatal, asentadas en 387 localidades dispersas, con exigua articulación e infraestructura básica. Con relación a las actividades económicas, los serreños se dedican a cultivar productos básicos de subsistencia, así como la ganadería en el mismo sentido. La explotación forestal es una fuente de ingresos significativa, pero el recurso está en deterioro, sin embargo, la riqueza forestal es muy importante, puesto que ahí nacen la mayoría de los ríos de la Costa Grande y la Tierra Caliente, además de la captura del carbono. Los bienes y servicios están localizados en las cabeceras municipales y ubicadas en las partes más bajas de la sierra, donde pueden vender sus productos o abastecerse.

Cuadro 1. Región Sierra de Guerrero: habitantes

Región	Municipio	Habitantes
Tierra Caliente	Ajuchitlán del Progreso	2 151
Costa Grande	Atoyac	3 473
Tierra Caliente	Coyuca de Catalán	2 926
Centro	Chilpancingo	17 780
Centro	Gral. Helidoro Castillo	31 861
Centro	Leonardo Bravo	24 609
Costa Grande	Petatlán	322
Tierra Caliente	San Miguel Totolapan	10 521
Costa Grande	Técpan	1 475
Costa Grande	Zihuatanejo	198
Tierra Caliente	Zirándaro	4 33
Total		95 749

Fuente: elaboración con base en INEGI, 2010.

En la Sierra de Guerrero, la condición de pobreza y marginación es muy notoria, en 2010, el 53.4% de las viviendas tenían piso de tierra, 32% no contaba con energía eléctrica, 48% no contaba con agua entubada al interior, y 45% carecían de drenaje, además el 93% de la población se encontraba afiliado al Seguro Popular, por carecer de otro sistema de protección social (INEGI, 2010; CONAPO, 2011).

La Octava Región ha sido delimitada en términos legales y políticos por el decreto de creación del 10 de diciembre de 2014, no obstante es necesario tener

un conocimiento más preciso y completo sobre la situación social, económica, ambiental y política que ofrezca mayor luz sobre las posibilidades de una reorganización territorial que promueva un desarrollo local y micro-regional sostenible en el marco del ejercicio soberano y la autodeterminación de su población, la cual no dependa, como hasta ahora, de las decisiones políticas de las administraciones municipales en turno que los han relegado y excluido.

METODOLOGÍA

Para desarrollar el presente estudio en la región Sierra de Guerrero, se seleccionaron indicadores para medir los niveles de vulnerabilidad en esta sección del territorio guerrerense. Además, para garantizar un análisis significativo del área, se emplearon datos de las fuentes oficiales como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y así como del Consejo Nacional de Población (CONAPO).

Para la selección de los indicadores se tomó en consideración los aspectos socioeconómicos que son significativos y que ayudan a comprender el territorio en cuestión. Además de considerar la disponibilidad de la información estadística que es fundamental para este análisis y los indicadores utilizados fueron:

Tasa de actividad económica (TAE) [1] es una variable importante ayuda a observar el desarrollo económico de un territorio y mide el nivel de empleo. Este indicador permite estimar qué porcentaje de la población tiene actividad económica, esto ayuda a comprender el escenario del mercado laboral de un territorio.

$$TAE = \left(\frac{PEA_0}{P_t} \right) 100 \quad [1]$$

Donde:

TAE: tasa de actividad económica (%).

PEA₀: población económicamente activa ocupada de la región Sierra.

P_t: población total municipal de la región Sierra.

La tasa de desocupación (TD) [2] es la población económicamente activa que no tiene un empleo pero que está en proceso de búsqueda (no consiguen trabajar). Este indicador muestra hasta cierto punto la incapacidad de una economía (país, estado, región, municipio) de generar puestos de trabajo para la población que

está desocupada. Permite generar un escenario de las condiciones económicas relacionadas con el ingreso que tiene para población para poder adquirir los bienes y servicios, significa una relación directa entre mayor desocupación de la población va a existir mayor vulnerabilidad económica.

$$TD = (PD/PEA) \times 100 \quad [2]$$

Dónde:

TD: tasa de desocupación

PD: población desocupada que busca trabajo.

PEA: población económicamente activa

La *Tasa de Dependencia económica* (TDE) [3] se define como la relación de la población dependiente (menores de 15 años y 65 años y más) respecto a la población con actividad económica en el territorio. A medida que la tasa es mayor indica que la carga económica recae en la población activa laboralmente, además se incrementa la vulnerabilidad de personas de la tercera edad e infantil;

$$TDE = \left(\frac{P_{<12} + PEA_d + PEI}{PEA_o} \right) 100 \quad [3]$$

Donde:

TDE: tasa de dependencia económica (%).

P_{<12}: población menor a 12 años.

PEA_d: población económicamente activa desocupada de la región Sierra

PEI: población económicamente inactiva de la región Sierra.

PEA_o: población económicamente ocupada de la región Sierra.

El *grado promedio de escolaridad* (GPE), el indicador pondera el promedio de los grados escolares que tiene la población aprobado dentro del sistema educativo y se inicia con el nivel básico (educación primaria). Permite detectar las brechas entre las diferentes generaciones y grupos de edad. Por otro lado, la información para el análisis fue tomada del Censo de población y Vivienda 2010 (INEGI, 2010).

Índice de marginación (IM) pondera el déficit e intensidad de las privaciones y las carencias que tiene la población respecto a las necesidades básicas: a) Acceso a una vivienda digna, la vivienda como espacio de socialización familiar y de cohesión social; b) Educación como un derecho humano fundamental para que las personas adquieran las condiciones y capacidades para que tengan un mejor proyecto de vida; c) Salario suficiente para satisfacer las necesidades

básicas y d) La dispersión poblacional originada por un patrón histórico de poblamiento que es complejo de modificar, pero es importante para diseñar políticas públicas que conduzcan a reducir la desigualdad. La fuente de la información este indicador fue obtenida del Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2015).

Los datos se analizaron mediante el método denominado “Valor Índice Medio” (VIM) propuesto por García de León (1989). El método consiste obtener un valor para cada unidad territorial que es parte de una síntesis un conjunto de variables y posteriormente clasificarla, la secuencia es la siguiente: 1) Elaborar una matriz con los indicadores seleccionados; 2) Se calcula la media aritmética y la desviación típica de los datos de cada unidad espacial (cuadro 2); 3) Los valores se estandarizan (la media aritmética se resta al valor del indicador y se divide entre la desviación estándar) para ser comparables todos los datos (cuadro 3); 4) Se clasifican los valores obtenidos de acuerdo con los intervalos designados (cuadros 4 y 5); 5) El VIM se obtiene al realizar el promedio de los datos obtenidos de cada unidad territorial y presenta de acuerdo a los rangos establecidos (cuadros 6 y 7).

Cuadro 2. Región Sierra de Guerrero: indicadores

SIERRA >1000	TAE	TD	TDE	GPE	IM
Ajuchitlán	2.38	3.75	2.54	2.92	1.04
Coyuca de Catalán	3.83	3.81	3.47	2.66	1.11
San Miguel Totolapan	2.42	3.42	2.88	3.10	1.29
Zirándaro	3.40	4.00	4.00	2.90	1.60
Atoyac	3.50	4.00	3.93	4.64	2.43
Petatlán	3.20	4.00	2.80	2.80	2.00
Técpan	3.53	3.60	3.47	4.27	2.20
Zihuatanejo	2.83	4.00	2.83	3.00	1.83
Chilpancingo	3.80	3.63	3.33	3.50	2.27
Gral. Heliodoro Castillo	2.54	3.67	2.66	3.49	1.78
Leonardo Bravo	3.50	3.68	3.82	4.41	3.00
Promedio	3.18	3.78	3.25	3.43	1.87
Desviación típica	0.54	0.20	0.53	0.70	0.60

Fuente: Elaboración con base en INEGI, 2010 y CONAPO, 2010.

Cuadro 3. Región Sierra de Guerrero: Indicadores estandarizados

SIERRA >1000	TAE	TD	TDE	GPE	IM
Ajuchitlán	-1.48	-0.15	-1.33	-0.72	-1.39
Coyuca de Catalán	1.21	0.16	0.42	-1.09	-1.27
San Miguel Totolapan	-1.39	-1.78	-0.69	-0.46	-0.96
Zirándaro	0.41	1.11	1.42	-0.75	-0.45
Atoyac	0.60	1.11	1.28	1.73	0.94
Petatlán	0.04	1.11	-0.85	-0.89	0.22
Técpan	0.66	-0.90	0.41	1.19	0.56
Zihuatanejo	-0.63	1.11	-0.78	-0.60	-0.06
Chilpancingo	1.15	-0.73	0.16	0.10	0.67
Gral. Heliodoro Castillo	-1.17	-0.54	-1.12	0.09	-0.15
Leonardo Bravo	0.60	-0.50	1.08	1.40	1.90

Fuente: Elaborado con base al cuadro 2.

Cuadro 4. Matriz de calificación

Valores estandarizados	Indicador	Condición
< 2.20	1	Muy bajo
Entre 2.21 y 3.20	2	Bajo
Entre 3.21 y 3.60	3	Medio
Entre 3.61 y 4.40	4	Alto
> 4.41	5	Muy alto

Fuente: García de León (1989).

Cuadro 5. Región Sierra de Guerrero: Indicadores tipificados

SIERRA >1000	TBAE	TD	TDE	GPE	IM
Ajuchitlán	1	3	1	2	1
Coyuca de Catalán	6	4	4	1	1
San Miguel Totolapan	1	1	2	3	2
Zirándaro	4	6	6	2	3
Atoyac	5	6	6	6	5
Petatlán	4	6	2	2	4
Técpan	5	2	4	6	5
Zihuatanejo	2	6	2	2	3
Chilpancingo	6	2	4	4	5
Gral. Heliodoro Castillo	1	2	1	4	3
Leonardo Bravo	5	3	6	6	6

Fuente: Elaborado con base a los cuadros 2 y 3.

Cuadro 6. Región Sierra de Guerrero: Condición de vulnerabilidad

SIERRA >1000	TBAE	TD	TDE	GPE	IM	VIM
Ajuchitlán	1	3	1	2	1	1.6
Coyuca de Catalán	6	4	5	1	1	3.2
San Miguel Totolapan	1	1	2	3	2	1.8
Zirándaro	4	6	6	2	3	4.2
Atoyac	5	6	6	6	6	5.6
Petatlán	4	6	2	2	5	3.6
Técpan	5	2	5	6	5	4.4
Zihuatanejo	2	6	2	3	4	3.0
Chilpancingo	6	2	4	4	6	4.2
Gral. Heliodoro Castillo	1	2	1	4	4	2.2
Leonardo Bravo	5	3	6	6	6	5.2

Fuente: Elaborado con base en los cuadros 2, 3 y 5.

Cuadro 7. Región Sierra de Guerrero: VIM y condición de vulnerabilidad socioeconómica

SIERRA >1000	VIM	Condición
Ajuchitlán	1.6	1
Coyuca de Catalán	1.8	1
Gral. Heliodoro Castillo	2.4	2
Coyuca de Catalán	3.4	3
Zihuatanejo	3.4	3
Petatlán	3.8	3
Zirándaro	4.2	4
Chilpancingo	4.4	4
Técpan	4.6	4
Leonardo Bravo	5.2	5
Atoyac	5.6	5

Fuente: Elaboración con base en los cuadros 4 y 6.

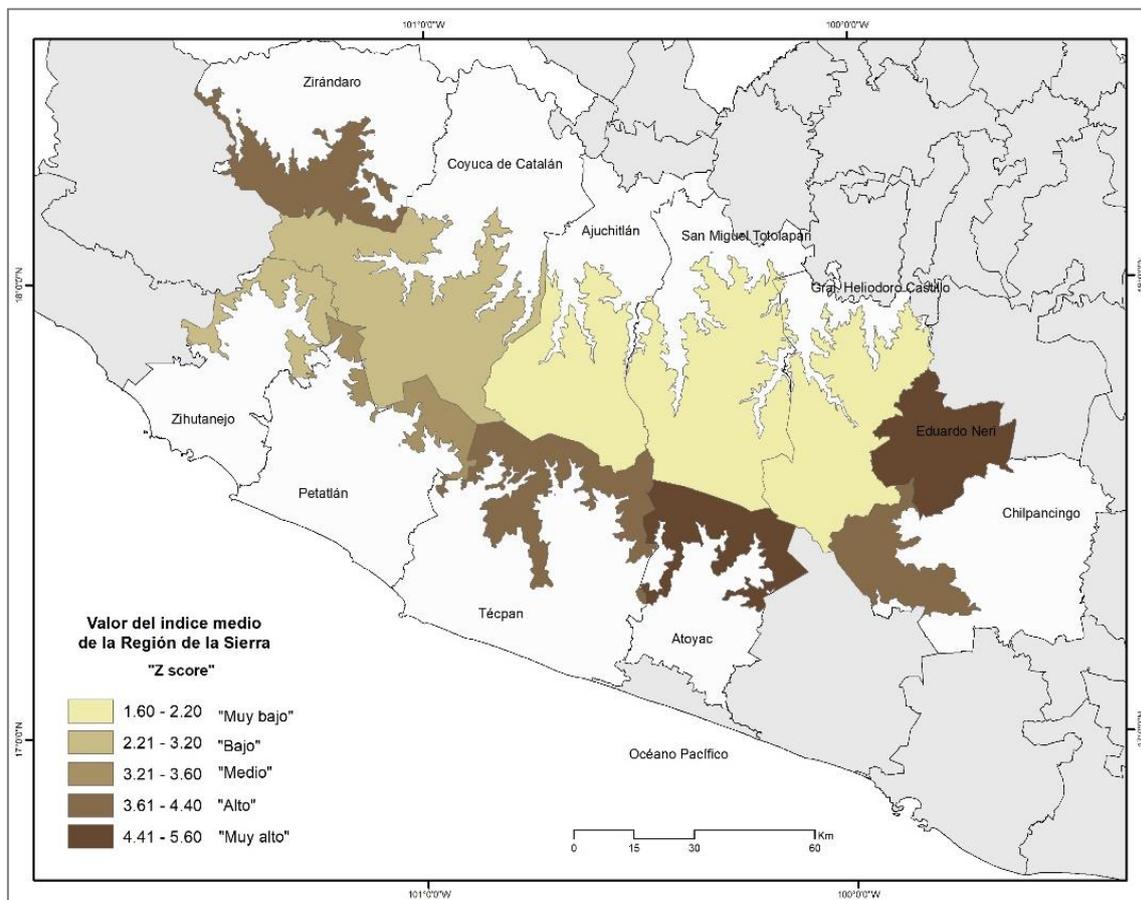
RESULTADOS

A partir de la información estadística se constató, las condiciones de vulnerabilidad socioeconómica de la Región Sierra de Guerrero integrada por 94941 habitantes y asentadas en 387 localidades por arriba de los 1000 m.s.n.m; con los cinco indicadores se reveló el contexto de la vulnerabilidad socioeconómica de esta demarcación.

La zona que indica con una condición “Muy bajo” está ubicada en la parte media de la región y comprende localidades de Ajuchitlán, San Miguel Totolapan y Gral.

Helidoro Castillo en estas tres demarcaciones están asentadas 5433 habitantes. Los valores del VIM están entre 1.6 a 2.2 y representan los indicadores más bajos de la información. Sin embargo, el área de Gral. Heliodoro Castillo tiene mejores condiciones de educación y alcanza un puntaje de 4, aun así, no logra tener un grado escolar en promedio mayor a 10 (figura 1).

Figura 1. Estado de Guerrero: Región Sierra de Guerrero vulnerabilidad socioeconómica



Fuente: Elaboración propia con base a INEGI, 2010.

La condición "Bajo" está ubicada en la parte oeste de la región y comprende a los municipios de Zihuatanejo y Coyuca de Catalán con una población de 198 y 2926 habitantes respectivamente. Se esperaría que la población que radica en el área del municipio de Zihuatanejo tuviera una mejor condición socioeconómica, sin embargo, no lo tiene, aun cuando este municipio tiene una alta actividad económica como es el turismo y no irradia al sector rural como debiera esperarse. Los VIM se ubican entre 2.21 a 3.20, por los valores de: 5 respecto a la tasa de dependencia económica que muestra Coyuca de Catalán

y Tasa de desocupación de 6 en Zihuatanejo; este puntaje hace que se ubiquen con una condición de alta vulnerabilidad socioeconómica.

El valor “Medio” está representado por la región serrana del municipio de Petatlán ubicado al este de la región y en la zona de la Costa Grande y con una población de 322 habitantes distribuidas en cinco localidades. El 30% de la población en edad de trabajar tiene un empleo o lo están buscando. El valor del VIM se ubica en 3.21 a 3.60, como resultado de presentar 4 y 5 puntos respecto a la tasa de actividad económica y la tasa de desocupación, respectivamente; También se puede observar con un valor 4 puntos respecto a la marginación y que indica que son localidades están en rango medio, es decir tienen una condición favorable de bienestar.

La posición “Alta”, está representada por las 15 comunidades ubicadas en el municipio de Técpan, donde se asienta una población de 1472 habitantes y Chilpancingo ubicado en la parte oriental de Región de la Sierra con 30 localidades y 17780 habitantes, las localidades ubicadas en dos municipios tienen mejores condiciones respecto a la tasa de actividad económica y son muy similares de 5 y 6 puntos, respectivamente. Cabe destacar que estas dos zonas tienen actividad económica agropecuaria y forestal importante. Además de considerar el factor educativo que alcanzan 6 puntos Chilpancingo y 5 Técpan, ambos a 2 punto por debajo de la media estatal que es en promedio de 7.5 años.

Bajo la consideración que Chilpancingo es la capital del estado de Guerrero y recibe el segundo presupuesto a nivel estatal. Los valores del VIM están entre 3.61 a 4.40 y los valores con mayor puntaje los tiene el municipio de Técpan por una diferencia de 4 décimas de puntos.

La posición de “Muy Alto” corresponde a los municipios con Atoyac ubicado en el frente costero y en la región de la Costa Grande, ahí se ubica una población de 3473 habitantes distribuida en 14 localidades serranas y Leonardo Bravo localizado en la zona este de la región, con una población 24,609 habitantes y asentadas 25 comunidades. Se puede inferir que es la población con mejores condiciones socioeconómicas y con menor vulnerabilidad. El valor del VIM está comprendido entre 4.41 a 5.60, tienen correspondencia con todos los valores a excepción del valor de 3 puntos que corresponde a la tasa de desocupación para

el municipio de Leonardo Bravo y que se ataña a mayor desempleo. Sin embargo, son las zonas de la sierra con mejores ventajas socioeconómicas.

El análisis propuesto con el método del VIM y como concepto de estudio de la vulnerabilidad, ha permitido identificar las diferencias socioeconómicas en la región Sierra del estado de Guerrero. En la región Sierra se muestra un patrón continuo de los valores Muy bajo y Bajo, desde el municipio de Heliodoro Castillo al hacia Coyuca de Catalán y Zihuatanejo, esta zona es considerada como la que tiene menos oportunidades de desarrollo por estar en condiciones físico-geográficas de muy difícil acceso o bien son expulsoras de población por las condiciones sociales que ahí se desarrollan.

Sin embargo, el desarrollo de la región Sierra se observa con mayor dinamismo en la parte de alta d Atoyac y Leonardo Bravo, dos municipios que tienen mejores accesos a sus localidades y pueden comerciar sus productos a la ciudad más cercana en caso de la primera a Atoyac y la segunda a Chilpancingo o bien están empleados en estas ciudades.

Se puede decir que esta zona importante del estado de Guerrero y demostrado en los resultados de la investigación, existe un proceso sistemático de exclusión socioeconómica y que ha puesto en riesgo a la población que ahí reside. Es importante para que estas localidades se sobrepongan ante esta situación de riesgo y se llegue a un desarrollo local, y adquieran una gestión sostenible de sus localidades; es decir se tiene que planificar de forma estratégica para mejorar el desarrollo local y se tienen que hacer planes de ordenamiento territorial abonar al desarrollo sostenible. Además, se tiene que hacer énfasis en las diferentes modalidades de gestión territorial, pero hacer énfasis en los proyectos de largo alcance, fortalecimiento institucional inclusivo y como financiar este proceso de desarrollo local.

CONCLUSIONES

En el presente estudio se evidencia la vulnerabilidad socioeconómica a partir de los indicadores seleccionados y con ello se caracterizó la región Sierra de Guerrero. El método permitió identificar las unidades territoriales con su grado de vulnerabilidad. Se ha identificado que tres zonas en la parte alta de los municipios de Gral. Heliodoro Castillo, San Miguel Totolapan y Ajuchitlán tienen las condiciones más severas de vulnerabilidad socioeconómica, pero no es privativo solo de esta zona, se puede decir que toda la región tiene condiciones muy fuertes de vulnerabilidad.

Es importante que se diseñen políticas públicas en especial para esta región rica en recursos naturales, pero con muy bajos ingresos por los mismos. Las acciones deben encaminarse a mejorar la educación, factor importante para consolidar la transferencia e innovación tecnológica. Además de organizar una gestión territorial de largo alcance para un mejor desarrollo económico que ayude a abandonar la subsistencia de la población. A la vez que las instituciones de gobierno coadyuven a mejorar sus objetivos y metas, pero siempre tomando en consideración a los actores locales.

Generar empleos y la región Sierra es importante porque disminuirá la dependencia económica, para ello se requiere proyectos de impacto regional y de largo alcance, para lograr esto se necesita una planificación del territorio para encontrar sus potenciales productivos y no depender de pocos productos.

Sin embargo, se requiere de formar nuevos municipios para que los recursos económicos fluyan a las localidades más sensibles por los efectos de causados el deterioro de socioeconómico de la región Sierra, para ello se necesita una integración territorial que permita aglutinar a localidades que interactúan entre ellas y definir una nueva territorialidad en el Filo Mayor de la Sierra de Guerrero.

BIBLIOGRAFÍA

- Altamirano, M. y Flamand, L., 2018. *Desigualdades en México 2018*. El Colegio de México. Red de Estudios sobre Desigualdades. Editorial Siglo XXI. Ciudad de México, México.
- Andrade, M. I. y Laporta, P., 2009. Teoría social del riesgo. Una primera aproximación a la vulnerabilidad social de los productores agropecuarios del Sudoeste bonaerense ante eventos climáticos adversos. *Revista de Estudios Rurales*, 10 (19), [en línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=845/84515267008> [Consultado el 17 de febrero de 2020].
- Consejo Nacional de Población. Colección índice Demográficos (CONAPO), 2015. Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2015. Consejo Nacional de Población. Colección índice Demográficos. México.
- Consejo Nacional de Evaluación de la política de desarrollo Social (CONEVAL), 2016. Indicadores de pobreza por municipio. Medición de la pobreza, Estados Unidos Mexicanos, 2010-2015. Consejo Nacional de Evaluación de la política de desarrollo Social. [En línea]. Disponible en: https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/AE_pobreza_municipal.aspx [Consultado el 20 de febrero de 2020].
- Feito, L., 2007. Vulnerabilidad. *An. Sist. Sanit. Navarra*, 30 (3), [En línea]. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272007000600002&lng=es&nrm=iso&tlng=es [Consultado el 6 de febrero, 2020].
- García, N. y Villerías S., 2018. Factores socioeconómicos de vulnerabilidad en las ciudades medias del Estado de Guerrero, México. En: Santana, M. *et al.*, (coords.) *Vulnerabilidad, resiliencia y ordenamiento territorial*. RETESyG-UAEM, México. Pp 244-269.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2010. Principales resultados por localidad (ITER) Guerrero. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México. [En línea] Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/buscador/default.html?q=censo+de+poblacion+guerrero> [Consultado el 20 de enero, 2020].
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2016. Panorama sociodemográfico de Guerrero 2015. Encuesta Intercensal 2015. Principales resultados. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México. [En línea] Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/inter_censal/panorama/702825082208.pdf?platform=hootsuite [Consultado el 17 de febrero, 2020].
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2019. Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo. II trimestre Abril-Junio. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México. [En línea]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/enoe/15ymas/default.html#Tabulados> [Consultado el 17 de febrero del 2020].
- Islam, N., Deb U., Al Amin M., Jahann, A., Tabassum S., Ahamad, MG., Nabi A., Singh, N.P., Byjesh, K. and Bantilan, C., 2013. Vulnerability to climate change: adaptation strategies and layers of resilience – quantifying vulnerability to climate change in Bangladesh. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics (ICRISAT). 35pp.
- Ottom, T. E. y Eriz, M., 2018. *Medición de la vulnerabilidad socioeconómica: desde el indicador de NBI a los índices de vulnerabilidad al riesgo climático*. Universidad de Buenos Aires. Argentina.

- Pizarro, F., 2001. *La vulnerabilidad social y sus desafíos: una mirada desde América Latina*. Serie: Estudios estadísticos. Comisión Económica para América Latina. Santiago de Chile.
- Ponce, G., 2012. Vulnerabilidad social y riesgo de caer en pobreza en México. En: Pobreza y factores de vulnerabilidad social en México. En: Sales, F. (coord.) *Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública (CESOP)*, Cámara de Diputados/LXI Legislatura. México.
- Ruiz, N., 2012. Definición y medición de la vulnerabilidad social. Un enfoque normativo. *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*. Núm 77, pp 63-74.
- Wisner, B., P. Blaikie, T. Cannon and Davis, I., 2003. *At Risk. Natural hazard, people's vulnerability and disasters*. 2nd edition, Routledges, London.

La percepción de la violencia en la ciudad de Acapulco. Una mirada de los estudiantes de la Escuela Superior de Psicología de la Universidad Autónoma de Guerrero

Yuridia Lozano Peñaloza¹

Neftalí García Castro²

RESUMEN

La ciudad de Acapulco es considerada la tercera más violenta del mundo; únicamente superada por Tijuana (Baja California) y Ciudad Juárez (Chihuahua); en años recientes, se han registrado tasas de homicidio muy altas como resultado del crimen organizado que opera en esta ciudad guerrerense. El fenómeno de la violencia ha permeado en la mayoría de los espacios de los habitantes de la ciudad. A pesar de las diferentes estrategias emprendidas por el gobierno federal, estatal y local que buscan hacer frente a esta problemática social; ésta ha alcanzado niveles que no tienen precedentes en la historia nacional y ha trastocado la vida cotidiana de la población acapulqueña, la cual padece efectos psicosociales diversos; entre los que destacan la ansiedad, el estrés y el miedo. La presente investigación tuvo como objetivo identificar como se concibe la violencia acaecida en la ciudad de Acapulco, Guerrero. Con tal finalidad se realizaron talleres de mapeo colectivo con los estudiantes de la Escuela Superior de Psicología de la Universidad Autónoma de Guerrero, lo cual permitió identificar recorridos cotidianos y registrar, gráficamente; sonidos, olores, sabores, vivencias, sentimientos y todo aquello que resulte significativo al momento de relevar áreas considerados seguras y/o inseguros para los estudiantes de la carrera de psicología debido al contexto de violencia que se vive en esta ciudad del estado de Guerrero.

PALABRAS CLAVE: Acapulco, cartografía social, percepción, taller, violencia.

¹ Profesora de la Escuela Superior de Psicología de la Universidad Autónoma de Guerrero. Correo electrónico: loz.uagro1@gmail.com

² Profesor-investigador en la Maestría en Ciencias: Territorio y Sustentabilidad Social del Centro de Investigación y Posgrado en Estudios Socio territoriales de la Universidad Autónoma de Guerrero. Correo electrónico: neftaligc@hotmail.com

ABSTRACT

The city of Acapulco is considered the second most violent in the world; only surpassed by Tijuana, Baja California, since, in recent years, very high homicide rates have been recorded as a result of the organized crime that operates in this Guerrero city. The phenomenon of violence has permeated in most of the spaces of the inhabitants of the city, despite the different strategies undertaken by the federal, state and local government that seek to address this social problem; it has reached levels that are unprecedented in national history and has disrupted the daily life of the Acapulqueña population, which suffers diverse psychosocial effects; among those who emphasize anxiety, stress and fear. The purpose of this investigation was to identify how violence occurs in the city of Acapulco, Guerrero. For this purpose, collective mapping workshops were carried out with the students of the Higher School of Psychology of the Autonomous University of Guerrero, which allowed to identify daily routes and record, graphically; sounds, smells, flavors, experiences, feelings and everything that is significant at the time of relieving areas considered safe and / or unsafe for students of the psychology career due to the context of violence experienced in this city of Guerrero state.

KEYWORDS: Acapulco, social mapping, perception, workshop, violence.

INTRODUCCIÓN

En el decenio de los setentas del siglo pasado tiene lugar el nacimiento de la geografía del comportamiento y la percepción, basada en planteamientos teóricos y metodológicos emergidos en el ámbito de la psicología y la sociología, lo que trajo consigo que en algunas investigaciones de corte geográfico estuviese presente el pensamiento existencialista y fenomenológico; con la respectiva incorporación de imágenes mentales en torno a los caminos que las personas transitan de manera cotidiana, los lugares que éstas frecuentan y los sentimientos de identificación o rechazo asociados con las mismas; aspectos que pueden representarse mediante técnicas cartográficas distintas (Morales, 2012). El mapeo colectivo es una buena alternativa metodológica debido a que la esencia de ésta es la construcción de

narrativas derivadas de la manera en la que las personas se relacionan con su territorio, al respecto Ares y Risler (2013) advierten que el mapeo colectivo:

es un proceso de creación que subvierte el lugar de enunciación para desafiar los relatos dominantes sobre los territorios, a partir de los saberes y experiencias cotidianas de los participantes. Sobre un soporte gráfico y visual se visibilizan las problemáticas más acuciantes del territorio identificando a los responsables, reflexionando sobre conexiones con otras temáticas y señalizando las consecuencias. Esta mirada es complementada con el proceso de recordar y señalar experiencias y espacios de organización y transformación, a fin de tejer la red de solidaridades y afinidades. (p.12).

De manera análoga, Lafuente y Horrillo (2019) conciben a este tipo de mapeo como una acción crítica que favorece la construcción de una red de interrelaciones entre actores sociales específicos, la cual da pauta para percibir y comprender modelos de producción y reproducción del día a día; el “entorno cotidiano, el que habitamos, se compone de numerosos invisibles donde la ciudadanía se transforma en agentes mediadores en su percepción y visibilización.” (p. 4). Por lo tanto, el mapeo colectivo resulta sumamente útil para agilizar el trabajo y la reflexión colectiva en torno al territorio y las problemáticas inherentes a él, y suele ser el punto de partida para otras actividades como, por ejemplo; idear alternativas de resistencia, organización y cambio (Iconoclastas, 2019).

En ese orden de ideas, la violencia constituye un problema para la reflexión teórica y la investigación empírica, pero particularmente para la vida cotidiana de las personas expuestas a amenazas y riesgos que vulneran su integridad personal y su tranquilidad mental (González, 2016). De acuerdo con la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas, existen miles de personas en riesgo de homicidio en América Latina, África subsahariana y Asia. Debido a ello uno de los objetivos de esta es reducir significativamente todas las formas de violencia y las correspondientes tasas de mortalidad en el mundo.

Desafortunadamente, en México, en 2019 se cometieron 34 582 homicidios dolosos. El estado de Guerrero es la octava demarcación mexicana con más casos, en total se registraron 1 624 asesinatos; un número importante de éstos se concentraron en el municipio de Acapulco (Vela, 2020). Ante tal panorama, la presente investigación tuvo como objetivo identificar como se concibe la violencia acaecida en la ciudad de Acapulco, Guerrero. Con tal finalidad se realizó una caracterización del área de estudio; asimismo, se analizaron las bases conceptuales y metodológicas fundamentales para desarrollar talleres de mapeo colectivo con los estudiantes de la Escuela Superior de Psicología de la Universidad Autónoma de Guerrero, lo cual permitió identificar recorridos cotidianos y registrar, gráficamente; sonidos, olores, sabores, vivencias, sentimientos y todo aquello que resulte significativo al momento de relevar áreas considerados seguras y/o inseguros para los estudiantes de la carrera de psicología debido al contexto de violencia que se vive en esta ciudad del estado de Guerrero.

ÁREA DE ESTUDIO

La ciudad de Acapulco Guerrero se localiza en el municipio homónimo del estado de Guerrero; se ubica a 379 kilómetros de la Ciudad de México. De acuerdo con el censo de población y vivienda más reciente, este asentamiento humano cuenta con 673 479 habitantes; aproximadamente, 20% de total de guerrerenses (INEGI [Instituto nacional de Geografía y Estadística], 2019). Acapulco es la ciudad con mayor importancia económica y demográfica de Guerrero. Desde el decenio de los cincuentas, la actividad turística ha sido estimulada por el gobierno mexicano; asimismo, más tarde, ya con el modelo neoliberal, también cobró importancia la inversión extranjera directa relacionada con esta actividad económica. Esto permitió que Acapulco se posicionará como uno de los principales destinos turísticos del país (García, 2011).

Desafortunadamente, en años recientes, esta ciudad turística también se ha posicionado como uno los lugares más violentos del país; a finales de 2019, Acapulco fue considerada la tercera ciudad más violenta, únicamente superada por

Tijuana y Ciudad Juárez¹. Esta ciudad guerrerense registra 110 homicidios por cada 100 mil personas (Manzanas, 2019). De acuerdo con la Comisión Nacional de Seguridad, en la ciudad de Acapulco existen 20 colonias identificadas con alta incidencia de homicidios, robo de vehículos y armamento asegurado, entre ellas están: Ciudad Renacimiento, Progreso, Centro, Coloso, Emiliano Zapata, La Laja, Jardín Mangos, Llano Largo, Magallanes, Bella Vista, Puerto Marques, Tres Palos, Postal, Cuauhtémoc, La Venta, Hornos, Las Cruces (García, 2015).

Asimismo, se han identificado 19 calles como las más peligrosas de la ciudad; entre las cuales destacan las siguientes: en la Progreso; Baja California, Bernal Díaz del Castillo, Coahuila, Chiapas y Tepic, en la colonia Centro; Pie de la Cuesta, Miguel Alemán y Hornitos; en Renacimiento; Juan R. Escudero y Lázaro Cárdenas; en El Coloso; La Gran Vía Coloso y Peña Blanca, en Vista Alegre, Constituyentes; en jardín Azteca; Almendros, en Jardín Mangos; Colorines, en Alta Progreso; Ruiz Cortines y en Francisco Villa; Ruiz Cortines. Es importante mencionar que más del 70% de estas calles se localizan en siete colonias (Ciudad Renacimiento, Progreso, Alta Progreso, El Coloso, Centro, Jardín Mangos y Emiliano Zapata) (García, 2015).

En el último decenio, en las siete regiones del estado de Guerrero se ha registrado la presencia de grupos de la delincuencia organizada que se disputan el control de distintos segmentos de Guerrero. De acuerdo con la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), la actividad criminal se concentra en 31 municipios del estado, destacan las jurisdicciones comprendidas en los corredores Acapulco-Chilpancingo-Chilapa; Costa Grande (desde Coyuca de Benítez a La Unión) y Tierra Caliente-Norte. En ese contexto, a finales de 2019 se registraron mil 224 homicidios dolosos; 426 se cometieron en Acapulco, 102 en Chilpancingo, 90 en Zihuatanejo, 76 en Chilapa, 60 en Taxco de Alarcón, 35 en Iguala, 34 en Petatlán, 26 en Ometepec, 26

¹ De acuerdo con la Comisión Nacional de Seguridad, los municipios guerrerenses más violentos son: Acapulco, Chilpancingo, Iguala; le siguen, en orden de importancia, Eduardo Neri, Teloloapan, Chilapa, José Azueta, Taxco, Atoyac, Pungarabato, Coyuca de Benítez, Ajuchitlán y La Unión de Isodoro Montes de Oca.

más en Coyuca de Benítez, 24 en Tlapa de Comonfort, 22 en Cuajinicuilapa, 17 en Eduardo Neri, entre otros (Radilla, 2019).

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Seguridad Pública Urbana (ENSU), en México más 72.9% de la población de 18 años y más percibe que vivir en su ciudad es inseguro. Las ciudades con mayor porcentaje de personas de 18 años y más que consideraron que vivir en su ciudad es inseguro fueron Puebla de Zaragoza (92.7%), Tapachula (92.1%), Ecatepec de Morelos (92%), Uruapan (92%), Fresnillo (91.9%) y Tlalnepantla de Baz (90.9%). En el caso de las tres principales ciudades guerrerenses los valores son los siguientes: Chilpancingo (88.9%), Acapulco (84.7%) e Ixtapa-Zihuatanejo (78.1%).

MARCO DE REFERENCIA

En esta investigación, la violencia se analiza desde la óptica de los espacios vividos o transitados; los cuales pueden concebirse como construcciones sociales cotidianas, basadas en los sentidos y en las historias comunes que surgen de los mismos (Carballeda, 2012). Esta concepción del espacio remite a la cultura, los símbolos, los hitos y aquellas subjetividades que con frecuencia no se pueden observar, pero que se hacen presentes en el sentir de las personas (Barrera, 2009). Por lo tanto, su representación gráfica debe tomar en cuenta las trayectorias personales y comunitarias de los actores sociales que lo viven o transitan; en ese orden de ideas, un mapa adquiere sentido cuando se lee en relación con el contexto sociohistórico en que fue construido (Vélez *et al.*, 2012).

La cartografía participativa representa una alternativa conceptual y metodológica para la construcción de conocimiento colectivo, el cual puede derivar en acciones transformadoras del espacio, ya que mediante esta forma de representación gráfica se ponen de manifiesto saberes, imaginarios y aspiraciones que al socializarse dan continuidad a la reconstrucción del espacio. De acuerdo con Diez (2012), este tipo de cartografía incentiva la transmisión de la percepción social, lo cual rebasa a una simple representación física y objetiva de corte positivista, con la intención de

adentrarse en dimensiones subjetivas que resultan útiles en los estudios de carácter social.

Esta cartografía rescata tanto el movimiento sincrónico como el diacrónico que se gesta al interior de un espacio. Las personas como habitantes de un lugar son creadores de su propio mapa; mediante éste tienen una alternativa para intervenir en el territorio real y concreto. La cartografía participativa no siempre tiene que ser construida por un cartógrafo especialista, sino por los actores sociales que a través de su creatividad logra plasmar problemáticas diversas o situaciones que les interese en su entorno. Desde esta óptica, el atractivo de la cartografía social radica en que da pauta a las personas para exteriorizar sus experiencias, deseos, miedos o inseguridades² (Diez, 2012).

Al respecto, Osorio y Rojas (2011) advierten que la cartografía participativa suele hacer visible el interés de la comunidad, es un medio en el que el espacio se puede ver como una reflexión que parte de la experiencia, la cual se puede vivir con las herramientas que ofrece la cartografía, la observación y la percepción; por lo tanto, en un espacio/lugar, considerado periférico, vulnerable, abandonado y olvidado de la ciudad, estas características muestran una forma interesante de abordar los fenómenos sociales; permite indagar y extraer información a través de las mismas experiencias de las personas.

La cartografía colaborativa se construye con los espacios de la comunidad, sus símbolos y sus saberes; no se restringe a información publicada oficialmente

² Desde esa óptica, Mape y Avendaño (2019), en su investigación Topofobias e imaginarios del miedo sobre el espacio urbano de la localidad de Fontibón, Bogotá, Colombia, explican los elementos espaciales y territoriales que configuran las geografías del crimen, el delito y de la percepción de los habitantes de esta localidad colombiana. Asimismo, en su texto logran contrastar la mirada oficial de la seguridad urbana, basada en las cifras sobre delitos, con la de los imaginarios y la percepción que tienen los ciudadanos sobre los espacios inseguros de Fontibón. Por lo tanto, la elaboración de mapas sobre la ubicación de los delitos dio pauta para identificar patrones, tendencias, vectores y recurrencias vinculadas bien sea con la trama urbana, con las actividades sociales o económicas, o con la función geoestratégica de los espacios que, en un juego multiescalar, están conectados con dinámicas que trascienden los límites político-administrativos (Mape y Avendaño, 2019).

(Vázquez y Massera, 2012). Estos espacios poseen significados circunscritos por las calles, colonias y barrios; historias e idiosincrasias particulares que tienen lugar en el área habitada; en las cuales las personas establecen sentidos de pertenencia a lo largo del tiempo (Hallak y Barberena, 2012). De esta manera, la cartografía colaborativa se utilizó para proyectar la percepción en torno a la violencia acaecida en la ciudad de Acapulco, en años recientes.

El estudio de la violencia es asunto prioritario, pero también complejo debido a las variadas conceptualizaciones de esta categoría; suele considerarse sinónimo de conflicto, fricción, confrontación de fuerzas, injusticia, intercambios de palabras, conflictos sociales y otras contrariedades más banales (Chesnais, 1981 citado por Blair, 2009). De acuerdo con Blair (2009), “la única violencia medible e incontestable es la violencia física. Es el ataque directo, corporal contra las personas. Ella reviste un triple carácter: brutal, exterior y doloroso. Lo que la define es el uso material de la fuerza, la rudeza voluntariamente cometida en detrimento de alguien” (p. 13).

Mencionado de otra manera, el distintivo primordial de la violencia es la gravedad del riesgo que se genera en la víctima o víctimas; la vida, la salud física o mental, la integridad corporal o la libertad es la que está en juego³ (Blair, 2009). Asimismo, es importante tomar en cuenta que la violencia se suscita por causas disímiles y promueve un cúmulo de emociones en las personas que la padecen. Por lo tanto, tienen lugar percepciones múltiples acerca de lo que es la violencia y lo que ésta significa. Al respecto cabe mencionar que la percepción es un proceso subjetivo que se lleva a cabo por el sistema sensorial, el cual permite que el sujeto conozca e interiorice imágenes, impresiones o sensaciones.

Con respecto a la percepción de la violencia, la cual está relacionada estrechamente con la sensación de vulnerabilidad o indefensión ante una amenaza, esto es el

³ De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la violencia es el uso intencional de la fuerza física, amenazas contra uno mismo, otra persona, un grupo o una comunidad que tiene como consecuencia o es muy probable que tenga como consecuencia un traumatismo, daños psicológicos, problemas de desarrollo o la muerte.

temor de ser víctima de un hecho violento debido a los sucesos de este tipo que ha experimentado una persona o bien a que tiene conocimiento de lo ocurrido a otras personas. La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que los diversos tipos de violencia pueden contribuir al aumento importante de trastornos mentales; entre los que destacan el abuso de sustancias adictivas (principalmente alcohol y tabaco), estrés y ansiedad en diversos grados (incluidos el pánico y el trastorno por estrés postraumático), depresión, trastornos de la conducta alimentaria y del sueño, fobias, culpabilidad, vergüenza e ira, inactividad física, baja autoestima, trastornos psicosomáticos, conductas sexuales riesgosas, daño autoinfligido e incluso ocasionar que una persona se suicide⁴ (Petrzelová *et al.*, 2015).

En ese sentido, Torres *et al.* (2012) sostienen que “algunas de las consecuencias de la victimización (directa o indirecta) y de la percepción de inseguridad o inseguridad subjetiva, se manifiestan como respuestas de miedo, depresión y ansiedad, lo cual conlleva al deterioro psicológico de la población tanto urbana como no urbana” (p. 14). Por otra parte, de acuerdo con Silva (2019), otro efecto psicosocial de la violencia es la normalización de ésta, “irse acostumbrando, al llegar el momento en el que el cerebro ya no registra los estímulos negativos. Con una gran facilidad inusitada la vida en medios violentos [], se torna un estado habitual, normal para vivir, salvo cuando una tragedia toca de lleno a un ser querido” (p. 77).

Figuroa (2015), en su investigación Impactos psicosociales de la violencia: una propuesta de abordaje identificó que suele ser frecuente la desconfianza en las instituciones encargadas de impartir justicia y la desesperanza de que éstas coadyuven a resolver las problemáticas sociales relacionadas con la violencia; la dificultad de que las víctimas puedan experimentar sus duelos o expresiones de dolor y, lo que los investigadores llaman cristalización de la identidad de víctima-

⁴ Petrzelová *et al.* (2015), en su investigación La violencia psicosocial y la inseguridad en Coahuila: afrontamiento, emociones y redes de apoyo, proponen que: “la ansiedad, el estrés prolongado, la depresión o las tendencias paranoicas tienen una relación estrecha con la violencia y, específicamente, con la crueldad con que se enfrentan los grupos antagónicos del crimen organizado, los asaltos, secuestros y extorsión han provocado el cambio en los estilos de vida.” (p.290).

victimizada. Por lo tanto, si no existe atención oportuna después de un hecho violento, esto favorece que las personas se queden ancladas, atrapadas en esa situación sin la posibilidad de procesarla.

METODOLOGÍA

En esta investigación se abordó la percepción de la violencia acaecida en la ciudad de Acapulco; en particular, entre la comunidad estudiantil de la Escuela Superior de Psicología de la Universidad Autónoma de Guerrero. Los grupos participantes se seleccionaron mediante un muestreo por conveniencia debido a que los organizadores de los talleres de mapeo colectivo forman parte de la planta docente de esta casa de estudio y porque esta alternativa de muestreo, respecto a otras, representa una mejor opción en términos de velocidad, costo-efectividad y facilidad para obtener la muestra. Por otra parte, el mapeo colectivo muestra fragmentos del acontecer social que no logran ser registrados en los estudios a gran escala; esta alternativa metodológica da pauta para identificar los recursos, las relaciones sociales, los símbolos o las percepciones desde la perspectiva de los actores sociales.

Braceras (2012) señala que la elaboración de este tipo de mapas incentiva la participación de un número considerable de personas involucradas en el hecho o fenómeno que interesa en una investigación concreta; y fomenta el diálogo y la negociación entre éstas. Sí bien existe una variedad maneras de llevar a cabo el mapeo colectivo⁵, las cuales obedecen a diferentes formas de abordar la temática de investigación; en esta ocasión, por su relación directa con el propósito de esta investigación, se retomó la técnica denominada sentidos, percepciones y territorios (Ares y Risler, 2013). Mediante esta técnica de mapeo colectivo fue posible identificar recorridos cotidianos y registrar, gráficamente; sonidos, olores, sabores,

⁵ De acuerdo con Ares y Risler (2013), algunas de las alternativas técnicas para llevar a cabo el mapeo colectivo son: mesa en el espacio público (mapeos al paso), recorrido urbano en grupos, construcción de paisajes, mapas murales (puesto de mapeo), mapeo temporal espacial, mesa rotativa de mapeo, cuerpo: disciplina, mandato y control, multiplanos: abordajes y miradas, circuito: sala de mapeo y exposición, y dinámicas lúdicas.

vivencias, sentimientos y todo aquello que resulte significativo al momento de relevar puntos o áreas considerados seguros y/o inseguros para los estudiantes de la carrera de psicología debido al contexto de violencia que se vive en esta ciudad guerrerense (Ares y Risler, 2013). La secuencia utilizada se menciona a continuación:

- 1) Se realizaron varias sesiones cuyo objetivo fue la elaboración de mapas; en éstos, los participantes, de manera individual, registraron las zonas, espacios, rutas, lugares, itinerarios, y todo aquello que les haga sentir seguros o que, por el contrario, los angustie o incomode.
- 2) En sesiones posteriores, los organizadores del taller solicitaron a cada uno de los participantes que explicaran su mapa al resto de los asistentes. Con base en la exposición de éstos, los organizadores seleccionaron y sistematizaron la información en torno a los escenarios revelados por los asistentes.
- 3) Los organizadores del taller interpretaron la información para obtener un primer esbozo de las impresiones, creencias y saberes iniciales que dan pauta para identificar temáticas ineludibles relacionadas con la violencia que tiene lugar en la ciudad de Acapulco, problemáticas apremiantes y, en consecuencia, espacios de posible intervención (Ares y Risler, 2013).

RESULTADOS

El fenómeno de la violencia ha permeado en la mayoría de los espacios de la ciudad de Acapulco, a pesar de las diferentes estrategias emprendidas por el gobierno federal, estatal y local que buscan hacer frente a esta problemática social. Ésta ha alcanzado niveles que no tienen precedentes en la historia nacional y ha trastocado la vida cotidiana de la población acapulqueña, la cual padece efectos psicosociales diversos; entre los que destacan la ansiedad, el estrés y el miedo. En el caso de los estudiantes de la Escuela Superior de Psicología que participaron en los talleres de mapeo colectivo se advierten los aspectos siguientes:

Participantes. La edad de los asistentes osciló entre 21 y 23 años (aproximadamente, 80% fueron mujeres). Éstos expresaron que han vivido en la

ciudad de Acapulco; por lo menos, desde hace tres años. La gran mayoría de los participantes emigró de otras localidades de la entidad para continuar con sus estudios profesionales debido a que en sus lugares de origen no existe oferta educativa a nivel superior; a pesar de tener conocimiento de que la ciudad de Acapulco es un lugar caracterizado por la violencia. En ese orden de ideas, 40% de los asistentes manifestó haber sido víctima de algún tipo de delito, en el último año. Este porcentaje resultó más elevado cuando se cuestionó a los asistentes si conocían alguna víctima de la violencia que se vive en la ciudad; 8 de cada 10 respondió de manera afirmativa. Asimismo, 70% de los participantes expresó que con frecuencia los delitos tuvieron lugar en el trayecto de la casa a la escuela o bien al trasladarse al sitio donde desempeñan su ocupación; también identificaron que algunos de los lugares con más incidentes de ese tipo fueron: establecimientos con distinto giro comercial y el transporte público.

Recorridos. La mayoría de los participantes está consciente del recorrido que hace desde su domicilio a la escuela; los mapas elaborados plasman con detalle significativo no sólo la ruta que utilizan, sino también las áreas adyacentes a ésta y revelan que tienen conocimiento de los acontecimientos violentos que han tenido lugar recientemente. Los participantes ubican con exactitud en que segmentos de sus recorridos suelen presentarse con más frecuencia delitos de alto impacto; en particular, homicidios, secuestros y asaltos. Los recorridos fueron representados mediante iconos que denotan la ansiedad, el estrés y el miedo que sienten al pasar por algunas de las calles más peligrosas de la ciudad de Acapulco; destacan las calles de colonias como Ciudad Renacimiento, Progreso, Centro, Coloso y Zapata. Los jóvenes consideran un esfuerzo y, al mismo tiempo, un desafío salir de sus hogares y emprender el viaje a la universidad. En cada uno de los mapas, los trazos reflejan procesos de introspección en torno a cómo los acapulqueños perciben la ciudad y cómo se desenvuelven en ella; el contexto socio-territorial acapulqueño cuyo rasgo

notable es la violencia, ha detonado ansiedad, estrés y miedo lo cual podría ocasionar deterioro psicosocial de la población, en años subsecuentes.

Lugares. Un número considerable de participantes expresó que los únicos sitios en donde consideran que su integridad física no corre ningún riesgo son: el hogar y la Escuela Superior de Psicología; a pesar de que en ambos casos se trate de lugares situados en zonas identificadas como peligrosas tanto por los acapulqueños como por las autoridades de la ciudad. En el caso del centro escolar mencionado, éste se ubica en la colonia Altamira, la cual además es vecina de colonias con alta incidencia de homicidios, robo de vehículos y aseguramiento de armamento; tal es el caso de La Laja y Alta Progreso. Asimismo, la mayoría de los participantes indicó que vive en alguna de las colonias catalogadas como las más violentas de la ciudad (Ciudad Renacimiento, Progreso, Coloso, Zapata, Las Cruces) (Figuras 1, 2 y 3). Lo anterior revela un proceso de normalización de la violencia, “irse acostumbrando, al llegar el momento en el que el cerebro ya no registra los estímulos negativos. Con una gran facilidad inusitada la vida en medios violentos [], se torna un estado habitual, normal para vivir, salvo cuando una tragedia toca de lleno a un ser querido” (p. 77).

Miedo. Los estudiantes que participaron en los talleres manifestaron sentir miedo en prácticamente todo el trayecto hogar-escuela y escuela-hogar; a lo largo de éste existen numerosos sitios vistos como referentes de horror, angustia y dolor, debido a los diferentes hechos violentos perpetrados en contra de personas; muchas de las cuales se presumen como daños colaterales de la ola de violencia que se vive en la ciudad. El miedo ha ocasionado alteraciones psicosomáticas en muchos de los estudiantes de la Escuela Superior de Psicología, las cuales incentivaron cambios de conductas relacionadas con la prevención del delito; como un mecanismo de defensa personal a la hora de realizar sus recorridos cotidianos (viajar acompañados, utilizar rutas distintas a lo largo de la semana, no recorrer zonas peligrosas al obscurecer, etc.); esto les ha permitido hacer

frente a la incertidumbre derivada de la actividad delictiva registrada en distintos espacios de esta ciudad guerrerense; no obstante, la población estudiantil suele sentirse con temor, desconfianza y amenazados, al no existir un Estado de derecho que garantice su seguridad a la hora de salir de casa o de la escuela; por lo que su calidad de vida ha padecido un detrimento considerable y se perciben altamente vulnerables en su ciudad. En seguida se presenta parte de las narraciones hechas por tres participantes del taller.

“en mi recorrido, salir de mi casa para dirigirme a la escuela, es peligroso, porque he visto a un grupo de personas que tiraron a una persona muerta y desde entonces me da miedo que pase lo mismo y evito la mayoría de las veces pasar lento y cada vez que paso por ahí me entra un escalofrío muy feo. También temo porque no hace mucho tiempo vi como mataron a un vecino, cuando me tocó ver ese momento feo, me acordaba de mi abuelo que murió, es por eso que pasar por esos puntos me da miedo de que pueda perder a otro ser querido”

“en esos puntos que señale son los que a mí me incomoda pasar y son peligrosos de día, noche y tarde, aunque son calles transitadas la mayoría del tiempo, no es muy seguro andar por ahí sola. En el primer punto hace 8 meses asaltaron a mi hermana y a mi prima cuando se iban a la preparatoria, quitándoles hasta su mochila. En otro de los puntos han matado a dos chavitos, uno un vecino de 22 años por ser víctimas de salto y no cargar dinero. En los demás puntos han dejado muertos y por las noches últimamente se oyen balazos, aunque en el día es muy transitado, luego hace cinco meses asesinaron a mi pareja, él fue por su mamá para llevarla a casa y ya no regreso, ahí todos los días que paso me siento mal y muy insegura pues hasta grabaron cuando recogimos el cuerpo y lo subieron a la página de lo real. Ahora sé que en ningún momento estamos seguros”

“en los lugares que me siento inseguro, son donde me han pasado acontecimientos de asalto, como también son los lugares de foco rojo de balaceras y ataques, tanto para mí como para los demás, al salir de mi colonia desde ahí empieza la inseguridad, ya no me puedo sentirme seguro ni con las propias personas de mi unidad habitacional, tengo que esconderme las cosas necesarias, como mi celular y dinero, pero de todos los lugares que más me da y me causa miedo es pasar por

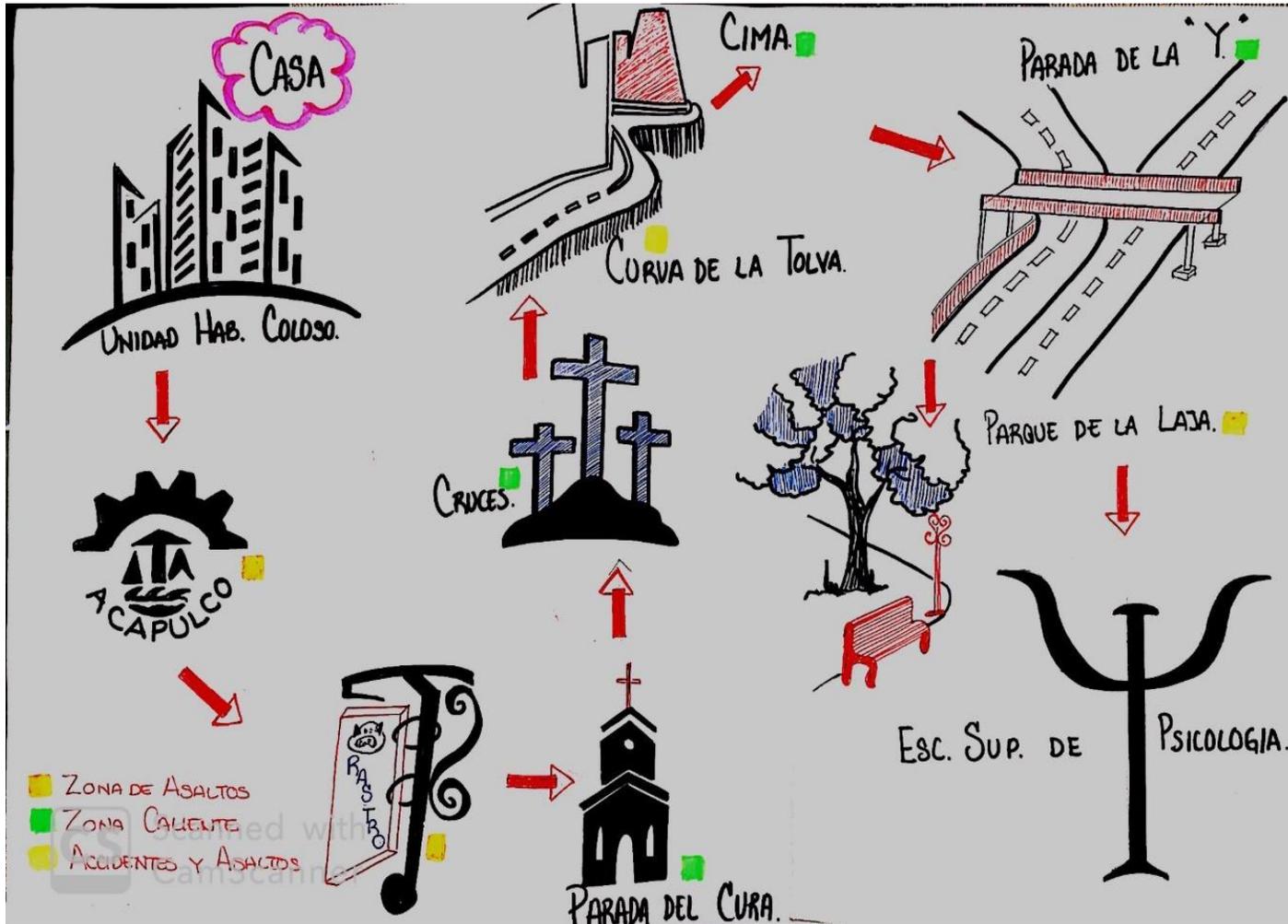
la sabana y la cima son los lugares que hasta meda escalofrío al pasar con el camión, desde ahí también comienzan los acontecimientos de asaltos, ya que no se puede ir tranquilo, por el temor a la inseguridad”

Figura 1. Recorrido cotidiano: ejemplo de cartografía colaborativa



Fuente: elaborado por estudiantes de Escuela Superior de Psicología.

Figura 3. Recorrido cotidiano: ejemplo de cartografía colaborativa



Fuente: elaborado por estudiantes de Escuela Superior de Psicología.

A MANERA DE CONCLUSIÓN

La violencia constituye un problema para la reflexión teórica y la investigación empírica, pero particularmente para la vida cotidiana de las personas expuestas a amenazas y riesgos que vulneran su integridad personal y su tranquilidad mental (González, 2016). En ese sentido, la cartografía participativa representa una alternativa conceptual y metodológica para la construcción de conocimiento colectivo, el cual puede derivar en acciones transformadoras del espacio, ya que mediante esta forma de representación gráfica se ponen de manifiesto saberes, imaginarios y aspiraciones que al socializarse dan continuidad a la reconstrucción del espacio. En el caso de la percepción de la violencia en la ciudad de Acapulco desde la óptica de los estudiantes de la Escuela Superior de Psicología que participaron en los talleres de mapeo colectivo, los resultados confirman tres aspectos fundamentales: 1) la efectividad mínima de las estrategias emprendidas por el gobierno federal, estatal y local que buscan hacer frente a esta problemática social, 2) en consecuencia, una ciudad plagada de sitios en los que ocurren hechos violentos con bastante frecuencia (los cuales suelen ser plenamente conocidos por los habitantes y autoridades), y 3) el detrimento de la calidad de vida de gran parte de la población acapulqueña debido a la ansiedad, estrés y miedo que podría ocasionar su deterioro psicosocial, en años subsecuentes.

BIBLIOGRAFÍA

- Arellano, S. (2019). Creció el número de homicidios dolosos. *América Latina en Movimiento*, [en línea]. Disponible en: <https://www.alainet.org/es/articulo/181403> [Consultado el 14 de enero de 2019].
- Ares, P. y J. Risler (2013). *Manual del mapeo colectivo: recursos cartográficos críticos para procesos territoriales de creación colaborativa*. Primera edición. Buenos Aires: Tinta Limón.
- Barrera, S. (2009). Reflexiones sobre Sistemas de Información Geográfica Participativos (SIG) y cartografía social. *Cuadernos de Geografía. Revista Colombiana de Geografía*, 18 (1), pp. 9-23.
- Blair, T. E. (2009). Aproximación teórica al concepto de violencia: avatares de una definición. *Política y Cultura*, 32 (1), pp. 9-33.
- Bracerías, I. (2012). *Cartografía participativa: herramienta de empoderamiento y participación por el derecho al territorio*. Primera Edición. Bilbao: Instituto de

- Estudios sobre el Desarrollo y Cooperación Internacional. Universidad del País Vasco.
- Carballeda, A. J. (2012). *Cartografías e Intervención en lo social. Cartografía social. Investigación e intervención desde las ciencias sociales, métodos y experiencias de aplicación*. Primera Edición. República de Argentina: Comodoro Rivadavia: Universitaria de la Patagonia.
- Diez, J. (2012). *Cartografía Social. Herramienta de intervención e investigación social compleja. El vertebramiento inercial como proceso mapeado. Cartografía social; Investigación e intervención desde las ciencias sociales, métodos y experiencias de aplicación*. Primera Edición. República Argentina: Comodoro Rivadavia, Universitaria de la Patagonia.
- Figuroa, L. (2015). *Impactos psicosociales de la violencia: una propuesta de abordaje*. Primera edición. Xalapa, Veracruz: Universidad Veracruzana.
- García, D. (2015). Acapulco el municipio más violento del país: CNS. *El Universal*, 13 de enero. Disponible en: <https://www.eluniversal.com.mx/articulo/nacion/seguridad/2017/01/13/acapulco-el-municipio-mas-violento-del-pais-cns> [Consultado el 20 de enero de 2020].
- García, N. (2011). *Los grados de asimilación económica del estado de Guerrero, a fines del siglo XX*. Tesis de doctorado en Geografía. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. México.
- González, L. A. (2016). El problema de la violencia y sus enfoques. *América Latina en Movimiento*, [en línea]. Disponible en: <https://www.alainet.org/es/articulo/181403> [Consultado el 14 de enero de 2020].
- Hallak, Z. y M. Barberena (2012). *Cartografía Social. Herramienta de Intervención Profesional y de aprendizajes en Trabajo Social. Cartografía social, Investigación e intervención desde las ciencias sociales, métodos y experiencias de aplicación*. Primera Edición. República de Argentina: Comodoro Rivadavia.
- Iconoclasistas (2019). *Mapeo colectivo. Profundizando la mirada sobre el territorio*, [en línea]. Disponible en: <https://issuu.com/iconoclasistas/docs/mapeo-colectivo> [Consultado el 14 de octubre de 2019].
- INEGI (2019). *Sistema Estatal y Municipal de Base de Datos*, [en línea]. Disponible en: <http://sc.inegi.org.mx/cobdem/> [Consultado el 02 de octubre de 2019].
- Lafuente, A. y P. Horrillo (2019). *Cómo hacer un mapeo colectivo*, [en línea]. Disponible en: <https://www.cpalsocial.org/documentos/592.pdf> [Consultado el 12 de septiembre de 2019].
- Mape, F. y J. Avendaño (2017). Topofobias e imaginarios del miedo sobre el espacio urbano de la localidad de Fontibón, Bogotá, Colombia. *Perspectiva Geográfica*, 22(1), pp. 49-68.
- Manzanas, J. (2019). *Las 5 ciudades más peligrosas del mundo en 2019*, [en línea]. Disponible en: <https://okdiario.com/curiosidades/5-ciudades-mas-peligrosas-del-mundo-2019-4679482> [Consultado el 12 de septiembre de 2019].
- México evalúa (2019). Las ciudades más violentas del país y el despliegue de la Guardia Nacional, [en línea]. Disponible en: <https://traficozmg.com/2019/10/tlajomulco-en-el-top-10-nacional-por-tasa-de-homicidios/> [Consultado el 22 de septiembre de 2019].
- Morales, F. J. (2012). La geografía de la percepción: una metodología válida aplicada al caso de una ciudad de tipo medio-pequeño. El ejemplo de Yecla (Murcia). *Revista Papeles de geografía*, 55 (1), pp. 137-152.
- Osorio, H. y E. Rojas (2011). La cartografía como medio investigativo y pedagógico. *DEARQ, Revista de Arquitectura de la Universidad de los Andes*, 9 (1), pp. 30-47.

- Petrzelová, J. *et al.* (2015). "La violencia psicosocial y la inseguridad en Coahuila: afrontamiento, emociones y redes de apoyo." *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 20 (3), p. 286.
- Radilla, P. (2019). *Disminuyen homicidios dolosos en Guerrero más del 22%: SSP Guerrero*, [en línea]. Disponible en: <https://www.elsoldeacapulco.com.mx/local/estado/disminuyen-homicidios-dolosos-en-guerrero-mas-del-22-por-ciento-ssp-guerrero-acapulco-violencia-chilpancingo-estado-ejercito-guardia-nacional-4255684.html> [Consultado el 22 de septiembre de 2019].
- Silva, T. (2019). *Causales psicosociales y consecuencias de la violencia*, [en línea]. Disponible en: http://www.uam.mx/difusion/casadeltiempo/22_23_iv_ago_sep_2009/casa_del_tiempo_elV_num22_23_72_78.pdf [Consultado el 22 de noviembre de 2019].
- Torres, I. A., Saldívar, H. A., Lin, D.; Barrientos, M. C. y F. J. Beltrá (2012). El estudio de la violencia: un tema emergente de salud. Aproximaciones teóricas y su magnitud. *Revista Electrónica Medicina, Salud y Sociedad*. 2 (3), pp. 2-31.
- Vázquez, A. y C. Massera (2012). *Repensando la geografía aplicada a partir de la cartografía social. Cartografía social. Investigación e intervención desde las ciencias sociales, métodos y experiencias de aplicación*. República Argentina: Comodoro Rivadavia: Universitaria de la Patagonia.
- Vela, Saúl (2020). *Se registran 34 mil 582 homicidios dolosos en México durante 2019*, [en línea]. Disponible en: <https://www.elfinanciero.com.mx/nacional/se-registran-34-mil-582-homicidios-dolosos-en-mexico-durante-2019> [Consultado el 22 de noviembre de 2019].
- Vélez, I., Varela, D., y S. Rátiva (2012). Cartografía social como metodología participativa y colaborativa de investigación en el territorio afrodescendiente de la cuenca alta del río Cauca. *Cuadernos de Geografía, Revista Colombiana de Geografía*, 21(2), pp. 59-73

Análisis espacial de la leucemia linfoblástica aguda en San Luis Potosí, México

Karla Issel Lara Rojas¹

Jaqueline Calderón Hernández²

Erika García Chávez³

Luz María Tejada Tayabas⁴

Luis Ricardo Manzano Solís⁵

RESUMEN

La leucemia linfoblástica aguda es un grave problema de salud pública que se puede tratar si se detecta a tiempo. Sin embargo, un alto porcentaje de casos se diagnosticados en estadios avanzados de la enfermedad. A esto se suma un sistema de salud fragmentado, recursos humanos, materiales y económicos limitados para tratar esta enfermedad, lo que representa un alto grado de vulnerabilidad para las familias con pacientes oncológicos. Por este problema, la prevención, el diagnóstico precoz y la búsqueda de factores de riesgo son estrategias vitales para mejorar la calidad de vida de las personas. Por ello, mediante el uso de las geotecnologías, se realizó un análisis espacial que permite mostrar tendencias y patrones de la enfermedad para tener una mejor comprensión de los factores ambientales y sociodemográficos que intervienen en su comportamiento.

PALABRAS CLAVE: leucemia linfoblástica aguda, análisis espacial y áreas prioritarias de atención en salud

1. Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Correo de contacto: issellr@live.com
2. Coordinación para la Innovación y Aplicación de la Ciencia y la Tecnología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí
3. Instituto de Investigación en Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí
4. Claustro Universitario de Chihuahua
5. Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México

ABSTRACT

Acute lymphoblastic leukemia is a serious public health problem that is treatable if detected early. However, a high percentage of cases diagnosed in advanced stages of the disease. In addition to this, there is a fragmented health system, limited human, material, and financial resources to treat this disease, which represents a high degree of vulnerability for families with cancer patients. Because of this problem, prevention, early diagnosis, and the search for risk factors are vital strategies to improve people's quality of life. Therefore, through the use of geotechnologies, a spatial analysis was carried out that allows showing trends and patterns of the disease to have a better understanding of the environmental and sociodemographic factors that intervene in its behavior.

KEY WORDS: acute lymphoblastic leukemia, spatial analysis and priority areas for health care.

INTRODUCCIÓN

La Leucemia Linfoblástica Aguda (LLA)(CIE C91.0) es una enfermedad que se caracteriza por la proliferación descontrolada de células linfoides inmaduras, que invaden la célula ósea bloqueando la hematopoyesis normal. (Salud, 2009). Los factores de riesgo que se han asociado con el desarrollo de la LLA y que son reconocidos por la Guía de Práctica Clínica del Sector Salud Mexicano son las alteraciones genéticas (Síndrome de Down) y exposición a las radiaciones ionizantes (Salud O. P., 2014) (Salud S. d., 2009). Sin embargo, se ha identificado como factor de riesgo ambiental, la exposición a plaguicidas; sustancias utilizadas para controlar plagas que interfieren en la actividad agrícola (Hernández-Antonio, 2011). Los plaguicidas organofosforados se han relacionado con el desarrollo de leucemia durante la primera infancia, o de manera ocupacional por parte de los padres (Schüz J., 2016). De acuerdo con la Agencia Internacional del Cáncer, estos compuestos incrementan el daño a la estructura molecular del ácido

desoxirribonucleico (ADN) provocando aberraciones cromosómicas de los linfocitos induciendo estrés oxidativo, llevando a la apoptosis celular (IARC, Monografías de la IARC, 2012).

Este tipo de cáncer es el más común durante la infancia y la causa más frecuente de muerte antes de los 20 años (Stephen P., 2015). De acuerdo con datos del Instituto de Evaluación y Métrica en Salud (IHME, por sus siglas en inglés), para 2017, México fue el segundo país en América Latina con la tasa de mortalidad más alta por LLA, con un valor registrado de 2.26 muertes por cada 100 mil habitantes para ambos sexos en el grupo de edad de 5 a 14 años, precedido por Ecuador con una tasa de 2.49. Dentro de la República Mexicana, los estados con las mayores tasas de mortalidad son Chiapas (3.38), Oaxaca (2.89), Puebla (2.85), mientras que San Luis Potosí presenta una tasa de 1.87 (IHME, 2019).

El cáncer infantil tiene el peor pronóstico, se ha evidenciado que, en países de América Latina, la sobrevivida a 5 años para todos los tipos de cáncer es del 50%, mientras que en países desarrollados la sobrevivida es del 80% (CENSIA, 2015). Las tasas de supervivencia son significativamente más bajas para niños que viven en entornos de bajos recursos. Donde aproximadamente uno de cada 2 niños diagnosticados de cáncer fallecerá a causa de la enfermedad (OPS-OMS, 2008). Siendo así que, por cada niño que muere de cáncer, se pierden 70 años de vida productiva y económicamente, se deja de producir 85 millones anuales (PNUD, 2016).

Además, se estima que, en nuestro país, existen más de 5 mil casos de cáncer infantil al año y las leucemias representan el 50% de los casos. Estas se diagnostican en etapas avanzadas de la enfermedad (AMANC, 2019) y pese a que se cuenta con un Programa de Cáncer en la Infancia y en la Adolescencia (México, 2018) y una Red Nacional de Registros de Cáncer, éste último sólo cuenta con registros de cáncer de base poblacional en 10 estados (Cancerología, 2018); por lo que no se cuenta con un registro unificado de casos y se desconoce a ciencia cierta

la magnitud del problema, así como la posible correlación con factores ambientales que pudieran intervenir en el desarrollo de la LLA.

Aunado a esto, sólo se cuenta con 64 Unidades Médicas Acreditadas para la atención de menores de 18 años con cáncer en todo el territorio nacional (México, 2018) y los recursos humanos disponibles para su atención médica son limitados (Salud S. d., 2014), por lo que la enfermedad se ha convertido en un grave problema de salud pública, sin dejar de lado la vulnerabilidad, el sufrimiento y los gastos catastróficos que enfrentan las familias con niños que padecen cáncer (Pozo-Muñoz, 2015).

Ante esta problemática, es necesario realizar una vigilancia epidemiológica y geográfica de la LLA, que permita observar patrones de la enfermedad, las cuales no son visibles ni perceptibles en las estadísticas vitales del sector salud. Para ello, se propone emplear técnicas de análisis espacial, que es el estudio cuantitativo de fenómenos que se ubican en el espacio.

Para aplicar ésta metodología, el software *SatScan*TM, desarrollado por Martin Kulldorf en 1997 con apoyo del Instituto Nacional del Cáncer de Estados Unidos, analiza datos espaciales, temporales y espacio temporales mediante el uso de estadísticas de exploración espacio-tiempo, diseñado para la vigilancia geográfica de enfermedades de interés; detectando zonas con exceso de casos (conglomerados) estadísticamente significativos considerando la existencia de un aspecto ambiental que propicia este tipo de comportamiento (Kulldorf, 2018).

El análisis espacial se destaca por que la mayoría de los datos contienen un componente geográfico vinculado a un Área Geoestadística Básica (AGEB); siendo ésta una extensión territorial que; por sus características, puede estar compuesta por un conjunto de manzanas delimitadas por calles, avenidas o andadores; cuyo uso de suelo es habitacional, comercial, de servicios, etc. (AGEB urbano). O bien,

por la subdivisión de las áreas municipales donde el uso de suelo es de tipo agropecuario o forestal (AGEB rural) (INEGI, 2010).

Esto permite explorar y sobreponer datos por ubicación, así como el riesgo relativo (RR) que presenta el conglomerado, la proporción de exceso de casos presentes, el grado de autocorrelación espacial entre ellos (Índice de Morán), la construcción de un modelo de correlación local entre la variable dependiente (LLA) y las variables independientes presentes en el espacio que pudiesen contribuir al exceso de casos mediante técnicas de regresión espacial (Regresión Geográficamente Ponderada (GWR)); que al ser representados en un Sistema de Información Geográfico (SIG) revelan comportamientos, tendencias y cambios que puedan estar presentes en la salud de los habitantes, permitiendo así la toma de decisiones en prevención y atención de la salud de la población (Miranda M., 2011),

El objetivo de esta investigación fue identificar zonas prioritarias de atención en investigación de LLA dentro de los límites geográficos del estado de San Luis Potosí (SLP).

METODOLOGÍA

Obtención de datos: Se obtuvo la base de datos de beneficiarios diagnosticados con diversos tipos de cáncer, bajo los lineamientos éticos y legales con previa autorización de la Asociación Mexicana en Ayuda a Niños con Cáncer A.C. (AMANC) del estado de SLP. Con esta se realizó la integración de una base de datos unificada para georreferenciar los casos de personas clínicamente diagnosticados con LLA, residentes dentro de los límites geográficos del estado de SLP.

Cálculo de la tasa de prevalencia (TP) municipal de LLA: Se obtuvo el número de casos de la enfermedad para cada uno de los 58 municipios del estado SLP, del cual se calculó la edad promedio. En base a las estimaciones de población para SLP del Consejo Nacional de Población (CONAPO) y en la Metodología de los

Indicadores de la Serie Histórica Censal del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), se calculó la tasa de crecimiento poblacional en el periodo 2010-2019 para cada uno de los municipios mediante las fórmulas:

$$r = \left[\left(\frac{Px}{P0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right] * 100$$

Donde:

r: Tasa de crecimiento

Px; Población en el año final de estudio

P0: Población en el año inicial de estudio

t: tiempo transcurrido entre el momento de referencia de la población inicial y final

$$Pe = \frac{(Px)(r)(\#años\ del\ periodo)}{100}$$

Donde:

Pe: Población equivalente a la tasa de crecimiento

$$Pest = Pe + Ptotal\ del\ último\ censo$$

Donde:

Pests: Población estimada

Pe: Población equivalente a la tasa de crecimiento

Conociendo la población equivalente, se calcularon las TP de la LLA por 1000 habitantes, ajustada por edad para cada uno de los municipios mediante la fórmula:

$$TP = \frac{Número\ total\ de\ casos\ existentes\ al\ momento\ t}{Total\ de\ la\ población\ en\ el\ momento\ t} * 1000$$

Identificación de los conglomerados: Se basó en el modelo de distribución de probabilidad de Poisson. Se realizó un análisis puramente espacial con el número de casos por municipio usando el software *SatScan*TM versión 9.6 circular de ventana móvil de escaneo múltiple. La hipótesis nula planteó que cada sitio dentro de los límites geográficos, así como dentro del conglomerado, no existe una proporción elevada de casos de enfermedad en comparación con los otros lugares que están fuera de éste. Basándose en las observaciones y el número de casos esperados en el círculo, se calculó la razón del logaritmo de verosimilitud y el RR para cada círculo, bajo una simulación de Monte Carlo de 999 replicaciones aleatorias del conjunto de municipios obteniendo un valor de significancia ($p \leq 0.05$).

Autocorrelación espacial: Para conocer el grado de concentración o dispersión de los casos de LLA dentro de los conglomerados estadísticamente significativos se utilizó el software *GeoDa*TM versión 9/16/2018 subversión 1.12.1.161. Se prosiguió a calcular un gestor de pesos mediante la selección de una variable de matriz para calcular el Índice de Morán (IM). La hipótesis nula es que la distribución de los casos dentro de los conglomerados identificados se encuentra de forma totalmente aleatoria, corriendo el modelo bajo la simulación de 999 permutaciones.

Identificación de AGEB y cálculo de TP correspondiente: Se utilizó el Mapa Digital de México versión 6.3.0 (INEGI), para identificar los AGEB pertenecientes a los conglomerados estadísticamente significativos. Previamente, se activaron las capas de los límites del Marco Geoestadístico Nacional 2019 y con las coordenadas (en sistema WGS1984) del lugar de residencia de cada uno de los casos, se prosiguió a obtener la identidad (clave geoestadística) y el tipo (urbano o rural) de los AGEB.

Posteriormente, se calculó la edad promedio de los casos presentes en cada AGEB. Debido a que a este nivel de desagregación geográfico no existe información sobre proyección poblacional, se utilizó el Sistema de Consulta de Información Censal 2019 (SCINCE) versión 05/2012 (INEGI) para conocer la población residente en

cada AGEB ajustada por edad. La selección de corte geográfico fue a un nivel de desagregación de AGEB urbano y localidad < 2500 habitantes para AGEB rural. Para el cálculo de las TP, se utilizó la fórmula anterior.

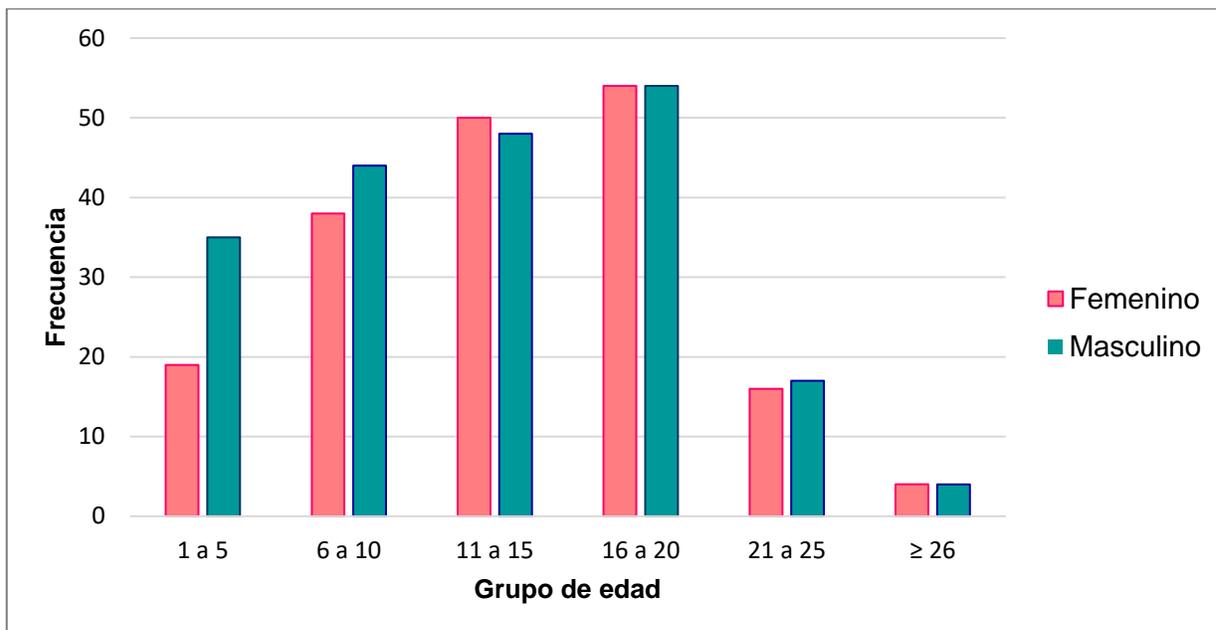
Correlación espacial de variables: Se obtuvo la capa de uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie VI (continuo nacional) del portal de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), así como también, la capa de índice de marginación por localidad 2015 del portal de CONAPO. Ambas capas se utilizaron para conocer el porcentaje de superficie agrícola cultivada y el índice de marginación de cada AGEB identificado. Los datos obtenidos de las variables independientes, la clave geoestadística, coordenadas del centroide (en sistema WGS 1984) y la respectiva TP de LLA (variable dependiente) de cada AGEB, se introdujeron en un modelo usando el software *GWR4.09* para obtener el grado de correlación entre las variables.

Representación espacial: La distribución espacial de los AGEB con su respectiva TP, así como el grado de correlación de las variables, se representaron en un SIG mediante el software ArcGis versión 10.2 en el sistema de coordenadas WGS1984 escala 1:1 500 000.

RESULTADOS

De un total de 606 casos de cáncer infantil y en la adolescencia, 383 casos presentan el diagnóstico clínico de LLA, siendo el 63.2% de los casos distribuidos geográficamente en los 58 municipios del estado de SLP. La enfermedad afecta en mayor proporción al sexo masculino (52.9%) que al sexo femenino (47.1%). El rango de edad oscila entre el primer año de vida hasta mayores de 26 años, siendo el grupo de 16 a 20 años el de mayor frecuencia (108 casos) (gráfico 1). La región del estado con el mayor número de casos es la región Centro (43.7%) (gráfico 2).

Gráfico 1.- Distribución de la población de estudio por grupo de edad



Fuente: Elaboración propia

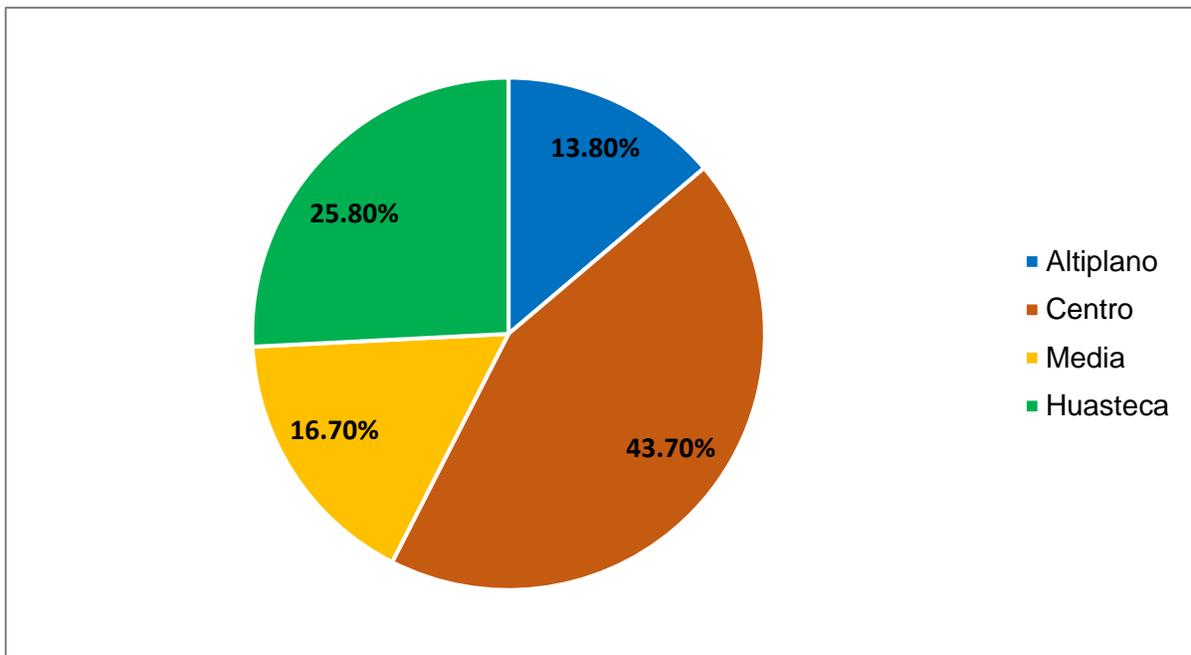
De acuerdo con la fecha de diagnóstico, la temporalidad de los casos comprende entre los años 2001-2019 (gráfico 3). A partir del año 2005, se incrementaron los casos casi al triple, siendo el 2007 el año con mayor número de casos diagnosticados y partir de este lapso, el número de casos ha oscilado entre un rango de 15 a 35 registros (gráfico 3). Las TP de LLA por mil habitantes más altas se encontraron en los municipios de Matlapa (1.10), Villa de Arista (1.23), Tampacán (1.46), Venado (1.46), San Ciro de Acosta (1.55), Catorce (1.61), Santo Domingo (1.66), Villa de Arriaga (1.67), Alaquines (1.85), Armadillo de los Infante (1.94) y Lagunillas (3.08) (gráfico 4).

El análisis puramente espacial identificó dos conglomerados estadísticamente significativos ($p < 0.05$), los cuales concentran el 31.7% del total de los casos.

El primer conglomerado se ubica entre los municipios de la región Centro (Tierra Nueva), región Media (San Ciro de Acosta, Lagunillas, Santa Catarina, Rayón, Río Verde, Ciudad Fernández, Cárdenas, Alaquines, Ciudad del Maíz y Villa Juárez)

y región Huasteca (Tamasopo, Tancanhuitz de Santos, Huehuetlán, San Martín Chalchicuautla, Tampacán y Matlapa). En el primer conglomerado predominan los municipios de la región Media, mientras que, en el segundo, todos pertenecen a la de región Huasteca y en estas zonas geográficas, el número de casos existentes, exceden el doble al de los casos esperados, mientras que el RR de desarrollar LLA es muy similar (tabla 1 y mapa 1).

Gráfico 2.- Distribución de los casos de LLA por región del estado de San Luis Potosí



Fuente: Elaboración propia

De los dos conglomerados que se identificaron con exceso de casos de LLA, se realizó un análisis exploratorio de datos espaciales en el que se trabajó con una contigüidad tipo “reina”, simétrico de primer orden, obteniendo un valor de IM global de 0.618 y 0.714 ($p=0.001$), respectivamente; es decir, que existe una relación direc-

Gráfico 3.- Frecuencia de pacientes diagnosticados con LLA de acuerdo con el año de diagnóstico en el estado de San Luis Potosí, México



Fuente: Elaboración propia

Tabla 1.- Municipios identificados con exceso de casos de LLA en el Estado de San Luis Potosí, México, 2019

CARACTERÍSTICAS	CONGLOMERADO NO.1	CONGLOMERADO NO.2
Municipios incluidos	San Ciro de Acosta, Lagunillas, Ríoverde, Ciudad Fernández, Cárdenas, Tamasopo, Alaquines, Tierra Nueva, Aquismón, Ciudad del Maíz, Villa Juárez, Tancanhuitz de Santos, Huehuetlán	San Martín Chalchicuautla Tampacán Matlapa
Radio (km)	88.90	17.89
Población	100 777	17 664
Casos esperados	49.39	8.66
Número de casos	97	22
Casos anuales/ 100 000 hab.	96.3	124.6
Riesgo relativo	2.29	2.64
Log. índice de verosimilitud	21.44	7.42
p-valor	< 0.001	0.029

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos con *SatScan*TM

ta entre los casos de LLA con las dos zonas geográficas identificadas por *SatScan*TM, las cuales presentan una tendencia al agrupamiento, avalando así el principio de Tobler que considera que en el espacio geográfico todo se encuentra relacionado entre sí, pero las cosas más próximas en el espacio tienen una relación mayor que las distantes (Ramírez & Falcon, 2015).

Del análisis del patrón espacial, se obtiene un valor de p (probabilidad) y de z (desviación estándar). Cuando las puntuaciones de z son muy altas o muy bajas y el valor de p es muy bajo, son herramientas que se utilizan para rechazar la hipótesis nula; es decir, que el patrón espacial se produjo por un proceso aleatorio (Sánchez-Rivero, 2008).

El resultado obtenido para los conglomerados identificados fue un valor positivo de $z=8.91$ y $z=5.91$ con un valor de $p=0.001$ respectivamente; rechazando así la hipótesis nula, confirmando que los conglomerados no son debidos al azar, sino que existe un componente geográfico que los agrupan en estas zonas.

La visualización gráfica de la autocorrelación espacial se representa mediante un diagrama de dispersión de Morán; el cual se construye a partir de dos ejes cartesianos, en los que las abscisas se representan los valores normalizados de la ubicación geográfica de los casos y en el eje de las ordenadas, el valor medio de la variable estandarizada en todas las unidades espaciales vecinas.

Es así que, en función de la posición de las observaciones en los cuatro cuadrantes del gráfico, se puede observar el patrón de dependencia espacial existente. Si la nube de puntos se sitúa alrededor de la diagonal que va desde el primer cuadrante (extremo superior derecho) en dirección hacia el tercer cuadrante (extremo inferior izquierdo), es indicio de la existencia de autocorrelación positiva (Sánchez-Rivero, 2008). Tal es el caso del diagrama obtenido en el análisis realizado, en el que se observa una dispersión positiva (diagramas 1 y 2).

De un total de 65 AGEB identificados, el 86.2% de estos se distribuyen geográficamente dentro del primer conglomerado, en el que los AGEB rurales (57.2%) predominan sobre los AGEB urbanos (42.8%).

Dentro de este conglomerado, se encuentran elevadas TP de LLA por 1000 hab. en los municipios de la región Media: Alaquines (50), Santa Catarina (45.55) y Lagunillas (35.71), la zona Metropolitana de Ríoverde (32.26 y 22.73) Ciudad Fernández (19.11), así como en los municipios de Aquismón (44.44), Tancanhuitz de Santos (32.26) y Tamasopo (25.97) en la región Huasteca.

Mientras que el 13.8% de los AGEB pertenecen al segundo conglomerado, distribuyéndose equitativamente los AGEB rurales (50%) y los AGEB urbanos (50%). Encontrándose la TP más elevada de LLA dentro del municipio de Tampacán (69.77), (mapa 2).

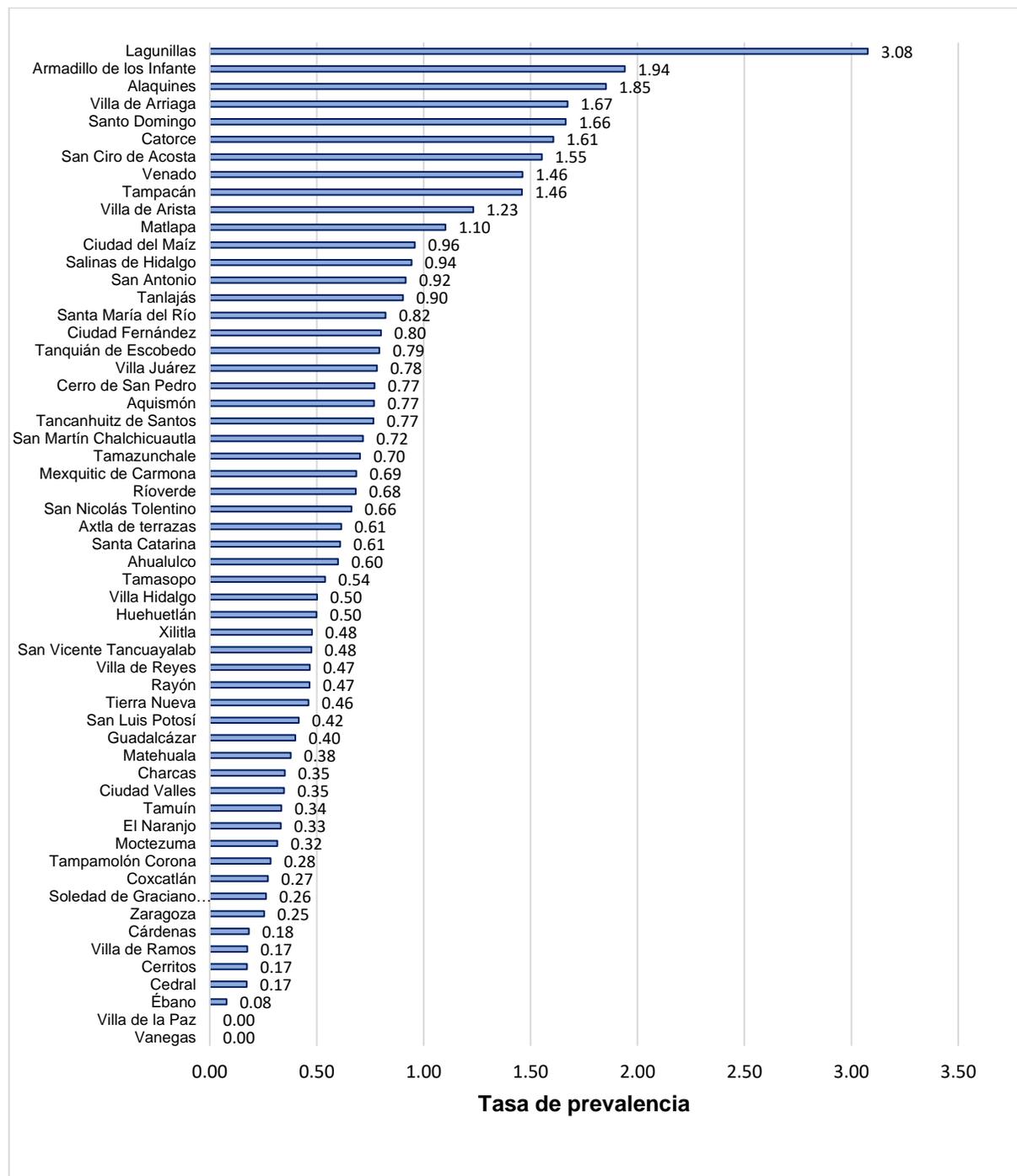
Los resultados de la GWR, se muestran en la tabla 2, el modelo local de las variables independientes (porcentaje de superficie agrícola cultivada e índice de marginación) explican un 3% (R^2 local) de la presencia de los casos, principalmente en la región Media destacan la zona Metropolitana de Ríoverde-Ciudad Fernández, en los municipios de San Ciro de Acosta, Lagunillas, Santa Catarina; así como en Tamasopo en la región Huasteca (tabla 2 y mapa 3).

Tabla 2.- Resultados estadísticos de correlación entre variables

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
Tamaño ancho de banda	1.01
Cuadrados residuales	1 1501.78
Número efectivo de parámetros	3.83
Grados de libertad	61.16
Sigma	13.30
AICc	531.52
R^2	0.035
R^2 ajustado	0.037

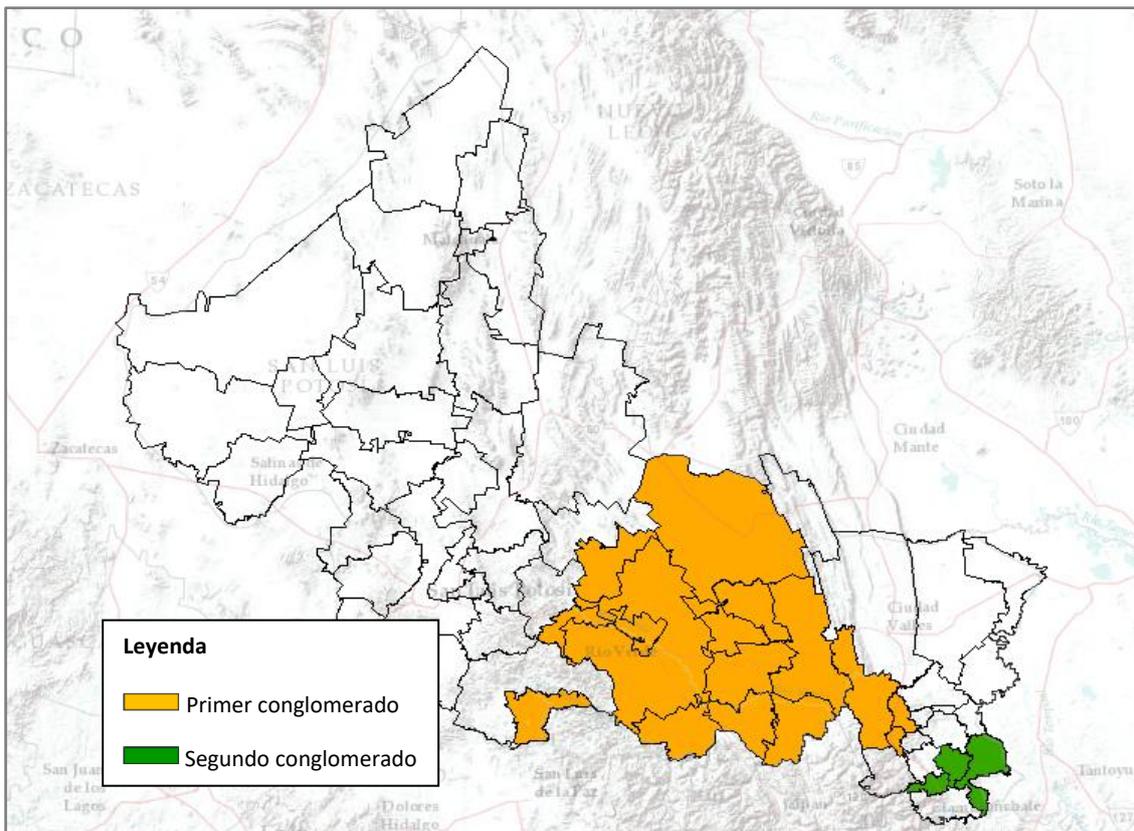
Fuente: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos con el software GWR4

Gráfico 4.- Tasa de prevalencia de LLA por cada 1000 habitantes ajustada por edad para cada municipio del estado de San Luis Potosí, México, periodo 2010-2019



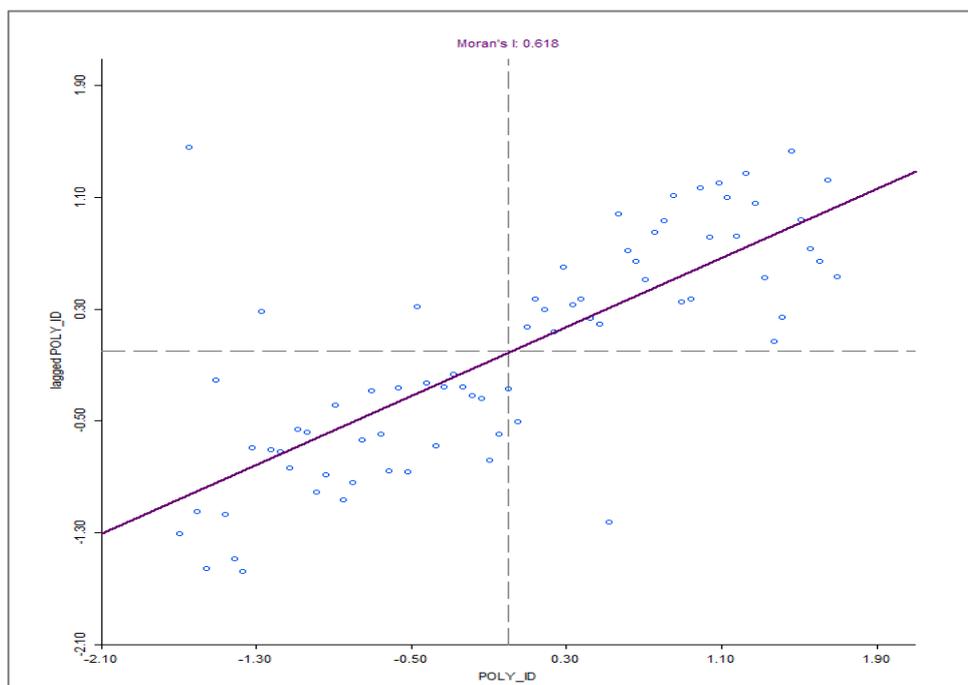
Fuente: Elaboración propia en base a la Metodología de los Indicadores de la Serie Histórica Censal (INEGI, 2010)

Mapa 1.- Municipios identificados con exceso de casos de LLA en el estado de San Luis Potosí, México, 2019



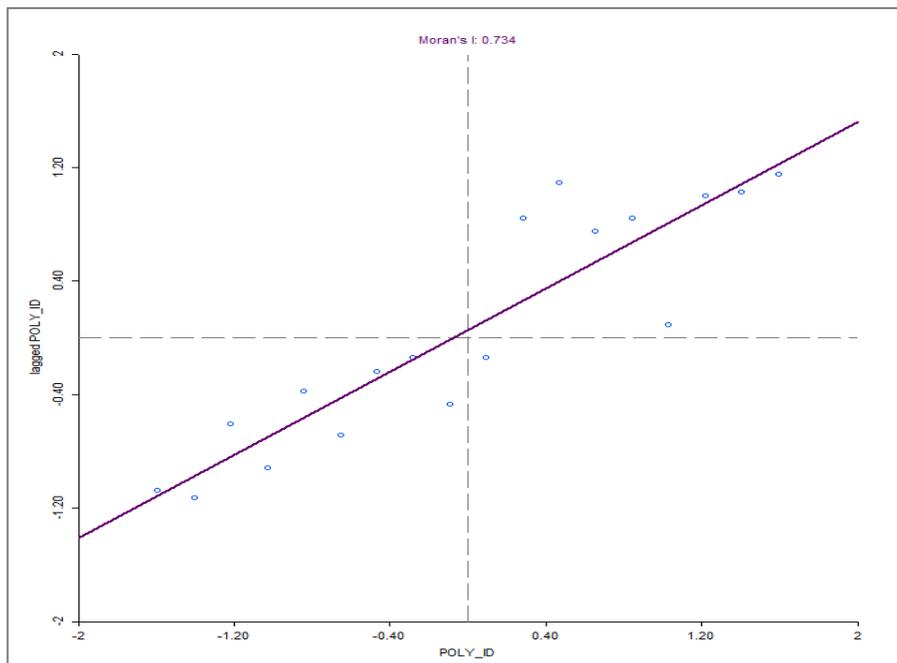
Fuente: Elaboración propia basada en los resultados obtenidos por *SatScan™*

Diagrama 1.- Diagrama de dispersión de Morán de los casos de LLA que se ubican geográficamente dentro del primer conglomerado



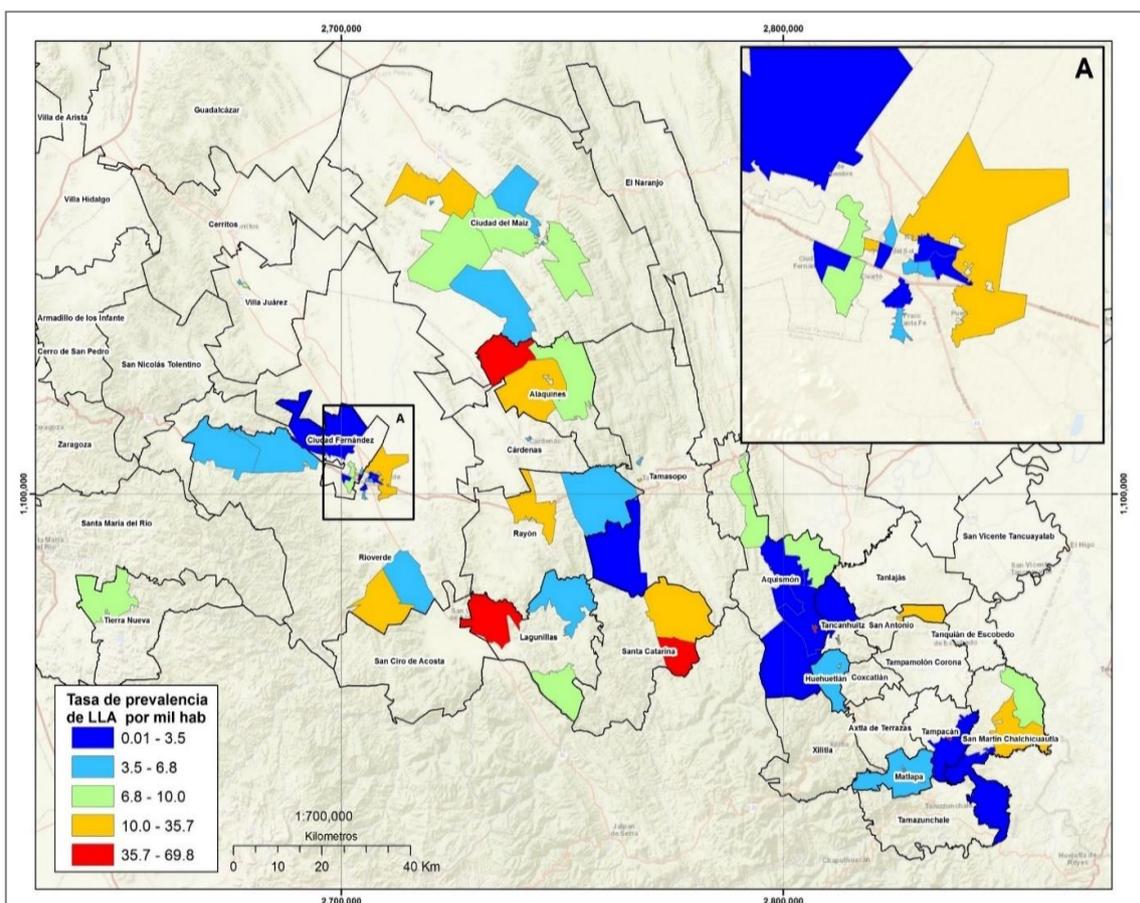
Fuente: Obtenido del resultado del análisis de I Morán local univariante con *GeoDa*

Diagrama 2.- Diagrama de dispersión de Morán de los casos de LLA que se ubican geográficamente dentro del segundo conglomerado



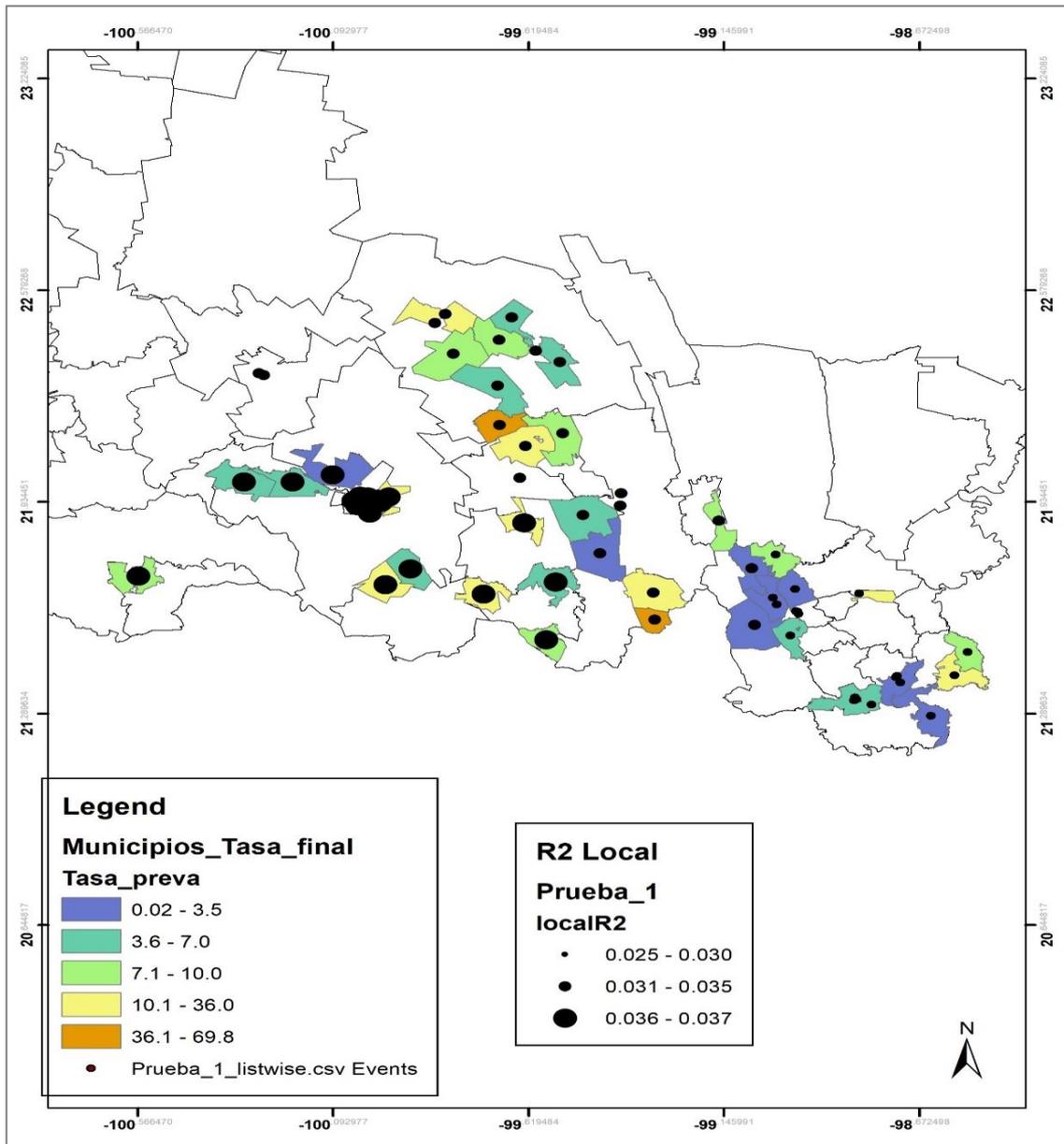
Fuente: Obtenido del resultado del análisis de I Morán local univariante con *GeoDa*

Mapa 2.- Tasa de prevalencia de LLA por 1000 hab. de los AGEB identificados



Fuente: Elaboración propia con *ArcGis*

Mapa 2.- Correlación de las variables independientes en los AGEB identificados con exceso de casos de LLA



Fuente: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos con el software GWR4

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

De acuerdo al Observatorio de Global de Cáncer (GLOBOCAN, por sus siglas en inglés), desarrollado por la Agencia Internacional de Investigación sobre Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) (IARC, Global Cancer Observatory, 2018), México reporta una TP de LLA por mil habitantes de 0.17, para ambos sexos, en el grupo de edad de 0 a 19 años. Los datos obtenidos en la

investigación muestran que de los 58 municipios que comprenden el estado de SLP, el 89.5% de estos excede el valor reportado por GLOBOCAN.

Se obtuvieron TP que van desde 0.18 hasta un valor máximo de 3.08 para éste indicador; las cuales son más altas de las que se reportan para países de América Latina como Ecuador (0.21), Perú (0.206), Costa Rica (0.188), Panamá (0.185) y Colombia (0.184) (IARC, Global Cancer Observatory, 2018). A un nivel de desagregación de área pequeña, el 98.5% de los AGEB identificados en las zonas geográficas con exceso de casos de LLA, las TP son aún más elevadas que el valor reportado.

Se estima que, en México, el cáncer infantil tiene una prevalencia de 23 000 mil casos anuales y aunque es un tema prioritario de salud pública, lamentablemente el 70% de estos casos se diagnostican en etapas avanzadas de la enfermedad dentro de los servicios médicos que ofrece el sistema de salud mexicano. Sin embargo, éste es un sistema fragmentado en diversas instituciones, que atienden en diferentes porcentajes a la población con cáncer infantil en el país: Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) 25-30%, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) 11% y en menor proporción Petróleos Mexicanos (PEMEX), Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) y Secretaría de Marina (SEMAR) cubriendo alrededor del 8% (SS, 2015). La otra mitad de la población que no posee seguridad social eran atendidos por el hoy desaparecido Seguro Popular, pero actualmente cuentan con apoyo de AMANC.

En el estado de SLP, el ISSSTE no proporciona esta clase de servicios a sus derechohabientes, siendo sólo el IMSS se encarga de brindar los servicios médicos especializados; así como AMANC el apoyo social para combatir el cáncer infantil. Los casos aquí analizados (que son sólo aquellos proporcionados por AMANC) sólo representan un panorama parcial de la situación y del comportamiento de la LLA en el estado, pero aun así nos permite identificar zonas específicas que requieren atención prioritaria en salud.

A pesar de que estos casos se distribuyen en todo el estado de SLP, con el uso de técnicas de análisis puramente espacial, se detectaron dos conglomerados estadísticamente significativos en la región Media y Huasteca, los cuáles albergan el 31.7% de los casos y muestran un patrón espacial de autocorrelación entre sí.

Estas dos regiones de SLP son de alta producción agraria. Los municipios identificados con exceso de casos representan el 22.5% (316 790 Ha) de la superficie agrícola del estado (INEGI, Mapa digital de México, 2019).

En el primer conglomerado, el municipio de Ciudad del Maíz y la zona Metropolitana de Ríoverde-Ciudad Fernández, son los de mayor superficie agrícola (81 591 y 62 172 Ha, respectivamente), siendo ésta última, la principal área de cultivos de cítricos, especialmente de naranja (Monroy-Castillo, 2000), ya que su cosecha posiciona al estado en el tercer lugar de producción a nivel nacional de ésta fruta (SAGARPA, 2018).

Además, es de notar que estos municipios presentan altas TP respecto al valor de referencia (0.96, 0.80 y 0.68, respectivamente).

En esta zona, predomina la agricultura de riego y temporal (IMPLAN, 2019), en la que se llevan a cabo cultivos de hortalizas, como la producción de maíz blanco (Ríoverde (principal productor), Ciudad del Maíz y Ciudad Fernández), avena forrajera (Ciudad del Maíz), sorgo grano y frijol (Villa Juárez), maíz amarillo (Ríoverde), garbanzo (San Ciro de Acosta (principal productor), Ríoverde, Ciudad del Maíz y Alaquines), alfalfa (Ríoverde) y caña de azúcar (Tamasopo) (INEGI, Censo Agropecuario, 2007).

El segundo conglomerado, que se ubica en la región Huasteca, se lleva a cabo actividad agrícola de temporal (IMPLAN, 2019), siendo los municipios de San Martín Chalchicuatla y Tampacán los principales productores de maíz amarillo (INEGI, Censo Agropecuario, 2007), observando una TP de LLA de 0.72 y 1.46, respectivamente. Además, también hay producción de pasto cultivado (San Martín Chalchicuatla) (INEGI, Censo Agropecuario, 2007).

Debido a que la literatura científica ha asociado el desarrollo de la leucemia infantil con la exposición a plaguicidas (Ma X., 2002) (Meinert, 2002) (Monge, 2005) (Mengaux, 2006) (Monge W. G., 2006) (Dantas, 2013) (Schüz J., 2016) y como se mencionó anteriormente, los conglomerados identificados tienen la actividad agrícola como la principal actividad económica, se genera la hipótesis de que los casos estudiados pudieron haber desencadenado la enfermedad debido a la presencia de plaguicidas; ya que el RR calculado para los dos conglomerados es de dos veces más para desarrollar LLA con respecto a los demás municipios del estado, aunque en este análisis no se tienen datos de concentraciones de estos compuestos en diversas matrices, el análisis de GWR

muestra que la superficie cultivada aporta un porcentaje principalmente en la zona Metropolitana Ríoverde-Ciudad Fernández . Además, la calidad de la salud, también está relacionada con la calidad de vida y las determinantes sociales, de acuerdo a datos de CONAPO, el 66.6% y el 11.1% de los municipios identificados presentan un grado de marginación alto y muy alto, respectivamente (CONAPO, 2015) y la población de estudio reside en un ambiente predominantemente rural (55% de los AGEB).

Otra hipótesis, es el desarrollo de LLA por la exposición ocupacional o no ocupacional a aflatoxinas; siendo estas un tipo de toxinas producidas por algunos hongos; principalmente por *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus* (NIH, 2018). La principal fuente de exposición no ocupacional a las aflatoxinas es mediante la ingesta alimentaria de maíz, así como de maní, nueces de árbol o la semilla de algodón. La exposición ocupacional sucede en aquellas personas que se dedican al procesamiento y manejo de granos contaminados; las toxinas pueden estar presentes en el aire y polvo de los lugares donde se almacena del producto de la cosecha como lo es el maíz (IARC, Monografías de la IARC, 2012).

Estas micotoxinas se ligan al ADN, inhibiendo la capacidad del ADN polimerasa causando mutaciones por replicación incompleta, tiene la capacidad de ligarse a proteínas estructurales y funcionales, degranulación del retículo endoplásmico afectando la estabilidad del ácido ribonucleico (ARN) mensajero, produciendo inhibición de la síntesis de proteínas, inmunosupresión, disrupciones endócrinas y perturbaciones metabólicas, causando a largo plazo efectos carcinogénicos, mutagénicos y teratogénicos (Moron, 2003) (Bogantes-Ledezma, 2004) (IARC, Monografías de la IARC, 2012) (Martínez, 2013).

En México se ha investigado la presencia de aflatoxinas en diversos granos, principalmente en los granos de maíz, con una incidencia del 30 al 56% y hasta en un 95% en el maíz blanco y en un 60% en el maíz amarillo, los cuales se ingieren como la tortilla, harina nixtamalizada, totopos, sopes, tamales, etc., siendo estos, la base de alimentación de muchas familias mexicanas, principalmente de aquellas que residen en ambientes rurales. (Moron, 2003) (Martínez, 2013) (UNAM, 2018).

Debido a que tres de los municipios identificados con exceso de casos son los principales productores de maíz blanco (Río Verde) y amarillo (San Martín Chalchicuautla y Tampacán) a nivel estatal y debido a la capacidad de estas micotoxinas de desarrollar cáncer, se sugiere realizar monitoreos ambientales para la detección de estas micotoxinas, biomonitoreos en la población de estudio; así como la detección de concentración y rastreo de plaguicidas en diversas matrices (agua y suelo). Con la obtención de estas variables se puede alimentar el modelo de correlación espacial, el cual es explicado; hasta el momento, en un 3% por el índice de marginación y el porcentaje de la superficie cultivada en la zona Metropolitana de Río Verde-Ciudad Fernández y los municipios con alta actividad agrícola que pudiera proporcionar un mejor entendimiento en el desarrollo de la enfermedad en las regiones Media y Huasteca del estado.

La metodología aquí propuesta, nos permitió vincular datos georreferenciados con diversas herramientas digitales y softwares especializados para evaluar la dinámica espacial de la LLA en el estado de SLP realizando únicamente una “vigilancia geográfica pasiva” de la enfermedad; es decir, la detección de las zonas geográficas con el exceso de casos. A partir de estos resultados, se debe llevar a cabo una “vigilancia activa” que, como ya se comentó, con integración de datos recabados de los monitoreos ambientales así como a la población expuesta, se deben realizar evaluaciones médicas y continuas de los órganos blanco, historias clínicas y heredofamiliares, georreferenciar casos incidentes para observar tendencias, que nos permitan caracterizar mejor la exposición y tener un mejor entendimiento de la epidemiología de la enfermedad, para la creación de programas preventivos en beneficio de la salud infantil.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Internacional de Investigación del Cáncer, O. M. (2020). *Observatorio Global del Cáncer*. Obtenido de <https://gco.iarc.fr/>
- AMANC . (2019). Obtenido de <https://www.amanc.org/>
- Bogantes-Ledezma. (2004). Aflatoxinas. *Acta médica Costarricense*.
- Cancerología, I. N. (2018). *Red Nacional de Registros de Cáncer*. Obtenido de <https://www.redcancer.mx/>
- CENSIA. (2015). *Comportamiento epidemiológico del cáncer en menores a 18 años, México 2008-2014*. Ciudad de México.
- CONAPO. (2015). *Índice de marginación por entidad federativa y municipio*. Obtenido de

- http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion_2010_por_entidad_federativa_y_municipio
- Dantas, C.-C. P.-D.-O. (2013). In utero pesticide exposure and leukemia in Brazil children <2 years of age. *Environmental Health Perspectives*, 269-275.
- Hernández-Antonio. (2011). Uso de plaguicidas en dos zonas agrícolas de México y evaluación de la contaminación de agua y sedimentos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*.
- IARC. (2012). *Monografías de la IARC*. Obtenido de <https://monographs.iarc.fr/>
- IARC. (2012). *Monografías de la IARC*. Obtenido de <https://monographs.iarc.fr/>
- IARC. (2018). *Global Cancer Observatory*. Obtenido de <https://gco.iarc.fr/>
- IHME. (2019). *Instituto de Evaluación y Métrica en Salud*. Obtenido de <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/>
- IMPLAN. (2019). *Gobierno del Estado de San Luis Potosí*. Obtenido de <http://sanluisimplan.gob.mx/plan-municipal-de-desarrollo-urbano-del-municipio-de-slp/>
- IMSS. (2014). Obtenido de http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/PIIMSS_2014-2018_FINAL_230414.pdf
- INEGI. (2007). *Censo Agropecuario*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825003976>
- INEGI. (2010). *Manual de cartografía estadística*. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/contenidos/temas/mapas/mg/metadatos/manual_cartografia_censal.pdf
- INEGI. (2019). *Mapa digital de México*. Obtenido de <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjIzLjMyMDA4LGxvbjotMTAxLjUwMDAwLHo6MSxsOmMxMTFzZXJ2aWNpb3N8dGMxMTFzZXJ2aWNpb3M=>
- Kulldorf. (2018). *SatScan Guía de usuario*. Obtenido de https://www.satscan.org/cgi-bin/satscan/register.pl/SaTScan_Users_Guide.pdf?todo=process_userguide_download
- Ma X., B. P. (2002). Clinical windows of exposure to household pesticides and risk to acute leukemia. *Environmental Health Perspectives*, 955-960.
- Martínez, M. (2013). Aflatoxinas: incidencia, impactos en la salud, control y prevención. *Biosalud*, 89-109.
- Meinert, S. K. (2002). Leukemia and non-Hodking's lymphoma in childhood and exposure to pesticides: results of a register-based casa-control study in Germany. *American Journal of Epidemiology*, 639-646.
- Mengaux, B. B. (2006). Household exposure to pesticides and risk of childhood acute leukemia. *Occupational and Environmental Medicine*, 131-134.
- México, G. d. (2018). *Programa Cáncer en la Infancia y la Adolescencia*.
- Miranda M., E. S. (2011). Use of spatial analysis to support environmental health research and practice. *North Carolina Medical Journal*, 132-135.
- Monge, P. W. (2005). Assessment of pesticides exposure in the agricultural population in Costa Rica. *Annals Occupational Hygiene*, 375-384.
- Monge, W. G. (2006). Perantal occupational exposure to pesticides and risk of childhood leukemia in Costa Rica. *Scandinavian Journal of Work, Environmental & Health*, 293-303.
- Monroy-Castillo. (2000). Obtenido de http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/estados/libros/sanluis/html/sec_2.html
- Moron. (2003). *UANL*.
- NIH. (2018). *Instituto Nacional del Cáncer*. Obtenido de <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/sustancias/aflatoxinas/aflatoxinas>
- OPS-OMS. (2008). *El cáncer infantil en las Américas*. Obtenido de <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2014/OPS-Nota-Informativa-Cancer-Infantil-2014.pdf>

- PNUD. (2016). *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*. Obtenido de http://hdr.undp.org/sites/default/files/HDR2016_SP_Overview_Web.pdf
- Pozo. (2015). Repercusiones psicológicas del cáncer infantil: apoyo social y salud en familias afectadas. *Revista Panamericana de Psicología*, 93-101.
- Ramírez, L., & Falcon, V. (2015). Autocorrelación espacial: analogías y diferencias entre el índice de Morán y el índice de Getis y Ord. Aplicaciones con indicadores de acceso al agua en el norte argentino. *ResearchGate*, 1-10.
- SAGARPA. (2018). *Servicios de Información Agroalimentaria y Pesquera*. Obtenido de <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/atlas-agroalimentario-2016>
- Salud, O. P. (2014). *Diagnóstico temprano de cáncer en la niñez*. Washington, D.C.: Organización Mundial de la Salud.
- Salud, S. d. (2009). *Guía de práctica clínica. Diagnóstico y tratamiento de la Leucemia Linfoblástica Aguda*. Ciudad de México: Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud.
- Salud, S. d. (2014). Obtenido de <http://censia.salud.gob.mx/>
- Sánchez-Rivero, M. (2008). Análisis espacial de datos y turismo: nuevas técnicas para el análisis turístico. Una aplicación al caso extremeño. *Revista de Estudios Empresariales*, 48-66.
- Schüz J., E. F. (2016). Exposición ambiental y riesgo de leucemia infantil: una revisión. *Archivos de Investigación Médica*, 607-614.
- SS. (2015). *Centro Nacional para la Salud de la Infancia y Adolescencia*. Obtenido de <https://www.gob.mx/salud/censia/documentos/epidemiologia-del-cancer-en-menores-de-18-anos-mexico-2015>
- Stephen P., H. M. (2015). Acute Lymphoblastic Leukemia in children. *The New England Journal of Medicine*, 1541-1552.
- UNAM. (2018). *Gaceta UNAM*. Obtenido de <https://www.gaceta.unam.mx/consumo-diario-de-aflatoxinas/>

Variabilidad espacial de la mortalidad general y características sociales en el Estado de México, 2015

Marcela Virginia Santana Juárez¹

Christian Iván Sánchez Carrillo²

Giovanna Santana Castañeda³

Luis Ricardo Manzano Solís⁴

Rebeca Angélica Serrano Barquín⁵

RESUMEN

Esta investigación analiza la variabilidad espacial de la mortalidad general y las características sociales de la población que reside en el Estado de México, con el objetivo de localizar municipios prioritarios de atender las carencias que presente cada uno de ellos y que se relaciona con la mortalidad. A través de la aplicación del método regresión ponderada geográficamente (GWR por sus siglas en inglés), y así mostrar los lugares donde se tiene que combatir la desigualdad e inequidad social y de salud que sufren las familias mexiquenses.

El modelo GWR resultante expone las relaciones que varían espacialmente, es decir, las características sociales y la mortalidad general se relacionan de manera adversa en las familias que se encuentran en condiciones desfavorables, en términos de educación, pobreza, servicios de salud, vivienda, entre otros, debido a que, cada cambio favorable o desfavorable en el nivel socioeconómico está asociado a un cambio bueno o malo en la calidad de vida y de salud de la población.

PALABRAS CLAVE: Variabilidad espacial, mortalidad general y características sociales

Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México

¹ mvsantana7@hotmail.com

² christian_sc22@hotmail.com

³ gsantanac@uaemex.mx

⁴ luisrms@gmail.com

⁵ rebecaserrano09@gmail.com

ABSTRACT

This research analyzes the spatial variability of general mortality and the social characteristics of the population living in the State of Mexico. The objective was to locate priority municipalities to be able to address the deficiencies that each of them presents, which can be related to mortality. The Geographically Weighted Regression Method (GWR) was used to show the places where attention should be emphasized to reduce social inequality, with respect to health, suffered by Mexican families.

The resulting GWR model exposes relationships that vary spatially. It was seen that social characteristics and overall mortality are adversely related to families in unfavorable conditions, in terms of education, poverty, health services and housing, among others. Each favorable or unfavorable change in the socioeconomic level is associated with a good or bad change in the quality of both life and health of the population.

KEYWORDS: Spatial variability, general mortality and social characteristics.

INTRODUCCIÓN

El Estado de México ha experimentado una serie de cambios en el comportamiento de muertes, para mediados del siglo XX, la tasa de mortalidad se calculaba en 22.6 defunciones por cada mil habitantes; el aumento en la esperanza de vida, los avances médicos para el tratamiento de algunas enfermedades, entre otros factores, contribuyeron a la reducción de muertes, así, para finales del siglo pasado, en el 2000, la tasa fue de 4.2; ya en el siglo XXI la tasa ha registrado un notorio aumento año por año, en 2005 la tasa se fijó en 4.4, en 2010 en 4.7 y para el año 2015 en 4.9.

Las causas de muerte son diversas y no dependen únicamente de factores como la edad y sexo de las personas; con sus características sociales y económicas; con la eficiencia de los servicios de salud; con la calidad y espacio de la vivienda y la violencia en general, no obstante, estos factores influyen en el comportamiento de este fenómeno, debido a que, entre menos carencias tenga la población, mayor posibilidad de aumentar los años de vida. Cabe destacar que no siempre es así, pero es una hipótesis planteada a partir de la consulta bibliográfica.

Por lo anterior, contar con datos sociales y de mortalidad, representarlos cartográficamente y analizarlos representa una fuente de información geográfica que a la postre debe ser referente para los tomadores de decisiones al momento de la creación de planes de acción municipales, con el fin de cuantificar los problemas sociales y de salud de la población, para fijar y monitorear prioridades o metas en salud, como las planteadas en el objetivo 3. Salud y bienestar de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades es fundamental para alcanzar el desarrollo sostenible, además que es un deber de los gobernantes en cada nivel territorial.

“Una buena interpretación de datos georreferenciados, sociales y de mortalidad son esenciales para desarrollar y evaluar políticas de salud”.

ANTECEDENTES

Internacionales

El reconocimiento de que los problemas de salud están íntimamente ligados a las condiciones sociales y económicas de cada estrato de población data de muy antiguo. Bernardino Ramazzini publicó en 1713 su obra “De las enfermedades ocupacionales”, como resultado de una encuesta en la que trató de conocer la relación entre el tipo de enfermedad característica de cada oficio y sus condiciones de trabajo (citado en Casi y Moreno, 1992)

En ese mismo siglo, Johan Peter Frank, estableció el problema de salud como un aspecto de la problemática económica y social. Antonovsky, señala que, tanto en Europa como en los Estados Unidos, la diferencia de los niveles de mortalidad aumenta a medida que el nivel socioeconómico disminuye (citado en Cañedo y otros, 1977).

Otra investigación realizada por el Centro Latinoamericano de Demografía (CELADE, 1997), expone que “dentro de los límites de cada país pueden observarse diferencias en las tasas de mortalidad para diversos subgrupos de la población que comparten ciertas características comunes. Entre las identificadas que se relacionan con diferencias en la mortalidad se encuentran la residencia geográfica, ciertos factores socioeconómicos tales como la ocupación, el nivel

de ingresos y el grado de instrucción, el origen étnico y el estado civil. Algunas de estas diferencias se mantienen durante un período de tiempo, a pesar de las reducciones en las tasas de mortalidad general, mientras otras tienden a disminuir o a desaparecer”.

Un estudio exploratorio más reciente en 17 países europeos concluyo que, tanto los factores conductuales (tabaquismo, alcohol) como los estructurales (pobreza y condiciones económicas, políticas y culturales nacionales) contribuyen a las variaciones entre países en la magnitud de las desigualdades socioeconómicas en la mortalidad (Mackenbach, 2017).

Nacionales

Una investigación del año 1977, considero la mortalidad y su relación son factores sociales, económicos y culturales, una de sus conclusiones se relaciona con el analfabetismo: “en México en 1970, 23.8% de la población mayor de diez años era analfabeta, no obstante, en el estrato muy rural el porcentaje de la gente que no sabía leer y escribir era más de tres veces superior al porcentaje en el medio urbano. Esta serie de contrastes indican que la educación en el medio rural es aún muy pobre y que, por tanto, estas personas con escasos recursos y poca educación, difícilmente tienen acceso a un mejor modo de vida” (Cañedo y otros, 1977).

Otra investigación que relaciona el analfabetismo, aunado a los servicios de salud y el saneamiento de agua, con la mortalidad de menores de cinco años, concluye que, “la mortalidad no ocurre aleatoriamente en una población; depende de condiciones sociodemográficas, ambientales, reproductivas y de nutrición, así como de la cobertura y la calidad de la atención a la salud. Por esta razón, evaluar los posibles impactos de los programas de salud requiere de un enfoque que incluya el contexto de la población a la que fueron dirigidos (Gutiérrez y otros, 1999). De ahí la importancia de llevar a cabo investigaciones enfocadas a la evaluación de los impactos de los programas de salud a diferentes escalas, nacional, estatal y municipal, en el marco del contexto socioespacial del lugar y la población, a fin de obtener mejores resultados en las políticas y estrategias en la salud y en la calidad de vida de la población. Principalmente que el tema de salud sustentable para todos en todas las edades

se incorpore en cada programa como una prioridad ante la sorpresiva llegada de la pandemia del COVID-19.

López (1997) expone que, “Las diferencias regionales de mortalidad se explican por una interacción de los niveles de desarrollo socioeconómico y de prestación de servicios de salud; a mayor desarrollo socioeconómico corresponde una menor mortalidad, lo mismo que mejores servicios de salud corresponden a una mayor utilización de estos, lo que repercute en una menor mortalidad”.

Por su parte, Pisanty (2017) concluyo que, “el riesgo de morir para una mujer embarazada es 10 veces mayor en la región de Sola de Vega, Oaxaca, que, en el Nuevo León no metropolitano, una diferencia injusta que nos lleva a calificar de inequitativa la desigualdad empíricamente observable. El estudio pormenorizado sobre la desigualdad socioespacial de la distribución del daño a la salud puede servir, tanto como aproximación para visibilizar la inequidad, como para la articulación de propuestas políticas desde los territorios que logren incidir en los perfiles de determinación social del daño y abatir así los índices inaceptablemente altos de mortalidad materna”.

ASPECTOS TEÓRICOS

Geografía de la salud

La geografía de la salud tuvo gran influencia del paradigma neopositivista el cual hizo que los temas de localización entraran a formar parte de los estudios de Geografía Médica. El estudio de la distribución y accesibilidad de los equipamientos sanitarios y los servicios médicos llega a representar el 30% de las investigaciones a principios de los años 80's. Este nuevo contenido sumado al tradicional medio ambiental físico motivó un cambio de denominación de la disciplina, propuesto por la Comisión de Geografía Médica de la U.G.I., en el Congreso de Moscú (1976), que se llamará desde entonces Geografía de la Salud, como agregado de los contenidos de Geografía Médica y Geografía de los Servicios Sanitarios (Olivera, 1993).

Actualmente, la geografía de la salud se le considera como una rama integral de la geografía aplicada a la salud, generosa que ofrece sustentos teóricos como las teorías clásicas, la teoría general de sistemas y la teoría de sistemas complejos, conceptos y métodos para el análisis geográfico y espacial de los

problemas de salud, multiescalares y multitemporales, apoyándose en las Geotecnologías, como los sistemas de información geográfica, la percepción remota, la implementación de infraestructura de datos espaciales, la telemedicina, la inteligencia artificial, entre otros, para disponer de información del pasado (tendencias), situación actual y el planteamiento de los escenarios a futuro, enfocados en la prevención y promoción de la salud. Los tomadores de decisiones es lo que requieren.

La diversidad de temas es resultado de los diversos campos de actuación de la salud colectiva, que comprenden las acciones de vigilancia de enfermedades, la atención y la promoción de salud. Estudiar estos problemas requiere una visión ampliada, que abarque desde la prevención de enfermedades hasta el acceso a servicios de salud, esto es sobre el proceso inseparable de salud-enfermedad atención (Barcellos y otros 2018).

Análisis espacial en geografía de la salud

El análisis espacial de condiciones de salud: mortalidad, morbilidad, acceso a servicios de salud, distribución de vectores causantes de enfermedades y su relación con condicionantes socioespaciales locales, regionales o globales, aportan elementos de gran importancia para diversos usuarios: tomadores de decisiones, academia, empresarios (farmacéuticas) y sociedad en general.

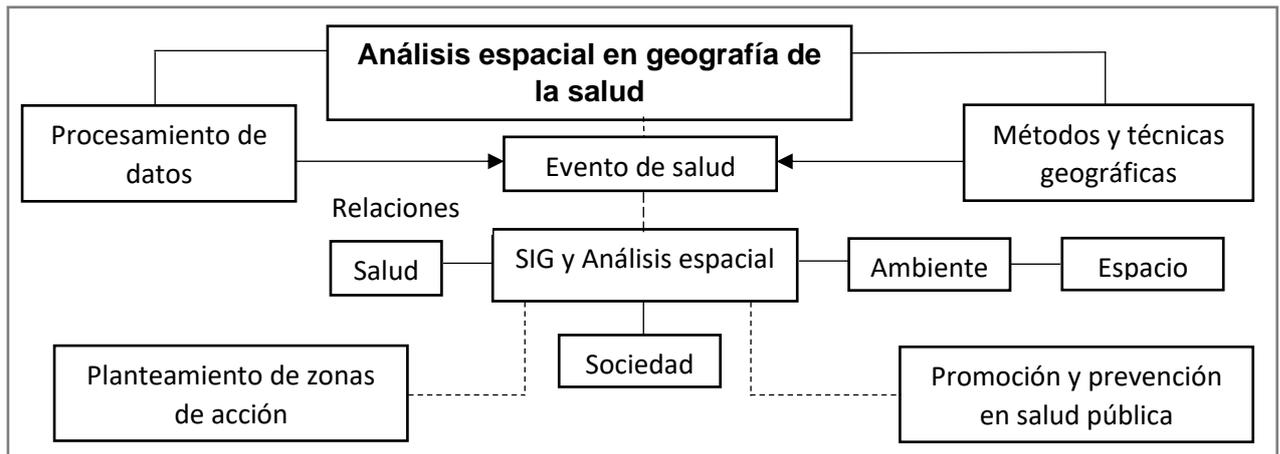
La categoría espacio tiene valor intrínseco en el análisis de las relaciones entre salud, sociedad y ambiente. Conocer la estructura y dinámica espacial de la población permite la caracterización de situaciones de salud. Además, permite el planeamiento de acciones de control y localización de recursos (Barcellos, 2003).

Buzai (2015) señala que “la salud humana y los servicios sanitarios conforman actualmente una de las relaciones más dinámicas de los estudios de la dimensión espacial en un campo de gran sensibilidad social donde la Geografía presenta importantes aptitudes para su estudio. El espacio geográfico es un nivel focal en el que se combinan ciencia, metodología y tecnología para el abordaje espacial de las enfermedades que afectan a la población”.

Ramírez (2005) al respecto indica que “El empleo del análisis espacial en el campo de la salud se asocia a la descripción espacial de un evento de salud; al

análisis de situaciones de salud en un área geográfica y una población específica; al análisis de patrones o diferencias de la situación de salud de distintos niveles de agregación; a la identificación de grupos de alto riesgo en la salud y de áreas críticas; a la vigilancia y monitoreo en salud pública; a la identificación de riesgos ambientales y ocupacionales, etc.” (figura 1).

Figura 1. Análisis espacial en Geografía de la Salud



Fuente: Elaboración propia con base en Íñiguez y Barcellos (2003).

Mortalidad y factores sociales

La clase social lleva incorporados distintos factores con un potencial impacto sobre la salud. La ocupación implica una diferente exposición a factores físicos, psicológicos y medioambientales, así como diferencias en los premios, seguridad y control del medio ambiente en el trabajo. También condiciona el acceso al sistema sanitario, los ingresos y la capacidad para habitar una buena vivienda. La educación influye sobre la salud a través de los hábitos y estilos de vida, así como en la habilidad para resolver problemas. Los ingresos pueden determinar el acceso a los recursos sanitarios, vivienda de calidad, menor exposición o noxas medioambientales, una mejor dieta y mayores comodidades sociales (Casi y Moreno, 1992).

La mortalidad es un fenómeno de suma importancia en el campo de la salud y las ciencias sociales, “puesto que refleja las condiciones de vida de la población; su estudio constituye una valiosa herramienta para identificar necesidades sanitarias, fallas en los sistemas de salud y para la orientación de políticas

públicas (Murray y Frenk, 2010; Murray y López, 1997). La muerte por sí misma no es un hecho inevitable, pero algunas veces es posible frenarla o postergarla si se interviene tempranamente en los factores que la desencadenan” (citado en Dávila y Agudelo, 2014).

Al respecto, Behm (2017) señala que “Numerosos estudios han mostrado la relación de la enfermedad y la muerte con variables tales como el ingreso económico, la alimentación, el saneamiento, la educación, la atención médica, etc. Se ha demostrado también que todos estos factores, a su vez, están estrechamente correlacionados entre sí. Pero, en realidad, la distribución no igualitaria en la población de todos estos componentes de vida, no son sino la expresión visible, el eslabón medible, de una cadena causal que se genera en la organización social, económica y política”.

La literatura refleja la importancia de la variabilidad espacial de la mortalidad con diversos condicionantes socioespaciales del lugar y de la población, y señalan como la salud en este caso medida mediante la mortalidad general es el resultado de diversas interrelaciones de tipo social, económico, cultural y político entre otros y que actualmente las personas debemos asumir un papel proactivo en bien de la calidad de vida, porque la salud es responsabilidad de todos. La presente investigación aborda la variabilidad espacial de la mortalidad general y las características sociales de la población que reside en el Estado de México, con el objetivo de localizar municipios prioritarios de atender según las carencias que se tengan.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El área de estudio es el Estado de México, “cuenta con una superficie de 22,351 km². Se localiza en el centro del país. El clima es templado subhúmedo principalmente, con una temperatura media anual de 14.7 grados centígrados, y una precipitación total anual de 900 mm”. Colinda al norte con los estados de Querétaro e Hidalgo; al sur con Guerrero y Morelos; al este con Puebla y Tlaxcala; al oeste con Guerrero y Michoacán, así como la Ciudad de México, al que rodea al norte, este y oeste” (INAFED, 2015).

Figura 2. Localización geográfica del área de estudio



Fuente: Proceso propio, 2019 en el software *ArcMap®*.

Selección de variables e indicadores

Según el INEGI, en el Estado de México se presenta una variedad de características sociales de la población y de mortalidad general, en el que se registran municipios con condiciones adversas en familias que se encuentran en condiciones desfavorables, en términos de educación, pobreza, servicios de salud y vivienda, entre otros, por lo anterior, se realizó una consulta bibliográfica con el fin de seleccionar las variables sociales relacionadas con la mortalidad debido a que, cada cambio favorable o desfavorable en el nivel socioeconómico está asociado a un cambio bueno o malo en la calidad de vida y de salud de la población (cuadro 1).

Cuadro 1. Variables e indicadores sociales

Variable	Indicador	Importancia	Fuente
Educación	Inasistencia escolar	La educación está correlacionada con otros indicadores del nivel de vida y sus diferencias expresan el acceso dispar que tiene el hombre a los beneficios sociales y económicos, fundamentalmente determinados por la clase social a la que pertenece.	Behm (2017)
Pobreza	Porcentaje de pobreza	La carencia de alimentos, vestido y servicios indispensables para proteger la salud y atacar la enfermedad es determinante en la posibilidad de ocurrencia de muertes y es factor sinérgico con el modo en que viven los individuos.	Longui (2013)
Servicios de salud	Porcentaje de personas con carencia de acceso a los servicios de salud	Una de las metas de los tres mil millones establecidas por la OMS es que 1000 millones más de personas tengan cobertura sanitaria universal para 2023. Esto significa mejorar el acceso a los servicios, especialmente a nivel de la comunidad, y asegurarse de que esos servicios sean accesibles, asequibles y eficaces para todas las personas, independientemente de su sexo.	OMS (2019)
Vivienda	Porcentaje de calidad y espacios de la vivienda	En la actualidad existen localidades donde varias familias se hacinan en una sola vivienda; la ventilación y la iluminación son inadecuadas y los espacios reducidos e insalubres, lo que proporciona una mayor mortalidad por enfermedades infectocontagiosas, aunado a las viviendas construidas en asentamientos irregulares, las cuales carecen de las condiciones higiénicas mínimas.	Sevilla, Almanzar y Valadez (2014)
Fecundidad en adolescentes	Tasa de fecundidad en adolescentes	Las adolescentes menores de 16 años corren un riesgo de defunción materna cuatro veces más alto que las mujeres de 20 a 30 años, y la tasa de mortalidad de sus neonatos es aproximadamente un 50% superior.	OMS (2009)
Urbanización	Porcentaje de urbanización	Expresa el peso relativo de la población urbana con respecto a la población total. Es decir, qué parte de la población vive en ciudades. La localización de las personas en ámbitos rurales o urbanos es determinante para el acceso a ciertos servicios, contribuye a describir las condiciones de vida de una población y puede discriminar problemas de salud y otros de naturaleza social y económica.	COVEG (2012)
Homicidios	Tasa de homicidios	La seguridad es una de las demandas ciudadanas más apremiantes. Las amenazas más serias a su integridad provienen sobre todo del intento y consumación de asaltos, disputas, violaciones y secuestros, acciones que tienen una probabilidad considerable de manifestar la perpetración deliberada de homicidios que causan la muerte.	Frausto y otros (2005)

Fuente: Elaboración propia con base en la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019, 2009); Behm (2017); Sevilla, Almanzar y Valadez (2014); Longui (2013); Comisión de Vivienda del Estado de Guanajuato (COVEG, 2012) y Frausto (2005).

Fuente de datos

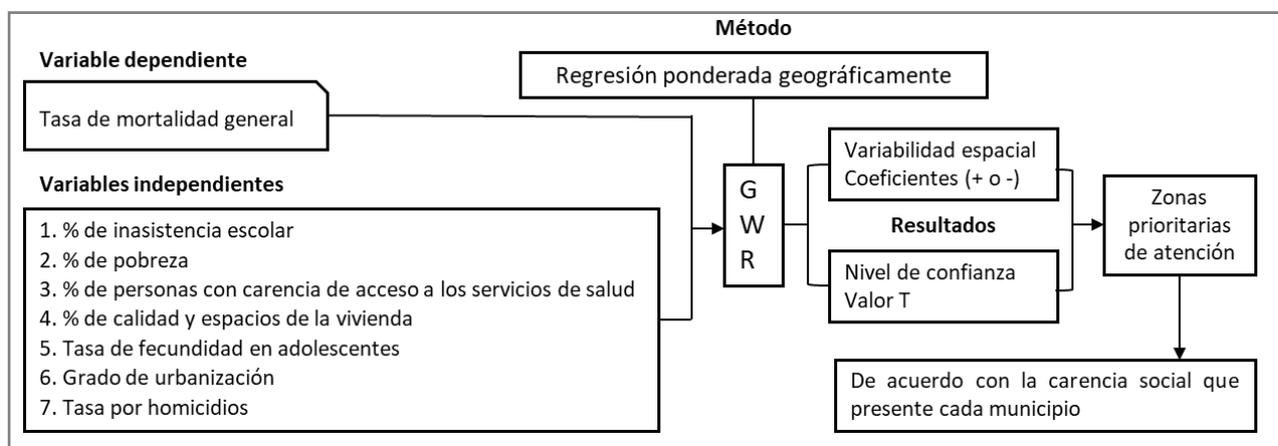
Los datos se descargaron de sitios web de acceso abierto, se diseñó e implemento una matriz de datos geográficos que contiene las defunciones generales y la población total por municipio, a partir de lo anterior se obtuvo la tasa de mortalidad general (TMG por 1000 habitantes); aunado a los indicadores sociales en porcentajes y tasas (cuadro 2 y figura 3).

Cuadro 2. Fuentes de datos

Variable	Indicador	Obra	Fuente
Epidemiológico	Tasa de mortalidad general	Microdatos de la encuesta intercensal y defunciones cifras oficiales definitivas	INEGI y SINAIS
Educación	Porcentaje de inasistencia escolar	Microdatos de la encuesta intercensal	INEGI
Pobreza	Porcentaje de pobreza	Indicadores de pobreza por municipio	CONEVAL
Servicios de salud	Porcentaje de personas con carencia de acceso a los servicios de salud	Indicadores de pobreza por municipio	CONEVAL
Vivienda	Porcentaje de calidad y espacios de la vivienda	Indicadores de pobreza por municipio	CONEVAL
Fecundidad en adolescentes	Tasa de fecundidad en adolescentes	Microdatos de la encuesta intercensal y base de datos de certificado de nacimiento-nacimientos ocurridos	INEGI y SINAIS
Urbanización	Porcentaje de urbanización	Microdatos de la encuesta intercensal y estadística básica municipal	INEGI e IGCEM
Homicidios	Tasa por homicidios	Estadísticas de mortalidad	INEGI

Fuente: Elaboración propia con base en el Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (2016); Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social CONEVAL (2015); Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI (2015) y del Sistema Nacional de Información en Salud SINAIS (2015).

Figura 3. Esquema metodológico

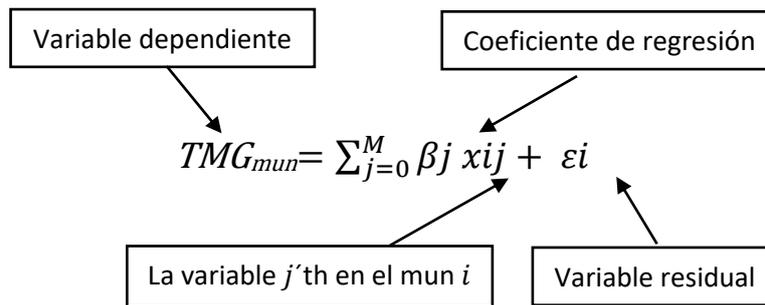


Fuente: Elaboración propia, 2019

Procesos y etapas

El primer proceso fue seleccionar el tipo de modelado lineal, entre Gauss, Poisson y logístico. En este caso de acuerdo con el comportamiento de las variables el seleccionado fue el Gaussiano, que utiliza el esquema de modelado semiparamétrico, donde se habilitó una nueva prueba estadística a los indicadores que varían geográficamente, la ecuación que utiliza este modelo es la siguiente:

Ecuación 1. GWR original (modelado Gaussiano)



Donde:

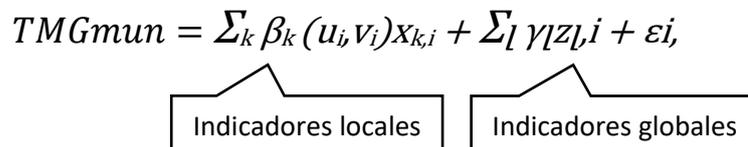
TMG_{mun} = Tasa de mortalidad general en cada municipio

$i = 1 \dots N$ (número de municipios)

$j = 0 \dots M$ (número de variables)

El segundo proceso fue ajustar el modelado Gaussiano con la selección de variables de local a global (L -> G), misma que realiza una serie de pruebas de comparación de modelos entre el Gaussiano y uno llamado mixto, es decir los indicadores resaltados en el cuadro de lista no son candidatos para cambiar de un término local a otro global, con esta rutina se definieron los indicadores que tienen variabilidad espacial, la ecuación del modelo es la siguiente:

Ecuación 2. GWR de local a global



Donde: \sum_k , son los indicadores locales; (u_i, v_i) , son la x-y coordenada de la i th ubicación; \sum_l , son los indicadores globales; $z_{L,i}$ es la l th variable independiente con un coeficiente fijo γ_l . Así, el modelo mezcla geográficamente términos locales y globales.

El último proceso fue generar la cartografía, en primera instancia se realizó un mapa del nivel explicativo del modelo mediante el coeficiente de determinación R^2 , que refleja la bondad del ajuste de un modelo con relación a la variable que se pretende explicar (cuadro 3); posteriormente se generaron los mapas de los indicadores que resultaron con variabilidad espacial en el software *Arcmap*®.

Cuadro 3. Nivel explicativo del coeficiente de determinación R^2

< de 30%	30% a 40%	40% a 50%	50% a 85%	> de 85%
Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Sospechoso

Fuente: Elaboración propia con base en Rojo (2007).

RESULTADOS

De acuerdo con el resultado del modelo GWR, de los 7 indicadores seleccionados 6 resultaron ser locales, lo que significa que existe variabilidad espacial. Cabe señalar que se consideran locales, cuando los signos del valor mínimo y del máximo son diferentes. Por otra parte, el intercepto (TMG) tiene valores positivos, tanto en el mínimo como en el máximo, por lo cual, para todos los indicadores se debe interpretar como aumento en la tasa de mortalidad general (cuadro 4).

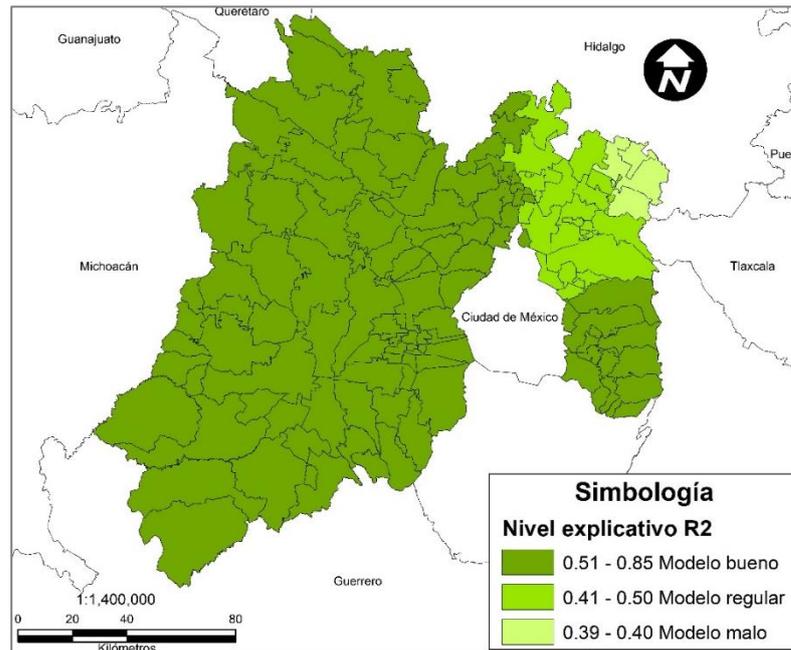
Cuadro 4. Resumen de estadísticas para variables locales

Variable / Indicador	Mínimo	Máximo	Rango
Intercepto (TMG)	4.13	5.13	1.00
% de inasistencia escolar	-0.32	0.74	1.06
% de pobreza	-0.49	1.50	2.00
% de personas con carencia de acceso a los servicios de salud	-0.77	0.50	1.27
% de calidad y espacios de la vivienda	-0.79	0.25	1.05
Tasa de fecundidad en adolescentes	-0.28	0.45	0.73
Tasa de homicidios	-0.31	1.16	1.47

Fuente: Proceso propio, 2019 en el software *GWR4*.

El coeficiente de determinación R^2 reflejó una bondad de ajuste del modelo bueno en 99 municipios que registraron un rango de 50% a 85%; en 24 municipios el modelo resultó regular (0.41% a 0.50%) y en 2 fue malo con un rango de 0.39% a 0.40% (figura 4).

Figura 4. Estado de México: GWR. Nivel explicativo (R^2 local)



Fuente: Proceso propio, 2019 en el software *GWR4* y *ArcMap*.

Una vez que se conoce el nivel explicativo de cada municipio observado en el modelo, se procede a analizar la variabilidad espacial de cada indicador local, aunado al nivel de confianza de acuerdo con el valor t .

1. Tasa de mortalidad general, con respecto al porcentaje de inasistencia escolar, 2015

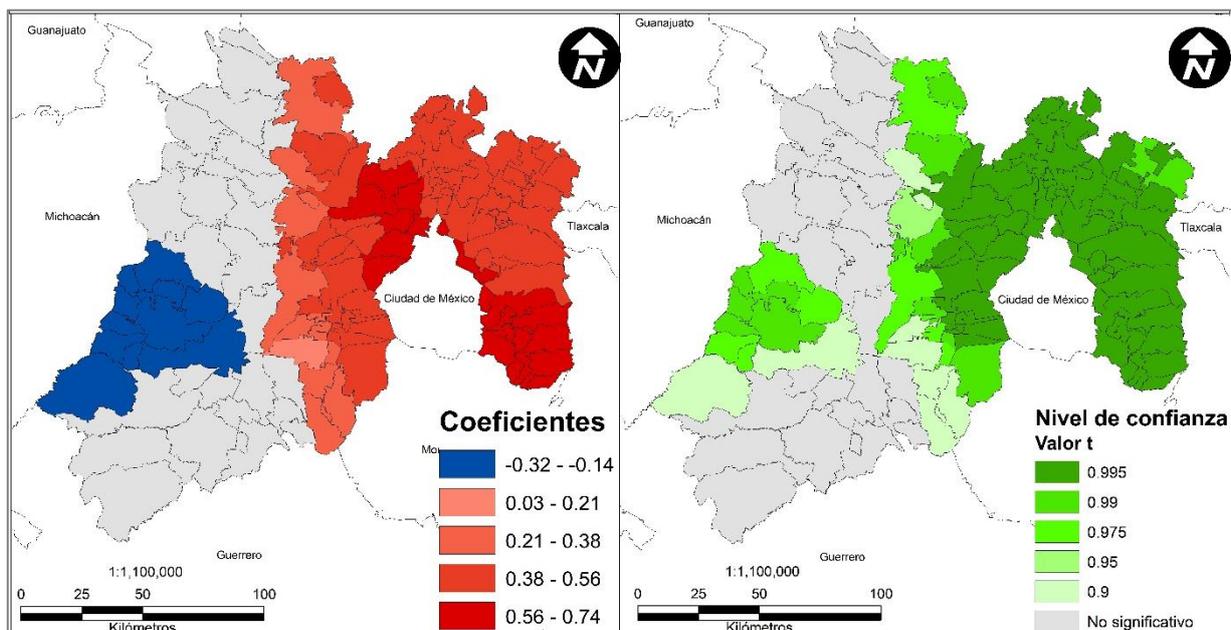
El porcentaje de inasistencia escolar tuvo una relación positiva en 89 municipios localizados al oriente de la entidad, debido a que, los coeficientes resultaron con valores positivos, indican que, la inasistencia escolar varía directamente con la mortalidad y, en consecuencia, esperamos aumento en la tasa de mortalidad general. En este contexto, 22 municipios deben considerarse prioritarios de atender esta carencia, porque registraron los valores y el nivel de confianza más alto de 0.56-0.74 y 0.995 respectivamente, los que sobresalen son: Juchitepec, Tepetlixpa, Ozumba, Ecatingo y Ayapango.

En contraste, al centro occidente se sitúan 10 municipios con relación negativa, dado que, sus coeficientes tienen valores negativos, lo que indica que, con una disminución en la inasistencia escolar, la tasa de mortalidad general aumenta, es decir, aunque existe una disminución en el porcentaje de inasistencia escolar también se espera aumento en la TMG. En este contexto 22 municipios deben

considerarse prioritarios de atender esta carencia, por que registraron los valores y el nivel de confianza más alto de 0.56-0.74 y 0.995 respectivamente, principalmente: Juchitepec, Tepetlixpa, Ozumba, Ecatzingo y Ayapango.

En contraste, el centro occidente se sitúan 10 municipios con relación negativa, dado que, sus coeficientes tienen valores negativos, indica una disminución en la inasistencia escolar y la TMG aumenta , es decir, aunque existe una disminución en el porcentaje de inasistencia escolar también se espera aumento en la TMG, por lo anterior, estos municipios también deben ser considerados prioritarios , su valor o nivel de confianza es de 0.95, 0.975 y 0.99 respectivamente , destacan: Ixtapan del Oro , Donato Guerra, Santo Tomás, Valle de Bravo y Amanalco, se trata de municipios urbanos y rurales (figura 5).

Figura 5. Estado de México: GWR. Tasa de mortalidad general, con respecto al porcentaje de inasistencia escolar, 2015



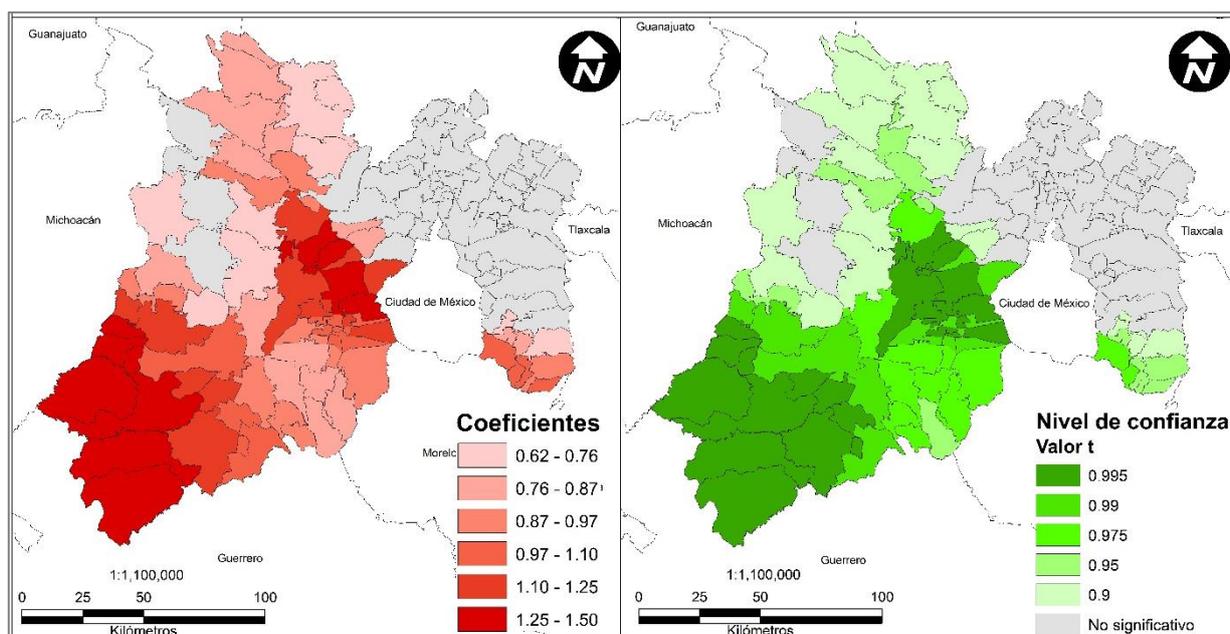
Fuente: Proceso propio, 2019 en el software *GWR4* y *ArcMap*.

2. Tasa de mortalidad general, con respecto del porcentaje de pobreza, 2015

El porcentaje de pobreza tuvo una relación positiva en 75 municipios localizados principalmente al norte, centro y sur de la entidad, dado que , la fluctuación en sus coeficientes resultó con valor positivo, indica que la pobreza varía directamente con la mortalidad y, en consecuencia, se espera aumento en la TMG, sin embargo deben considerarse prioritarios de atención tanto los municipios urbanos de Lerma, Ocoyoacac, Otzolotepec y Temoaya localizados

al centro oriente; como los municipios rurales del sur: Amatepec, Ixtapan del Oro, Luvianos, Oztoloapan, Santo Tomás, Tejupilco, Tlatlaya y Zacazonapan, debido a que sus coeficientes y el nivel de confianza son los más altos de 1.25-1.50 y 0.995 respectivamente (figura 6).

Figura 6. Estado de México: GWR. Tasa de mortalidad general, con respecto del porcentaje de pobreza, 2015



Fuente: Proceso propio, 2019 en el software GWR4 y ArcMap.

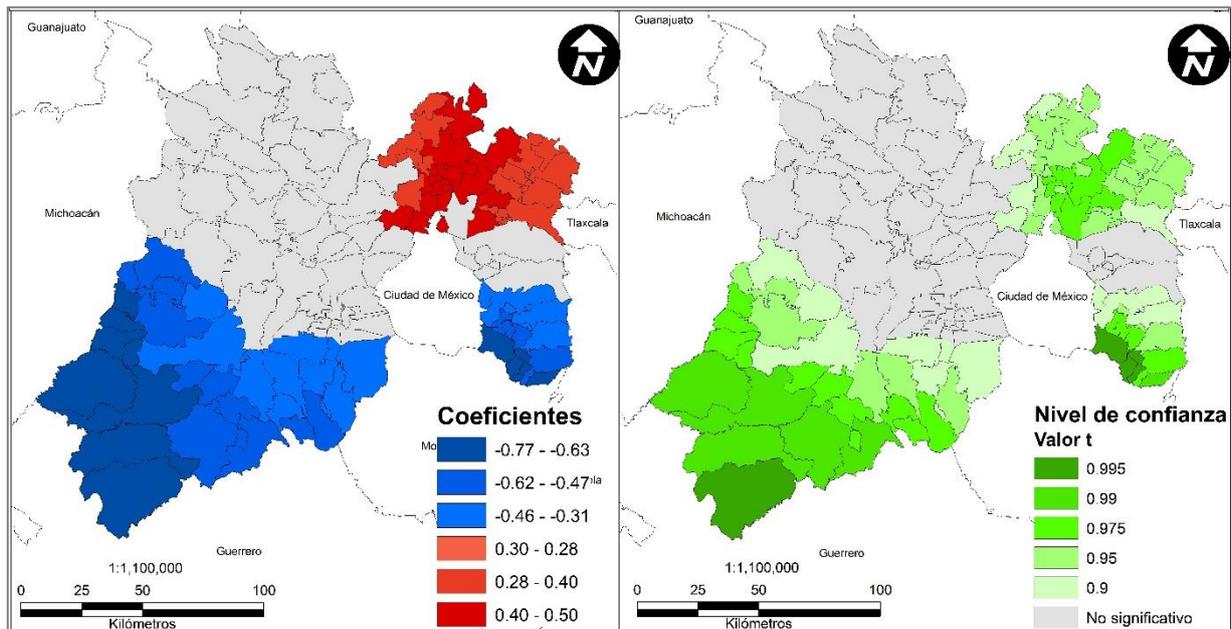
3. Tasa de mortalidad general, con respecto del porcentaje de personas con carencia de acceso a los servicios de salud, 2015

El porcentaje de personas con carencia de acceso a los servicios de salud tuvo una relación positiva en 33 municipios localizados al nororiente de la entidad, debido a que, los coeficientes resultaron con valores positivos, indicando que, la carencia de acceso a los servicios de salud varía directamente con la mortalidad y, en consecuencia, se espera aumento en la TMG. En este contexto, 17 municipios urbanos deben considerarse prioritarios de atender esta carencia, dado que, sus coeficientes son los más altos (0.40-0.50), con un nivel de confianza de 0.975, los que sobresalen son: Ecatepec de Morelos, Tlalnepantla de Baz, Coacalco de Berriozábal, Tonanitla y Tecámac.

Caso contrario, 41 municipios situados al centro occidente, suroccidente y suroriente, en donde los coeficientes resultaron con valores negativos, indican una disminución en la carencia de acceso a los servicios de salud y la TMG

aumenta, situación que justifica que estos municipios se les considere prioritarios, dado que, sus coeficientes son los más altos (-0.77, -0.63), con un nivel de confianza de 0.99 y 0.995 respectivamente, destacan: Ixtapan del Oro, Santo Tomás, Otzoloapan, Luvianos y Tepetlixpa (figura 7)

Figura 7. Estado de México: GWR. Tasa de mortalidad general, con respecto al porcentaje de personas con carencia de acceso a los servicios de salud , 2015

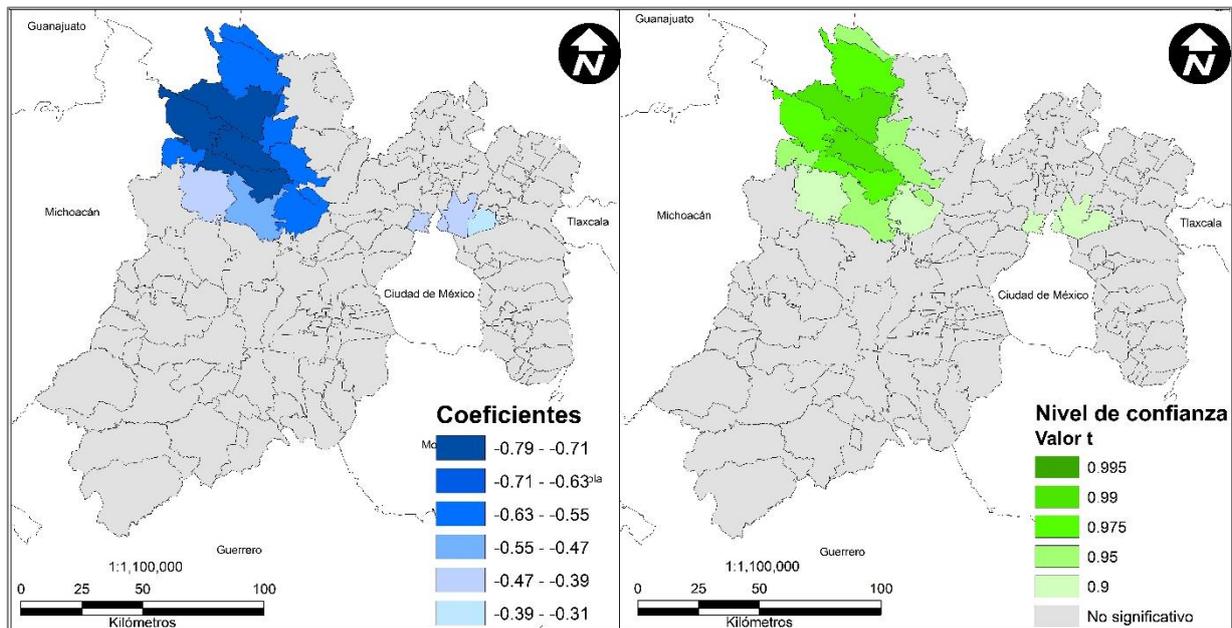


Fuente: Proceso propio, 2019 en el software GWR4 y ArcMap.

4. Tasa de mortalidad general, con respecto al porcentaje de calidad y espacios de la vivienda, 2015

El porcentaje de calidad y espacios de la vivienda tuvo una relación negativa en 15 municipios localizados al noroccidente principalmente, que indica que, a medida que disminuye la calidad y espacios de vivienda, aumenta la TMG. En este contexto, Atlacomulco, Temascalcingo, Acambay y Jocotitlán, deben considerarse prioritarios de atender esta carencia, debido a que, sus coeficientes son los más altos (-0.79, -0.71) con un nivel de confianza de 0.99 (figura 8).

Figura 8. Estado de México: GWR. Tasa de mortalidad general, con respecto al porcentaje de calidad y espacios de la vivienda, 2015

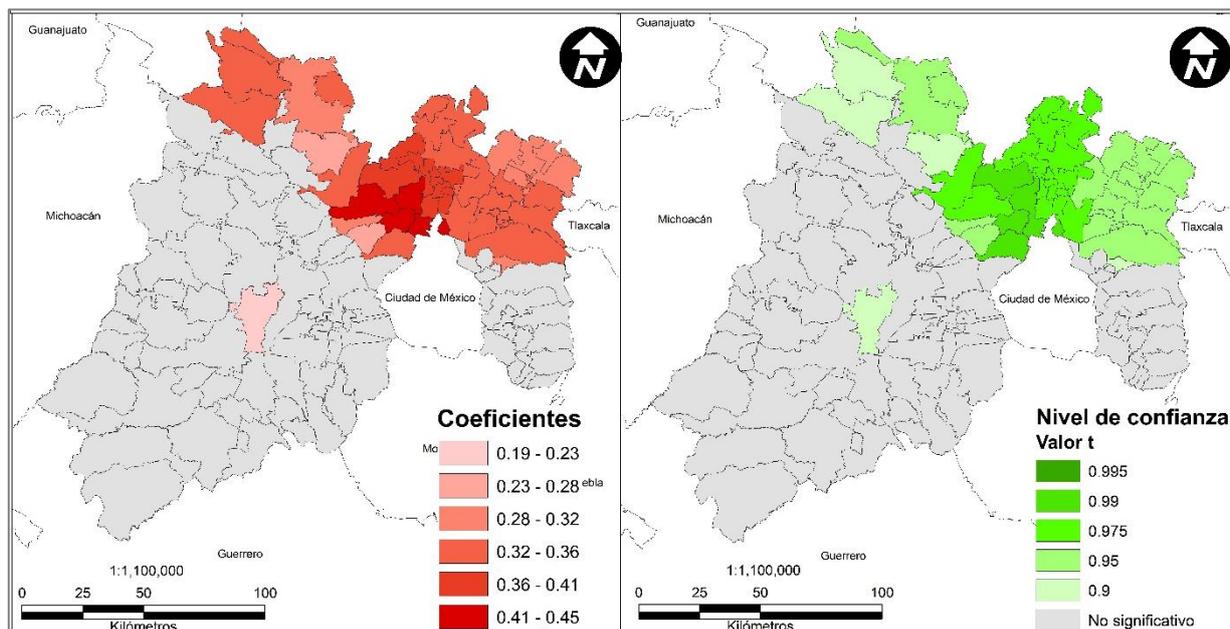


Fuente: Proceso propio, 2019 en el software GWR4 y ArcMap.

5. Tasa de mortalidad general, con respecto a la tasa de fecundidad en adolescentes, 2015

La tasa de fecundidad en adolescentes tuvo una relación positiva en 48 municipios localizados al norte, nororiente y en Zinacantepec al centro de la entidad, la fluctuación en sus coeficientes resultó con valor positivo, indica que, la tasa de fecundidad en adolescentes varía directamente con la mortalidad y, en consecuencia, se espera aumento en la TMG. En este contexto, Atizapán de Zaragoza, Tlalnepantla de Baz, Cuautitlán Izcalli y Nicolás Romero, deben considerarse prioritarios de atender esta carencia, dado que, sus coeficientes son los más altos (0.41-0.45), con un nivel de confianza de 0.99. Figura 9.

Figura 9. Estado de México: GWR. Tasa de mortalidad general, con respecto a la tasa de fecundidad en adolescentes, 2015



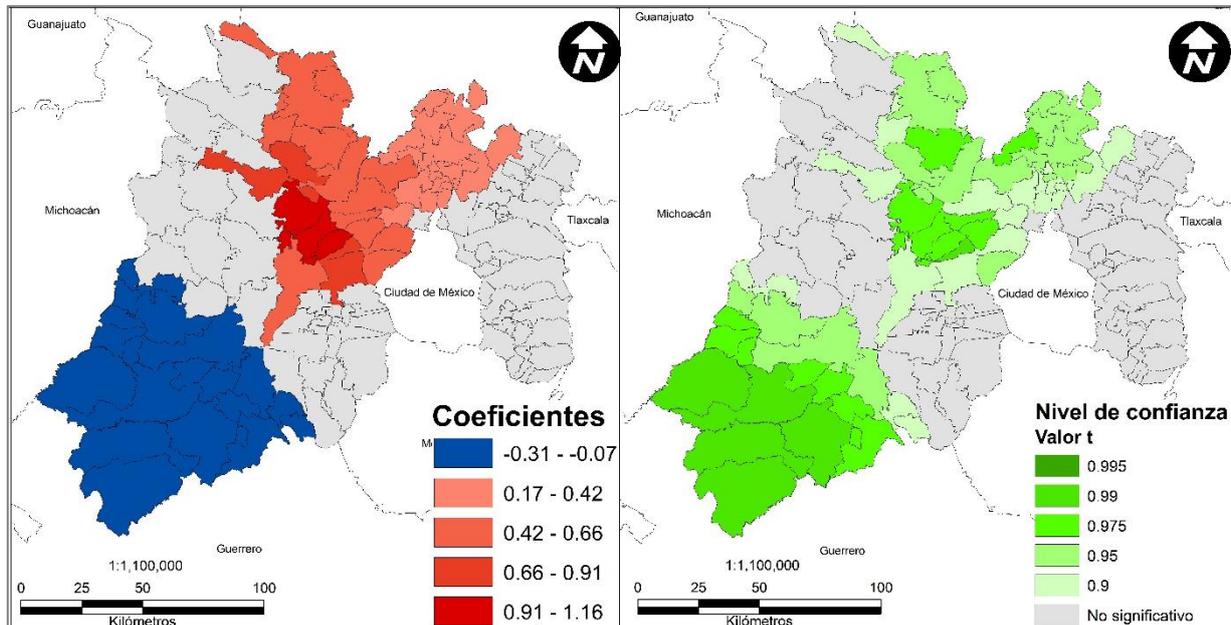
Fuente: Proceso propio, 2019 en el software *GWR4* y *ArcMap*.

6. Tasa de mortalidad general, con respecto a la tasa de homicidios, 2015

La tasa de homicidios tuvo una relación positiva en 39 municipios localizados al centro, norte y nororiente de la entidad, debido a que, los coeficientes resultaron con valores positivos, esto indica que, la tasa de homicidios varía directamente con la mortalidad y, en consecuencia, esperamos aumento en la TMG. En este contexto, Temoaya, Oztoltepec y Jiquipilco deben considerarse prioritarios de atender este delito, debido a que, sus coeficientes son los más altos (0.91-1.16), con un nivel de confianza de 0.975.

En contraste, al sur de la entidad se sitúan 19 municipios con relación negativa, debido a que, sus coeficientes tienen valores negativos, indica que, con una disminución en homicidios, aumenta la tasa de mortalidad general, en otras palabras, aunque existe una disminución en la tasa de homicidios también se espera aumento en la TMG, dicho comportamiento pudiera deberse a que se trata de otra causa de mortalidad la que está jugando un papel importante como las de tipo crónico degenerativo. Por lo anterior, estos municipios, también deben ser considerados prioritarios, con un nivel de confianza de 0.9, 0.95, 0.975 y 0.99 respectivamente, los que destacan son: Luvianos, Tlatlaya, Amatepec, Zacazonapan y Oztoloapan (figura 10).

Figura 10. Estado de México: GWR. Tasa de mortalidad general, con respecto a la tasa de homicidios, 2015



Fuente: Proceso propio, 2019 en el software *GWR4* y *ArcMap*.

CONCLUSIONES

Se concluye que en el Estado de México existe variabilidad espacial entre la TMG y las características sociales de la población analizadas: el nivel educativo, la pobreza, el acceso desigual de los servicios de salud, la calidad y espacio en la vivienda, la fecundidad en adolescentes y en los últimos años un fenómeno con tendencia creciente como la muerte por homicidios.

La variabilidad espacial de la TMG y las características sociales de la población es heterogénea, y cada característica presenta su propio patrón de distribución, mostrando los municipios prioritarios para implementación de políticas públicas sociales y de planeación de los servicios de salud que incidan en la disminución de la mortalidad general.

La inasistencia escolar de la población está afectando a los municipios localizados al centro occidente y oriente, debido a que, en la mayoría de los casos incide en sus condiciones socioeconómicas y repercute en la adquisición de bienes y servicios, que contribuyen a mejorar la calidad de vida, en otras palabras, entre más nivel educativo, mayor es el acceso al mercado laboral y en la obtención de beneficios socioeconómicos como un vivienda con todos los servicios y alimentación saludable, que incidan en combatir la mortalidad.

La pobreza esta afectando a más de la mitad de los municipios, esta medida de carencia esta estrechamente relacionada con los bajos niveles educativos que existen al centro occidente, oriente de la entidad, la insuficiencia nutricional y una menor participación relativa en la actividad laboral de las familias de los municipios del sur, lo que ocasiona escasos ingresos que impiden satisfacer sus necesidades esenciales, por ejemplo, la alimentación, el vestido y los servicios médicos indispensables para proteger la salud y combatir la enfermedad, factores que son determinantes en las muertes en todas las edades.

El no contar con la derechohabencia a los servicios de salud que proporcionan las instituciones como el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios (ISSEMyM), y el IMSS-BIENESTAR que ofrece el servicio médico en las áreas rurales; así como el no contar con el acceso físico a los servicios de salud, está condicionando la vida de la población que reside al nororiente, centro occidente, suroccidente y suroriente de la entidad, es necesario que la cobertura en salud se extienda hacia la población de comunidades que viven alejadas de los centros de atención médica, aunado a que los servicios sean accesibles, asequibles y eficaces para todas las personas en todas las edades, lo que también implica aumentar el acceso a dichos servicios mediante la apertura de carreteras, caminos, etc., principalmente en las áreas rurales donde se presenta población dispersa.

Contar con calidad y espacio en la vivienda es indispensable para evitar enfermedades infectocontagiosas y condiciones insalubres para la vida y desarrollo de la población, actualmente por la difusión de la pandemia COVID-19, este factor esta afectando a la población de los municipios que se sitúan principalmente al noroccidente de la entidad, cabe señalar que en estos lugares reside población indígena como la Otomí y la Mazahua, la cual podría ser un factor de riesgo.

La fecundidad en menores de edad es un riesgo que corren las adolescentes que viven principalmente al norte, nororiente y en Zinacantepec al centro de la entidad, esta problemática de salud, deriva de diversos factores como las

condiciones de desigualdad socioeconómica, la pertenencia étnica, la violencia sexual y la discriminación que repercuten en la salud y en algunos casos en la muerte materna, que es cuatro veces más alta que en las mujeres de 20 a 30 años. Por lo que es fundamental la generación de empleo, la preparación educativa en adolescentes, el respecto a los derechos de la mujer, entre otros aspectos para disminuir la mortalidad.

El hecho delictivo que sufren las personas a causa de un homicidio es un factor contundente de mortalidad, debido a que, el riesgo de ser asesinado en un asalto, en una disputa, en una violación o en un secuestro es muy alto, este factor se presentó al centro, nororiental y sur de la entidad, con diferente intensidad.

Conocer los patrones de distribución espacial de la mortalidad general son una base para la toma de decisiones focalizadas y diferenciadas, para el seguimiento en el logro de las metas planteadas en el objetivo 3. Salud y bienestar de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS).

BIBLIOGRAFÍA

- Barcellos C. (2003). Unidades y escalas en los análisis espaciales en salud. *Revista Cubana de Salud Pública*, Vol. 29 número 4, pág. 307-313. Consultado el 23 de octubre de 2019, disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662003000400003
- Barcellos C., Buzai G., y Paula S. (2018). Geografía de la salud: bases y actualidad. Salud colectiva, Universidad Nacional de Lanús. ISSN: 1669-2381. Consultado el 10 de noviembre de 2019, disponible en: <https://www.scielosp.org/pdf/scol/2018.v14n1/1-4/es>
- Behm H. (2017). Determinantes económicos y sociales de la mortalidad en América Latina. *Revista Cubana de Salud Pública* 43(2), pág. 287-312. Consultado el 27 de septiembre de 2019, disponible en: <http://scielo.sld.cu>
- Buzai G. (2015). Análisis Espacial en Geografía de la Salud: resoluciones con Sistemas de Información Geográfica. (G. Buzai, Ed.) (Lugar). Buenos Aires, Argentina.
- Casi A., Moreno C. (1992). Nivel socioeconómico y mortalidad. *Revista Sanidad e Higiene Pública*. Vol. 66, número 1. Consultado el 01 de noviembre de 2019, disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/revista/19135/V/66>
- Centro Latinoamericano de Demografía CELADE (1997). Mortalidad, factores determinantes y consecuencias de las tendencias demográficas. Consultado el 01 de noviembre de 2019, disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/34406/S9700582_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Comisión de Vivienda del Estado de Guanajuato COVEG (2012). Indicador 8. Grado de Urbanización. Consultado el 27 de septiembre de 2019, disponible en: <http://seiiisv.coveg.gob.mx/>

- Dávila C., y Marcela A. (2014). Mortalidad evitable en México y su contribución a los años de vida perdidos. Análisis por grado de marginación estatal, 2001-2010. *Papeles de población*. No. 82, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México, pág. 267-286
- Frausto O., Chale G., Ihl Thomas, Perdígón M., Rojas J., Tapia A., y Javier T. (2005). ONU-Hábitat Indicadores de desarrollo humano. Playa del Carmen, Quintana Roo, reporte 2005. ISBN: 968-7864-77X, 136 pág.
- Gutiérrez G., Reyes H., Fernández S., Pérez L., Pérez R., y Héctor G. (1999) Impacto de los servicios de salud, el saneamiento y la alfabetización en la mortalidad de menores de cinco años. *Salud pública de México*. Vol. 41, número 5. Consultado el 10 de noviembre de 2019, disponible en: <http://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/6173>
- Íñiguez L., y Barcellos C. (2003). Geografía y salud en América latina: evolución y tendencias. *Revista Cubana Salud Pública*, 29, pág. 330-343.
- Longui F. (2013). Pobreza y mortalidad infantil: Una aproximación teórica al estudio de sus relaciones. *Andes*. 24, pág. 325-365. Consultado el 23 de octubre de 2019, disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/260835682>
- López O. (1997). Efecto de los servicios de salud y de factores socioeconómicos en las diferencias espaciales de la mortalidad mexicana. *Salud pública de México*. Vol. 39, número 1. Consultado el 10 de noviembre de 2019, disponible en: <http://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/5971/6802>
- Mackenbach J., Bopp Ma., Deboose P., Kovacs K., Leinsalu M., Martikainen P., Menvielle G., Regidor E., y Rianne G. (2017). Determinants of the magnitude of socioeconomic inequalities in mortality: A study of 17 European countries. *Health & Place*. Vol. 47, pág. 44-53. Consultado el 01 de noviembre de 2019, disponible en: www.elsevier.com/locate/healthplace
- Olivera A. (1993). *Geografía de la salud*. Madrid: Síntesis. ISBN: 84-7738-196-8, 160 pág.
- Organización Mundial de la Salud OMS (2019). El acceso desigual a los servicios de salud genera diferencias en la esperanza de vida. Consultado el 27 de septiembre de 2019, disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/detail/04-04-2019-uneven-access-to-health-services-drives-life-expectancy-gaps-who>
- Organización Mundial de la Salud OMS (2009). Embarazo en adolescentes: un problema culturalmente complejo. Consultado el 23 de octubre de 2019, disponible en: <https://www.who.int/bulletin/volumes/87/6/09-020609/es/>
- Pisanty J. (2017) Inequidades en la mortalidad materna en México: un análisis de la desigualdad a escala subestatal. *Salud pública de México*. Vol. 59, número 6. Consultado el 10 de noviembre de 2019, disponible en: <http://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/8788>
- Ramírez M. (2005). La moderna geografía de la salud y las tecnologías de la información geográfica. *Revista Investigaciones y Ensayos Geográficos*, Núm. 4, 53-64.
- Rojo J. (2007). Regresión Lineal Múltiple. Instituto de Economía y Geografía: Madrid, España.
- Sevilla R., Almanzar A., y Luis V. (2014). La vivienda y su impacto en la salud. *Revista Ciencia*. Vol. 65 número 4, pág. 80-87. Consultado el 23 de octubre de 2019, disponible en: <https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/>
- Santana M., Rosales E., y Giovanna S. (2016). Geografía de la salud: antecedentes, aspectos teóricos y perspectivas. En Olivera José y Souza Geraldo (comp). *Geografía da Saúde. Ambientes e sujeitos sociais no mundo globalizado*. Ed. Universidad Federal del Amazonas. Manaus: Brasil, ISBN: 978-85-7401-817-0, pág. 95-128.

Tendencia de la mortalidad por enfermedades cardiovasculares en la población adulta mayor de las Zonas Metropolitanas con menos de 150,000 habitantes

Giovanna Santana Castañeda¹

Marcela Virginia Santana Juárez¹

Rebeca Angélica Serrano Barquín¹

Luis Ricardo Manzano Solís¹

Noel Bonfilio Pineda Jaimes¹

RESUMEN

El Gobierno de México abanderado por los Objetivos de Desarrollo Sostenible en el numeral tres: Salud y bienestar, pretende garantizar una vida sana y promover el bienestar de todas las personas a todas las edades para el 2030, dentro de sus metas se encuentra el número 4 que es reducir en un tercio la mortalidad prematura por enfermedades no transmisibles (ENT).

Según la OMS las enfermedades no transmisibles matan a 41 millones de personas cada año, lo que equivale al 71% de las muertes que se producen en el mundo, además menciona que los siguientes cuatro grupos de enfermedades son responsables de más del 80%: las enfermedades cardiovasculares constituyen la mayoría de las muertes (17,9 millones cada año), seguidas del cáncer (9,0 millones), las enfermedades respiratorias (3,9 millones) y la diabetes (1,6 millones).

La presente investigación realiza un análisis espaciotemporal de la mortalidad por enfermedades cardiovasculares en el periodo de 1985 al 2017 a nivel municipal con el propósito de evaluar si las defunciones por enfermedades cardiovasculares se distribuyen aleatoriamente en el espacio, y si estas áreas son significativamente altas o bajas.

Todo ello ayudará a identificar los municipios que están reduciendo sus valores y, por lo tanto, apoyan al cumplimiento de las metas planteadas por el Gobierno, así como reconocer aquellos municipios que se encuentran en desventaja y

¹ Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México
gsantanac@uaemex.mx; mvsantana7@hotmail.com; rebecaserrano09@gmail.com;
lrmanzanos@uaemex.mx; nbpinedaj@uaemex.mx

requieren mayor atención para establecer estrategias que mejoren su calidad de vida.

PALABRAS CLAVE: enfermedades cardiovasculares, población vulnerable, análisis de tendencia, proyecciones de mortalidad.

ABSTRACT

The Government of Mexico guided by the Sustainable Development Objectives in numeral three: Health and well-being, aims to ensure a healthy life and promote the well-being of all people at all ages by 2030, among its targets is number 4 which is to reduce by one third the premature mortality from non-transmissible diseases.

According to WHO, non-transmissible diseases are responsible for the deaths of 41 million people each year, equivalent to 71% of fatalities worldwide, and the following four groups of conditions are responsible for more than 80%: cardiovascular disease accounts for the majority of deaths (17.9 million each year), followed by cancer (9.0 million), respiratory disease (3.9 million) and diabetes (1.6 million).

This study analyses spatiotemporal mortality due to cardiovascular diseases from 1985 to 2017 at the municipal level in order to evaluate whether deaths due to cardiovascular diseases are randomly distributed in the territory, and whether these areas are significantly high or low.

This will support the identification of municipalities that are reducing their values and are therefore helping to meet the goals set by the Government, as well as recognizing those municipalities that are in disadvantage and require additional attention to establish strategies to improve their quality of life.

INTRODUCCIÓN

El envejecimiento es un proceso evolutivo que se da de manera gradual y tiene diversas dimensiones, la presente investigación centra el interés en el contexto de las personas adultas mayores, cuya dinámica suponen cada vez, altas proporciones de este grupo de población y que afrontan grandes dificultades en su día a día, derivadas de diversos factores incluyendo sus limitaciones personales, a las que se añaden múltiples barreras urbanas de unas ciudades que no han sido pensadas para este grupo de edad.

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) en conjunto con la Organización Mundial de la Salud (OMS), exponen que la población de todos los países de las Américas se encuentra en proceso de envejecimiento, aunque envejecen a diferente velocidad y en momentos diferentes. Por ello, es necesario, repensar la ciudad para que no sea solo el hábitat idóneo de unos cuantos, este es un gran reto de diversos profesionistas involucrados en la ordenación de las ciudades.

Aunado a ello, es necesario escuchar a los gerontólogos para comprender mejor los problemas físicos y psíquicos que dificultan los desplazamientos de los ancianos y no les permite vivir con una buena salud; para que se les garantice la movilidad, el acceso a los servicios, la eliminación de las barreras físicas urbanas, la mejoría en su calidad de salud y la autonomía personal.

En el marco de la agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que está compuesta de una Declaración, 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas, en el numeral tres: *Salud y bienestar*, que pretende garantizar una vida sana y promover el bienestar de todas las personas a todas las edades alcanzable al 2030, dentro de sus metas se encuentra la número 4 que es reducir en un tercio la mortalidad prematura por enfermedades no transmisibles (ENT).

“Gerry Eijkemans, Representante de la OPS/OMS en México se refirió a las enfermedades no transmisibles como uno de los mayores desafíos para la salud pública global y las calificó como una amenaza para el desarrollo económico, aseguró que para 2025 se estiman pérdidas por 7 billones de dólares, el equivalente al 4 por ciento del producto interno bruto mexicano. Subrayó el ahorro que representaría implementar estrategias preventivas” OPS/OMS, 2018

La OPS/OMS coordina e implementa el Plan de acción para la prevención y control de las enfermedades no transmisibles (ENT) en la Región de las Américas.

En 2013, las enfermedades no transmisibles como los padecimientos cardiovasculares, algunos tipos de cáncer, diabetes y las enfermedades crónicas del pulmón causan dos terceras partes de las muertes en el mundo, según la OMS.

En el informe de la comisión independiente de alto nivel de la OMS sobre Enfermedades no Transmisibles “Es hora de actuar” publicado en 2018, mencionan que miles de millones de personas de todo el mundo están afectadas por enfermedades no transmisibles, en todas las etapas de la vida, desde la infancia hasta la vejez.

Este informe también menciona que la creciente tendencia al envejecimiento de la población tiene enormes ramificaciones para la prevención y el tratamiento de las enfermedades no transmisibles, y que muchas personas morirán prematuramente por cuatro enfermedades no transmisibles: cardiovasculares, cáncer, enfermedades respiratorias crónicas y diabetes.

Señalan también que a 2018, la reducción más importante en la tasa de mortalidad por enfermedades cardiovasculares se ha conseguido mediante un control amplio del tabaco y programas integrales de prevención y tratamiento de esas enfermedades.

La OPS/OMS indican que la enfermedad isquémica del corazón en general se refiere a las condiciones que implican el estrechamiento o bloqueo de los vasos sanguíneos, causada por daño al corazón o a los vasos sanguíneos por aterosclerosis. Una acumulación de placa grasosa que se espesa y endurece en las paredes arteriales, que puede inhibir el flujo de sangre por las arterias a órganos y tejidos y puede conducir a un ataque al corazón, dolor de pecho (angina) o derrame cerebral.

Los síntomas de la enfermedad cardiovascular pueden ser diferentes entre los hombres y las mujeres, y estos pueden incluir, dolor de pecho (angina de pecho), falta de aire, dolor, entumecimiento, debilidad o frío en las piernas o los brazos

si se estrechan los vasos sanguíneos de las partes en el cuerpo; dolor en el cuello, la mandíbula, la garganta, abdomen superior o en la espalda. Algunos de los factores de riesgo para desarrollar enfermedades del corazón pueden incluir, edad, sexo, antecedentes familiares, el tabaquismo, la mala alimentación, la falta de actividad física, el consumo de alcohol, la hipertensión, la diabetes y la obesidad, aunque muchas formas de enfermedades del corazón pueden ser prevenidas o tratadas manteniendo un estilo de vida saludable.

A este respecto es indispensable conocer el comportamiento y la distribución de las condiciones epidemiológicas del grupo de edad más envejecido, puesto que prevalecen las enfermedades no transmisibles como las cardiovasculares.

Con el propósito de identificar los territorios con mayores desventajas, mediante el análisis de la tendencia de las tasas de mortalidad por enfermedades cardiovasculares en la población adulta mayor, elaborando series de tiempo comprendiendo valores anuales desde 1985 hasta 2017.

Si bien todos los municipios de las Zonas Metropolitanas analizadas en la presente investigación tienden al incremento, lo cometen en diferentes intensidades, siendo los municipios de Soconusco, Acayucan y Oluta, los más afectados.

CONSIDERACIONES TEÓRICAS

El modelo de la transición demográfica expone los procesos demográficos y sus conceptualizaciones, en términos generales, la transición demográfica explica el proceso que experimentan las poblaciones al pasar de un patrón con altas tasas de fecundidad y mortalidad a un esquema en donde las mismas variables experimentan unos valores muy bajos e incluso nulos o negativos.

Uno de los principales efectos es el envejecimiento de los habitantes, que se manifiesta a través del incremento en la esperanza de vida asociado al incremento en los valores de población en edad avanzada, para el caso de México, se considera una edad a partir de los 60 años y según diferentes autores se puede considerar como una de las consecuencias demográficas de mayor relevancia en el siglo XXI debido a los costos que implica ese grupo de edad,

sus necesidades y atenciones mancomunadas a la dependencia relacionada con la edad.

Las variables como la disminución de los indicadores de fertilidad y de mortalidad, el aumento en la población del grupo de 60 a 79 años hacia el grupo de mayores de 80 años, aunado al aumento en la esperanza de vida, está dando lugar a una transición demográfica cada vez más apresurada, incrementando la población envejecida, que no necesariamente significa una buena calidad de vida.

La OPS y la OMS mencionan que el incremento acelerado de la población mayor de 60 años se ve reflejada en el índice de envejecimiento, que se calcula mediante la población en ese grupo de edad por cada 100 niños menores de 15 años; además expresa que en el continente americano para el 2025 este grupo de edad ocupara un 18.6% del total de la población. Aunado a ello, se encuentra también un efecto llamado “el envejecimiento del envejecimiento” que muestra el rápido envejecimiento interno de la población adulta mayor, es decir, que la población más envejecida dentro de ese grupo de edad (por ejemplo, con más de 80 años) se está incrementando, y según las proyecciones de estas instituciones se percibe un pico de crecimiento muy marcado a partir de 2025.

Por otra parte, el modelo de la transición epidemiológica propuesto por Omran en 1971, que define el cambio en los perfiles de mortalidad, en donde se observa una disminución en las enfermedades infecciosas y un aumento en las enfermedades crónico-degenerativas a medida que pasa el tiempo, aunado a ello, el modelo epidemiológico, polarizado y prolongado que propuso Frenk en 1991 sugiere que han existido diferencias marcadas en el número de muertes que sufre cada grupo social derivados del modelo original pero en la “transición polarizada prolongada” se introducen nuevas diferencias cualitativas en el tipo de enfermedades que padecen los diferentes grupos sociales que generan esta sobre posición de enfermedades, sobre todo en países en vías de desarrollo. Aunado a ello, la transición en salud es un proceso que determina la forma de enfermar y morir de la población, pronunciando que hay diversos fenómenos de cambio que deben ser analizados para su mejor comprensión.

En México, el proceso de envejecimiento se hace más evidente a partir de la década de 1970; para 1990 el porcentaje de adultos mayores representó el 6.14% de la población total con cerca de 5 millones de personas. Diferentes estudios han señalado que el perfil de morbilidad y mortalidad plantea una situación compleja; además de la enfermedad y muerte atribuidas a causas infecciosas, los trastornos crónico-degenerativos se ubican en pocos años dentro de los primeros lugares. Otros autores señalan cambios cualitativos y cuantitativos en algunas de las 10 principales causas de muerte entre la década de 1970 y 1980 (De los Ángeles, et. al., 1996). Por lo tanto, es importante conocer cuál es la tendencia en los últimos años, si se está teniendo un ritmo acelerado o lento y si es que va a en aumento o en decremento.

Rosas-Peralta menciona que, en el mundo cada 4 segundos ocurre un infarto agudo al miocardio y cada 5 segundos un evento vascular cerebral, además menciona que, en México, en la población adulta (de 20 a 69 años) hay más de 17 millones de hipertensos, más de 14 millones de dislipidémicos, más de 6 millones de diabéticos, más de 35 millones de adultos con sobrepeso u obesidad y más de 15 millones con grados variables de tabaquismo.

Además de ello, explica que la pirámide poblacional determina que la mayoría de los adultos (75%) tienen menos de 55 años y a pesar de que la prevalencia en porcentaje de los factores de riesgo cardiovascular es mayor después de los 40 años, en datos absolutos el número de millones portadores de estos factores de riesgo se ubica en la población económicamente activa, con consecuencias devastadoras, tanto sociales, económicas y de calidad de vida. Así, las afecciones cardiovasculares caen dentro del rubro de gastos catastróficos.

METODOLOGÍA

Zonas Metropolitanas de México con menos de 150,000 habitantes

La delimitación de las Zonas Metropolitanas del 2015 propuesta por SEDATU, CONAPO e INEGI, en 2018 mencionan cinco las Zonas Metropolitanas que cumplen con esta condición, ver cuadro 1.

La Zona Metropolitana de Hidalgo del Parral está conformada por los municipios de Hidalgo del Parral y San Francisco del Oro; la ZM de Moroleón-Uriangato está

integrada por Moroleón y Uriangato; la ZM de Teziutlán incluye los municipios de Chignautla y Teziutlán; la ZM de Rioverde está compuesta por los municipios de Ciudad Fernández y Rioverde; y la ZM de Acayucan está formada por los municipios de Acayucan, Oluta y Soconusco.

La población en el año 2000 va de los 100, 000 habitantes a los 129,000, con una tasa de crecimiento entre el 2000 y el 2010 de 0.4 en la ZM de Hidalgo del Parral hasta 1.7 en la ZM localizada en Puebla; para el periodo de 2010 a 2015 las Zonas Metropolitanas con mayor incremento fueron Teziutlán con 1.5 y Acayucan con 1.3.

Cuadro 1. Zonas Metropolitanas de México con menos de 150,000 habitantes al 2015

Zona Metropolitana	Estado	Población			Tasa de crecimiento media anual (%)	
		2000	2010	2015	2000-2010	2010-2015
ZM de Rioverde	San Luis Potosí	128,935	135,452	139,576	0.5	0.6
ZM de Teziutlán	Puebla	102,727	122,500	131,786	1.7	1.5
ZM de Acayucan	Veracruz	102,992	112,996	120,340	0.9	1.3
ZM de Hidalgo del Parral	Chihuahua	106,875	111,814	114,596	0.4	0.5
ZM de Moroleón Uriangato	Guanajuato	100,063	108,669	113,138	0.8	0.9

Fuente: Elaboración propia con base en SEDATU, CONAPO e INEGI, 2018

Tendencia de las enfermedades cardiovasculares

La lista mexicana de las principales causas de mortalidad considera dentro de las enfermedades no transmisibles, el grupo de las enfermedades cardiovasculares, que engloba las siguientes: (1): enfermedad cardíaca reumática, (2) enfermedades hipertensivas, (3) enfermedades isquémicas del corazón, (4) enfermedad cerebrovascular, (5) enfermedades inflamatorias del corazón (excluye fiebre reumática) y (6) otras enfermedades cardiovasculares.

En primer lugar, se considera la obtención de la tasa de Mortalidad específica para el grupo de edad de 60 y más, que se obtiene de la relación entre el número de defunciones ocurridas en un período de tiempo determinado (generalmente un año) y una estimación de la población expuesta al riesgo de morir en el mismo período, en la misma unidad espacial.

Para la obtención de la tasa de mortalidad se utilizó la fórmula siguiente, ecuación I.

Ecuación I. Tasa de mortalidad específica por grupo de edad y afección

$$TM = \frac{Defunciones}{Población} * 1000$$

Dónde:

TM = Tasa Bruta de Mortalidad específica

Defunciones

= Defunciones por enfermedades cardiovasculares ocurridas en un año específico

en el grupo de edad de 60 y más

Población = Población del mismo grupo de edad, en el mismo año estadístico.

Los datos que corresponden a las defunciones se obtuvieron tomando en cuenta el lugar de residencia de las personas que fallecieron y al año en que efectivamente murieron, no el año en el que se registró el deceso.

Análisis de tendencia

Los cambios en una secuencia de imágenes son un recurso que permite entender la dinámica y evolución de un fenómeno, cuando se poseen datos de un periodo de tiempo, en este caso, datos anuales desde 1985 al 2017.

Para analizar la tendencia de las tasas de mortalidad por enfermedades cardiovasculares en la población adulta mayor, se elaboraron series de tiempo comprendiendo valores anuales desde 1985 hasta 2017, éstas se ocupan de examinar los cambios en una secuencia de imágenes y son un recurso que permite entender la dinámica y evolución de un fenómeno, aunque es más común aplicarlo a variables ambientales, también se utiliza en las ciencias sociales.

El software utilizado fue *Idrisi®*, en él se encuentra el modelador de tendencias de la tierra (ETM por sus siglas en inglés), este módulo aporta herramientas valiosas para conocer las tendencias y patrones de distribución de los procesos que se presentan en la superficie terrestre.

Aunque existen diferentes tipos de análisis de tendencias, *IDRISI®*, integra cinco opciones:

La *linealidad* que muestra el coeficiente de determinación (r^2) de una regresión lineal, cuyo resultado es un mapa en donde se expresa el grado de presencia de una tendencia lineal.

La *correlación lineal* se utiliza cuando existe una serie perfectamente lineal y expresa un mapa de correlación lineal Pearson (Producto-momento).

La *tendencia lineal* muestra el coeficiente de pendiente de una regresión de cuadros menos comunes, entre los valores de las unidades espaciales y también con una serie perfectamente lineal, cuyo resultado muestra un índice de cambio por un lapso dado.

La *tendencia media* es un operador de tendencias sin parámetros, altamente recomendados para evaluar el índice de cambios en series cortas o ruidosas.

Y el *Mann-Kendall* o *tendencia monótona*, es un indicador de tendencias no lineales que mide el grado en el que la tendencia aumenta o disminuye consistentemente, se basa en la correlación de rangos, donde se observa el comportamiento de los valores durante toda la serie de tiempo. El resultado se expresa con valores que van de -1 a +1; a medida que se acerca el valor a +1 indica una tendencia que aumenta, del mismo modo de manera inversa a medida que se acerca al valor de -1 indica que esa unidad espacial ha disminuido sus valores a lo largo del periodo; por otro lado, a medida que el valor se acerca a 0, la tendencia no es consistente.

En términos sencillos, las estadísticas de tipo *mann-kendall* se definen como las frecuencias relativas de los aumentos menos las frecuencias relativas de las disminuciones, las combinaciones de pares de valores a través del tiempo son evaluadas en cada unidad espacial, esto permite observar el comportamiento en el territorio y ayudar a explicar el comportamiento de la mortalidad por enfermedades cardiovasculares en la población envejecida de manera territorial en un lapso.

Debido a que los datos utilizados no constituyen una serie perfectamente lineal, se utiliza esta prueba, el software utilizado es *IDRISI®* y *xlstat®*. En la estadística Mann-Kendall, la serie de datos es la variable dependiente y el tiempo es la variable independiente.

Los valores del coeficiente de Kendall pueden variar de -1 a 1, un valor positivo indica asociación positiva, mientras que uno negativo indica asociación negativa. Mientras más alta sea la magnitud, más fuerte será la asociación.

Dentro de los parámetros que se obtienen se encuentra la varianza (ver ecuación III) que mide el grado de dispersión o separación con respecto de la media de un conjunto de valores.

Ecuación III. Varianza

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

La desviación estándar que también mide la dispersión de los datos de manera similar que la varianza, con la diferencia de que al elevar al cuadrado y luego obtener raíz cuadrada ($de(x) = \sqrt{var(x)}$), el resultado que se obtiene tiene las mismas unidades de medición originales.

El valor-p, es la una probabilidad, es decir, el p-valor de un contraste de hipótesis nos indica cuál es la probabilidad de obtener un valor estadístico para saber si es cierta la hipótesis nula o la alternativa.

Por último, obtenemos el coeficiente Tau de Kendall (ver ecuación IV)

Ecuación IV. Coeficiente Tau de Kendall

$$T_b = \frac{C - D}{\sqrt{(C + D + E_x)(C + D + E_y)}}$$

Dónde:

C= el número de concordancias, es decir, el número de veces en las que los dos valores de un caso en ambas variables son mayores o menores que los del caso precedente.

D= el número de discordancias, es decir, el número de veces en las que el valor de una de las variables es mayor que el valor precedente de dicha variable mientras que el valor de la otra variable es menor que el valor precedente de dicha variable (o viceversa).

E_X = el número de empates en la variable X, es decir, el número de veces en los que los valores de dos casos consecutivos coinciden en la variable X, pero no en la variable Y.

E_Y = el número de empates en la variable Y, es decir, el número de veces en los que los valores de dos casos consecutivos coinciden en la variable Y, pero no en la variable X.

El coeficiente de correlación de Kendall, junto con los valores p, expresan dos hipótesis opuestas, como se muestra a continuación:

H_0 : No existe una tendencia en la serie y H_a : Hay una tendencia en la serie.

Si el valor-p computado es menor que el nivel de significación $\alpha=0.05$, se debe rechazar la hipótesis nula H_0 , y aceptar la hipótesis alternativa H_a ; sin embargo, si el valor-p es mayor que el nivel de significación $\alpha=0.05$, no se puede rechazar la hipótesis nula H_0 .

RESULTADOS

Enfermedades cardiovasculares en 2015

Las enfermedades cardiovasculares se dividen en seis grupos, como se había mencionado con anterioridad, el primer análisis corresponde a las defunciones ocurridas en el 2015 en estos grupos epidemiológicos para la población más envejecida a nivel municipal de nuestra área de estudio. Los resultados se muestran en porcentajes con respecto al total de defunciones, que incluyen todas las edades, en ese conjunto de afecciones.

El primer grupo corresponde a las enfermedades cardíacas reumáticas, con pocos registros, sólo dos municipios registraron defunciones, en el municipio de Moroleón de un total de dos fallecidos uno pertenecía al grupo de población de 60 y más, mientras que en el municipio de Rio Verde de tres fallecidos, sólo uno pertenecía a la población más envejecida.

Para el grupo de enfermedades hipertensivas, el valor más bajo corresponde al municipio de Teziutlán de 23 fallecidos, ocho fueron adultos mayores, el valor más alto corresponde al 50% en los municipios de San Francisco del Oro,

Uriangato, Chignautla y Soconusco, con cinco de diez, 12 de 24 y tres de seis muertes respectivamente.

El grupo de enfermedades isquémicas del corazón es el conjunto en donde existen más números de defunciones con porcentajes que van de los 44 hasta 47.7 en municipios como Ciudad Fernández, Chignautla, Acayucan, Teziutlán e Hidalgo del Parral, con valores de 31 de 65, 20 de 42, 73 de 155, 45 de 96 y 132 de 283 respectivamente.

El conjunto de defunciones de las enfermedades cerebrovasculares muestra valores que van desde 35.7 hasta 50%, como Chignautla con cinco defunciones de población adulta mayor de 14 en toda la población, así los municipios de Ciudad Fernández, y Oluta con 27 de 54 y seis de 12.

Los grupos de enfermedades inflamatorias de corazón y otras enfermedades cardiovasculares el número de defunciones es bajo, dentro del grupo de población longeva los valores más altos están representados por los municipios de Rioverde, Teziutlán, Uriangato y Hidalgo del parral con 24 de 49, 12 de 26, 10 de 20 y 10 de 23.

En general la proporción de defunciones en este grupo de edad frente a la población desde cero años hasta 59 es alta, esto refleja que, a mayor edad existe mayor probabilidad de fallecimiento, ver cuadro 2.

Cuadro 2. Zonas metropolitanas con menos de 150,000 habitantes. Porcentaje de defunciones por enfermedades cardiovasculares en la población mayor a 60 años, con referencia al total de defunciones por la misma causa, 2015

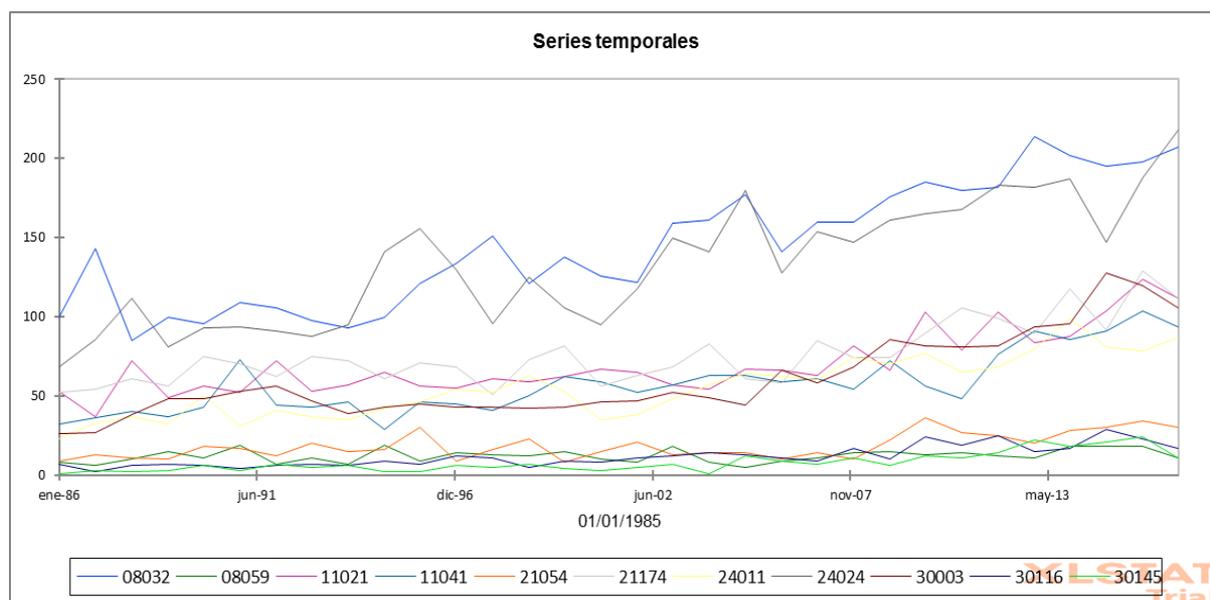
Nombre del Estado	Nombre del municipio	Enfermedad cardíaca reumática	Enfermedades hipertensivas	Enfermedades isquémicas del corazón	Enfermedad cerebrovascular	Enfermedades inflamatorias del corazón (excluye Fiebre reumática)	Otras enfermedades cardiovasculares	Total, Enfermedades cardiovasculares
Chihuahua	Hidalgo del Parral		↑ 47.8	↑ 46.6	→ 41.9	↑ 50.0	→ 43.5	↑ 46.2
	San Francisco del Oro		↑ 50.0	↑ 44.8				↑ 46.2
Guanajuato	Moroleón	↑ 50	↑ 45.5	↑ 45.9	↑ 47.7		→ 41.7	↑ 46.0
	Uriangato		↑ 50.0	↑ 46.2	↑ 45.0		↑ 50.0	↑ 46.7
Puebla	Chignautla		↑ 50.0	↑ 47.6	↓ 35.7		↓ 33.3	→ 43.5
	Teziutlán		↓ 34.8	↑ 46.9	→ 43.5		↑ 46.2	→ 44.2
San Luis Potosí	Ciudad Fernández		↑ 46.7	↑ 47.7	↑ 50.0	→ 40.0	↑ 50.0	↑ 48.2
	Rioverde	↓ 33.3	↑ 48.9	↑ 46.0	↑ 45.5		↑ 49.0	↑ 46.4
Veracruz	Acayucan		↑ 46.0	↑ 47.1	↑ 46.2		→ 42.1	↑ 46.4
	Oluta		→ 42.9	→ 44.2	↑ 50.0		↑ 50.0	↑ 45.3
	Soconusco		↑ 50.0	→ 44.0	↑ 46.2		↓ 33.3	↑ 44.7

Fuente: Elaboración propia, con base en DGIS de la SSA, 2015.

Tendencia de las enfermedades cardiovasculares de 1985 a 2017 de la población adulta mayor

En la figura 1 se aprecia la evolución en el número de las defunciones por esta afección en este grupo de edad, en donde todos los municipios muestran una distribución normal. En la parte de debajo de la figura se encuentran las claves que corresponden a los municipios como se muestran en el cuadro 3.

Figura 1. Zonas metropolitanas con menos de 150,000 habitantes. Porcentaje de defunciones por enfermedades cardiovasculares en la población mayor a 60 años, con referencia al total de defunciones por la misma causa, de 1985 a 2017



Fuente: Elaboración propia, con base en DGIS de la SSA, 2015 y xlstat.

El análisis de series de tiempo que se realizó en el software Excel®, con el módulo XLSTAT, se obtuvo un análisis descriptivo que se puede apreciar en el siguiente cuadro, mostrando el número de observaciones que corresponden a los años entre 1985 y 2017, el valor mínimo, el máximo, la media y la desviación típica de cada municipio en la serie de tiempo.

La mayor dispersión se encuentra en el municipio Rioverde e Hidalgo del Parral, mientras que la menor está en San Francisco del Oro, Soconusco y Oluta, tal como se muestra en el cuadro siguiente, vale la pena mencionar que existen grandes diferencias dentro de las Zonas Metropolitanas, por ejemplo, la ZM de Hidalgo del Parral está conformada por dos municipios cuyos valores mínimos y máximos son muy diferentes en tamaño y rango, los mismo aunque en menor intensidad la ZM de Teziutlán, Rioverde y Acayucan.

Cuadro 3. Zonas metropolitanas con menos de 150,000 habitantes. Valores de observación mínimos, máximos, medios y desviación estándar de la serie de tiempo de 1985 a 2017

Nombre de la Zona Metropolitana	Nombre del municipio	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
ZM Hidalgo del Parral	Hidalgo del Parral (0832)	32	93.0	214.0	150.4	37.4
	San Francisco del Oro (0859)	32	5.0	19.0	12.2	4.0
ZM Moroleón-Uriangato	Moroleón (11021)	32	37.0	124.0	70.1	20.3
	Uriangato (11041)	32	29.0	104.0	57.9	19.3
ZM Teziutlán	Chignautla (21054)	32	8.0	36.0	18.4	7.9
	Teziutlán (21174)	32	51.0	129.0	76.3	19.8
ZM Rioverde	Ciudad Fernández (24011)	32	23.0	99.0	55.4	19.0
	Rioverde (24024)	32	68.0	218.0	133.6	38.9
ZM Acayucan	Acayucan (30003)	32	26.0	128.0	60.8	26.1
	Oluta (30116)	32	2.0	29.0	11.8	6.6
	Soconusco (30145)	32	1.0	24.0	8.0	6.2

Fuente: Elaboración propia, con base en DGIS de la SSA, 2015 y xlstat.

En el cuadro 4 se muestra la prueba de tendencia de Mann-Kendall realizadas en *xlstst*, en donde se aprecian valores referentes al Tau de kendall (este parámetro se encuentra cercano a 1 cuando se tiene en cuenta la estacionalidad), al de la varianza (es el cálculo del promedio de las desviaciones con respecto a la media elevadas al cuadrado), el *p-value* (indica si se rechaza o acepta la hipótesis nula, es decir, si el valor-p computado es menor que el nivel de significancia $\alpha = 0.05$, se debe rechazar la hipótesis nula H_0 y aceptar la hipótesis alternativa H_a que expresa que hay una tendencia en la serie).

A este respecto, todos los municipios rechazaron la hipótesis nula, a excepción del municipio de San Francisco del Oro ubicado en el Estado de Chihuahua cuyo valor p es mayor al valor alfa mostrando que no existe una tendencia consistente en la serie.

Cuadro 4. Prueba de tendencia de Mann-Kendall

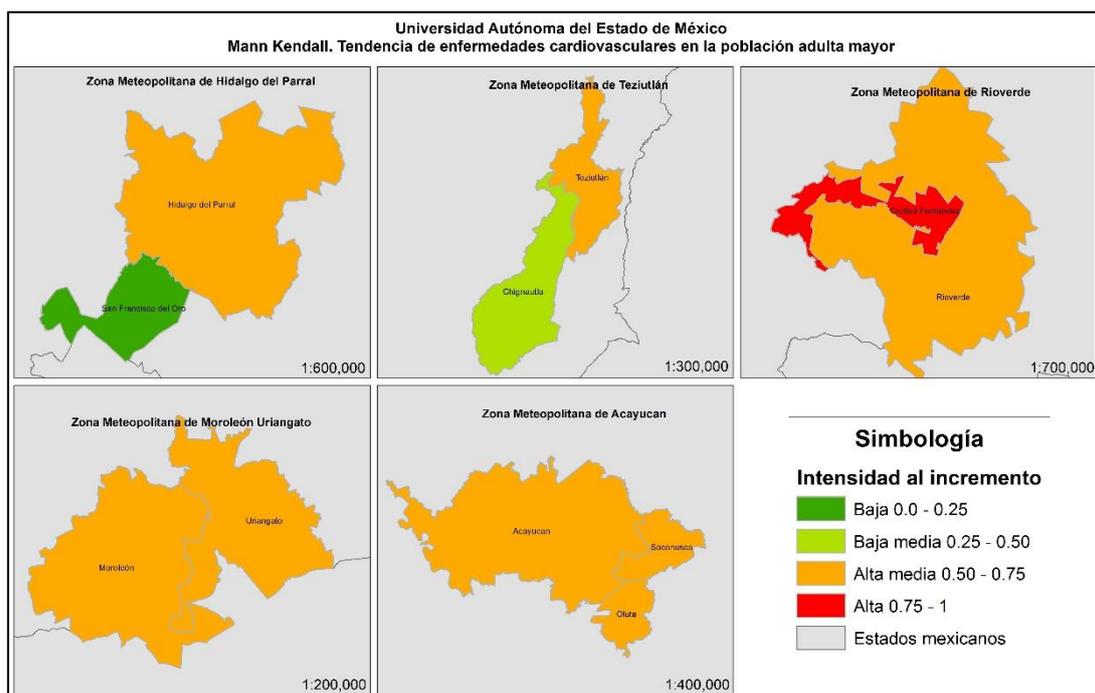
Municipios Estadísticos	Hidalgo del Parral	San Francisco del Oro	Moroleón	Uriangato	Chignautla	Teziutlán	Ciudad Fernández	Rioverde	Acayucan	Oluta	Soconusco
Tendencia monótona (Mann Kendall) Idrisi	0.74	0.20	0.66	0.69	0.38	0.54	0.77	0.74	0.68	0.66	0.59
Tau de Kendall	0.76	0.22	0.65	0.68	0.40	0.57	0.76	0.73	0.67	0.70	0.63
S	375	109	318	335	194	280	376	361	331	336	301
Var(S)	3797	3760.3	3794.6	3797.6	3786.6	3794	3800.6	3799.6	3791	3773.3	3763.6
valor-p	< 0.0001	0.07820325	< 0.0001	< 0.0001	0.00171047	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
alfa	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Hipótesis aceptada:	Ha	H0	Ha	Ha	Ha	ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha

Fuente: Elaboración propia, con base en DGIS de la SSA, 2015. Utilizando en software *xlstat* e *idrisi*.

En el software *idrisi*®, en el módulo de tendencia de la tierra se realizó el modelado de la tendencia monótona de Mann Kendall. El Tau de Kendall que se muestra en el cuadro anterior muestra también el resultado que se obtuvo en *idrisi*, en color amarillo, estos valores tienen gran semejanza, esto se puede observar de manera gráfica en la figura 2.

Ciertamente todos los municipios poseen una tendencia al alza, sin embargo, el ritmo es diferente, lo que da como resultado que el municipio de San Francisco del Oro, tengan un valor muy bajo, cerca del 0.2, y que esto se vea reflejado en la aceptación de la hipótesis nula que menciona que no existe una tendencia consistente en la serie.

Figura 2. Zonas metropolitanas con menos de 150,000 habitantes. Análisis de la tendencia monótona de enfermedades cardiovasculares en la población adulta mayor. De 1985 a 2017



Fuente: Elaboración propia, con base en DGIS de la SSA, 2015 e *Idrisi*.

CONCLUSIONES

Las enfermedades cardiovasculares que se analizaron en el grupo de población adulta mayor, en el periodo de 1985 a 2017 muestran una tendencia en aumento en todos los municipios, esto es preocupante, puesto que son municipios con relativamente poca población, es decir, son las Zonas Metropolitanas más pequeñas (en tamaño de población).

Esto debe ser un aspecto para tomar en cuenta, para fortalecer la promoción de políticas en salud pública, fortalecer la atención primaria y monitorear e informar sobre este tipo de enfermedades a las autoridades competentes.

La prevención es muy importante, esto implica cambios en el estilo de vida, en la actividad física, así como en la dieta de toda la población, con énfasis en la más envejecida.

BIBLIOGRAFÍA

- García Ballesteros, A., & Jiménez Blasco, B. (2016). Envejecimiento y urbanización: implicaciones de dos procesos coincidentes. *Investigaciones Geográficas*, 0(89), 58. doi:<http://dx.doi.org/10.14350/rig.47362>
- OPS/OMS, 2018. "Fundamental respuesta a enfermedades no transmisibles para el cumplimiento de la Agenda 2030", disponible en [https://www.paho.org/mex/index.php?option=com_content&view=article&id=1349:fundamental-respuesta-a-enfermedades-no-transmisibles-para-el-cumplimiento-de-la-agenda-2030&Itemid=499]
- CNNMéxico, 2013 "Las enfermedades no transmisibles lideran las causas de muertes mundiales", disponible en: [<https://expansion.mx/salud/2013/09/03/las-enfermedades-no-transmisibles-lideran-las-causas-de-muertes-mundiales>]
- Organización Mundial de la Salud. (2018). Es hora de actuar: informe de la Comisión independiente de alto nivel de la OMS sobre enfermedades no transmisibles. Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/272712>. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO
- Addinsoft (2020). XLSTAT statistical and data analysis solution. New York, USA. <https://www.xlstat.com>
- Rosas-Peralta, Martín, & Attie, Fause. (2007). Enfermedad cardiovascular: Primera causa de muerte en adultos de México y el mundo. *Archivos de cardiología de México*, 77(2), 91-93. Recuperado en 16 de enero de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-99402007000200001&lng=es&tlng=pt.

Parte III. Sostenibilidad

Estrategia para la medición de la sostenibilidad de la región VII Lerma, Estado de México.

Francisco Javier Rosas Ferrusca¹

Viridiana Rodríguez Sánchez¹

Juan Roberto Calderón Maya¹

RESUMEN

Uno de los principales desafíos de las demarcaciones caracterizadas por constantes procesos de urbanización y metropolización, radica en el seguimiento y evaluación de los logros alcanzados en materia de desarrollo sostenible. La Región VII Lerma, que a su vez forma parte de la Zona Metropolitana de Tianguistenco, no es la excepción. Su localización estratégica, entre las metrópolis del Valle de México y del Valle de Toluca, la convierten en un territorio altamente dinámico y sujeto a importantes transformaciones físicas, socioeconómicas y ambientales. Por tal motivo, el presente trabajo expone una estrategia para la medición de la sostenibilidad en la Región VII Lerma, a través del diseño de una batería de indicadores sustentados en una metodología cualitativa con aportaciones cuantitativas, estructurada a partir de tres fases. La primera de ellas sintetiza los principales enfoques teóricos del concepto de región; además de describir los antecedentes del desarrollo regional en México y en el Estado de México. La segunda etapa comprende el análisis de información estadística de índole socioeconómica y territorial con el objetivo de mostrar el contexto actual de la región, a través de datos oficiales del INEGI e IGCEM, así como del Programa Regional VII Lerma 2017-2023.

La tercera y última fase, se concreta a la revisión de estudios afines orientados al diseño de indicadores para la medición de la sostenibilidad, que permitan realizar el seguimiento y evaluación de la Región VII Lerma en el marco de los ODS, cuya plataforma incluye un catálogo organizado en cinco dimensiones (sostenibilidad, movilidad y accesibilidad, gobernanza territorial, habitabilidad y desarrollo económico), propuesta que se sustenta en un análisis comparativo de instancias nacionales e internacionales y que ha sido alineada con los actuales

¹ Facultad de Planeación Urbana y Regional, UAEMéx. Correos electrónicos: ferrusca2001@yahoo.com.mx; viris_rodsan@live.com.mx; jrcalderonm@uaemex.mx

instrumentos de planeación de la entidad mexiquense, con especial énfasis en las metas establecidas en el ODS 11 referido a las Ciudades y Comunidades Sostenibles.

PALABRAS CLAVE: Indicadores de Sostenibilidad, Región VII Lerma; Gobernanza Metropolitana, ODS 11.

ABSTRACT

One of the main challenges of the demarcations characterized by constant urbanization and metropolization processes, lies in the monitoring and evaluation of the achievements achieved in the field of sustainable development. Region VII Lerma, which in turn is part of the Tianguistenco Metropolitan Area, is no exception. Its strategic location, between the metropolises of the Valley of Mexico and the Toluca Valley, make it a highly dynamic territory and subject to important physical, socioeconomic and environmental transformations. For this reason, this paper sets out a strategy for measuring sustainability in region VII Lerma, through the design of a battery of indicators based on a qualitative methodology with quantitative inputs, structured from three phases. The first summarizes the main theoretical approaches to the concept of region; in addition to describing the background of regional development in Mexico and the State of Mexico. The second stage includes the analysis of statistical information of a socio-economic and territorial nature with the aim of showing the current context of the region, through official data from INEGI and IGECM, as well as the Regional Program VII Lerma 2017-2023.

The third and final phase is the revision of related studies aimed at the design of indicators for the measurement of sustainability, which allow the monitoring and evaluation of Region VII Lerma under the SDGs, whose platform includes a catalogue organized in five dimensions (sustainability, mobility and accessibility, territorial governance, habitability and economic development), a proposal that is based on a comparative analysis of national and international bodies and which has been aligned with the current planning tools of the Mexiquense entity, with particular emphasis on the targets set out in SDS 11 concerning Sustainable Cities and Communities.

KEYWORDS: Sustainability Indicators, Region VII Lerma; Metropolitan Governance, ODS 11.

INTRODUCCIÓN

En México, la planeación regional data de 1936 con la promulgación de la Ley de Planificación y Zonificación del Distrito Federal, que básicamente pretendía planear el crecimiento de la ciudad capital. Posteriormente, en 1953, con el propósito de construir caminos, presas hidroeléctricas, distritos de riego y obras de asistencia social, se implementó el esquema de desarrollo por cuencas hidrológicas (García, 2008).

Es a partir de 1970 cuando comienzan a acentuarse las desigualdades regionales, evidenciando la falta de continuidad en las estrategias implementadas en materia regional. Durante el sexenio 2000-2006, el Plan Nacional de Desarrollo contempló entre sus objetivos rectores: *“promover el desarrollo económico equilibrado”* citar documento (CESOP, 2016); estableciendo así las bases programáticas para la formulación de planes de carácter netamente regional acompañados de megaproyectos de alto impacto territorial. Con base en estos lineamientos, en el Estado de México la regionalización propuesta en el Plan Estatal de Desarrollo Urbano del 2008, fue concebida como una estrategia territorial que pretendía conducir el crecimiento urbano hacia los principales centros de población, donde se contaba con una oferta adecuada de infraestructura y servicios.

En épocas recientes, la dinámica metropolitana en la que se desenvuelve el Estado de México refleja la necesidad de contar con un esquema de regionalización funcional e integral que articule adecuadamente los procesos urbano-territoriales con los instrumentos de planeación existentes. Muestra de esto lo constituye la Región VII Lerma, conformada por los municipios de Atizapán, Capulhuac, Lerma, Ocoyoacac, Texcalyacac, Tianguistenco y Xalatlaco. Esta región, obedece al tipo funcional e integra a cinco de los seis municipios que conforman la Zona Metropolitana de Santiago Tianguistenco.

La región concentra una población de 411,069 habitantes registrados al año 2017, destacan Lerma y Tianguistenco que aglutinan al 40.5 y al 19.7% de la

población regional, respectivamente. Asimismo, se caracteriza por la existencia del corredor industrial Toluca-Lerma, aunado a la importancia en este mismo sector de los municipios de Ocoyoacac, Tianguistenco y Capulhuac. El resto de los municipios mantiene relaciones funcionales con Toluca, Metepec y la Ciudad de México (Programa Regional VII Lerma 2017-2023).

Para abordar el desarrollo regional mexiquense, la administración estatal 2017-2023 persigue un enfoque integral, asumiendo el compromiso de la ejecución de la Agenda 2030 a través de la implementación de los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS). Si bien se pretende vincular la estrategia gubernamental con las metas de la Agenda 2030, en el presente documento se enfatiza la importancia de la fase de seguimiento y evaluación de las acciones propuestas por el Gobierno del Estado de México; por tanto, el objetivo de la investigación consiste en desarrollar una estrategia que permita medir el grado de cumplimiento de las metas del ODS 11 referente a Ciudades y Comunidades Sostenibles, como parte de los retos y desafíos enmarcados por la gobernanza territorial, que en el esquema de las sociedades modernas, exige liderazgo institucional, de tal forma que sea posible impulsar novedosas colaboraciones entre el gobierno, la ciudadanía, los sectores productivos, la iniciativa privada y la academia, asumiendo que las alianzas permitirán trabajar conjuntamente en el futuro estratégico de la región.

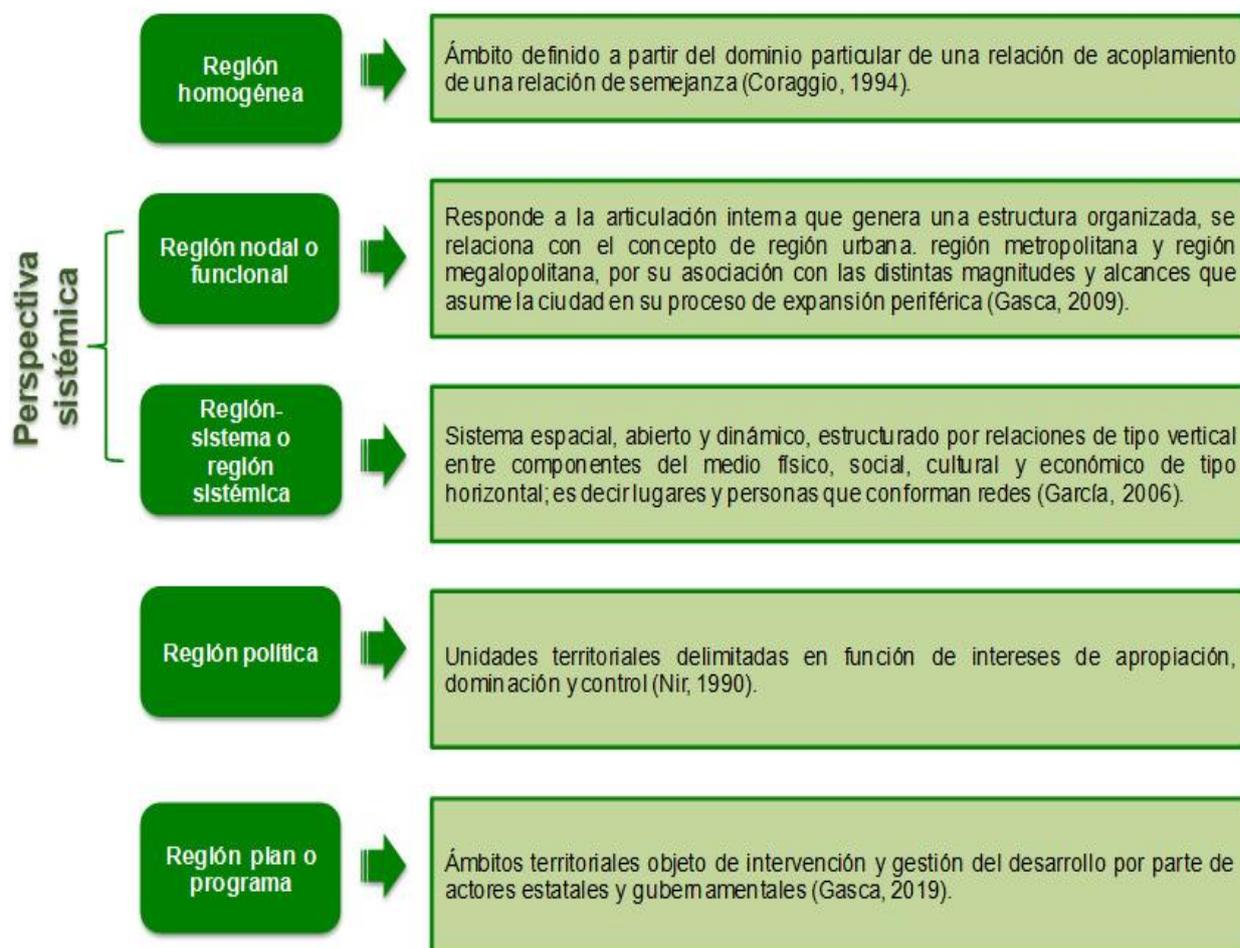
Para tal efecto, el documento se integra por cuatro apartados. El primero, sintetiza las perspectivas teóricas del concepto de región; en el segundo apartado se describen los principales antecedentes del desarrollo regional en México y los ejercicios efectuados en el Estado de México; el tercero muestra las características de la actual Región VII Lerma en términos socioeconómicos y territoriales. En el cuarto apartado se presenta la estrategia para realizar la medición de la sostenibilidad de la Región VII Lerma, Estado de México, a través de una propuesta de indicadores para el seguimiento de las metas vinculadas a la aplicación del ODS 11. Con estos elementos, se desarrollan las conclusiones y los desafíos que esta demarcación territorial deberá enfrentar para una gobernanza metropolitana integrada en el 2030.

PERSPECTIVAS TEÓRICO CONCEPTUALES DE LA REGIONALIZACIÓN

La revisión bibliográfica efectuada, permite destacar que el concepto de región tiene su origen en el vocablo latino *Regio* aplicada a las líneas rectas trazadas en el cielo por los augures para delimitar sus partes; por ello su aplicación territorial se concreta en la delimitación de límites y fronteras.

Como una noción de orden espacial, la región adquiere relevancia en el pensamiento europeo del Siglo XVIII, refiriéndose a circunscripciones territoriales de diversa naturaleza, contribuyendo a la definición de los fundamentos territoriales e identitarios presentes en el proceso de formación de los estados nacionales modernos (Gasca, 2009). De acuerdo con Cuervo (2003), el concepto de región se puede analizar desde una multiplicidad de contenidos considerando diferentes valores asignados y diversas escalas espaciales que van desde lo local hasta lo internacional. Por ello, la naturaleza de la región presenta un carácter polisémico, polivalente y multiescalar. En esta lógica, es posible abordar el enfoque teórico de la región desde cinco tipos principales que se aprecian en el esquema 1.

Esquema 1. Tipos y conceptos de región



Fuente: Elaboración propia.

El esquema 1, muestra los cinco principales tipos de región de acuerdo a diversos autores, cada enfoque presenta como rasgo común las relaciones sociales, económicas, culturales e históricas existentes entre diversos actores teniendo como escenario el territorio. En este sentido, Rofman (1974) independientemente de la tipología en la que se clasifique la región, plantea que para su abordaje, debe considerarse un enfoque integral donde converjan los cinco tipos definidos.

En congruencia con los alcances del presente trabajo, es conveniente abordar el concepto de regionalización, mismo que de acuerdo con Gasca (2009) se refiere a una “*noción relativa*”, definida en función del objeto de conocimiento, intervención, acción social; o bien concebida como el resultado de una serie de procesos. Es así, como la regionalización representa un proceso capaz de recrear estrategias de gobernabilidad, gestión del desarrollo y acciones de

planeación; convirtiendo a la región en una subdivisión operativa entre el país y las entidades federativas; o bien entre los municipios integrantes del estado.

MÉXICO A TRAVÉS DE SU REGIONALIZACIÓN

Las investigaciones de García (2008), señalan que la planeación regional en México se remonta a 1936 con la publicación de la Ley de Planificación y Zonificación del Distrito Federal, con el objetivo de planear el crecimiento de la capital del país. Adicionalmente, emulando la experiencia de Estados Unidos en el Río Tenesse, se implementó el esquema de desarrollo por cuencas hidrológicas, conformando cuatro comisiones: Papaloapan, Tepalcatepec, Río Fuerte y Grijalva; donde se construyeron caminos, presas hidroeléctricas, distritos de riego y obras de asistencia social.

Para 1953, con el objetivo de reducir las desigualdades regionales generadas por el crecimiento de la industria en la capital del país, se creó el Programa Fideicomiso de Parques y Ciudades Industriales (Fidein), con la finalidad de aumentar el desarrollo económico industrial en otras ciudades de México; detonando la construcción de Ciudad Sahagún la primera localidad planeada para el establecimiento de industria (Garza, 1983). A partir de la década de 1970 comienzan a evidenciarse las disparidades regionales, de acuerdo con Moreno (2008), en un análisis realizado a la composición del Producto Interno Bruto Estatal, para el periodo 1970-2006 se aprecian importantes diferencias entre las regiones:

“Destaca el comportamiento de la Macrorregión Capital que comprende el Distrito Federal y el Estado de México con una participación mayor durante todo el periodo, 45% en 1970 y 30% en 2006. Le sigue en importancia la región central y la región norte con 27% de aportación, por último, destaca la Macrorregión Sur-Sureste con apenas 14% de participación en el total nacional y con una tendencia decreciente” (Moreno, 2008 p. 11).

Estas cifras dan cuenta de un desarrollo regional en México caracterizado por una carencia política territorial catalizadora del bienestar común; aunado a una falta de seguimiento y evaluación de las estrategias implementadas por la administración en turno. En este sentido, de acuerdo con Moreno (2008) en el periodo 2000-2006 se propone una regionalización basada en el impulso de la vocación económica, a través del fomento a la competitividad, la dotación de

infraestructura y la canalización de inversión pública y privada hacia proyectos estratégicos; por lo que es considerado el sexenio de mayor auge en materia de desarrollo regional.

Si bien la regionalización propuesta en este sexenio se distinguió por la ausencia de sustento teórico-metodológico, ya que no contribuía a la constitución de una mejor integración regional; es preciso destacar que de acuerdo con el estudio *Diagnóstico y propuesta para el desarrollo regional en México* (CESOP, 2016), sí se definieron las bases programáticas para la formulación de planes de carácter netamente regional, donde se incorporaría el diagnóstico de la situación actual, prospectiva y la fase propositiva.

En esta lógica para el sexenio 2012-2018 de acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU, 2015) se aborda un marco regional funcional permitiendo la definición de objetivos, estrategias y líneas de acción que promueven la competitividad de las actividades productivas a partir del reconocimiento de aptitudes y potencialidades, desde un enfoque de transversalidad y coordinación intersectorial e intergubernamental, con una visión integral del territorio².

PRINCIPALES EJERCICIOS DE REGIONALIZACIÓN EN EL ESTADO DE MÉXICO

Los principales antecedentes de la distribución regional en el Estado de México datan del periodo de 1824 a 1950 con el aumento poblacional en los municipios de lo que hoy se conoce como la Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán- Texcoco. Para 1960 alojaba al 42% de la población total de la entidad, y en el 2010 concentró al 73% de los mexiquenses, lo que implica un aumento poblacional multiplicado por 11 (Lizcano, 2017).

En las dos últimas décadas, de acuerdo con el Plan Estatal de Desarrollo Urbano (GEM, 2008 y 2019), se definieron seis Sistemas Urbanos Regionales conformados por sus características físicas y homogeneidad:

² La metodología de regiones funcionales considera cinco niveles de unidades de análisis: 1) Sistemas Urbano Rurales, 2) Subsistemas Urbano Rurales, 3) Centros Articuladores del Sistema, 4) Centros Integradores de Servicios Básicos Urbanos y 5) Centros Integradores de Servicios Básicos Rurales (SEDATU, 2015).

1. Sistema Urbano Regional del Valle Cuautitlán-Texcoco: conformado por 59 municipios;
2. Sistema Urbano Regional del Valle de Toluca integrado por 22 municipios;
3. Sistema Urbano Regional Atlacomulco conformado por 16 municipios;
4. Sistema Urbano Regional Valle de Bravo donde se integran 9 municipios;
5. Sistema Urbano Regional Tejupilco integrado por 6 municipios; y
6. Sistema Urbano Regional Ixtapan de la Sal donde se aglomeran 13 municipios.

Las estrategias de los Sistemas Urbano Regionales 1 y 2, giró en torno a la importancia de inducir el crecimiento urbano hacia zonas con potencial para el desarrollo de actividades económicas y comerciales, el mejoramiento de la imagen urbana y el fortalecimiento de los ejes viales estructuradores. Situación que permitió la consolidación de la jerarquía territorial en estos dos sistemas.

Por su parte, los Sistemas 3 y 5 muestran una vocación orientada al desarrollo agroindustrial, agropecuario y forestal, planteando como estrategia la modernización de la infraestructura vial y la concentración de servicios básicos en las cabeceras municipales y en los centros de población con mayor accesibilidad. Mientras que en los Sistemas 4 y 6 se planteó articular las actividades turísticas para promover el encadenamiento productivo de los municipios de esas regiones incidiendo en el mejoramiento de la infraestructura y el equipamiento urbano; además del impulso a las conurbaciones situadas en estas zonas.

Posteriormente en el periodo 2011-2016, se realizó una nueva regionalización basada en la vocación productiva local, contemplando los cambios sociales, culturales, económicos y demográficos de los municipios integrantes; conformándose un total de 20 regiones administrativas (COPLADEM, 2015). Sin embargo, el 7 de noviembre de 2018 se aprobó un nuevo Dictamen de División Regional (GEM, 2018), a través del cual se modifica la anterior regionalización mexiquense, quedando constituida por 20 regiones cuyos municipios integrantes se reagruparon conforme a cinco principios básicos, plasmados en el Plan Estatal de Desarrollo Urbano aprobado y publicado el 23 de diciembre de 2019.

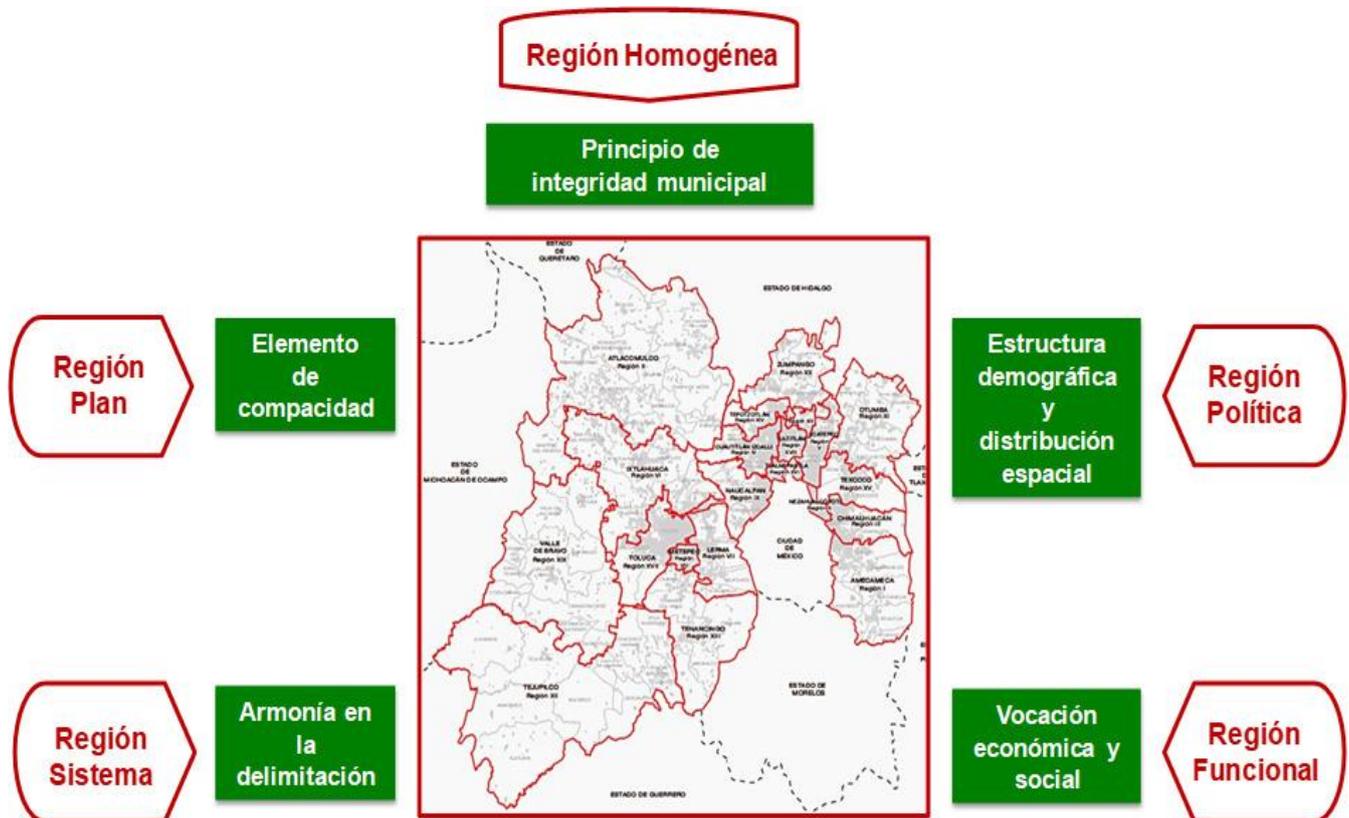
Es así que el primer principio atiende elementos de integridad municipal, es decir, continuidad geográfica, orográfica e hidrológica. El segundo, contempla la estructura demográfica y la distribución espacial de la población, las regiones fueron divididas de forma equitativa, con el objetivo de ejercer la política gubernamental en el territorio de manera efectiva, privilegiando la cobertura y el desarrollo sostenible de las comunidades, es decir, se busca encontrar el equilibrio poblacional entre las diversas regiones.

El tercer principio corresponde a elementos de compacidad, con el cual se delimita regiones geoméricamente a partir de condiciones de accesibilidad e igualdad en el desarrollo de las comunidades, de los municipios y de la propia región. El cuarto criterio obedece a la vocación económica y social de cada región, donde el sector económico y la distribución de las actividades productivas forman agrupamientos especializados en el sector agropecuario, en actividades comerciales y de servicios, o bien, forman parte de importantes concentraciones industriales.

Finalmente, el quinto principio persigue la armonía en la delimitación de las regiones, donde la conjunción de elementos poblacionales, de la vida en sociedad, del desarrollo económico, de la proximidad geográfica, de la integridad de los pueblos, del desarrollo sustentable y de la visión de futuro, constituyen elementos probados para la ejecución de programas y proyectos.

Cada uno de los principios que estructuran esta regionalización obedece a un tipo concreto de región, como se aprecia en el esquema 2.

Esquema 2. Regionalización del Estado de México 2017-2023: principios y tipos



Fuente: Elaboración propia.

Para abordar el desarrollo regional con un enfoque integral, la administración pública estatal 2017-2023, asumió el compromiso internacional para la puesta en práctica de la Agenda 2030, misma que se materializa a través de la implementación de los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), la metodología tanto del Plan de Desarrollo Estatal como de los Planes de Desarrollo Regional se orientan al cumplimiento de los ODS. Esta metodología incluye la vinculación de la estrategia gubernamental con las metas de la Agenda 2030.

CARACTERÍSTICAS DE LA REGIÓN VII LERMA

Con la intención de diseñar la estrategia para la medición de la sostenibilidad, se considera a la Región VII Lerma, como referente de estudio; demarcación conformada por los municipios de Atizapán, Capulhuac, Lerma, Ocoyoacac, Texcalyacac, Tianguistenco y Xalatlaco. Esta región obedece al tipo funcional, integra a cinco de los seis municipios que conforman la Zona Metropolitana de Santiago Tianguistenco. La superficie regional total asciende a 666.78 km² y cuenta con una densidad de población de 616.50 habitantes por km², ubicándose por debajo del indicador estatal, que para 2015 fue de 771 habitantes por km². Lerma y Ocoyoacac son los municipios con mayor superficie, conjuntamente representan el 55.3% de la región, cifra que refleja condiciones diversas y retos derivados de la urbanización constante que ha experimentado la región.

El Programa Regional VII Lerma 2017-2023, precisa que esta demarcación contaba en el año 2000 con 268,053 habitantes, cifra que representaba el 2.0% de la población estatal, y que se incrementó en el año 2015 a 372,179 personas, equivalente al 2.2% del total de la entidad mexiquense. Las últimas cifras reportan que en 2017 la región presentó un incremento al concentrar 411,069 habitantes. Por su parte, la entidad en su conjunto también muestra un ascenso en términos del volumen de población, en 2015 contaba con un total de 16'187,608 habitantes, que para 2017 aumentaron a 17'363,382 de mexiquenses, lo que representa un aumento de más de un millón de personas en tan solo dos años.

Lerma y Tianguistenco destacan como los municipios de mayor concentración de población, el primero contiene al 40.5% y el segundo al 19.7% del total de la regional, lo cual significa que en tan sólo dos de los siete municipios de la región, se concentra el 60.2% del total de la población. Por su parte, Xalatlaco y Lerma sobresalen por poseer las tasas de crecimiento más altas de la región en el periodo 2015-2017, con 6.48 y 5.68, respectivamente, situación que refleja acelerados procesos de urbanización durante los últimos tres años.

Tabla 1. Indicadores Demográficos de la Región VII Lerma, 2015-2017

Municipio / Región / Entidad	2015	2017	TC 2015- 2017	Superficie km ²	Densidad de Población (hab/km ²)	Proyección de Población	
						2025	2030
Atizapán	11,875	12,074	0.73	8.46	1,427.19	13,547	14,414
Capulhuac	35,495	39,232	4.45	21.50	1,824.74	43,608	46,085
Lerma	146,654	166,499	5.68	230.87	721.18	186,471	197,032
Ocoyoacac	66,190	72,163	3.83	138.26	521.94	79,859	84,011
Texcalyacac	5,246	5,918	5.39	25.43	232.72	6,568	6,929
Tianguistenco	77,147	81,024	2.16	131.83	614.61	90,234	95,521
Xalatlaco	29,572	34,159	6.48	110.43	309.33	38,890	41,420
Región VII Lerma	372,179	411,069	4.42	666.78	616.50	459,177	485,412
Estado de México	16,187,608	17,363,382	3.10	22,499.95	772.12	19,178,920	20,167,419

Fuente: IGCEM con información de Censo General de Población y Vivienda, 2000; Censo de Población y Vivienda, 2010 y Encuesta Intercensal, 2015. Estadística Básica Municipal, 2018. CONAPO, Proyecciones de la población de los municipios de México, 2010-2030.

Las estimaciones oficiales de la CONAPO (2010-2030), indican que la región alcanzará en el 2025 una población de 459,177 habitantes y para el 2030 contará con 485,412 personas, lo cual significa que la región aportará para dichos años el 2.94 y 2.97%, respectivamente de la población total estatal. Este comportamiento será congruente con las tendencias demográficas del contexto mundial, nacional y estatal, que tenderá a acentuar su concentración en zonas urbanas, impactando en la consolidación de territorios en constante expansión urbana, panorama que una vez más ratifica el predominio del fenómeno metropolitano en el desarrollo de las ciudades en el Estado de México, en donde el 95% de la población que habita en zonas urbanas pertenece a alguna de las tres zonas metropolitanas de la entidad: Valle Cuautitlán-Texcoco (que pertenece a la Zona Metropolitana del Valle de México), Valle de Toluca y Santiago Tianguistenco.

Ante la evolución demográfica de las metrópolis mexiquenses, resulta evidente que la Región VII Lerma jugará un papel determinante en los próximos años, sobre todo si consideramos que en gran parte es producto del área de conurbación física y funcional de la Zona Metropolitana de Toluca y la Ciudad de México, que en la óptica de los estudiosos apunta a la consolidación de un sistema de ciudades de carácter megalopolitano favorecido por los grandes ejes articuladores entre centros urbanos de mayor jerarquía, entre los que destacan

el Corredor Toluca-Lerma-Ciudad de México que comunica a los municipios de Lerma y Ocoyoacac a través de la carretera Federal Toluca-México, en la que también convergen Capulhuac, Santiago Tianguistenco y Atizapán.

No obstante, es preciso indicar las notables diferencias que esta región presenta en cuanto a su población urbana, mixta y rural, cuyo patrón en el territorio ha tendido tradicionalmente a la dispersión de los asentamientos humanos, prueba de ello es que de acuerdo con la información oficial del IGCEM, hasta el año 2015 el 100% de la población urbana se concentraba en cuatro municipios Ocoyoacac (30.1%); Lerma (27.2%); Capulhuac (23.8%); y Xalatlaco (18.2%). Destacan Lerma y Tianguistenco por presentar los más altos porcentajes de población mixta (41.9 y 29.7%, respectivamente) y rural (45.5 y 24.0%, respectivamente) de la región.

Como producto de estas condiciones, la Región VII Lerma se distingue por importantes centros comerciales y zonas habitacionales tanto de interés social como de inversión privada, localizadas en áreas agrícolas y/o forestales que se traducen en un acelerado cambio en los usos del suelo, en una alta demanda de servicios y equipamiento urbano, lo que también ha ocasionado un impacto negativo al medio ambiente debido al desmesurado crecimiento urbano.

Referente a los servicios públicos, la información del IGCEM (2015) precisa que en la Región VII Lerma el 97.6% de las viviendas disponen con agua potable, el 97.0% cuenta con drenaje y el 97.0% con energía eléctrica, por lo que es posible apreciar una cobertura satisfactoria; no obstante, existen importantes retos medioambientales para la región que exigen transitar hacia la implementación de nuevos esquemas sostenibles y sustentables, considerando sus principales tendencias de crecimiento para los próximos años.

Tabla 2. Servicios Públicos en la Vivienda, Región VII Lerma, 2015

Municipio / Región / Entidad	Disponen de Agua		Disponen de Drenaje		Disponen de Energía Eléctrica	
	Viviendas	Ocupantes	Viviendas	Ocupantes	Viviendas	Ocupantes
Atizapán	2,628	11,840	2,624	11,820	2,628	11,839
Capulhuac	7,931	34,715	7,891	34,541	6,075	35,346
Lerma	33,875	144,531	33,314	142,137	34,205	145,937
Ocoyoacac	14,255	63,525	14,582	64,897	14,757	65,764
Texcalyacac	1,304	5,237	1,288	5,172	1,297	5,210
Tianguistenco	16,657	75,632	16,241	73,744	16,859	76,551
Xalatlaco	6,422	39,566	6,575	28,507	6,726	29,163
Región VII Lerma	83,072	375,046	82,515	360,818	82,547	369,810
Estado de México	3,996,059	15,485,065	3,991,057	15,465,640	4,141,529	16,084,007

Fuente: IGECEM, Estadística Básica, 2017 y Encuesta Intercensal, 2015.

Hoy en día una condición fundamental de las ciudades modernas, radica en una eficiente movilidad urbana, por lo que es preciso indicar que la Región VII Lerma requiere consolidar sus sistemas de transporte en sus diversas modalidades, a través de un modelo sustentable que privilegie las necesidades de sus habitantes a partir del origen y destino de los desplazamientos por motivos laborales, educativos, de salud y recreación, además de garantizar un adecuado traslado de bienes y servicios con estándares de calidad, seguridad y eficiencia en el uso de medios y modos de transporte no contaminantes y sostenibles.

La Encuesta Intercensal (2015) del INEGI, destaca que en la Región VII Lerma, el 35.7% de la población ocupada se traslada a un municipio diferente al que vive para trabajar, cifra cercana al promedio del Estado de México que se ubica en 40.0%. Por su parte, en el año 2016, el padrón de transporte para servicio público en el Estado de México sumó 209,916 unidades, de las cuales 7,266 (3.4%) operan en los municipios que conforman la Región VII Lerma. Del total de estas unidades, 6,930 son taxis, 61 para transporte de pasajeros, 33 colectivos de ruta y 242 se dividen entre unidades de carga, transporte escolar, servicios mixtos y turismo, etc. Los municipios con mayor número de unidades son Lerma con 2,971, Tianguistenco y Ocoyoacac con 1,347 cada uno, que suman el 78% de unidades de la Región VII Lerma.

La Región VII Lerma cuenta con una importante actividad industrial, derivado de su cercanía con la Ciudad de México. La información oficial de 2017, identifica 301 empresas alojadas en este corredor, registrando un PIB al mismo año de 36

mil 581.27 millones de pesos, destacan los municipios de Lerma y Ocoyoacac por su participación mayoritaria (Programa Regional VII Lerma, 2017-2023). Cabe destacar que, si bien se pensaba que la intensa actividad industrial era el factor determinante en la contaminación del río Lerma, un estudio elaborado por la SEMARNAT en el 2016 determinó que sólo el 15% de la contaminación de los cuerpos de agua deriva de la actividad industrial (Comisión de la Cuenca del Río Lerma, 2017).

Ambientalmente, la Región VII Lerma se distingue por su gran riqueza biológica, cuenta con 163,726.41 hectáreas de superficie forestal, donde se ubican un Parque Nacional y cuatro Parques Estatales, cuyas características se detallan en tabla 3.

Tabla 3. Parques Nacionales y Estatales, Región VII Lerma, 2018

Nombre	Superficie Total (hectáreas)	Ubicación de la entidad
Parques Nacionales		
Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla La Marquesa	1,760.00	Huixquilucan, Lerma y Ocoyoacac
Parques Estatales		
Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala La Bufa, denominado Parque Otomí – Mexica del Estado de México	105,844.13	Capulhuac, Huixquilucan, Isidro Fabela, Xalatlaco, Jilotzingo, Jiquipilco, Lerma, Morelos, Naucalpan, Nicolás Romero, Ocoyoacac, Ocuilan, Oztolotepec, Tianguistenco, Temoaya, Villa del Carbón y Xonacatlán
Área de Protección de Flora y Fauna “Ciénegas de Lerma”	3,023.95	Almoloya del Río, Capulhuac, Lerma, Metepec, San Mateo Atenco, Texcalyacac y Tianguistenco.
Parque Estatal denominado “Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río Mayorazgo-Temoaya”	25,220.33	Lerma, Xonacatlán, Oztolotepec, Temoaya, Jilotzingo, Nicolás Romero e Isidro Fabela
Parque Natural de Recreación Popular denominado “Nahuatlaca – Matlazinca”	27,878.00	Joquicingo, Malinalco, Ocuilan, Tenango del Valle, Texcalyacac y Tianguistenco

Fuente: Programa Regional VII Lerma, 2017-2023.

En esta demarcación el uso de suelo predominante es el bosque de pino, oyamel y encino; con variaciones pino-encino, pino-oyamel dependiendo de la altura en la que se localice. En los últimos años los límites de las fronteras agrícolas, de pastizal y urbanas se han incrementado en detrimento del área forestal; con afectaciones directas al 8.1% de la zona arbórea de la región, situación que

refleja la necesidad de implementar acciones que detengan e intervengan la degradación de las tierras y la pérdida paulatina de biodiversidad.

Otra problemática que afecta a la Región VII Lerma, es la relacionada con la contaminación de los cuerpos de agua, puesto que son utilizados como sitios de descarga o depósito de aguas residuales. Las principales fuentes contaminantes son las actividades agrícolas y domésticas. De acuerdo con el Programa Regional VII Lerma 2017-2023, la capacidad para brindar tratamiento a las aguas residuales es de 11.90 m³/segundo a través de 230 plantas de tratamiento, de las cuales 55 se localizan en la cuenca del Río Lerma. Concretamente al 2012, la Región VII contaba con 12 plantas de tratamiento en operación, distribuidas en los municipios de Capulhuac, Lerma, Ocoyoacac, Tianguistenco y Texcalyacac.

En materia de residuos sólidos, tanto en la Región VII Lerma como en el resto del Estado de México, no se cuenta con un manejo integral de éstos, que después de ser recolectados son transportados a rellenos sanitarios o inclusive a tiraderos a cielo abierto, situación que incide en la contaminación de aire, suelo y mantos acuíferos sin mencionar lo perjudicial para la salud de la población. Con base en estadísticas del INEGI (2014), en la Región VII Lerma se recolectaban diariamente, en promedio 243,350 toneladas de residuos sólidos, destacando los municipios de Capulhuac (35,000 toneladas), Lerma (30,000 toneladas), Ocoyoacac (71,040 toneladas), Texcalyacac (50,000 toneladas) y Xalatlaco (47,120 toneladas); cifra que representa el 1.87% del total de la recolección a nivel estatal.

ESTRATEGIA PARA LA MEDICIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA REGIÓN VII LERMA, ESTADO DE MÉXICO

La estrategia radica en integrar una propuesta de indicadores que permitan medir el grado de cumplimiento de las metas establecidas en el ODS 11 referente a Ciudades y comunidades sostenibles, y que a la vez contribuyan a afinar la aplicación de la gobernanza territorial en esta demarcación, por lo que se realizó un análisis comparativo de dos instancias y/o dependencias que han desarrollado indicadores con fines similares.

La primera revisión se centra en el Informe Ejecutivo: Indicadores de Sustentabilidad Urbana, Aplicación en Seis Ciudades Chilenas, elaborado por el Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS) y publicado en junio de 2019. Comprende un total de 29 indicadores organizados en cinco categorías, a saber a). Medio Ambiente; b). Salud; c). Equidad; d). Accesibilidad, y e). Gobernanza.

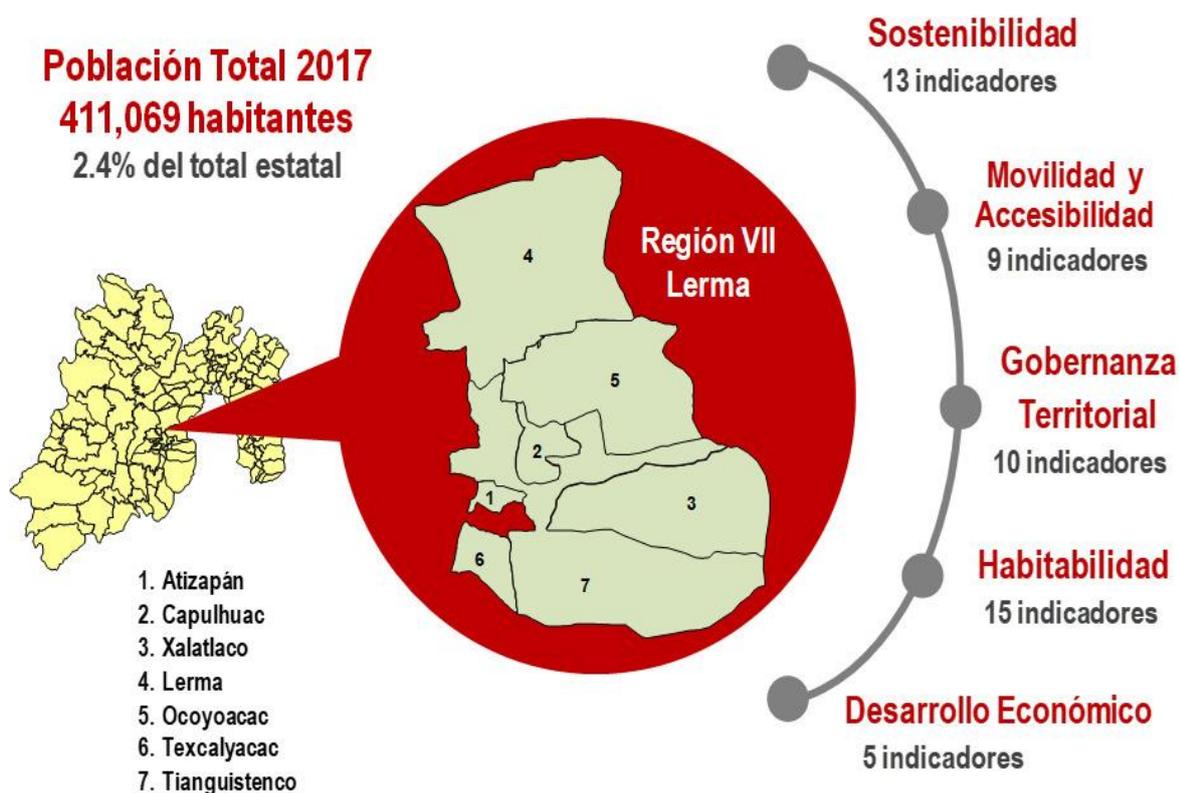
El segundo análisis tiene como referencia al Sistema de Indicadores para el Desarrollo del municipio de León, Guanajuato, diseñado por el Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN, 2017), a partir de los resultados de la Encuesta Intercensal (2015) del INEGI. Cabe destacar que, León se ubica dentro de los 10 municipios más poblados; en tan sólo cinco años pasó del sexto al cuarto sitio entre los municipios con mayor número de habitantes de todo el país, con 1'578,626 habitantes. Las características de este municipio reflejan similitud con los municipios que conforman la Región VII Lerma, la naturaleza de las diferentes actividades y problemas sociales, económicos, territoriales y ambientales que existen en ambas demarcaciones, hacen que el diseño de los indicadores contemple la disposición de la información, que tiende a estar dispersa en publicaciones, sistemas de información e instituciones de los tres ámbitos de gobierno.

La revisión efectuada identifica que el sistema de indicadores está estructurado por 10 líneas temáticas: a). Educación para la vida; b). Activación física; c). Participación social; d). Cultura y valores; e). Vivienda y asentamientos humanos; f). Buen gobierno y estado de derecho; g). Desarrollo sustentable; h). Rumbo económico; i). Salud, y j). Infraestructura para el desarrollo. En conjunto, plantea 76 indicadores.

A partir del análisis de estos dos referentes (uno nacional y otro internacional), se procedió a contrastar los indicadores establecidos en el Pilar Territorial y en los Ejes Transversales del Plan de Desarrollo del Estado de México (2017-2023), del Programa Sectorial Pilar Territorial (2017-2023) y del Programa Regional VII Lerma (2017-2023), a fin de identificar su ubicación en la estructura programática y las características de su estimación. Con base en las características que actualmente presenta la Región VII Lerma, y en alineación con 4 de las 7 metas

nacionales para alcanzar el ODS 11, publicadas en la *Estrategia Nacional para la Puesta en Marcha de la Agenda 2030*, se integró una propuesta específica que contempla un total de 52 indicadores agrupados en 5 dimensiones: a). Sostenibilidad; b). Movilidad y Accesibilidad; c). Gobernanza Territorial; d). Habitabilidad, y e). Desarrollo Económico.

Esquema 3. Dimensiones para la Sostenibilidad de la Región VII Lerma



Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar que, cada uno de los indicadores propuestos deberá estimarse de acuerdo con un proceso metodológico riguroso y a partir de la información oficial disponible del 2015, año que se considera como punto de partida para el análisis, seguimiento y evaluación de su comportamiento en cada municipio que integra la Región VII Lerma.

La instancia responsable de la tarea de solicitar, integrar, estimar, analizar y evaluar el comportamiento de los 52 indicadores propuestos es la Unidad de Información, Planeación, Programación y Evaluación (UIPPE), quien además podrá utilizar formatos estandarizados, alimentados por series del tiempo, con la finalidad de observar rápidamente los datos estadísticos de la evolución de los

principales sectores de la actividad de las cinco dimensiones planteadas, cuyo desglose se presenta a continuación.

Es importante señalar que, en alcance al objetivo de este trabajo únicamente se presenta la propuesta de indicadores; el análisis de las 5 dimensiones por municipio forma parte de una segunda etapa de la investigación, que se complementará con un diagnóstico de las facultades municipales y de liderazgo estratégico, factores clave para que los gobiernos locales integrantes de la Región VII Lerma, muestren sus capacidades en el diseño e implementación de proyectos para avanzar en el logro de las metas del ODS 11.

Tabla 4. Propuesta de Indicadores para la Sostenibilidad de la Región VII Lerma

DIMENSIÓN	INDICADOR	VARIABLES
Sostenibilidad (13 indicadores)	Calidad de agua potable	• Cumplimiento de norma
		• Cobertura del servicio
		• Continuidad del servicio
	Calidad de aguas servidas	• Cumplimiento de las normas
		• Tratamiento de aguas servidas (factor tecnológico)
		• Cobertura del servicio
	Tratamiento de aguas residuales	• Continuidad del servicio
		• Número de metros cúbicos por segundo de agua sujeto a tratamiento
	Calidad del aire	• Promedio anual de la concentración de MP2,5
		• Porcentaje de días con buena calidad del aire en la ZMVT y ZMVM
	Generación de residuos domiciliarios	• Cantidad de kilos per cápita
	Cobertura forestal	• Porcentaje de cobertura forestal regional y municipal
	Extracción hídrica	• Volumen de extracción de agua subterránea y superficial por municipio
	Agua tratada para riego	• Volumen de agua tra <i>Continua pág. 286</i> para disposición de riego <i>agencia por municipio</i>
Aguas residuales	• Volumen tratado de aguas residuales domésticas en las plantas de tratamiento por municipio	
Agua subterránea	• Consumo de agua subterránea por sector por municipio	
Residuos sólidos	• Toneladas de residuos sólidos generados anualmente por cada municipio	
Residuos sólidos per cápita	• Residuos sólidos generados por habitante al día en cada municipio	
Áreas verdes	• Superficie de área verde por habitante en cada municipio	
Movilidad y Accesibilidad (9 indicadores)	Acceso a áreas verdes	• Porcentaje de población que vive a 5 minutos de un área verde de al menos 5,000 m ² o 10 minutos de un área verde de más de 20,000 m ²
	Acceso a equipamientos deportivos	• Porcentaje de población que vive a 10 minutos caminando de un recinto deportivo

Continúa...

	Acceso a equipamientos culturales	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de población que tiene acceso a un equipamiento cultural
	Medios de transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de viajes realizados en distintos modos de transporte
	Tiempo de viaje	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de población que viaja más de una hora al día
	Vehículos registrados	<ul style="list-style-type: none"> • Vehículos de motor registrados por municipio
	Transporte público	<ul style="list-style-type: none"> • Unidades de transporte público por cada 10 mil habitantes por municipio
	Índice de accidentabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Número de accidentes por municipio
	Red de ciclovías	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie en km² de ciclovías por municipio
Gobernanza Territorial (10 indicadores)	Solicitudes de acceso a la información	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de solicitudes de información recibidas
	Respuesta a solicitudes de información	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de solicitudes de transparencia respondidas
	Dependencia federal	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje del presupuesto municipal que proviene de recursos federales
	Gobierno transparente	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de calidad de las leyes y prácticas de transparencia
	Transparencia y rendición de cuentas	<ul style="list-style-type: none"> • Total de auditorías realizadas a las administraciones públicas municipales
	Autonomía financiera	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje del presupuesto municipal que proviene de recursos propios
	Consultas ciudadanas	<ul style="list-style-type: none"> • Número de personas participantes en la consulta ciudadana de las zonas urbanas y rurales por municipio
	Comités de colonos	<ul style="list-style-type: none"> • Número de comités de colonos y delegaciones rurales por municipio que participaron en la consulta ciudadana
	Obras en zonas urbanas	<ul style="list-style-type: none"> • Número de propuestas de obra en zonas urbanas por municipio
	Obras en zonas rurales	<ul style="list-style-type: none"> • Número de propuestas de obra en zonas rurales por municipio
Habitabilidad (15 indicadores)	Cobertura del servicio de energía eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de viviendas con servicio de energía eléctrica
	Consumo eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de energía eléctrica mensual por hogar
	Consumo de agua potable	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de litros de consumo diario de agua potable a nivel residencial per cápita • Consumo promedio anual de agua potable por cuentas domésticas por municipio
	Cobertura del servicio de agua potable	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de viviendas con servicio de agua potable
	Cobertura del servicio de drenaje	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de viviendas con servicio de drenaje
	Generación de energía a partir de fuentes renovables	<ul style="list-style-type: none"> • Toneladas de gases de efecto invernadero que se dejan de emitir con la implementación de alumbrado público más eficiente
	Procesamiento de desechos urbanos	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de residuos sólidos dispuestos adecuadamente
	Uso eficiente de recursos y mitigación del cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> • Viviendas que disponen de panel solar para tener electricidad entre total de viviendas por cien
	Densidad demográfica	<ul style="list-style-type: none"> • Densidad de población por hectárea por municipio
	Crecimiento habitacional	<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento porcentual de viviendas particulares habitadas por municipio
	Financiamiento habitacional	<ul style="list-style-type: none"> • Créditos otorgados para vivienda por municipio
	Asentamientos irregulares	<ul style="list-style-type: none"> • Número de asentamientos irregulares por municipio

	Viviendas con piso de tierra	<ul style="list-style-type: none"> • Viviendas con piso de tierra por municipio
	Ocupantes por vivienda	<ul style="list-style-type: none"> • Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas por municipio
	Viviendas con agua entubada	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada por municipio
Desarrollo Económico (5 indicadores)	Ingreso per cápita	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión pública ejercida por municipio • Miles de pesos por habitante por municipio
	Tasa de desempleo	<ul style="list-style-type: none"> • Número de personas desocupadas por municipio • Población económicamente activa por municipio
	Índice de especialización económica	<ul style="list-style-type: none"> • Valor agregado censal bruto y/o rama económica <i>Continúa pág. 287</i> • Producción por sector económico y/o rama económica • Población ocupada por sector económico y/o rama económica
	Participación en el PIB regional	<ul style="list-style-type: none"> • Comportamiento porcentual por sectores económicos por municipio
	Comportamiento de la PEA ocupada	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de personal ocupado por actividad económica por municipio • Porcentaje de personal ocupado por unidades económicas por municipio

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES Y DESAFÍOS PARA EL 2030

De acuerdo con las proyecciones oficiales de la ONU, el escenario demográfico tenderá agudizarse para los próximos quince años, de tal forma que para el año 2030 el 60.8% de la población mundial vivirá en ciudades, concentrándose en países menos desarrollados, incluyendo América Latina, en donde se prevé que para 2025 el número de habitantes en las ciudades sea cuatro veces más grande que en los países desarrollados.³ Para la tercera década de este siglo aproximadamente 5 mil millones vivirán en áreas urbanas (60% de la población a nivel mundial), con rasgos diferenciados entre los países desarrollados que crecerán a tasas cercanas a 1.2%, mientras que los países en desarrollo lo harán a tasas del 2.4% (ONU, 2019).

Las últimas estimaciones realizadas por la ONU a través del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, publicadas el pasado 2 de abril de 2019, destacan un incremento notable para el año 2050, que se sitúa en 9.700 millones

³ En los próximos 20 años la población de los países de economías emergentes alcanzará los casi 4 mil millones, crecimiento que se concentrará en ciudades medianas y pequeñas, incrementando significativamente el número de aglomeraciones urbanas. El número de ciudades con más de 1 millón de habitantes pasará de 388 a 554, de las cuales más de tres cuartas partes estarán en países en desarrollo, mientras que las que superan los 10 millones de personas (mega-ciudades) pasarán de 17 a 21 en los primeros 15 años del siglo XXI.

de habitantes. Con esta información, presentada durante la 52ª Reunión de la Comisión de Población y Desarrollo en Nueva York (Estados Unidos), es posible apreciar que la población mundial, que actualmente se calcula en 7.700 millones, ascenderá hasta los 11.000 millones para fines del siglo XXI, con una población urbana que rebasará el 70% a nivel global.

En México, las tendencias del comportamiento de las ciudades y zonas metropolitanas, particularmente las del centro del país, se traducen en severas complicaciones para brindar a sus habitantes mínimos de bienestar. Por esta razón, la planeación y la gestión urbana tienen el reto de fortalecer las herramientas para su abordaje en términos de prevención, control y mitigación, sobre todo porque este tipo de demarcaciones territoriales son las que actualmente enfrentan condiciones de crisis y agotamiento de recursos que amenazan la sostenibilidad de los próximos años.

Particularmente, la Región VII Lerma, ubicada en las inmediaciones de la CDMX y el Estado de México, considerada como una posición geográfica estratégica, enfrentará en los próximos 10 años fuertes presiones derivadas del constante y acelerado crecimiento urbano y demográfico. Su nueva configuración, como un territorio en transición por su cercanía con las Zonas Metropolitanas de Toluca y de la Ciudad de México; además de integrar cinco de los seis municipios que conforman la Zona Metropolitana de Tianguistenco. En términos demográficos la Región VII, representa al 2015 el 2.2% de la población del Estado de México, destacando los municipios de Lerma y Tianguistenco que concentran el 60.2% del total regional.

Al formar parte del corredor Toluca-Lerma-Ciudad de México, la Región VII Lerma destaca por la ubicación estratégica de centros comerciales y zonas habitacionales que aseguran su posicionamiento en el sistema de ciudades megalopolitano; no obstante, en términos de movilidad urbana se requiere la diversificación de los sistemas de transporte a través de un modelo sustentable, que garantice la accesibilidad vial de la población en el continuo funcional. Debe considerarse que, la intensa dinámica socioeconómica en el contexto metropolitano en el que se encuentra inmersa la Región VII Lerma, ha impactado negativamente en el medio ambiente; si bien cuenta con una superficie forestal

de 163,726.41 hectáreas, en los últimos años los cambios de uso de suelo a favor de las actividades antrópicas han reducido la cobertura vegetal, por tanto es prioritario diseñar estrategias más allá de campañas de reforestación, que contribuyan a evitar la degradación de su riqueza biológica.

Adicionalmente, la Región VII presenta contaminación de agua derivada de su utilización como sitios de descarga, y tiraderos a cielo abierto, haciendo evidente la necesidad de que los ayuntamientos cuenten con mayor capacidad en sus plantas de tratamiento. Por otra parte, se requiere también implementar una gestión integral de residuos sólidos, contribuyendo tanto a disminuir los daños ambientales como en la generación de energía alternativa.

En esta lógica, la alineación del Programa Regional VII Lerma hacia las metas para el cumplimiento del ODS 11 requiere del diseño de proyectos estratégicos que satisfagan las necesidades de la población, pero que al mismo tiempo constituyan acciones de alto impacto con una visión a largo plazo trabajando con un enfoque intersectorial, interinstitucional y transversal que contribuya al mejoramiento de las dimensiones de sostenibilidad, movilidad y accesibilidad, gobernanza territorial, habitabilidad y desarrollo económico. No se debe perder de vista que los instrumentos de planeación, como guía del desarrollo local y regional, deben ser objeto de un eficaz proceso de seguimiento y evaluación, fases en las que las dimensiones e indicadores propuestos, se convierten en un referente fundamental a considerar por parte de las administraciones públicas municipales, responsables de informar, previo diseño de un ejercicio metodológico integral, los resultados alcanzados en materia de desarrollo sostenible.

Un acierto de la regionalización del Estado de México para el periodo 2017-2023, es el cambio de paradigma con respecto a ejercicios anteriores, puesto que la actual agrupación en 20 regiones se conforma desde una visión integral apeándose a una delimitación armoniosa donde la estructura demográfica, la distribución espacial, así como la vocación económica y social juegan un papel determinante en la dinámica urbana-metropolitana presente en la entidad. No obstante, es importante considerar la necesidad de trabajar los aspectos teórico-conceptuales y metodológicos para la integración de una región metropolitana;

que responda a la actual dinámica del sistema de ciudades imperante en el contexto estatal y nacional.

Si bien persisten desafíos en todas las dimensiones, que pondrán a prueba las capacidades políticas, administrativas, de gestión, de planeación y ordenamiento territorial de las autoridades durante los próximos años, destaca un aspecto de singular importancia que se sustenta en los resultados del *Informe de Desarrollo Humano Municipal 2010-2015, Transformando México desde lo local*, publicado en marzo de 2019 por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), referente al Índice de Capacidades Funcionales Municipales (ICFM), el cual refleja que, a pesar de que los municipios del Estado de México poseen el tercer promedio más alto nacional en comparación con el resto del país, persisten contrastes fundamentales que se traducen, de acuerdo con este indicador, en debilidades de los gobiernos locales para involucrar actores relevantes, para diagnosticar, formular políticas y estrategias, presupuestar, gestionar e implementar, y realizar ejercicios de evaluación.

En esta condición, se encuentran por lo menos dos de los siete municipios de la Región VII Lerma (Capulhuac y Lerma con índice bajo), uno con índice medio (Texcalyacac), tres más ostentan un ICFM alto (Tianguistenco, Ocoyoacac y Atizapán) y solo uno cuenta con un ICFM muy alto (Xalatlaco), lo cual evidencia capacidades desiguales para atender eficazmente los retos derivados de los ODS en general y en particular del número 11. Por tal motivo, la formación y actualización de los cuadros técnicos de los gobiernos locales constituye una prioridad ineludible para concretar una gobernanza integral que responda a los retos actuales y futuros de la región.

Adicionalmente a lo anterior, la composición política actual de la Región VII Lerma representa un factor clave en la definición de macro proyectos de alto impacto, Lerma y Texcalyacac están gobernados por el Partido Revolucionario Institucional (PRI), Atizapán, Ocoyoacac y Tianguistenco están a cargo del Movimiento Regeneración Nacional (Morena), Capulhuac es liderado por Nueva Alianza y Xalatlaco por el Partido Verde Ecologista de México, lo cual refleja la presencia de cuatro ideologías políticas diversas que ponen a prueba la posibilidad de concretar alianzas intermunicipales para trabajar conjuntamente,

y establecer acuerdos, vía la paradiplomacia⁴, para enfrentar adecuada y oportunamente los retos de la sostenibilidad y gobernanza metropolitana, además de que aparece como una herramienta clave para que los gobiernos locales fortalezcan sus capacidades y encuentren alternativas de financiamiento que los municipios suelen enfrentar debido, en parte, a su relativamente baja capacidad de recaudación fiscal o la necesidad de atender otras urgencias sociales; la paradiplomacia puede ayudar a conseguir recursos de la cooperación internacional para apoyar políticas y programas de alcance regional y metropolitano, vinculados con las metas de los ODS.

Por otra parte, el papel de la UIPPE de cada municipio resulta primordial, ya que son las instancias que jurídicamente poseen las atribuciones para concentrar y analizar la información a partir de la que se generan los indicadores planteados en cada una de las cuatro dimensiones. Del liderazgo que asuman dependerá el éxito o fracaso del seguimiento y evaluación de los indicadores de la sostenibilidad y gobernanza de la Región VII Lerma. No obstante, existe la posibilidad de afinar aún más los parámetros de medición, a través de su contrastación con una mesa de expertos del sector público, privado y social, autoridades locales y responsables de las dependencias oficiales, así como de especialistas en cada dimensión provenientes de las instituciones de educación superior y centros de investigación. Este ejercicio abrirá la posibilidad para efectuar la discusión analítica de cada una de las dimensiones propuestas para el monitoreo de las metas del ODS 11, de sus logros, avances, limitantes, obstáculos y desafíos.

Se esperaría que una adecuada gestión en esta materia, se traduzca en una plataforma digital del sistema de indicadores para la sostenibilidad regional, que ofrezca información para la toma de decisiones en tiempo real y contribuya a la transparencia vinculada con el uso de las nuevas tecnologías y a las tendencias

⁴ De acuerdo con Oddone (2018: 90), la paradiplomacia alude a la acción exterior planificada de los gobiernos no centrales mediante el establecimiento de contactos internacionales temporales o permanentes con sus homólogos u otras instituciones públicas o privadas de extranjeras. Diferentes opiniones y voces críticas se han escuchado acerca de este término. Por ello, siguiendo a Ivo Duchacek, es conveniente regresar a la interpretación originaria de paradiplomacia como las “entradas directas e indirectas de los gobiernos no-centrales al campo de las relaciones internacionales”, poniendo énfasis en la palabra “para-“ ya que entendía que esta capacidad de los gobiernos locales era “paralela”, es decir, “subsidiaria o accesorio” respecto de los gobiernos centrales.

del gobierno abierto, cuya interacción entre el sector público y la ciudadanía, favorecería la eliminación de las barreras de la colaboración vertical por una más horizontal, que en suma, mejore la calidad de respuesta de las instituciones, la provisión de servicios y la ejecución de las políticas, estrategias, programas y proyectos orientados a la sostenibilidad del territorio.

REFERENCIAS CONSULTADAS

- Coraggio, José Luis. 1994. *Territorios en transición. Crítica a la Planificación regional en América Latina*. Universidad Autónoma del Estado de México, Estado de México.
- Cuervo González, Luis Mauricio. 2003. *Pensar en el territorio: los conceptos de ciudad global y región en sus orígenes y evolución*, Serie Gestión Pública No. 40, CEPAL-Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social, Santiago de Chile.
- García Álvarez, Jacobo. 2006. Geografía Regional, en Lindón, A. y D. Hiernaux (dirs.). Tratado de Geografía Humana. Ed. Antropos, Universidad Autónoma Metropolitana, Barcelona.
- Finger, Susana, López, Cristina y Rosenfeld, Adriana. 2019. *Norma ISO 37120:2018 Indicadores de Sustentabilidad para Ciudades*. Senado de la Provincia de Buenos Aires, Universidad Nacional de La Plata, Curso Internacional de Formación sobre los Objetivos del Desarrollo Sostenible, Buenos Aires, Argentina.
- García Moctezuma, Francisco. 2008. *La planeación del desarrollo regional en México 1990-2006*. Departamento de Geografía Económica, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Gasca Zamora, José, 2009. *Geografía Regional La región, la regionalización y el desarrollo regional en México*. Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Garza, Gustavo. 1983. *Desarrollo económico, urbanización y políticas urbano-regionales en México (1900-1982)*. El Colegio de México, México.
- Lizcano Fernández, Francisco. 2017. *Estado de México: una regionalización con raíces históricas*. Instituto de Administración Pública del Estado de México, México
- Martino M., Horacio. 2019. *La Agenda Urbana 2030: Nuevos Paradigmas y Buenas Prácticas*. Senado de la Provincia de Buenos Aires, Universidad Nacional de La Plata, Curso Internacional de Formación sobre los Objetivos del Desarrollo Sostenible, Buenos Aires, Argentina.
- _____, 2018. "Hacia un Modelo de Desarrollo Urbano Territorial Sostenible Integrado". En Gonzalo Quilodrán (compilador), *Las Ciudades que Queremos: el valor de planificar para vivir mejor*, Konrad Adenauer Stiftung. Asociación Civil Estudios Populares. Buenos Aires, Argentina.
- Moreno Pérez, Salvador. 2008. *Desarrollo Regional y Competitividad en México*. Documento de Trabajo No. 39. Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública.
- Oddone, Nahuel. 2018. "Paradiplomacia local y gobernanza ambiental global: ¿dos términos que pueden dialogar?". En Gonzalo Quilodrán (compilador), *Las Ciudades que Queremos: el valor de planificar para vivir mejor*, Konrad Adenauer Stiftung. Asociación Civil Estudios Populares. Buenos Aires, Argentina.
- _____, 2017. "La Paradiplomacia desde cinco perspectivas: reflexiones teóricas para la construcción de una comunidad epistémica en América Latina", en *Revista de Relaciones Internacionales*, No. 89-2, Escuela de Relaciones Internacionales, Universidad Nacional de Costa Rica, San José de Costa Rica.

- Quilodrán, Gonzalo (compilador). 2018. *Las Ciudades que Queremos: el valor de planificar para vivir mejor*. Konrad Adenauer Stiftung. Asociación Civil Estudios Populares. Buenos Aires, Argentina.
- Rofman Boris, Alejandro. 1974. *Desigualdades regionales y concentración económica: el caso argentino*. Universidad de Texas.

FUENTES OFICIALES

- Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS). 2018. *Informe Ejecutivo: Indicadores de Sustentabilidad Urbana, Aplicación en Seis Ciudades Chilenas*. Santiago de Chile.
- Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública (CESOP). 2016. *Diagnóstico y propuesta para el desarrollo regional en México*, México.
- Comisión Nacional de Agua (CONAGUA). 2015. *Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación*. México.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 2001. *Indicadores de Gestión Urbana: los observatorios urbano-territoriales para el desarrollo sostenible, Manizales, Colombia*. División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos, con la colaboración de Luz Stella Velásquez (consultora), Santiago de Chile.
- Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de México (COPLADEM). 2015. *Dictamen de división regional*, Estado de México, México.
- Consejo Nacional de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (2019). *Estrategia Nacional para la Puesta en Marcha de la Agenda 2030*. México.
- Gobierno del Estado de México (GEM). 2019. *Plan Estatal de Desarrollo Urbano, México*.
- _____, 2018. *Dictamen de la División Regional*. Publicado en Periódico Oficial Gaceta del Gobierno, 07 de septiembre de 2018. Registro DGC NÚM. 001 1021, Características 113282801, A: 202/3/001/02, Tomo CCVI, No. 46.
- _____, 2018. *Programa Regional VII Lerma 2017-2023*, México.
- _____, 2008. *Plan Estatal de Desarrollo Urbano, México*.
- Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECEM). 2017. *Estadística Básica Municipal*. México.
- _____, 2017. *Agenda Estadística Básica del Estado de México*. México.
- Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN). 2017. *Sistema de Indicadores para el Desarrollo del Municipio de León, Guanajuato*. México.
- Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU). 2015. *Metodología de la regionalización funcional de México*, México.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU-HÁBITAT). 2015. *Los Objetivos del Desarrollo Sostenible & la Iniciativa de Ciudades Prósperas*. Nueva York, Estados Unidos.
- _____, 2019. *Demographia World Urban Areas (Built-Up Urban Areas or Urban Agglomerations)*, en 15th Annual Edition. [en línea]. Disponible en <<http://www.demographia.com/db-worldua.pd>> [Consulta: 02/06/2019].
- _____, 2019. *52ª Reunión de la Comisión de Población y Desarrollo*, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, Nueva York, Estados. [en línea]. Disponible en <<https://www.cepal.org/es/notas/cepal-participa-52deg-periodo-sesiones-la-comision-poblacion-desarrollo-naciones-unidas>> [Consulta: 05/07/2019].
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 2019. *Informe de Desarrollo Humano Municipal 2010–2015, Transformando México desde lo local*. Ciudad de México.

Entre movilidad y motilidad urbanas. Propuesta metodológica para la ciudad de Toluca

Juan Carlos González Gómez¹

Guadalupe Hoyos Castillo²

RESUMEN

Los sujetos sociales son escasamente considerados en las perspectivas de la movilidad urbana sustentable y en la de gestión de la demanda. Ellos hacen uso de sus capacidades y habilidades para solventar deficiencias del sistema, por lo que analizar el comportamiento obligado y cotidiano de los mismos constituye un mirador de la compleja cuestión de la movilidad en las metrópolis. En particular las propuestas metodológicas deberían incluir la perspectiva que se centre en las personas en tanto sujetos sociales que despliegan capital de movilidad en un reparto modal dado. El objetivo es proponer una metodología que considere a los sujetos sociales en la movilidad urbana que identifique las relaciones asimétricas con el transporte público urbano para avanzar hacia una movilidad urbana social. Se tiene como referente problemático a la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT), Estado de México.

La metodología considera dos dimensiones: la que refiere a la oferta de transporte público de pasajeros que corresponde con el sistema de movilidad urbana y, la que aborda la experiencia del viaje de los sujetos sociales que corresponde con las competencias y estrategias para la satisfacción de necesidades. Se atiende la movilidad obligada trabajo y estudio, se eligen ejes metropolitanos y viajes extremos porque reportan el funcionamiento de la ciudad y situación de la movilidad. La técnica etnográfica de acompañamiento del viaje que se recupera en narrativas y la aplicación de cuestionario semi-estructurado a sujetos sociales seleccionados son los medios para conseguir información primaria.

En esta metodología, las estrategias de los viajes no sólo son sustantivos para la comprensión del estado que guarda la movilidad en la zona metropolitana,

¹ Antropólogo pasante de la Maestría en Estudios de la Ciudad de la Facultad de Planeación Urbana y Regional de la UAEMEX, correo: jcgonzalezgomez@hotmail.com

² Urbanista, profesora investigadora en la Facultad de Planeación Urbana y Regional de la UAEMEX e integrante de la RETESyG, correo: gdhoyosc@uaemex.mx.

sino que son medio y objeto de estudio al mismo tiempo. Los resultados reflejan la situación del sistema del transporte público, las condiciones sociales de los viajes, el estado de la integración del sistema refleja el universo de capacidades y subjetividades. En suma, el capital de motilidad de los sujetos sociales en la ciudad.

PALABRAS CLAVE: movilidad urbana obligada, viaje metropolitano, capital de motilidad, narrativas de viaje

ABSTRACT

Social subjects are scarcely considered in the perspectives of sustainable urban mobility and in demand management. They make use of their abilities and skills to solve system deficiencies, so analyzing their forced and daily behavior constitutes a viewpoint of the complex issue of mobility in the metropolis. In particular, the methodological proposals should include the perspective that focuses on people as social subjects who display mobility capital in a given modal distribution. The objective is to propose a methodology that considers social subjects in urban mobility that identifies asymmetric relations with urban public transport to move towards social urban mobility. The Metropolitan Zone of the Toluca Valley (ZMVT), State of Mexico, is a problematic reference.

The methodology considers two dimensions: that which refers to the offer of public passenger transport that corresponds to the urban mobility system and, which addresses the travel experience of the social subjects that corresponds to the competencies and strategies for the satisfaction of needs. The forced labor and study mobility is attended, metropolitan axes and extreme trips are chosen because they report the operation of the city and mobility situation. The ethnographic technique of accompanying the trip that is recovered in narratives and the application of semi-structured questionnaires to selected social subjects are the means to obtain primary information.

In this methodology, travel strategies are not substantive for the understanding of the state of mobility in the metropolitan area, but they are medium and object of study at the same time. The results reflect the situation of the public transport system, the social conditions of the trips, the state of the integration of the system,

it reflects the universe of capacities and subjectivities. In sum, the motility capital of the social subjects in the city.

KEYWORDS: forced urban mobility, metropolitan travel, motility capital, travel narratives

INTRODUCCIÓN

Los viajes realizados por las personas en las ciudades principales mexicanas no sólo han incrementado en distancia y volumen, sino que son carentes de sistemas de transporte público. El interés por comprender la movilidad urbana en México incrementa conforme las ciudades registran deficiencias en los sistemas de transporte urbano, en los efectos negativos del funcionamiento diario en la calidad de aire y diferencias de acceso, entre otros problemas.

Figuroa, Valenzuela y Brasileiro (2020, p. 16) entienden “la movilidad como la expresión de la totalidad de los movimientos que realizan las personas con el fin último de acceder a sus destinos de interés,... los contenidos sociales se revelan de manera más clara, vinculados a la accesibilidad diferenciada, la diversidad de alternativas *sociotecnológicas*, que contienen combinaciones entre prácticas de viajes y vehículos *ad hoc*, y los fenómenos urbanos asociados a estas condiciones, tales como la expansión y la policentralidad que resultan de las mayores velocidades”.

De manera que cualquier perspectiva que conciba sólo un aspecto del transporte urbano, reproduce soluciones inadecuadas. Según el Gobierno de la República (2016), en México las acciones de políticas del transporte alientan el uso del automóvil particular, adecuación de red vial y privilegia modos de transporte motorizado por sobre los no motorizados. El índice de motorización fue de 282 vehículos por cada mil habitantes en 2010. De un total de 50 ciudades que necesitan un sistema de transporte público masivo sólo siete cuentan con él. Las ciudades mexicanas en su mayoría carecen de adecuada integración intermodal de los viajes.

En el contexto de la expansión urbana de las zonas metropolitanas mexicanas, a la baja calidad de la oferta de transporte público formal se agrega la ausencia

de cobertura metropolitana o regional. En las periferias extendidas, el transporte informal también fragmentado adquiere cada vez mayor importancia en la prestación del servicio (minibuses, combis, taxis colectivos, mototaxis y bicitaxis) que, si bien atiende viajes locales, acercan a la población al transporte público intraurbano. Se generan largos recorridos de viajes que no sólo reflejan injusticia espacial, sino que agregan incomodidad, congestión, costos sociales de accesibilidad y costos ambientales, a residentes y territorio en general.

En la literatura especializada son importantes los análisis integrados de movilidad y ciudad (transporte-desarrollo urbano), y tal como se ha visto insuficientes las acciones implementadas, aunque se cuentan con prácticas notables. Autores como Figueroa, *et al.* (2020), examinando el contexto iberoamericano con énfasis en América Latina, destacan la necesidad de atender equidad, integración, sostenibilidad y participación. Por ejemplo, dicen que el potencial estratégico de la equidad e integración propicia retroalimentación entre principios de movilidad urbana sostenible (promoción del transporte público, proximidad, modos verdes) y modelos de ciudad más incluyentes. En América Latina, algunas ciudades cuentan con políticas urbanas: sistemas BRT (*bus rapid transit*), corredores de transporte público, propuestas combinadas de desarrollo urbano y transporte como el TOD (*transit oriented development*), así como proyectos no motorizados, como las bicicletas.

La CAF (2018) identifica y evalúa medidas concretas de gestión de la demanda, entre otras, aquellas restrictivas del automóvil y nuevos usos del mismo en ciudades de América Latina. Para la Ciudad de México identifica acciones (tenencia, Ecoparc, Ecobici, Carro compartido, hoy no circula y BRT) que, salvo el hoy no circula y la tenencia, las demás son de baja escala y penetración, tampoco se aplican acciones de cobro por congestión y cuotas por contaminación. En las ciudades el conjunto de medidas para contrarrestar los efectos negativos del uso del automóvil y medios individuales motorizados todavía ofrece bajos resultados.

Los estudios del fenómeno de la movilidad urbana han predominado las perspectivas orientadas a los elementos materiales y organizativos de los traslados en la ciudad, acompañados de programas centrados en la eficiencia

del funcionamiento del automóvil y oferta de dispositivos para mover a los usuarios. Por su parte los esfuerzos que progresivamente avanzan hacia la multi dimensión de la movilidad urbana sustentable y, propiamente la gestión de la demanda que persigue mejoras en la oferta y demanda para disminuir impactos sociales y ambientales. Tales paradigmas han dejado de lado a los sujetos sociales quienes construyen movilidad social diaria.

Las mejoras actuales en las perspectivas del problema del transporte público urbano, quedan fuera aspectos sustantivos: la perspectiva de los sujetos sociales en la planeación del transporte y, ésta en la escala de funcionamiento de la estructura espacial metropolitana, tanto en la oferta (infraestructuras) como en la demanda (viajes).

El “capital de la movilidad” (Kaufmann, 2011) o simplemente la “aptitud para la movilidad” (Orfeuil, 2004) remiten a criterios objetivos vinculados a la condición socioeconómica, la localización residencial, el nivel de educación y la disponibilidad de medios de transporte como principales factores que determinan la capacidad de las personas de alcanzar un mayor o menor volumen de oportunidades y beneficios. Dado que estas oportunidades y beneficios se encuentran repartidos en el territorio, la capacidad de acceso está en función del costo o esfuerzo que las personas pueden asumir para alcanzarlas, o sea, según su mayor o menor disponibilidad de recursos o aptitudes, que permiten su logro (Cfr. Figueroa *et al*, 2020, p. 18).

La atención puesta en este trabajo se ubica en la perspectiva de “capital de movilidad” o “motilidad” porque estudia las capacidades, habilidades y aptitudes necesarias de los sujetos sociales para moverse en la ciudad, este abordaje permite incorporar lo mismo lógicas materiales como subjetivas con tal de reflejar las elecciones de los sujetos para satisfacer sus necesidades. Este trabajo pretende abonar en las mejoras de los paradigmas multidimensional y de gestión de la demanda.

Aquí, el objetivo es proponer una metodología del análisis de las estrategias con las que los sujetos sociales resuelven las relaciones asimétricas del sistema de movilidad para comprender y medir la movilidad urbana desde lo social. Tiene

como referente problemático a la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT), Estado de México.

El caso de la ZMVT carece de un sistema integrado de movilidad urbana metropolitana, se han normalizado y reproducido las deficiencias de las políticas del transporte público durante décadas, no cuenta con reparto modal funcional a la actual estructura espacial metropolitana. El transporte público masivo, cuenta con rutas prolongadas sin infraestructura, diseño urbano y planeación del transporte, éste registra congestión centro periferia con impactos ambientales (Sánchez y Romero, 2010; Centro Mario Molina, 2015; Cohen, *et al*, 2015 e; IMCO, 2019). Tal situación negativa afecta a los sujetos sociales, quienes tienen que desplegar estrategias de todo orden (personal, social, económico y espacial) para construir y satisfacer su movilidad obligada diaria (trabajo o estudio).

En línea con la reflexión del capital o aptitud de motilidad, puesta en un área metropolitana, aborda el beneficio social que se consigue con los viajes/movimientos realizados (satisfacción del viaje) conduce a agregar elementos de accesibilidad social, capacidad social, distribución espacial versus costos del transporte, distancia recorrida, calidad de servicio y compromiso ambiental. El considerar al sujeto social en la accesibilidad y planeación urbanas puede ser el camino para disminuir la desigual distribución de oportunidades en la estructura espacial para con ello conseguir el derecho a la movilidad, esto es, hacia una movilidad urbana social.

La propuesta metodológica que se presenta recoge la discusión de cómo comprender y medir el fenómeno de la movilidad considerando a los sujetos sociales. Para ello se proponen indicadores tales como elección, interacción social, satisfacción del servicio, confort y obstáculos de quienes realizan los viajes diarios en la ciudad, junto con las consideraciones de las variables tradicionales de la oferta. La metodología es integral para así ofrecer una herramienta que corrija las tradiciones arraigadas en la movilidad urbana.

El capítulo consta de tres partes después de la introducción. La segunda expone de manera general las diversas perspectivas de acercamiento al fenómeno de la

movilidad urbana, destacando los cambios de paradigmas. La tercera presenta las diversas formas de comprender y medir al fenómeno siguiendo casos de estudios. La cuarta, muestra la propuesta metodológica de corte social. Al final, a manera de cierre, algunas reflexiones sobre la pertinencia de la metodología.

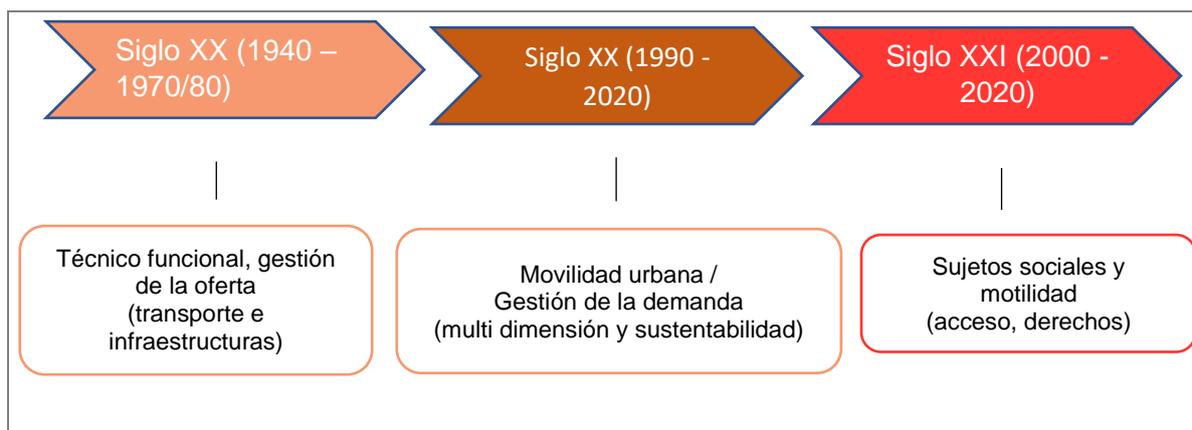
APROXIMACIONES A LA MOVILIDAD EN EL TIEMPO

La literatura sobre la movilidad es abundante, las ideas oscilan entre las perspectivas que hacen énfasis en los elementos de eficiencia y gestión de las infraestructuras, pasando por las que buscan integración del transporte en la ciudad considerando impactos, hasta las que ponen énfasis en los sujetos sociales. Aquí se bosqueja de manera muy general tal trayectoria en el tiempo sin afán de profundizar, se trata de apuntar aspectos distintivos.

La perspectiva de mayor arraigo y dominancia en el tiempo es la técnico-funcional o de la oferta. La movilidad se comprende en los desplazamientos origen-destino que tienen lugar en la ciudad, sea por medios motorizados o no motorizados, particulares o masivos, refiere modos de transporte que una persona puede utilizar para trasladarse. Respecto a la relación con la estructura urbana se observa cómo se distribuye la densidad de actividades y funciones; hace énfasis en la oferta, donde cada uno de los indicadores se gestionan buscando integración y eficiencia. Las personas son vistas como usuarios del sistema, flujos homogéneos que se desplazan. La medición y evaluación suele ser principalmente cuantitativa e incluso el uso de modelos sofisticados.

En el otro extremo, el enfoque social se centra en los viajes de los sujetos sociales, en ellos, las relaciones, los discursos, las significaciones de la construcción social de la movilidad urbana desde el sujeto; su medición suele ser cualitativa planteando indicadores de satisfacción de necesidades que le permiten salvar el sistema. Las perspectivas de la movilidad evolucionan en complejidad interpretativa, aunque en algunos aspectos suele presentarse contactos, así existen vertientes o entrada de comprensión (Figura 1).

Figura 1. Cambios y continuidades en la comprensión de la movilidad



Fuente: elaboración propia

El comienzo del siglo XXI agrega cambios en la movilidad, entre las percepciones que supone rupturas y continuidades. Hacia la primera mitad del siglo pasado, despegó y predominó la oferta del transporte y evolucionaron las infraestructuras, luego se avanzó hacia la movilidad urbana con su vertiente de sustentabilidad como una mejora de comprensión multi dimensional e integral, al terminar el siglo, las mejoras de estas perspectivas avanzaron hacia la gestión de la demanda y, al tiempo que, en los últimos años, de forma paralela surgen los reclamos por la atención del sujeto social.

Según Gallez y Kaufmann (2009), “hay dos cambios importantes en la conceptualización de la movilidad en la ingeniería del transporte: de la evaluación cuantitativa de los flujos con enfoque en la noción de desplazamiento en los años 70 y posteriores, a una conceptualización de los movimientos como demanda derivada” (Cfr. Pucci & Colleoni, 2015, p. 7). El cambio gradual desde el desplazamiento [la oferta] a los movimientos permitió la conceptualización de la “demanda derivada” como consecuencia de la necesidad de conocer en detalle las interacciones sociales que se encuentran detrás de los movimientos. Y que según, Sheller y Urry (2006), el nuevo paradigma de las moviidades pide nuevos métodos de investigación "en movimiento" capaces de "simular la movilidad intermitente" (Cfr. Pucci & Colleoni, 2015).

Los años noventa están motivados en comprender el fenómeno de la movilidad desde múltiples dimensiones, deja de ser exclusivo de las ingenierías para extenderse a las ciencias sociales. “... con la introducción del concepto de

movilidad va más allá de la planeación tradicional del transporte, en el nuevo paradigma, lo importante no son los puntos de origen y destino del viaje, sino la experiencia misma del viaje. El que se mueve ahora es el individuo y no la unidad de transporte, por lo que los traslados dejan de ser percibidos como una demanda derivada, para convertirse en una actividad realizada por las personas” (Banister, 2008 en Caprón y Pérez, 2016, p. 13). Se pasa del modelo de gestión oferta-demanda del ya caracterizar la experiencia del viaje; centrarse en las personas.

Sin embargo, el avance en las perspectivas no siempre es ruptura con el pasado. Para Gutiérrez (2012, p. 71), una continuidad básica entre los paradigmas es su remisión a un mismo campo de estudio; el desplazamiento territorial de las personas y bienes. Un cambio es que ahora convergen la movilidad y el transporte como pensamientos alternativos y complementarios; como el objeto de conocimiento común.

En los años recientes, frente al persistente énfasis puesto a la infraestructura vial y predominio del automóvil privado, surgen propuestas que buscan integrar a la movilidad urbana la demanda de viajes para comprenderla integralmente y conseguir funcionamiento eficaz y sustentable de la ciudad. Estas ideas tienen un carácter normativo que buscan reflejarse en los ordenamientos (“el deber ser”). Se trata de una movilidad urbana integrada en lo general y en las particularidades, siendo lo social y ambiental un aspecto transversal.

Desde la ONU-Hábitat III (2015, p. 5), en su documento *19-Transporte y Movilidad* dice que “un enfoque de gestión de la demanda para el transporte [*Transportation Demand Management TDM*] a través de una mejor planificación urbana tiene el potencial de ofrecer mejores resultados ambientales, la mejora de la salud pública, las comunidades más fuertes, y las ciudades más prósperas. [Aún más sugiere que el] TDM tiene que ser parte de la estrategia global y complejo conjunto de medidas tecnológicas y políticas para la gestión del transporte urbano”.

Siguiendo con los lineamientos del documento mencionado, centrarse en la demanda de viajes es poner a la gente en el centro de la planeación urbana, es

decir, pasar de la gestión de la oferta a la gestión de la demanda de la movilidad. Tal paradigma se enfoca en los derechos y considera la accesibilidad como el objetivo final de todo el transporte; es decir, el acceso físico a los lugares y oportunidades, a empleos, bienes y servicios. A manera de ejemplo, indica que una estructura modal eficiente consiste en caminar, montar bicicleta y el transporte público, junto con mejorar el diseño de calles y espacios públicos (ONU-Hábitat III, 2015).

Por su parte la CAF (2018) en línea con la nueva perspectiva de la movilidad, lo denomina medidas de gestión de la demanda (MGD) o gestión de la movilidad. Sugiere evaluar varios aspectos (legales, institucionales, técnicos, comunicación, gestión y seguimiento), mismos que deben implementarse en el marco de políticas integrales de movilidad urbana sostenible, que mejoren el transporte público y la infraestructura para peatones y ciclistas. Agrega que, sin esto, la efectividad de las MGD es limitada.

Ahora bien, por su parte en el paradigma social de la movilidad, también hay vertientes en la sociología contemporánea; la movilidad como un fenómeno socio espacial, como un producto social, la movilidad de personas, bienes e ideas son el centro de atención. La atención se dirige a cómo el movimiento compone a las realidades sociales y materiales. “La intención y realización de un acto de movimiento en el espacio físico que involucra un cambio social y, por lo tanto, el análisis de la movilidad informa sobre la composición y los cambios en una sociedad” (Pucci & Colleoni, 2015, p. 6). En esta óptica, los procesos de diseño y planificación tienen la tarea de crear nuevos potenciales, capacidades y experiencias.

Están las propuestas de la movilidad como un bien común y de capital social, en esta vertiente el derecho a la movilidad no se refiere al derecho al transporte, sino el de posibilitar la movilidad mediante la flexibilidad, conectividad, reversibilidad y un mejor acceso a diferentes recursos y destinos. En esta línea, se considera la movilidad como un recurso clave para la inclusión social, un valor que también produce nuevas formas de diferenciación social (Pucci & Colleoni, 2015). Asimismo, “la movilidad se puede considerar como ‘capital social’ que depende de la disponibilidad, calidad, difusión, acceso al transporte y suministros

de comunicación, pero también de la capacidad de cada sujeto para moverse” (Pucci & Colleoni, 2015, p. 10).

En la vertiente de la movilidad como proyecto, “la movilidad, al ser un medio de interacción social, constituye una forma de capital que no es simplemente una combinación de los ingresos de una persona, el logro educativo y las redes sociales, en realidad produce un nuevo capital en sí mismo, a partir de las interacciones que hace posible” (Pucci & Colleoni, 2015, p. 12). Desde las capacidades de los sujetos Kaufmann (2008) introdujo el concepto de *motilidad* que refiere a “la manera en que un individuo o grupo se apropia de los campos de posibilidades, se relaciona con el movimiento y los utiliza” (Cfr. Pucci y Colleoni, 2015, p. 11). El “capital de motilidad” puede convertirse en una referencia tanto para promover la virtud, comportamientos ya establecidos, y para apoyar prácticas alternativas.

En suma, la evolución, paralelismo e integración de las perspectivas de la movilidad han complejizado lo analítico, dimensiones y normativa, e incluso actualmente se cuenta con herramientas conceptuales para abordar a las personas no sólo los dispositivos, los sujetos sociales construyen movilidad urbana (movilidad social). Los viajes en la ciudad adquieren otros significados, requieren de sus instrumentos y cambios en las acciones y la normativa.

MEDICIONES DE LA MOVILIDAD

Este apartado destaca las dimensiones de análisis e indicadores de medición de las perspectivas y vertientes de la movilidad, para acercarse a las distintas formas de plantear metodología de medición. Se realiza revisión de literatura de casos de estudio concretos, que se sintetizan en el cuadro 1.

La tradición técnico funcional realiza estudios cuantitativos con los que caracterizan la oferta, desde la infraestructura de la movilidad, se apoya en técnicas de medición con importante número de variables. Califica los atributos de la ingeniería del transporte, costos, distancia/tiempo, valora calidad, racionalidad y eficiencia del servicio, sea como sistema o modos particulares.

Las valoraciones sistémicas de índices de calidad, éstos controlan indicadores para fines diversos, en miras a reportar el estado de la oferta y comparar un universo importante de situaciones (el caso del IMU del IMCO 2019). Los casos de estudios más complejos incluyen diseño de sistemas de información de carácter mixto, de medición objetiva (oferta) y subjetiva (los sujetos) del transporte público, aspectos de la oferta la desde la planificación de la ciudad y tomadores de decisión, combinado con aspectos de los usuarios o demanda derivada e indicadores desde la antropología (la propuesta de Hernández y Witter, 2011).

Los estudios de la movilidad urbana diaria, que persiguen estudiar el funcionamiento, las condiciones y factores. "... la movilidad diaria representa casi todos los viajes en las ciudades contemporáneas ... [permite] analizar las causas y formular teorías sobre consecuencias relativas ..." (Colleoni en Pucci & Colleoni, 2015, p. 26). Son los casos de estudio de movilidad cotidiana en Barcelona de Román (2014) y el de Culiacán de Burgos, *et al.* (2013).

El viaje cotidiano según Román (2014) es un asunto práctico cargado de experiencias complejas y elementales, es una situación personal, inmersa en el flujo colectivo de lo público, y necesita ser tratado mediante técnicas altamente flexibles e inmersivas, como la etnografía. La etnografía móvil de Cresswell estudia las narrativas que se construyen en la experiencia del viaje, ésta permite acompañar y recuperar las variantes de la elección al moverse en la ciudad, las percepciones, imaginarios, identidad y prácticas colectivas, entre otros. Es el caso de estudio de capital de motilidad de García (2016).

Cuadro 1. Dimensión e indicadores, estudios precedentes

AUTOR	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO / TÉCNICA
Hernández y Witter (2011)	Transporte público y movilidad (Argentina)	Sistema de información de movilidad mixta: Indicadores desde la ingeniería Indicadores desde la antropología.	Encuestas origen-destino alimentadoras de indicadores y complemento con los de motilidad.
IMCO (2019)	Índice de movilidad urbana (IMU) (Ciudades mexicanas)	Índice compuesto por 100 indicadores: 95 en siete subíndices y cinco variables de referencia. Rango de desempeño (de alto a bajo).	Grado de competitividad en la movilidad que tienen las ciudades en opciones de oferta de transporte.
Sánchez y Romero (2015)	Percepción de calidad del transporte público (Ciudad de México)	Factores de calidad: Forma de manejo, tiempo que pasa el usuario en el autobús, forma de pago, distancia de caminata, estado físico del autobús, tiempo de espera, identificación visual del autobús, respeto de paradas establecidas, trato al usuario y apariencia.	Grupo focal (usuarios típicos en corredor seleccionado) Encuestas a personas distribuidas en horas pico y valle Recopilación de características socioeconómicas.
Román (2014)	Movilidad cotidiana (región y barrio en Barcelona)	Perspectiva mixta: Motivos de desplazamiento (RMB) Narrativa o percepción del sujeto (escala de barrio)	Enquesta de Mobilitat en Dia Feiner (EMEF) 2012. Observación participante, entrevista a profundidad, cuestionario semiestructurado.
Burgos, <i>et al.</i> (2013)	Movilidad cotidiana en transporte público de estudiantes (Culiacán, Méx.)	Servicio, costos y quejas Seguridad y riesgos	Datos sobre quejas reportados en la página de la empresa. Entrevista a profundidad Aproximación cuasi-etnográfica Observación flotante.
Caprón y Pérez (2016)	Experiencia del viaje en automóvil privado	Seguridad, calidad, tiempo y rutinas de viaje. Usos y prácticas en colonias (ZMVM)	Entrevistas en colonias seleccionadas. Análisis interpretativo de narrativas.
García (2016)	Capital de motilidad (Cali, Colombia)	Oferta de acceso Competencia de los sujetos Apropiación	Encuesta, entrevista y observación visual

Fuente: tomado de González, J. C. (2020)

En cuanto a los instrumentos y técnicas registrados en las investigaciones precedentes, van de la mano con los requerimientos y tipo de información. La información generada por instituciones, tales como las encuestas origen-destino son las principales. Luego está la generación de información propia, que se trata de coleccionar información mediante cuestionarios a población abierta o grupos

focales, las encuestas estructuradas o semiestructuradas con indicadores diversos, las entrevistas a profundidad, el acompañamiento etnográfico, las narrativas y la observación flotante, entre otros.

Las metodologías de corte cuantitativo del estudio de la movilidad urbana presentan una ventaja al tener mayor amplitud de información y sistematización de datos, permiten realizar mediciones tácitas y comparar contextos diversos, incluso posibilita modelación, tienen mayor significancia estadística. Sus desventajas son la menor profundidad en los aspectos sociales.

Las metodologías subjetivas que estudian los factores actitudinales, valorativos, experienciales y de percepción, si bien correlacionan los factores de los sujetos en la sociedad, posibilita el análisis a profundidad de los obstáculos de la movilidad urbana, las brechas entre condiciones de la oferta y de la demanda se capta desde la proximidad. Los métodos cualitativos permiten identificar el potencial de motilidad de las personas. Su desventaja está en las limitaciones en hacer comparabilidad y de realizar estudios prospectivos para modelar respuestas.

De manera que cada enfoque metodológico ofrece ventajas importantes, cuyo diseño estará determinado por el tipo de estudio que se quiera realizar. Si se busca la integralidad de la comprensión y la medición conviene atravesar las fronteras de los enfoques. En esa dirección, se encamina la propuesta metodológica que se presenta a continuación.

LOS SUJETOS SOCIALES EN LA MOVILIDAD. PROPUESTA METODOLÓGICA

Esta parte expone la metodología considerando a los sujetos sociales en la movilidad urbana. Como se ha visto, actualmente la movilidad urbana se comprende como la integración de la ciudad y también la integración en las particularidades, esto quiere decir que se encuentran los aspectos del sistema de la oferta (las infraestructuras), la demanda (la ciudad, estructura espacial y el desarrollo urbano) y los sujetos sociales (capacidades, aptitudes, estrategias).

Si bien aprehende tales variables porque es imposible no considerarlas, se hace énfasis en el sujeto como gestor del sistema de transporte público; se trata de la

construcción de la movilidad desde el transporte urbano. Esta entrada analítica recoge las lógicas aplicadas al moverse en la ciudad. Las prácticas cotidianas permiten tomar en cuenta planificación del transporte, gestión de la movilidad y diseño urbano porque registra el universo de decisiones o estrategias del viajero para acceder a sus necesidades en el espacio urbano, condiciones en las que realiza y grados de satisfacción de demandas.

Cuadro 2. Descripción de variables por dimensión

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	OPERACIÓN	FUENTE
Dimensión A. Oferta de transporte público de pasajeros (sistema de movilidad urbana)			
Ruta de transporte público	Recorridos establecidos. Selección de rutas y empresa	Seguimiento en ruta del sujeto de estudio. Número de trasbordos que realiza. Tiempo de caminar a la parada.	Documentos del sector a nivel estatal, (SCT) y aplicables en la ciudad (ZMVT) Entrevista semi-estructurada
Tiempos / horarios	Tiempo del itinerario de la ruta Horarios de arribo / salida de la línea Tiempo de espera al autobús	Ruta metropolitana. Tiempo total del trayecto (desde que sale de domicilio a la parada, de la parada de origen a la parada de destino. Tiempo de caminata al lugar de destino)	Documentos del sector (SCT) Sistema Integral de Movilidad Sustentable (ZMT del Centro Mario Molina) Entrevista semi-estructurada
Distancia / Costo	Distancia total del viaje (ambos sentidos). Costo por trayecto y total del viaje (ambos sentidos) Forma de pago	Ruta metropolitana	Gaceta del Gobierno del Estado de México de la Secretaria de Movilidad. Entrevista semi-estructurada
Accesibilidad funcionamiento del entorno urbano	Acceso al espacio metropolitano e infraestructura urbana desde el origen al destino (estado de calles, señalización, banquetas, rampas, alumbrado, paradas, cobertura)	Opciones de elección de transporte público. Identifica dificultades de infraestructura, del servicio y otras limitantes urbanas durante el viaje (externo al autobús en el trayecto)	Índice de ciudades prósperas de ONU Hábitat 2017 Índice de Movilidad Urbana (IMCO 2019) Entrevista semi-estructurada
Seguridad pública entorno a la movilidad	Percepción y prevalencia de inseguridad en el autobús y paradas	Identifica si ha sufrido asalto/robo en forma directa, durante el trayecto y/o en las paradas. Si lo ha presenciado con otros viajeros. Si conoce las rutas más seguras.	Datos de Incidencia de Asaltos, Fiscalía de Justicia al transporte. Índice de Movilidad Urbana (IMCO 2019) Entrevista semi-estructurada
Gestión de la oferta del transporte público	Administración pública y/o privada, políticas, planeación y programas de movilidad. Legislación	Revisión de programas, políticas y normativas para contrastan con la oferta de movilidad.	Programa sectorial de movilidad urbana sustentable (MUS en ZMVT)

Continúa...

	y normatividad. Recursos destinados al transporte público. Transparencia y evaluación.		Legislación estatal (política sectorial)
Dimensión B. Experiencias del viaje de los sujetos sociales			
Decisión / elección	Universo de preferencias, posibilidades y motivaciones respecto al viaje cotidiano	Por qué razones elige una ruta (percepción, eficiencia, etc.)	Información obtenida en campo
Interacción social	La manera en que interactúan y comparten los sujetos durante los trayectos	Indagar si se comunican con las personas con las que comparte el viaje, o por qué razones no lo hace o si se mantiene atento al entorno.	Información obtenida en campo
Satisfacción del servicio	Información en las paradas. Situación de paradas. Estado físico del autobús, forma de manejo del conductor, trato al usuario, apariencia del conductor, sonido ambiente.	Considera opinión, sentir y evaluación de los viajeros.	Información obtenida en campo
Confort	Organización de la infraestructura, comodidad en paradas, comodidad y espacio adecuado en el autobús.	Diseño, información y orden en las paradas, situación de espera, de ascenso/descenso, saturación de espacio	Reglamentos aplicables de la SCT. Bando Municipal. Información obtenida en campo.
Obstáculos	Información de rutas, identificación visual del autobús, autobús lleno, congestión en el trayecto, incidentes de tránsito, organización del servicio. Viajes no realizados y por qué.	Identifica las posibilidades y dificultades de viajar y de desplazarse.	Información obtenida en campo

Fuente: tomado de González, J.C. (2020).

La metodología considera dos dimensiones. Por un lado, la dimensión A refiere a la oferta de transporte público de pasajeros que corresponde con el sistema de movilidad urbana, comprende las variables ruta de transporte público, tiempo/horarios, distancia/costo, accesibilidad en el entorno urbano, seguridad pública entorno a la movilidad y gestión de la oferta del transporte público. Por otro lado, la dimensión B aborda la experiencia del viaje de los sujetos sociales que corresponde con las competencias y estrategias para la satisfacción de necesidades, considera las variables decisión/elección, interacción social, satisfacción del servicio, confort y obstáculos. El cuadro 2, presente en detalle cada una de ellas y como se colecta la información primaria y secundaria.

La perspectiva social de la movilidad para conseguir el universo de acciones aplicados en el viaje hace uso de la técnica de acompañamiento para recuperar narrativas, entrevista (a profundidad o semi estructurada para recuperar los indicadores del sistema) y etnografía de cada viaje (registro de estrategias, capacidades y aptitudes). Este comportamiento será diverso en función de: tipo de necesidad a la que se accede (trabajo, educación, ocio), según la edad (población activa, menores de edad y tercera edad), según sea día activo o inactivo (días de trabajo, fines de semana), según la envergadura espacial (barrio, centro urbano, corredor urbano, periferia metropolitana). En suma, el estudio de las estrategias de la movilidad urbana puede ser tan complejo según el objetivo de estudio.

El estudio de las estrategias que construyen los sujetos al moverse en la ciudad revela la experiencia directa en relación con el modo que eligen y combinan. Permite identificar el cómo modifica el sistema de movilidad urbana imperante con las elecciones y acciones vividas en cada uno de los modos según situaciones del espacio (estructura urbana), temporalidad (distancias recorridas, frecuencia y costos), entre otras situaciones (satisfacción, seguridad y similares) en los recorridos cotidianos.

En particular, la propuesta metodológica hace recorte del amplio universo de movimientos en el espacio metropolitano, los motivos de viaje por razones de trabajo y estudio; la movilidad obligada tanto de ida y vuelta. Porque al ser estos los trasladados de mayor significancia en los días hábiles del funcionamiento de la aglomeración urbana, es posible recuperar lo sustantivo tanto del viaje como de la ciudad.

La Zona Metropolitana del Valle de Toluca, conforma una región urbana según el Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México (SEDUyM, 2019), está conformada por 22 municipios, en 2015 totalizaron 2'373,347 habitantes mismos representaron 16.44% de la entidad (mapa 1). Por lo que hace a la espacialidad de los viajes metropolitanos, se opta por los viajes que se realizan desde la periferia extrema por que reporta condiciones de integración en todos sus aspectos (Zinacantepec, Tenango del Valle, Lerma, Xonacatlán, Otzolotepec, Temoaya), para acompañar los viajes se eligen ejes metropolitanos

magnético, y cuestionario semi-estructurado, ambos aplicados a los sujetos sociales seleccionados.

Por tratarse de una colecta de información primaria que a su vez selecciona a los sujetos sociales, el criterio de tamaño de muestra en estricto sentido se dificulta, por lo que se opta por cumplir satisfactoriamente los criterios arriba descritos de tal manera que el número de viajes registrados comprenda de mejor manera el funcionamiento de la ciudad.

Sobre la sistematización de la información. Se realiza la transcripción detallada de cada narrativa de cada uno de los ejes metropolitanos seleccionados tanto de ida como de vuelta de la movilidad obligada; se organiza la información siguiendo las variables de las dimensiones de estudio (A y B); se analizan patrones de comportamiento, semejanzas y diferencias; se elabora las características de la motilidad de los sujetos sociales en la ciudad y; se reportan problemas sustantivos y sugerencias.

De esta manera, el acompañamiento en los viajes de casos seleccionados (movilidad obligada trabajo y estudio), describe en detalle las condicionantes con las que los sujetos interactúan en el sistema de movilidad intra metropolitano. Siendo las narrativas recuperadas sustantivas para describir y examinar las estrategias de los sujetos sociales.

En esta metodología, las estrategias de los viajes no sólo son sustantivos para la comprensión del estado que guarda la movilidad en la zona metropolitana, sino que son medio y objeto de estudio al mismo tiempo. Los resultados reflejan la situación del sistema del transporte público, las condiciones sociales cotidianas de los viajes, el estado de la integración del sistema, de la ciudad, de lo socio espacial, refleja el universo de capacidades y subjetividades en la movilidad urbana.

A MANERA DE CIERRE

La movilidad urbana ha sido dominada por las perspectivas técnicas con énfasis en el funcionamiento de las infraestructuras, dispositivos que trasladan personas, en la cuantificación de flujos y motivos de viaje origen-destino, en la

incorporación de tecnologías y en evitar impactos al ambiente. Estas perspectivas son útiles para la presentación de datos y medición de eficiencias social y espacial del sistema de movilidad. Atiende el fenómeno de la movilidad generalmente en un orden macro y avanza en estadísticas prospectivas. Con base en ésta, se cuenta con información del sistema de la movilidad urbana, sin embargo, son carentes del aspecto social como eje transversal a la movilidad, incluso en las perspectivas más novedosas, tales como movilidad urbana sustentable y gestión de la demanda, sigue ausente el sujeto social.

Las vertientes sociales, en cambio buscan centrarse en el sujeto social, reclaman de la movilidad como un sustantivo de acceso y derecho, si sitúa en la escala de las experiencias y estrategias del viaje para conseguir una vida urbana satisfactoria; la llamada motilidad urbana. Por lo que las personas con sus decisiones y acciones exponen un fenómeno social complejo, da cuenta del conocimiento aprendido para solucionar problemas de movilidad, accesibilidad y distribución espacial del desarrollo urbano y no sólo del sistema de movilidad. Atender el universo de decisión para moverse en la ciudad, requiere de estudios de caso, del acompañamiento *in situ* o viaje, la recuperación de las subjetividades de los sujetos.

Considerar ambas perspectivas, requiere eliminar fronteras en la forma de abordar el objeto de estudio para integrar el conocimiento de la movilidad situando a los sujetos sociales al centro de comprensión y atención, es decir, se requieren ajustes de la conceptualización y sobre todo del instrumental de medición y generación de información, para con ello revertir acciones políticas. En ello, plantearse metodologías novedosas que abarquen la integralidad macro como las experiencias y capacidades micros, son el reto por atender.

En este capítulo, el objetivo fue proponer una metodología que considere a los sujetos sociales en la movilidad urbana que identifique las relaciones asimétricas con el transporte público urbano para avanzar hacia una movilidad urbana social. Se consideró el referente problemático de la Zona Metropolitana del Valle Toluca.

Es decir, de acuerdo con las características del sistema de movilidad urbana, identificar la situación de la oferta del transporte público como representativo de

la perspectiva técnico funcional. Para ello se requiere de conocimiento precedente del funcionamiento de la estructura espacial metropolitana, la oferta de rutas del transporte público urbano o metropolitano, para así poner en primer plano las condiciones de integración del transporte y la movilidad.

Luego avanzar en la perspectiva social, teniendo el estudio del viaje metropolitano como el medio directo para reportar el despliegue de capital de movilidad; las estrategias, los problemas, los aprendizajes para conseguir la satisfacción urbana, en particular la movilidad obligada al trabajo o al estudio que realizan los sujetos sociales.

Al contar con ambas dimensiones de observación, medición y análisis, se tiene el estado de la movilidad y motilidad urbanas, así como los problemas por afrontar desde las políticas urbanas. Aquí se ha formulado la metodología, queda por conocer los resultados de la aplicación de esta, en futuras publicaciones.

Anticipando valoraciones a la metodología, una crítica es la dificultad de aplicar trabajo de campo a una muestra estadística significativa, el alcance a un número significativos de casos/viajes por acompañar, esto no permite mostrar un mayor número de personas que se mueven, no obstante, un número mínimo contribuye información adecuada. Dentro de las bondades, está la valiosa información primaria obtenida, el detalle de las subjetividades y estrategias de los viajes metropolitanos, que reportan sobre la integración al desarrollo urbano, grado de avance de accesibilidad social y espacial, y sobre la gestión política del sistema, con ello permite evaluar las acciones.

De manera que la movilidad urbana desde las metodologías sociales son un importante instrumento científico y también para aplicar políticas y acciones a distinta escala y distintos rubros lo cual permite avanzar en la necesaria transversalidad de lo social en los programas y financiamiento, en una política de abajo para arriba. En fin, el principal derrotero es la planeación urbana con sus ordenamientos, entre otros sectores que les atañe la calidad de vida urbana, para así avanzar hacia una movilidad urbana social.

BIBLIOGRAFÍA

- Burgos J., Franco, B., Troncoso, S. y Silva, C. (2013). Lo cotidiano en el transporte público de Culiacán: hacia una movilidad urbana sostenible y segura. *Revista de Estudios Urbanos y Ciencias Sociales*, (3), pp. 123-139.
- CAF Banco de Desarrollo de América Latina (2018). *Medidas de gestión de la demanda de transporte en ciudades de América Latina*. Editores CAF, AFD y UE.
- Caprón, G. y Pérez. R. (2016). La experiencia cotidiana del automóvil y del transporte público en la Zona Metropolitana del Valle de México. *Revista Alteridades*, (26), pp. 11-21.
- Centro Mario Molina (2015). *Estudio Integral de Movilidad Sustentable para el Valle de Toluca*. Recuperado de: <http://centromariomolina.org/wp-content/uploads/2015/01/Documento-de-difusi%C3%B3n-Movilidad-Sustentable-Toluca.pdf> [Consultado julio de 2018]
- Cohen, M., Delgado, G., Jaimes, M., López, D., Simet, L. y Tulio, J. (2015). *Análisis costo-beneficio de la Ecozona-Toluca*, Observatorio Latinoamericano - GIZ, México. Recuperado de: <https://www.giz.de/en/downloads/Ana%CC%81lisis%20CostoBeneficio%20de%20la%20Ecozona%20Toluca%202017.pdf> [Consultado julio de 2018]
- Figueroa M, O., Valenzuela M., L.M. y Brasileiro, A. (2020). *Desafíos del desarrollo urbano sostenible en el transporte y la movilidad*. Zinacantepec, Estado de México: El Colegio Mexiquense, A.C.
- García, F. (2016). La movilidad socio-espacial desde la teoría de Pierre Bourdieu: capital de motilidad, campo de movilidad y habitus ambulante, *Revista Sociedad y Economía*, (31), pp. 15-32.
- Gobierno de la República (2016). *Reporte Nacional de México Hábitat III*. Distrito Federal: Gobierno de la República.
- González G., J. C. (2020). *Estrategias de viajes de los sujetos sociales en la movilidad obligada en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca*. (Tesis de maestría inédita). Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, MX.
- Gutiérrez, A. (2012). ¿Qué es la movilidad? Elementos para (re)construir las definiciones básicas del campo del transporte. *Revista Bitácora Urbano Territorial*, 21 (2), pp. 61-74.
- Hernández, D. y Witter, R. (2011). Entre la ingeniería y la antropología: hacia un sistema de indicadores integrado sobre transporte público y movilidad. *Revista Transporte y Territorio*, (4), pp. 29-46.
- IMCO Instituto Mexicano para la Competitividad (2019). *Índice de movilidad urbana: Barrios mejor conectados para ciudades más incluyentes*. Recuperado de: https://imco.org.mx/banner_es/indice-movilidad-urbana-2018-barrios-mejor-conectados-ciudades-mas-equitativas/ [Consultado noviembre de 2019]
- ONU-Hábitat III (2015). *Temas Habitat III. 19-Transporte y movilidad*. Nueva York: ONU-HABITAT III.
- Pucci, P. & Colleoni, M. (2015). *Understanding Mobilities for Designing Contemporary Cities*. Fundación del Politécnico de Milán, Italia. Springer Journal Editors.
- Román, A. (2014). Narrativas de la movilidad cotidiana: un caso de estudio en el barrio La Maternitat i San Ramon de Barcelona. *Revista Perifèria Revista de Recerca i Formació en Antropologia*, Vol. 19, (2), pp. 101-123.
- Sánchez-Flores, O. y Romero-Torres, J. (2010). Factores de calidad del servicio en el transporte público de pasajeros: estudio de caso de la ciudad de Toluca, México. *Revista Economía, Sociedad y Territorio*, Vol. X, (32), pp. 49-80.
- SEDU y M Secretaria de Desarrollo Urbano y Metropolitano, (23 de diciembre de 2019). Plan Estatal de Desarrollo Urbano 2019. GEM, *Gaceta de Gobierno*, Número 120.

Estrategias de ordenamiento territorial comunitario: un caso de estudio

Maricela Mónica Reza Creel¹

Elizabeth Díaz Cuenca¹

Alejandro Rafael Alvarado Grados¹

RESUMEN

El desorden territorial en múltiples ocasiones es una manifestación de la falta de planeación en la ocupación o manejo del espacio, hecho que contribuye en la generación de algunos problemas como erosión de suelo, usurpación del espacio público, pérdida de cobertura vegetal, contaminación de los recursos naturales, entre otros.

Uno de los enfoques para comprender dicho desorden es analizar los componentes económicos, políticos, administrativos, sociales y biofísicos que conforman al sistema territorial.

En este contexto se estudia a la comunidad de San Miguel Almaya, como un ámbito adecuado para ejecutar el ordenamiento territorial, dada la interacción próxima de los agentes responsables del mismo. A partir de la caracterización y diagnóstico de los componentes de su sistema territorial se diseñan algunas estrategias que respondan a la problemática del desorden territorial.

PALABRAS CLAVE: Planeación, ordenamiento comunitario, estrategias.

¹ Institución: Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Planeación Urbana y Regional.

ABSTRACT

The territorial disorder on multiple occasions is a manifestation of the lack of planning in the occupation or management of the space, a fact that contributes to the generation of some problems such as soil erosion, usurpation of public space, loss of vegetation cover, contamination of resources natural, among others.

One of the approaches to understand this disorder is to analyze the economic, political, administrative, social and biophysical components that make up the territorial system.

In this context, the community of San Miguel Almaya is studied as a suitable environment to execute the territorial ordering, given the close interaction of the agents responsible for it. From the characterization, the diagnosis of its components of its territorial system, some strategies are designed that respond to the problem of territorial disorder.

KEYWORDS: Planning, community planning, strategies.

INTRODUCCIÓN

Una de las grandes problemáticas presentadas en el ámbito local, es el desorden territorial que, aun cuando no es exclusivo de este ámbito, Se potencializa en estas zonas presentándose en asentamientos humanos, en áreas no aptas que promueven la degradación de los recursos naturales, altos costos financieros, deterioro en la imagen urbana, erosión de suelos, entre otros.

El desorden territorial es el resultado de la falta de planeación o visión prospectiva, dar un concepto de desorden territorial es bastante complejo debido a su amplitud y diversidad, sin embargo, éste se identifica por estar en una condición en la que se organiza algo de manera incorrecta o basada en la toma de decisión instintiva, aislada a lo expuesto por la legislación en torno al uso u ocupación del suelo, lo cual ocasiona confusión y frecuentemente una alteración al funcionamiento, dicha situación provoca problemas que limitan el desarrollo de un territorio. Ante este

contexto, destaca la importancia del ejercicio de la planeación en materia de Ordenamiento Territorial Comunitario (OTC).

En el caso de estudio, el desorden por el uso u ocupación del suelo genera impactos en la preservación de los recursos naturales; en los usos y costumbres de la sociedad; en la tenencia de tierra, en los intereses de la localización de las actividades económicas; en la autoridad de los gobiernos, de tal manera que se crean conflictos entre los que ocupan, administran o regulan el uso del suelo.

Se aborda el estudio a nivel local, como un ámbito adecuado para definir directrices, mejorar la ocupación y regulación de los asentamientos humanos en su territorio, por ello se elige un caso de estudio, la localidad de San Miguel Almaya que, por sus características particulares, que en adelante se trataran, evidencia la necesidad de un ordenamiento territorial.

Derivado de ello se plantea la pregunta ¿Qué estrategias y acciones son necesarias para implementar a nivel local un ordenamiento territorial?, para dar respuesta a dicha pregunta se partió del objetivo de diagnosticar el desorden territorial, a partir de su sistema territorial, para diseñar estrategias que contribuyan en su desarrollo.

Con base a la metodología del ordenamiento territorial comunitario, se aborda la fase preoperatoria a través de la caracterización de los diversos subsistemas que comprende el sistema territorial, posteriormente se sintetiza con la técnica FODA convergiendo al diagnóstico, y de ahí, se dedujeron cuatro estrategias sobre los asentamientos e infraestructura, la población y actividades económicas, lo físico y recursos naturales para el ordenamiento territorial del caso de estudio.

ANTECEDENTES

En este sentido, se eligió abordar el caso de la comunidad de San Miguel Almaya, perteneciente al municipio de Capulhuac en el Estado de México; posee una tenencia de la tierra denominada, régimen comunal, una de las formas de apropiación más antiguas. La organización comunal se caracteriza por ser una propiedad social, lo cual implica que es protegida por el Estado, pero las decisiones sobre el aprovechamiento de sus tierras y recursos son tomadas por los comuneros en el marco de la ley.

Al tener la oportunidad de administrar sus recursos en la escala local, la importancia por reforzar el arraigo y la participación en la toma de decisiones es fundamental para la obtención de resultados favorables entre los involucrados en la organización comunal, de igual manera ello propicia que se tengan estructuras fuertes entre autoridades, comuneros y sociedad en pro de la ordenación territorial, que abran camino a la resiliencia, previendo el futuro en ámbitos urbanos/metropolitanos.

Para efectos de la ley las tierras ejidales, por su destino, se dividen en: tierras para el asentamiento humano, tierras de uso común; y tierras parceladas. Particularmente la asignación de tierras se lleva a cabo a partir de la sucesión de derechos de comuneros, facultándolos para el usufructo de dichas tierras, gestionando esa sucesión en primera instancia en la delegación local en el comité de bienes comunales.

También se evidencia la incertidumbre que tienen las autoridades para asignar el territorio, así como, la presión de la población por adquirirlo. Las autoridades locales de San Miguel Almaya manifiestan la necesidad de contar con estrategias que les apoyen a delimitar su territorio, el aprovechamiento de los recursos, bajo su tradición de participación, consenso colectivo entre las autoridades locales y comuneros.

CONSIDERACIONES TEÓRICAS

Para estudiar el ordenamiento territorial, se parte de la concepción de Gómez, quien expone su visión del territorio desde el enfoque del ordenamiento territorial, argumentando que el territorio no puede ser visto como un ente independiente sino más bien como un conjunto de componentes que dan origen al sistema territorial, quien lo define como. “la construcción social que representa el desarrollo de una sociedad; se forma mediante las actividades que la población practica sobre el medio físico y las interacciones entre ellas a través de los canales de relación que propician funcionalidad al sistema” (Gómez, 2007: 43.44).

En este sentido, se establecen los componentes del sistema territorial, según el autor son tres: la sociedad, las actividades y el medio físico, los cuales a su vez se estructuran de otros subsistemas que otorgan mayor complejidad. Aportando una definición que pretende dar una visión integral del territorio como un sistema en el que problemáticas y soluciones, lo afectan o favorecen.

La concepción de ordenamiento territorial se ha visto modificada con el paso del tiempo, aun con la diversidad de conceptos planteados estos convergen al señalar que ordenamiento se caracteriza por ser un proceso o acción en la planeación que prevé la transformación en la ocupación del espacio, aprovechando las potencialidades en ámbitos rurales o urbanos para generar un desarrollo sostenible, a partir de un instrumento que los direcciona.

Dicho esto, el enfoque moderno del OT da comienzo según Domingo Gómez Orea (2007) al pretender integrar la planeación socioeconómica con la física, su orientación se ve dirigida a procurar una estructura espacial adecuada para formulación de política económica, social, cultural y ambiental de la sociedad que se dirija a un desarrollo equitativo.

El ordenamiento territorial es una práctica de planeación y toma de decisiones que corresponden directamente al ámbito político y de gobierno, con el objetivo primordial de generar funcionalidad en el sistema en el que se desarrolla la sociedad

y sus diferentes agentes teniendo una reacción en cadena que pueda direccionar el desarrollo de las sociedades a mejores condiciones de vida.

En este sentido una de las escalas a planificar es la local, ya que siguiendo la lógica de sistemas es fundamental prestar atención a los componentes del sistema territorial, aunado a ello, lo local pretende recuperar la participación de la ciudadanía y crear lazos más fuertes entre las autoridades, ya que al tener una mayor aproximación es posible comprender mejor las percepciones y opiniones que el colectivo, teniéndolas en cuenta para postular ideas en materia de planificación que tengan mayor probabilidad de éxito y generando cambios que dentro del sistema puedan repercutir de manera positiva en otros entornos, locales, urbanos o metropolitanos.

METODOLOGÍA

Bajo el fundamento de la planeación para el ordenamiento territorial se abordó la metodología de CONAFOR (Manual básico de ordenamiento territorial comunitario, 2007) y se fusiono, con la propuesta metodológica del autor Domingo Gómez Orea para la elaboración de un plan de ordenamiento territorial. Dicha metodología parte del método deductivo y se ve complementada en las cuatro fases respectivas de CONAFOR y Gómez, por lo cual una vez analizadas las metodologías se toma como sustento principal la propuesta por el autor concluyendo que la complementación de ambas es funcional, practica y adaptable para la zona de estudio.

La metodología tomada por Gómez (2007) enmarca cuatro diferentes fases bajo las cuales se elabora un Plan de Ordenamiento Territorial.

La formulación de un plan de ordenamiento territorial debe contar con cuatro fases: la preparatoria y las tres típicas de la ordenación territorial: diagnóstico territorial, planificación territorial y gestión territorial; las cuales se prolongan en la tramitación hasta que el documento se convierte en plan, y se materializa en la gestión de la aplicación del plan (si bien la forma de realizarla se incluye en la fase de planificación); todo es un proceso de

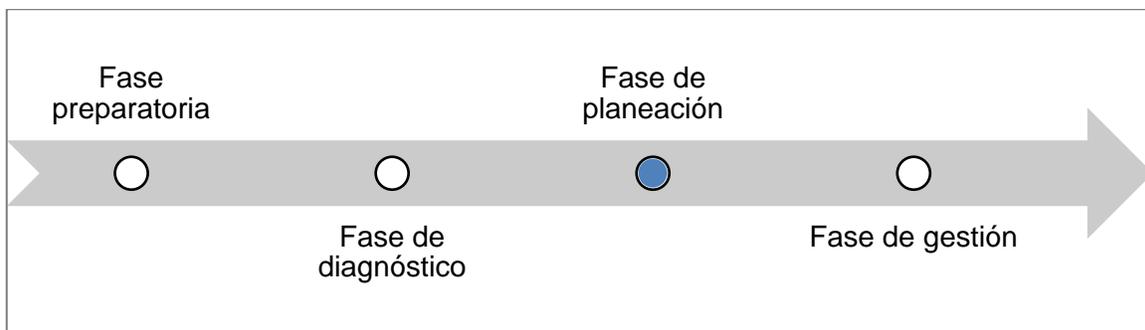
planificación continua que no cesa en el tiempo, sino que se prolonga indefinidamente en ciclos iterativos de planificación y gestión, (Gómez y Gómez, 2014: 12).

Para fines de esta investigación, solo se concentró en las tres primeras fases (véase diagrama 1) que derivar en la cuarta fase implica la materialización de un plan con consenso de la población, fases que se recomienda ejecutaran posteriormente las autoridades de la comunidad.

De igual forma se realizó investigación en sus dos variantes: cualitativa (características y las cualidades de un fenómeno) y cuantitativa (los resultados extraídos de una muestra). Con base a estas técnicas y otros instrumentos que serán de apoyo para conocer mejor el contexto a planificar, permitiendo estructurar con mayor facilidad el origen de las problemáticas, consecuencias y la elaboración de propuestas. Algunas de las técnicas que se utilizaran en la presente investigación fueron la observación participante y entrevistas, además de la investigación documental.

Con base a dicha metodología se aplicó la fase preparatoria con la caracterización de los subsistemas, se definió el diagnóstico con la técnica del FODA y finalmente, se definieron las estrategias para el ordenamiento territorial del caso de estudio, siendo los resultados siguientes:

Diagrama 1. Fases para la elaboración de propuestas de ordenamiento territorial

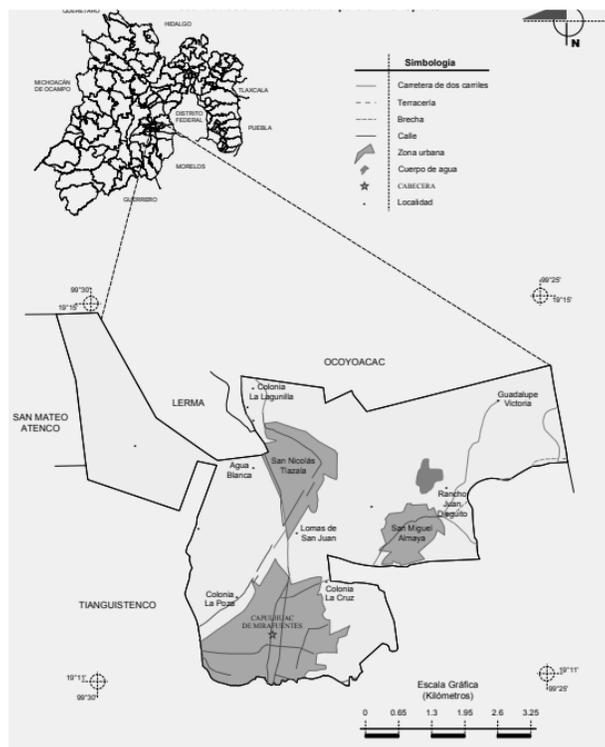


Fuente: Elaboración propia con base en Gómez, 2007.

Subsistema de lo físico.

El municipio de Capulhuac de Mirafuentes se ubica en la región VII Lerma, en la zona centro del Estado de México, su estructura territorial (véase tabla 1) se encuentra conformada por 16 localidades de diferentes categorías. En su estructura territorial se destaca la comunidad de San Miguel Almaya (véase figura 1), como la segunda más importante después de la cabecera municipal, ocupa aproximadamente un 30% del territorio y alberga al 14% de la población total del municipio (Plan Municipal de Desarrollo, 2017-2019).

Figura 1. Localización Municipal de San Miguel Almaya



Fuente: Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Capulhuac, México, 2009

Tabla 1. Estructura territorial del municipio de Capulhuac

Categoría	Nombre
Cabecera municipal	Capulhuac de Mirafuentes
Pueblos/delegaciones	San Miguel Almaya Santa María Coaxusco Guadalupe Victoria San Nicolás Tlazala
Subdelegaciones	San Isidro Tehualtepec Agua Blanca.
Caseríos	El Canal o Ixtlahualtonco El Molino de San Cayetano Los Alcanfores
Colonias	Lomas de San Juan San Juan Bautista La Cruz La Poza
Ejidos	San Pedro Tultepec Agua Blanca

Fuente: Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo Urbano y Metropolitano, 2019.

La comunidad de San Miguel Almaya se reconoce por sus características físicas tales como el volcán Quilotzin, que tiene una altitud de 2,960 metros sobre el nivel del mar, cuya pendiente oscila entre el 15% al 25%, H. Ayuntamiento del municipio de Capulhuac 2004:17 La vegetación que prevalece en el volcán es el bosque templado en dos modalidades, el bosque de coníferas que presenta Pinus, Abies, algunos Cupresus, y el bosque de latifoliadas con Quercus los cuales se presentan en las partes bajas cediendo el paso a las coníferas al aumentar la altitud del volcán (Díaz, 2011: 109).

Por otro lado, la laguna de San Miguel Almaya se encuentra en pie de monte de la vertiente poniente de la sierra de las cruces, ocupa aproximadamente una superficie

de 16 hectáreas (Alvarado y otros, 2013: 98) se abastece de escurrimientos superficiales de dos cuencas de captación: el muerto, la laguna, procesos de infiltración de corrientes intermitentes que solo tienen caudal en temporada de lluvias (Díaz y otros, 2011:108), y manantiales que emanan de la misma.

Estos rasgos físicos característicos de la comunidad albergan diferentes usos de suelo (véase tabla 2) los cuales han presentado afectaciones importantes.

Tabla 2. Usos de suelo en San Miguel Almaya

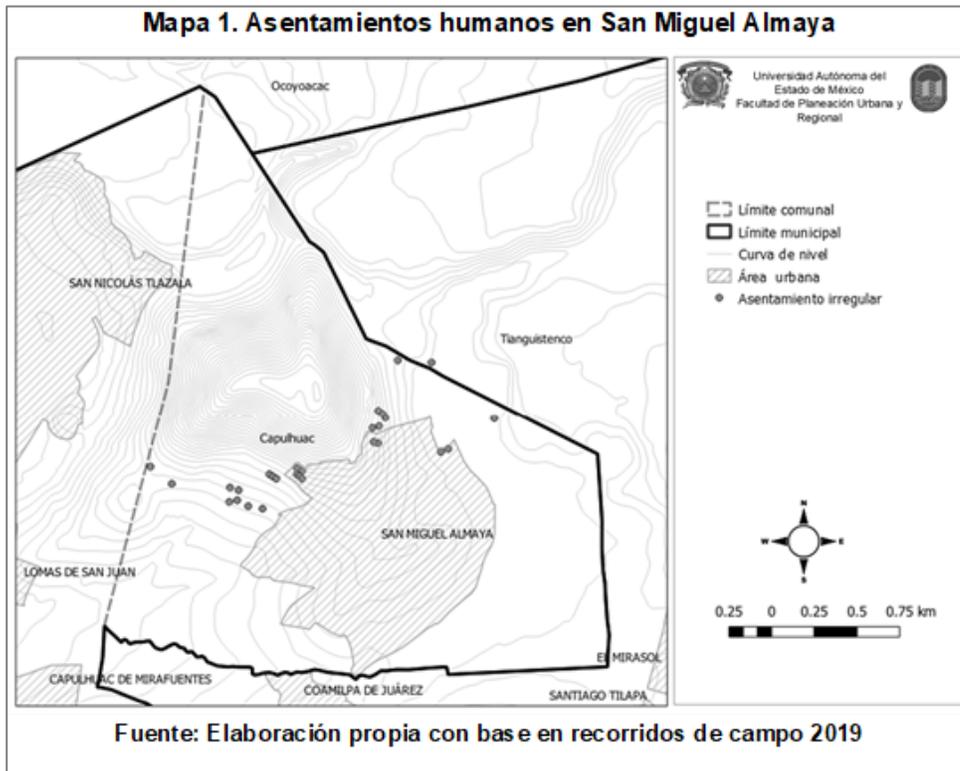
Uso de suelo	Superficie	
	hectareas	Por ciento
Forestal	125.5	19.2
Matorral	43.7	6.7
Barranca	23.7	3.6
Laguna	11.8	1.8
Agrícola	306.5	46.9

Fuente: Serrano cit por Díaz, Alvarado y Guerrero, 2011: 109.

En las zonas forestales la proliferación de vivienda ha permeado la pérdida de cobertura vegetal principalmente en las faldas del volcán Quilotzin (véase mapa 1), lo que a su vez ha generado la contaminación de barrancas, principalmente la destinada como tiradero local de la comunidad.

Aunado a ello la contaminación también ha tenido impacto en la zona de la laguna y el arroyo El Muerto, la cual recibe descargas domésticas provenientes de las viviendas de la comunidad o comunidades vecinas, afectando de manera paulatina el paisaje y los recursos con los que se cuentan.

Dentro de los usos más importante está el agrícola el cual ha presentado, por un lado, cambios como la rotación (pastoreo) o abandono y por otro el cultivo en pendiente que erosionan el suelo y la pérdida de la capacidad agrologica.



Subsistema de sociedad.

San Miguel Almaya tiene sus raíces como una comunidad prehispánica, su fundación se estima en el año de 1460 cuando según la tradición oral; se realizó un peregrinar de tres hermanas: Tolloca fundadora de Toluca, Malinaxochitl; quien instituyó Malinalco y Monantzinkilotzin; que constituyó Almaya. Monantzinkilotzin, se estableció con sus seguidores en un volcán llamado Xihuntepec, actualmente éste recibe el nombre de Quilotzin en honor a ella, posteriormente se desplazarían un kilómetro al oriente donde se encuentra el centro del pueblo actual (Guadarrama ,2016: 1).

La palabra Almaya se deriva del náhuatl que significa: agua que se extiende en la explanada. Su glifo representa tres estrellas, dos indígenas sentados uno frente al otro: uno mexica que sostiene un documento, mientras que el otro es otomí, sostiene un bastón, el documento significa un convenio para establecerse en la localidad, y el bastón señala que los mexicas y otomís fueron los primeros pobladores de esta comunidad (véase imagen 1) (Guadarrama ,2016: 1).



Dicha alianza, se lleva a cabo con el grupo oriundo del San Pedro Atlapulco, que años más tarde se reconocería como un núcleo agrario, Atlapulco y sus anexos de San Miguel Almaya, Sta María Coaxusco como parte del régimen comunal

El régimen comunal se caracteriza por tener personalidad jurídica sobre la propiedad de la tierra, permitiéndoles respectivamente regular el aprovechamiento de los territorios con los que cuentan, siempre y cuando no transgredan leyes mayores.

De igual manera, Almaya se distingue por su estructura social, administrativa de usos y costumbres, donde los involucrados en esta organización, pueden enumerarse de la manera siguiente;

Delegados: Líderes y autoridades máximas asignadas por la comunidad para guiar a todas las estructuras administrativas que conforman la delegación local.

Comisariado de Bienes Comunales: Como órgano de representación y gestión administrativa de la asamblea de comuneros en los términos que establezca el estatuto comunal y la costumbre, artículo 99 de la Ley agraria.

Comuneros: Persona física que comparte la propiedad de la tierra con un conjunto de personas, en el régimen comunal.

Asamblea General: La población en general (mujeres, niños, avecindados) que habita en la comunidad de San Miguel Almaya.

Esta estructura es la responsable de la gestión y administración de la tierra en la comunidad de San Miguel Almaya, es importante destacar que las autoridades locales, delegados y comisariado de bienes comunales son elegidos por la comunidad y ceden el cargo cada trienio, durante este periodo tienen la facultad de realizar cambios, modificaciones y reestructuraciones en ámbitos territoriales.

Las propuestas pueden emanar de la organización interna e incluso de la iniciativa privada, sin embargo, la aprobación de ellas tiene que pasar por todos los involucrados en el proceso mediante asambleas que recaben la opinión de los ciudadanos, ya que este régimen se identifica por una inclusión y participación tanto de las autoridades como de la población en proyectos que se ejecuten en la comunidad.

Es importante mencionar que cualquier propuesta de planeación debe de realizarse bajo un sustento jurídico en el marco de la ley que exponga qué se puede realizar, qué no se puede realizar, cómo y por qué según las leyes del país en sus diferentes escalas, ello fundamentará propuestas, objetivos y avalará el instrumento de ordenación. En este caso, la normativa nacional el artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos toma importancia a los núcleos comunales como un ente autónomo que puede ser capaz de realizar propuestas que permitan activar sus territorios, ello ligado al artículo 115 con el cual se refuerza que en ámbitos municipales también es importante realizar zonificaciones, dado que una comunidad siempre pertenecerá a un municipio, dicho ejercicio también puede ser una base para potencializar propuestas cada vez más específicas. Entonces, los órganos municipales y comunales poseen la autonomía para administrar, organizar su territorio, teniendo como una herramienta a utilizar los planes de ordenamiento territorial.

Posterior a ello, la Ley General de asentamientos humanos, ordenamiento territorial y desarrollo urbano (Cámara De Diputados del H. Congreso de la Unión, 2006), regula los centros de población, ordenación del territorio de los asentamientos humanos, específica el papel que tiene la ordenación del territorio en la planeación.

Se aborda este tema desde el ámbito federal al mencionar la importancia de este ejercicio y el trabajo colaborativo entre niveles (artículo 10, artículo 22, artículo 28).

Finalmente, La Ley Agraria 1992 en sus artículos 9 y 100 establece la personalidad jurídica que tienen tanto los ejidatarios, como los regímenes comunales; los cuales mediante la elaboración interna de un reglamento a cargo de la asamblea general presenta propuestas respecto a cómo organizar su territorio siempre y cuando no se transgredan los intereses de la comunidad.

Si bien las leyes e instrumentos jurídicos auxilian o dan sustento al sistema de planeación integrado por los planes nacional, estatales y municipales. El trabajo más importante radica en la implementación de estos planes, los cuales en este marco de legalidad se busca dar resultados favorables a la sociedad, por ello es relevante analizar no solo el marco legal de éstos, sino también las acciones encaminadas para llevarlas a la realidad.

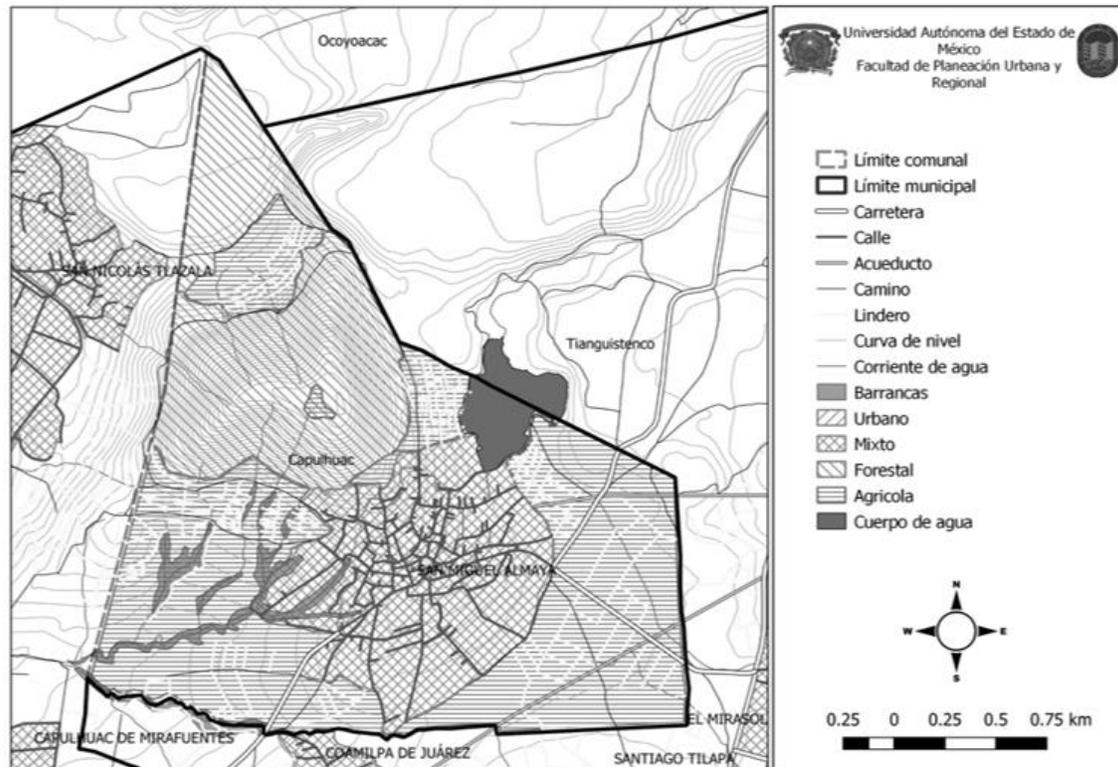
La comunidad de San Miguel Almaya cuenta con varias de las características para elaborar e implementar acciones en materia de planeación territorial, sin embargo, aun cuando la importancia de ordenar juega un papel de suma importancia en el desarrollo de la comunidad, no se cuenta con ningún instrumento que guíe la planeación en San Miguel Almaya.

Subsistema de los asentamientos humanos.

La extensión territorial de la comunidad es de aproximadamente 654 hectárea, de las cuales un 21.9% son ocupadas por el área urbana (véase mapa 2), que albergaba hasta el 2010, según el censo de población y vivienda de INEGI a un total de 4941 habitantes, primordialmente ubicados en la zona centro en donde se encuentra la mayor cobertura de infraestructura, equipamiento y oferta de servicios.

La zona centro alberga el mayor número de viviendas las cuales en múltiples ocasiones comparten usos de suelo mixtos que potencializa la economía local (véase imagen 2).

Mapa 2. Usos de suelo San Miguel Almaya



Fuente: Elaboración propia con base en Serrano,2006, Google Earth, 2019

De igual manera en esta zona se ubica la avenida Independencia que conecta al este con la carretera Tenango la Marquesa y al oeste con las vialidades de Juan Escutia y General Anaya que comunican con la carretera Ocoyoacac-Santiago Tianguistenco al ser una vía de paso, la comunidad tiende a tener una afluencia vehicular importante, mayormente los fines de semana, con presencia de comercios fijos o ambulantes.

Cabe destacar que ha proliferado vivienda irregular (véase mapa 1) en la falda del volcán Quilotzin y en la riera de la laguna, las principales áreas naturales de la localidad, lo cual ha acentuado conflictos sociales, administrativos y problemáticas ambientales.

Con base a lo observado y a la información vertida por las autoridades locales, se confirman conflictos en torno al abasto de servicios básicos en los asentamientos

ubicados en estas áreas, como los costos financieros para el suministro de agua, trayendo consigo el auto abastecimiento por parte de los ciudadanos de manera improvisada degradando a la imagen urbana, el despilfarro del recurso y el descontento social.

Subsistema de la actividad económica.

La población desde los años 2000 (4322 hab.) presenta un crecimiento exponencial considerable, en 2010 el total de habitantes según el censo de población y vivienda de INEGI era de 4941 hab. Teniendo el dominio la población femenina con un 52%, mientras que el 48% restante lo ocupaba la población masculina, dentro de este, el rango predominante de edad en la comunidad se encuentra en la población de 12 años o más con 3,843 habitantes (77%) en ese rango, dicho dato muestra la factibilidad para continuar con el incremento en el número de asentamientos humanos, así como espacios para la actividad económica.

Del total de la población, en 2010 el 45% de la población, era población económicamente activa ocupada, la mayor parte de población ocupada se encuentran en los sectores primario y terciario, siendo la principal actividad el comercio, en los giros de ropa y comida, esta última se refiere a la preparación de “tlacoyos” (gorditas de maíz con diversos ingredientes).

El comercio se realiza fuera de la localidad y dentro de la misma; se lleva a cabo en tianguis o mercados de localidades cercanas, en otros estados y principalmente en la Ciudad de México. En el ámbito interno se tiene presencia de puestos ambulantes, pequeños negocios de abarrotes, recauderías, carnicerías y demás negocios ubicados en su mayoría en las plantas bajas de las viviendas que se localizan en el área central, entremezclando los usos de suelo habitacional y comercial, dichos negocios surten a los habitantes de toda la localidad e incluso pueblos vecinos.

En el comercio interno, la dinámica presenta conflicto en torno a la ocupación del suelo, ya que se carece de área o espacios asignados (equipamiento) que eviten la

usurpación de espacio público, aceras, calle, que impiden garantizar la seguridad tanto de peatones como de automovilistas que transitan en la zona centro de la comunidad, manifestando un riesgo potencial.

De igual forma la actividad turística ha tenido intentos por consolidar acciones/proyectos que potencialicen sus recursos naturales (véase fotografía 1). En el 2008 se realizó la inauguración del “Parque Ecoturístico de la Laguna de San Miguel Almaya” por medio de la gestión municipal de recursos estatales, este proyecto, pretendía posicionar a la comunidad como una zona de desarrollo ecoturístico, sin embargo, a pesar de la dotación de infraestructura y el reconocimiento de dicho proyecto, no tuvo éxito derivado de la falta de seguimiento, mantenimiento, provocando degradación de los recursos.

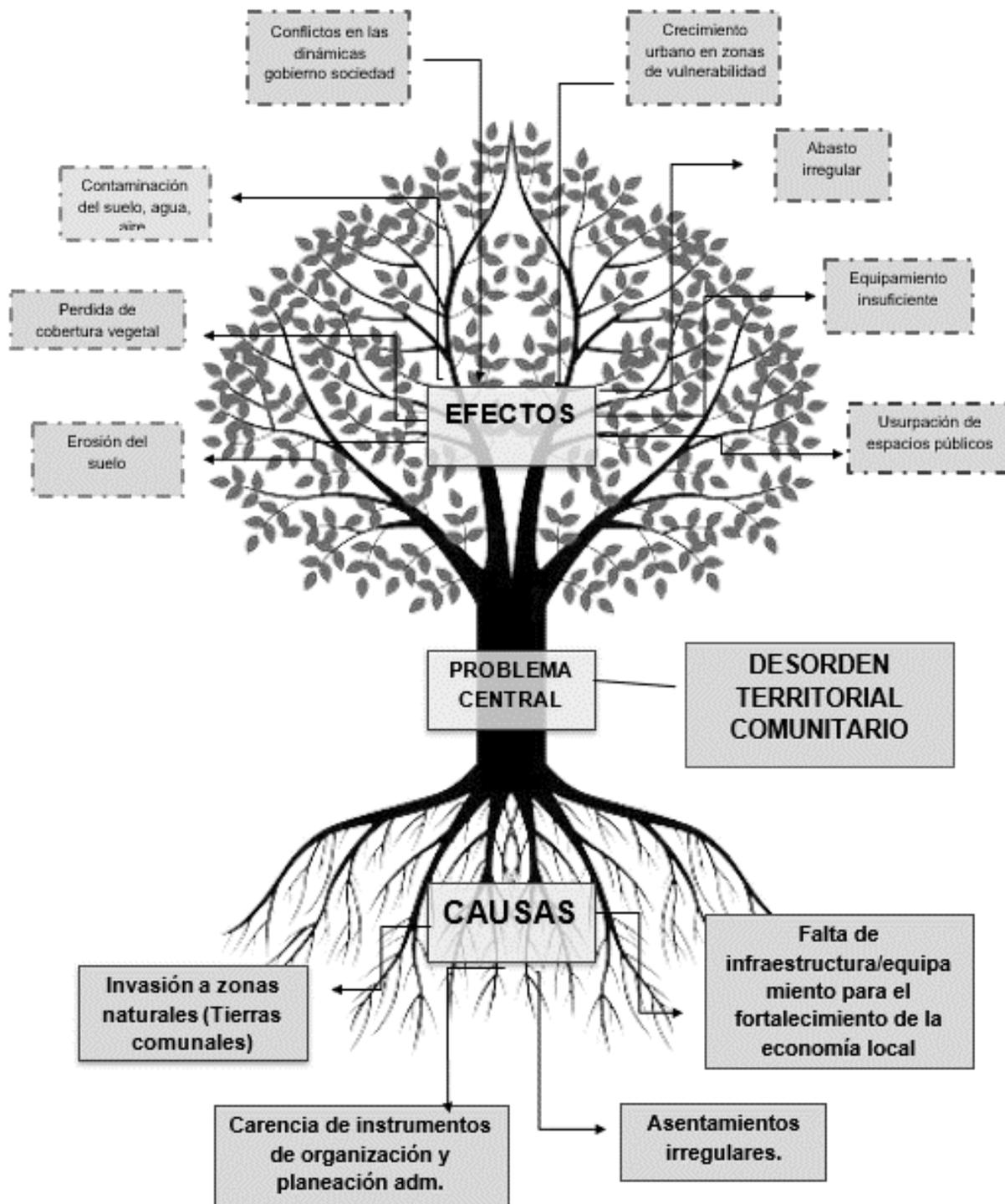
Derivado de lo expuesto se dispuso a tomar de apoyo la realización de un árbol de problemas (véase figura 2) que conjunta los hallazgos posteriores a la identificación de problemáticas que dispusiera el diseño de estrategias.

Fotografía 1. Laguna de San Miguel Almaya



Fuente: Recorridos de campo 2019

Figura 2. Árbol de problemas San Miguel Almaya



Fuente: Elaboración propia 2019

Análisis FODA

FODA	<u>FORTALEZA</u>	<u>DEBILIDAD</u>
	Se le otorga cierta autonomía a la hora de administrar sus recursos	Falta de organización en la administración local
<u>OPORTUNIDAD</u>		
Reconocimiento de la importancia de la resiliencia local	<i>Planeación del casco urbano</i>	<i>Definir las funciones de las autoridades de la comunidad en torno al ordenamiento territorial</i>
<u>AMENAZA</u>		
Invasión en tierras de uso común y cambios de suelo	<i>Protección y aprovechamiento a tierras de uso común/parceladas</i>	<i>Rehabilitación y construcción de equipamiento para la movilidad, actividades económicas, fomento cultural y tratamiento de residuos</i>

Derivado de la caracterización de la zona, diagnóstico e identificación de las problemáticas se dispuso a la realización del análisis FODA mediante el cual se partió para estructurar el diseño de estrategias que fueran compatibles con las necesidades encontradas en la investigación, las cuales se mencionan a continuación:

Estrategia “A” Definir las funciones de las autoridades de la comunidad en torno al ordenamiento territorial

En la primera estrategia el funcionamiento, delimitación de responsabilidades en las áreas de la delegación local, dando como resultado una percepción ambigua, no solo para los funcionarios sino también para los ciudadanos, lo cual implica un

umbral de incertidumbre alto respecto a quienes deben tratar determinadas problemáticas, abriendo una brecha cada vez más grande entre las problemáticas y las soluciones.

De allí, que se propone, delimitar de manera directa los deberes u obligaciones que tiene cada comité o área de la delegación local, de igual manera es importante precisar que aun cuando un área tenga determinadas obligaciones es necesario el apoyo conjunto de la administración y una participación colaborativa en la planificación.

Las propuestas giraron en torno a la mejora de la administración interna de la delegación local, diseñando acciones que fortalezcan su estructura y les permitan desempeñar sus funciones para conducir acciones acordes a las necesidades.

Estrategia “B” Planeación del casco urbano

Esta nace de la necesidad por delimitar de manera más específica el territorio de la comunidad, ya que aun cuando se tiene un precedente en el plan municipal de desarrollo urbano de Capulhuac, este no profundiza en detalles respecto al uso y ocupación del territorio, por lo que, realizar una propuesta que contenga la delimitación, el uso de áreas naturales y la ordenación del desarrollo de vivienda en áreas asignadas, es fundamental para generar un desarrollo local en la comunidad de San Miguel Almaya.

Como principal acción realizada se analiza la configuración territorial actual dando un panorama de cómo se encuentra estructurada la ordenación del territorio en San Miguel Almaya, seguido de ello se propone asignar perímetros de contención urbana en el área del volcán Quilotzin, La laguna y el desarrollo del casco urbano en áreas específicas, de esta manera se mejora el desarrollo de la comunidad, promoviendo que a largo plazo permitan el desarrollo urbano y la preservación de las áreas comunales que se designen en protección al ambiente.

Estrategia “C” Protección y aprovechamiento a tierras de uso común/parceladas

Una vez planteadas las restricciones de crecimiento es importante precisar cuáles son las alternativas para la ocupación de tierras parceladas y de uso común.

A partir de esta estrategia se pretende generar un ambiente sustentable y de participación, en el cual puedan converger diferentes actividades en el marco del régimen comunal, reforzándolo con el uso de instrumentos, acciones y proyectos que cultiven el sentido de convivencia, participación comunitaria por el rescate a la naturaleza con actividades que aprovechen los recursos con los que se cuenta.

Cabe destacar que las áreas urbanas no son las únicas en las cuales se deben de planificar acciones, si no que de igual manera estas dos clasificaciones (comunal, parcelada) forman parte del sistema territorial comunitario bajo el cual se encuentran desarrollándose San Miguel Almaya.

Estrategia “D” Rehabilitación y construcción de equipamiento para la movilidad, actividades económicas, fomento cultural y tratamiento de residuos

En esta se trata la funcionalidad de la estructura territorial actual, potenciales mejoras y se identifica la necesidad de desarrollar nuevos proyectos. El generar un análisis en el que se detecte en materia de equipamiento o infraestructura con que se cuenta, sus condiciones e identificar su aprovechamiento y la funcionalidad que este tiene en la población.

Por último, es necesario generar propuestas de ordenación en las que se plantee con el mayor nivel de asertividad posible, la ubicación de equipamiento e infraestructura, teniendo como base las opiniones de la población y la gestión de las autoridades.

CONCLUSIONES

Dada la detección de la problemática de desorden y la identificación del sistema territorial en San Miguel Almaya, se formularon estrategias para orientar el ordenamiento territorial, estas fueron cuatro, cada una da respuesta a los conflictos detectados respectivamente. En esta formulación se identificaron algunas conclusiones.

El concepto de sistema territorial fue adecuado para abordar el tema de ordenamiento territorial, debido a que se trata al territorio no solo desde el aspecto físico, sino considera la presencia de un tejido social, económico y administrativo como se expresa en la realidad.

El ámbito local es el espacio más próximo de quienes toman la decisión de la estructura territorial; usuarios y autoridades que determinan la localización de los asentamientos humanos, por ello es necesario que se les otorgue las bases legislativas, administrativas para dar las directrices del ordenamiento territorial, en el caso de estudio, su régimen comunal en la tenencia de la tierra, tienen la facultad de ejecutar dicho ordenamiento. El ordenamiento territorial comunitario o local puede ser parte del tejido que se puede ir haciendo para lograr que nuestro país logre un ordenamiento nacional.

Una limitante en el ejercicio del ordenamiento territorial a nivel comunitario es la insuficiencia de información, así como datos estadísticos al respecto, en el caso de estudio se obtuvieron por información muestral y con entrevistas de autoridades y de los comuneros.

En las estrategias diseñadas para el caso de estudio de San Miguel Almaya, se abordaron los puntos de conflictos más evidentes en el desorden territorial, además, que tratan aspectos asequibles para ser ejecutadas por las autoridades locales a corto plazo, sin embargo, de manera paralela, derivado de cada una de ellas podrían surgir otras, dejando abierto el paso a futuras modificaciones o propuestas que

permitan mejorar las condiciones de vida y preserven el régimen comunal en la comunidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado Granados, Alejandro Rafael y otros, 2013: "Diagnóstico para el saneamiento del agua en las cuencas de la laguna de San Miguel Almaya en el Valle de Toluca, México" 93-121, Toluca, México: Quivera de la Universidad Autónoma del Estado De México.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 1917: "Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos", última reforma DOF 09-08-2019 consultado el 12 de agosto de 2019 en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1_090819.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 1992: "Ley Agraria", Última Reforma DOF 25-06-2018 consultada el 22 de marzo de 2019 en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/13_250618.pdf
- Cámara De Diputados del H. Congreso de la Unión, 2006: "Ley General De Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano", última Reforma DOF 14-05-2019 consultado el 25 de junio de 2019 en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGAHOTDU_140519.pdf
- Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de México (COPLADEM), 2019: Dictamen de la División Regional, consultado el 12 de febrero de 2019 en: http://copladem.edomex.gob.mx/regiones_y_municipios
- CONAFOR Consejo Nacional Forestal, 2007: Ordenamiento territorial comunitario, Manual básico, México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
- Díaz Cuenca, Elizabeth y otros, 2011: "La configuración territorial de San Miguel Almaya en el desarrollo local sustentable" 102-121, Toluca, México: Quivera de la Universidad Autónoma del Estado De México.
- Gobierno del Estado de México, 2003, Secretaría de Desarrollo Urbano y Metropolitano, 2019: Planes Municipales de Desarrollo Urbano, consultado el 23 de febrero de 2019 en: <https://seduym.edomex.gob.mx/capulhuac>
- Gómez Montañez, Gustavo y Delgado Ovidio, Mahecha, 1998: Espacio, territorio y región: conceptos básicos para un proyecto nacional
- Gómez Orea, Domingo, 2007: Ordenación territorial, Madrid, España, Ediciones Mundi-prensa
- Guadarrama Rivera, Yabel Rene, 2016, Capulhuac historia y tradición 2a época, consultado el 15 de enero de 2019 en: <http://capulhuachistoriaytradiciondos.blogspot.com/2016/06/fundacion-de-san-miguel-almaya.html>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2010: "Censo de Población y Vivienda" consultado el 18 de enero de 2019 en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>
- Zago Spíndola, Octavio, 2016: "Espacio, territorio y territorialidad: una aproximación teórica a la frontera" en Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales 27-55, México, DF: UNAM.

Análisis comparativo de casos de estudio de los territorios inteligentes sustentables en diferentes contextos territoriales

Lilia Angélica Madrigal García¹

Verónica Miranda Rosales²

Ryszard Rozga Luter³

Rosa Azalea García Canales⁴

RESUMEN

Las zonas urbanas y rurales en México y el Estado de México, se consideran espacios complejos e integrados, debido a que comparten e intercambian grupos poblacionales, actividades productivas, servicios, recursos naturales e instituciones, entre otros. Por tanto, al interior de los territorios regionales y los espacios locales, se plantea la necesidad de formular estrategias, políticas e inversiones tendientes a corregir desequilibrios espaciales, sociales y económicas, tasas de crecimiento patrones inadecuados de flujos de transporte y movimiento de bienes y servicios, así como el uso y explotación desmedida de los recursos naturales.

Los estudios urbanos y ambientales en la búsqueda de estrategias que generen alternativas viables ante la problemática ambiental y con la pretensión de ordenar los territorios para elevar la calidad de vida de sus habitantes, se contempla a la sustentabilidad y sus paradigmas emergentes; como por ejemplo los enfoques de territorios Inteligentes y territorios Sustentables que se han constituido como dos planteamientos que proveen una visión integral, que se incorporada en el análisis recientemente de los territorios, pues son enfoques teóricos que pretenden analizar la innovación y la incorporación de TIC's en los territorios; mientras que los

¹ Mtra. en E. U. y R. Estudiante del Doctorado en Ciencias Ambientales de la Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Química. Paseo Colón S/N, Residencial Colón, Colonia Ciprés, C.P. 50120 Toluca de Lerdo, México.

² Dra. en U. Profesora-Investigadora de la Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Planeación Urbana y Regional. Domicilio: Mariano Matamoros casi esquina, Av. Paseo Toluca, C.P. 50130 Toluca de Lerdo, México.

³ Dr. en C.E. Profesor-Investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Lerma. Domicilio: Avenida Miguel Hidalgo 46, Colonia La Estación, Guadalupe, 52006 Lerma de Villada, México.

⁴ Dra. en C.E.A. Profesora-Investigadora de la Universidad Autónoma del Estado de México. Estacionamiento Facultad de Economía, UAEMéx. Circuito Escolar, Ciudad Universitaria, Toluca de Lerdo, México.

territorios sustentables conjunta la protección a los ecosistemas, con el desarrollo social y el desarrollo económico equitativo.

La capacidad de integración de distintas perspectivas de análisis del desarrollo en el concepto de territorio inteligente sustentable, toma especial importancia si se considera que el ámbito de estudio del desarrollo económico y social ha sido abordado desde distintas perspectivas de análisis. Por ejemplo, mientras que, desde la perspectiva de la economía, el desarrollo en los últimos años ha estado ligado a temas relacionados con la innovación tecnológica, otras disciplinas, tales como el urbanismo y la arquitectura, primaban el diseño de nueva infraestructura como elemento fundamental del desarrollo territorial. Y por el otro lado, se encuentran los planteamientos del desarrollo sustentable que se enfoca en el aprovechamiento racional y equitativo de los recursos naturales y la calidad de vida de la población, por esta razón se pretende sumar los conceptos de: territorio sustentable + territorio inteligente = territorio inteligente sustentable.

Siendo la perspectiva de análisis seleccionada para la realización del presente trabajo de investigación. Sin embargo, es necesario realizar una revisión y análisis del estado del arte del territorio inteligente sustentable. se plantea como objetivo del trabajo:

Analizar casos de estudio y experiencias de los Territorios inteligentes Sustentables, aplicados en diferentes contextos territoriales, con el fin de obtener elementos comunes de análisis en los territorios inteligentes sustentables.

El método de investigación a utilizar es el analítico, que en primer lugar permite la delimitación del concepto de Territorios Inteligentes Sustentable, en segundo lugar permitirá el análisis comparativo de experiencias y casos de estudio de los territorios inteligentes, destacando los aspectos o variables ambientales, con el fin de obtener comunes, para considerarlos como Territorios Inteligentes Sustentables.

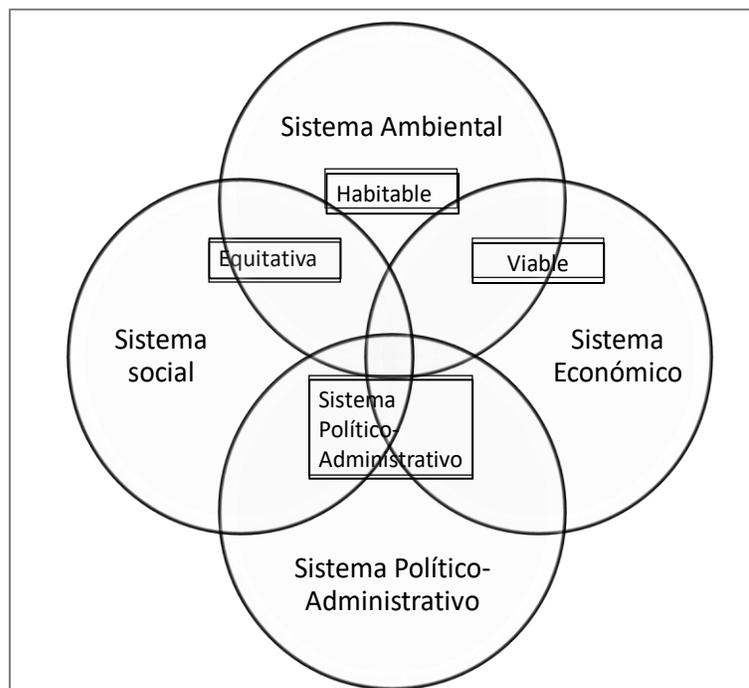
PALABRAS CLAVE: Desarrollo Sustentable, Territorios Inteligentes, Territorios Sustentables, Territorio Inteligente Sustentable.

MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL DE LOS TERRITORIOS INTELIGENTES SUSTENTABLES

En el nuevo contexto mundial, los procesos económicos, sociales, políticos y medioambientales están cada vez más relacionados y son más complejos. Los modelos de desarrollo económico deben estar al servicio de la comunidad, garantizando un compromiso pleno con la equidad, la justicia distributiva, la solidaridad y la sustentabilidad ambiental.

El enfoque para Territorios Sustentables y los Territorios Inteligentes se fundamenta en las cuatro dimensiones de la sustentabilidad y sus interrelaciones, enfocándose en la implementación de acciones de manera integral a partir de las entendidas desde la perspectiva de la Teoría de sistemas se identifican cuatro dimensiones o sistema de la sustentabilidad (ver figura 1).

Figura 1. Dimensiones y ámbitos de atención del Desarrollo Sustentable



Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, la globalización tecnológica ha transformado el orden del conocimiento y la innovación a escala global en un periodo de tiempo increíblemente corto, generando nuevos desafíos y la aparición de diversas oportunidades y retos. Ante los procesos de desarrollo socioeconómico y tecnológico constante presentados en el mundo, surgen enfoques emergentes para el análisis de los Territorios. Como el de Territorios Inteligente Sustentables, que surge a partir de la incorporación de las dimensiones de la sustentabilidad en el análisis del territorio, permitiendo la comprensión integral del desarrollo de los territorios, su evolución y relación con los sistemas ambientales.

De acuerdo con Esteban, y otros (2008), definen a los Territorios Inteligentes como:

Aquel territorio que muestra una capacidad de aprendizaje y de reinención en cuanto a sus formas de competitividad y desarrollo, permitiendo encontrar un equilibrio entre los aspectos de competitividad económica, cohesión y progreso social y sustentabilidad ambiental y cultural.

Este enunciado expresa el concepto, generalmente, en relación con la capacidad competitiva de los territorios; en el sentido de crear e incorporar conocimientos necesarios que pongan en valor, de manera eficiente y racional, sus recursos para así contribuir a mejorar la calidad de vida de la sociedad que los habita y a estimular el desarrollo personal de todos los ciudadanos tal y como lo señalan Caravaca-González y Silva, (2005).

Asimismo, Calderero, Pérez y Ugalde (2006) desarrollan un concepto muy similar a antes presentados:

Un Territorio Inteligente es aquel capaz de dar una respuesta coherente a la trilogía urbana: sustentabilidad ambiental, cohesión social y competitividad económica”

(Caldero et al., 2006, p. 614). En adición, consideran que los territorios inteligentes son capaces de diseñar e implementar sus propios proyectos estratégicos, y como, cualquier ciudad o región, puede llegar a constituirse en un territorio inteligente.

De acuerdo con lo antes expuesto, es posible afirmar que, si bien no existe un consenso generalizado sobre el concepto de territorio inteligente, las definiciones planteadas en la literatura comparten varios aspectos:

En primer lugar, se destaca el carácter multidimensional del enfoque, en el cual convergen factores asociados con la infraestructura, el ambiente físico y ambiental, las características sociales y las potencialidades económicas. En segundo lugar, la incorporación y desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC's), el desarrollo de innovaciones y desarrollo y gestión del conocimiento, como pilares fundamentales en el desarrollo de los territorios, además de la definición de una visión estratégica orientada a la competitividad.

Finalmente, en todos los conceptos, se considera, en mayor o menor medida, la implementación de plataformas tecnológicas como un eje transversal de las diferentes esferas urbanas, para consolidar la naturaleza inteligente de un territorio. (Paskaleva, 2011)

El modelo conceptual, plantea un modelo de análisis tridimensional puede ser recreado a nivel de una ciudad, una región e incluso puede tener una connotación global, pudiendo en todas estas escalas espaciales construirse ventajas competitivas, de carácter singular, donde, de manera endógena, es posible crear desarrollos propios y sustentables.

Desde el punto de vista de la mirada del subsistema social, se toma una consideración las relaciones de gobernanza que se den al interior de los territorios

y por supuesto, la manera en que se colabora con el fomento de la cohesión social, el desarrollo de la cultura e identidad territorial.

Finalmente, desde la dimensión del subsistema ambiental y construido, hay temas relevantes relacionados con el urbanismo y la movilidad, la eficiencia energética y el entorno natural que deben ser considerados para la creación de territorios inteligentes. La generación de un territorio inteligente, desde la interrelación de estos tres subsistemas, debe apoyarse en tres elementos:

- El desarrollo tecnológico de la información,
- La generación de conocimiento científico y
- El desarrollo de la ecoeficiencia, desde la perspectiva de la optimización y uso sustentable de los recursos naturales.

Para el análisis del territorio, se incluyen los procesos urbanos y rurales que se encuentran relacionados de manera indivisible. Las ciudades se han caracterizado desde hace varias décadas como ciudades grandes de cobertura regional con grandes dimensiones y que presentan gran complejidad y contrastes socioeconómicos muy notorios. Sin embargo, en este punto es relevante hacer mención a las características de las zonas rurales que se caracterizan por la dispersión de los asentamientos humanos, y su especialización en el desarrollo de actividades agropecuarias, actividades tradicionales, como la elaboración de artesanías, y actividades industriales, comerciales y servicios incipientes.

Para el caso de los países en desarrollo, en particular para América Latina y el Caribe, que contiene una población rural aproximada de 120,297,401 habitantes para 2015, es decir, una de cada dos personas que viven en zonas rurales pobre (53%), en tanto que una de cada tres cae en la condición de pobre extremo (30%).

La situación no parece tan promisorio. Más aún si se observa la tendencia de largo plazo, por ejemplo, en los últimos treinta años (1980): la situación apenas ha

mejorado en 7 puntos porcentuales en el caso de la pobreza (de 59,8 a 52,8 %) y menos de 3 puntos para la indigencia (32,7 a 30 %). (CEPAL, 2005 & FAO, 2013)

Lo anterior demuestra una diversificación de las actividades familiares, no solo como una estrategia de resistencia en contra de la pobreza, sino que pueden ser entendidas como prácticas de apropiación del capital por parte de los pobladores rurales, con la incorporación de otras actividades económicas que permitan la diversificación de la estructura económica y las transformaciones del de los territorios rurales, los territorios semiurbanos con los territorios urbanos.

De estos planteamientos teóricos vale la pena destacar el proceso de evolución constante proceso de crecimiento y transformación de los territorios, derivados de los procesos económicos como la globalización, procesos sociales como los procesos de migración rural –urbana y migraciones internacionales, el desarrollo tecnológico y la generación y difusión del conocimiento; en conjunto han condicionado que los territorios actuales, sean cambiantes y altamente complejos situación que también está presente en los territorios regionales y locales de México y del estado de México.

En primer lugar, entre las características referentes al desarrollo rural en el territorio entre Europa y América Latina, se identifican similitudes entre las zonas rurales de España y de América Latina, de acuerdo con FAO (2003) destacan:

- a. Territorio vs. sector agrario, donde los servicios relacionaos con la agricultura, van más allá el aspecto productivo.
- b. Vinculación entre las pequeñas ciudades y el campo que le circunda, provocando una relación entre el desarrollo urbano y rural.
- c. El sector agrícola es la actividad principal, pero existen otras actividades complementarias y de servicios que suponen la economía del resto de los habitantes de los territorios rurales.

- d. Necesidad de proveer servicios básicos, sociales y residenciales a las comunidades rurales.
- e. Integración el sector rural en el mercado global e interviene el concepto de competitividad territorial.
- f. Necesidad de preservar los elementos endógenos del territorio y buscar la sustentabilidad social, económica, medioambiental y cultural.
- g. Obligación de definir la cadena de valor y los agentes clave del territorio para el desarrollo de programas de desarrollo rural.

En el año 2017, en España se publicó el Plan Nacional de Ciudades Inteligentes estableció una estrategia centrada en tres ámbitos: normalización, apoyo a la industria y gobernanza. El Plan Nacional de Territorios Inteligentes se ha orientado hacia tres campos de acción: a. *Acciones territoriales*, b. *Acciones de soporte* y

c. *Acciones complementarias*.

a) Acciones territoriales: integrado por seis áreas: Objetos Internos de Ciudad (edificios, estaciones, puertos y aeropuertos), Laboratorio Virtual de Interoperabilidad, Territorios Rurales Inteligentes, Turismo Inteligente y Servicios Públicos en plataformas de ciudad y mundo rural.

b) Acciones de soporte: engloba las acciones facilitadoras de las acciones territoriales: Impulso a la Normalización, Actuaciones de carácter Internacional, Gobernanza del Plan Nacional, Comunicación y Difusión y Capacitación y Formación.

c) Acciones complementarias: se enfocan en dos acciones cuyo modelo de intervención se encuentra en vías de consolidación para la prestación de servicios públicos (privacidad y seguridad) en Territorios Inteligentes y Movilidad en Territorios Inteligentes.

Esas ciudades estarían integradas a un contexto territorial más amplio, con la finalidad de que las ciudades se encuentren conectadas entre sí, a través de redes tangibles e intangibles, y constituyan redes urbano-territoriales que incluyan a todos los elementos de la micro-región y no solamente a las ciudades, para este fin Morcilla F. (2019), hace referencia a la idea de un ecosistema innovador.

La sociedad actual es dinámica en el ámbito privado, adaptativa y acoge con rapidez las tendencias que propician la mejora de la calidad de vida o le aporta competitividad. En cambio, en el ámbito público, los procesos y los modelos no se adaptan con rapidez a la necesidad, la falta de conectividad, la burocratización para el acceso de nuevas tecnologías o simplemente el fomento de las nuevas tendencias en ecosistemas digitales público-privado que adaptan la innovación a los territorios y las ciudades, son algunos de los retos a los que se enfrenta la sociedad actual en los próximos años.

Esta falta de planificación, aunada a la brecha digital en la región Latinoamericana, y la ausencia de estrategias de digitalización son los retos de las ciudades latinoamericanas, coincide Sergio Arredondo (2019)⁵: Por lo que construir una ciudad inteligente es el resultado de un plan de gran visión a largo plazo, considerando la instalación de infraestructura y la suma de esfuerzo de actores gubernamentales, sociedad civil organizada, así como de la iniciativa privada, siendo posible si se dan las condiciones que generen certidumbre de un proyecto al que se le dará continuidad, sin importar los cambios políticos.

De acuerdo con lo antes señalado, las autoridades locales, deben aprovechar la creatividad y el potencial de las tecnologías actuales para desarrollar nuevas formas de resolver los desafíos comunes que comparten las municipalidades del territorio que pueden constituir una región.

⁵ Director General de la Escuela de Gobierno Municipal, un organismo creado en México con el objetivo de profesionalizar el servicio público municipal.

EL CONCEPTO DE LOS TERRITORIOS INTELIGENTES SUSTENTABLES

A finales del siglo XX y durante las primeras dos décadas del siglo XXI el desarrollo sustentable se ha constituido en una referencia indispensable dentro del discurso de los procesos urbanos y ambientales. Es notable la rapidez con la que este concepto se ha transformado en hegemónico, que permite explicar y generar estrategias holísticas desde la visión del desarrollo sustentable de los territorios.

En los sistemas urbanos cada vez más complejos, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC's) pueden actuar como una plataforma útil ante los retos de la creciente urbanización y aprovechar las oportunidades emergentes, a medida que las ciudades avanzan en su proceso de desarrollo, relacionado con la conformación y/o consolidación de territorios inteligentes sustentables.

La concentración poblacional, el consumismo, el incremento del parque vehicular, los procesos industriales, las actividades del sector servicios, los sistemas de transporte y otras manifestaciones de la vida urbana, han contribuido a una degradación de la naturaleza y la calidad de vida de la población. La idea de un medio ambiente en peligro ha pasado a formar parte de la conciencia colectiva y se refleja tanto en la ciudadanía como en los encargados de la toma de decisiones.

El desarrollo sustentable no pone a debate los sistemas económicos; de libre mercado, sino que, a partir de la visión holística del medio ambiente, se propone utilizar al Desarrollo Sustentable como un enfoque análisis integral, considerando su relación entre sus dimensiones de análisis: desarrollo social, desarrollo económico y medio ambiente.

Se considera al Desarrollo Sustentable como eje central del análisis territorial, se puede mencionar que en primer lugar se hace la distinción entre tipos de territorios (urbanos y rurales). Con respecto los territorios urbanos, Lezama, J.L. y Domínguez, J. 2008, señalan que los estudios sobre la ciudad, se han orientado recientemente hacia otro tipo de problemáticas urbanas, que exclusivamente las económicas,

donde predominan los criterios de productividad, y de competitividad económica y urbana recientemente manifestado en las ciudades contemporáneas, se empieza a reconocer que las ciudades requieren de generar condiciones de un entorno ambiental equitativo, habitable y económicamente viable.

En este nuevo contexto del desarrollo donde las ciudades, requiere nuevas aproximaciones con la problemática urbana. Es por ello, que se ha incorporado la dimensión ambiental del desarrollo urbano a partir de las políticas internacionales, implementadas por ONU-Hábitat⁶, considerándose como un prerrequisito para pensar a la ciudad desde una perspectiva ecosistémica, analizándose a las ciudades como un complejo de sistemas que interactúan entre sí y que son interdependientes.

La perspectiva sistémica permite la comprensión de la interacción entre los sistemas ambientales, los sistemas humanos y los sistemas construidos más adecuada al funcionamiento actual de la relación sociedad-naturaleza y las modificaciones ya producidas en ésta; con los subsistemas (agua, suelo, aire) que también están en constante codependencia y conformación, generando cambios sustanciales en los territorios urbanos y rurales.

Este enfoque se adoptó en la Cumbre de Río y en la posterior elaboración de la Agenda 21, que prevalece en las aproximaciones de la Unión Europea a la problemática urbana en el diseño de ciudades sustentables.

Para hablar de sustentabilidad urbana hay que referirse a las tres dimensiones que integran el principio: la social, la económica y la ambiental. No tiene un significado uniforme, sino que, por el contrario, varía de acuerdo con el entorno urbano al que se aplica, es decir, no existe un tipo ideal de ciudad sustentable, sino que ésta se

⁶ Institución que diseña e instrumenta políticas urbano-ambientales para el territorio, a partir del año 2014, elaboró una serie de documentos que han constituido la agenda urbano – ambiental internacional que representa el punto de referencia internacional para el diseño e instrumentación de las políticas de desarrollo, planeación y gestión del desarrollo de los países, regiones y territorios. (Lezama, J.L. y Domínguez, J. 2008)

conforma de acuerdo con sus características ambientales propias, regionales y condiciones sociales o económicas, reconociendo que no todas las ciudades atraviesan por las mismas problemáticas. Valenzuela Aguilera, Alfonso, (2003), Leff, Enrique (2004).

Como ciudad sustentable y el enfoque emergente que se le ha denominado Territorios Inteligentes, que añade nueva dimensión de análisis social y de desarrollo tecnológico, que va desde el desarrollo y la planeación urbana, pasando por la economía basada en el conocimiento, hasta las tecnologías móviles. Por tanto, el tema del presente proyecto de investigación se considera que resulta de la suma de los conceptos de:

Territorio sustentable + Territorio Inteligente = Territorio Inteligente Sustentable

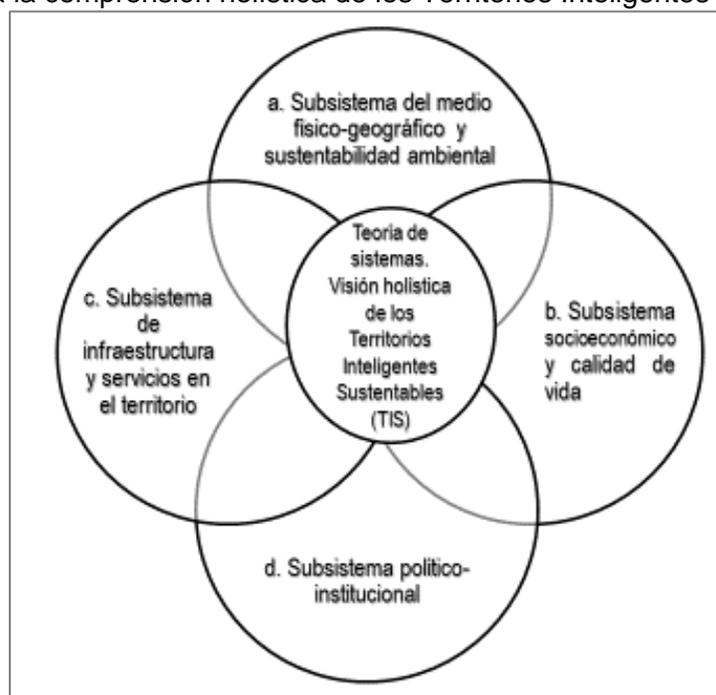
Para la comprensión del concepto de Territorios Inteligentes Sustentables se propone, constituye por las dimensiones de la sustentabilidad vistas a partir de la Teoría de Sistemas, dividiéndolas en cuatro sistemas de análisis, que su vez se dividen en cuatro subsistemas (ver figura 2):

- **Subsistema del medio físico-geográfico y sustentabilidad ambiental.** Este subsistema se refiere a las características físico-geográficas y del manejo sustentable de los recursos: suelo, agua y aire, considerando los riesgos y vulnerabilidad de la población ante los fenómenos naturales en el contexto del desarrollo sustentable en el territorio.
- **Subsistema socioeconómico y calidad de vida.** Este subsistema se relaciona con indicadores demográficos, sociales, económicos y de calidad de vida de la población.
- **Subsistema de infraestructura y servicios en el territorio.** Se relaciona con la existencia de redes de infraestructura, comunicación y tecnología. Además de considerar la estructura territorial urbana y rural, y su interrelación

entre los sistemas de localidades y su vinculación con la zona metropolitana de Toluca.

- **Subsistema Político-administrativo.** Relacionado con la existencia acciones urbanas y ambientales contenidas en los planes de desarrollo municipal, urbano y ambiental de los ámbitos federal, estatal y municipal, relacionando las políticas y estrategias de cada uno y buscando la vinculación con los Objetivos del Desarrollo Sostenible. Agenda urbano-ambiental planteada a través de ONU-Habitat en una serie de documentos rectores elaborados desde el año 2016 hasta la fecha (año 2020).

Figura 2. Teoría de Sistemas aplicada a las dimensiones de la sustentabilidad para la comprensión holística de los Territorios Inteligentes Sustentables



Fuente: Elaboración propia.

ALGUNAS EXPERIENCIAS DE TERRITORIOS INTELIGENTES

Con base en la Universidad de Talca, en Chile (2017) y Vega Jurado, Jaider; Bryton Acevedo, Emilie; De la Puente Sierra, Ignacio y Negrete Escobar, Ignacio (2018),

sintetizan experiencias de territorios y ciudades que han sido catalogados como “inteligentes”, pone de manifiesto cómo los procesos que afrontan cada territorio y ciudad para convertirse en un smart place o smart city, en tres contextos territoriales: Región europea, Norteamérica y Latinoamérica.

Destacando los componentes urbanos que se consideran como potencialidades o fortalezas de dichas ciudades o territorios que pueden ser considerados como territorios Inteligentes. En esta línea se destacan zonas residenciales, anillos verdes, zonas aledañas a corrientes de agua, sistemas de transporte público, plataformas logísticas, infraestructuras viarias o físicas, campus universitarios, diseños urbanos particulares, programas de sostenibilidad ambiental y social, parques urbanos, sistemas de gobernanzas e innovaciones organizativas, entre otros (Vegara, 2008).

El enfoque de Territorios Inteligentes en el contexto del desarrollo sustentable es utilizado en el contexto europeo y en algunos países de Asia, donde está presente el desarrollo de tecnologías, no solo con el fin de analizar su viabilidad, sino para considerar su impacto socioeconómico y su relación con el medio ambiente como contexto de actuación. Para fines del presente trabajo de investigación: el Territorio Inteligente Sustentable se considera como un concepto novedoso, debido a que los territorios no son homogéneos, y se constituyen por ciudades, localidades urbanas y localidades rurales, Por tanto, con el fin de homogeneizar el análisis de los territorios como unidad de análisis. Se parte del supuesto de incorporar a las dimensiones de la sustentabilidad permitiendo la comprensión integral de los territorios heterogéneos y la posterior generación de estrategias de desarrollo territorial-ambiental en el contexto del desarrollo sustentable.

Iniciativas de ciudades inteligentes en Europa

País Vasco en España y sus capitales regionales (Bilbao, Donostia y Vitoria-Gasteiz)

La primera de las experiencias europeas corresponde al **País Vasco en España y sus capitales regionales Bilbao, Donostia y Vitoria-Gasteiz**; ciudades que a través de su especificidad han ido convergiendo hacia la visión de un territorio inteligente.

Las tres ciudades han definido e implementado planes estratégicos de territorios inteligentes con énfasis en cuatro temas transversales: medioambiente, eficiencia energética, transporte, y atractivos turísticos. Son ciudades que desarrollan proyectos multisectoriales con participación de diferentes actores: las empresas, la sociedad civil, la academia y los gobiernos locales.

En el caso específico de Bilbao, el énfasis se centra en el desarrollo de los servicios tecnológicos avanzados y el atractivo turístico de la ciudad. Por su parte, la ciudad de Donostia (San Sebastián), ha establecido el concepto de “ciudad conectada”; mientras que la ciudad de Vitoria-Gasteiz ha apostado por asignarle valor la sustentabilidad, lo que la identifica como una ciudad sustentable.

Para las tres ciudades, las metas que se están concretando y se han establecido proyectos estratégicos relacionados con la reducción de emisiones de CO₂ para el año 2020, se pretende aumentar el uso de energías renovables, además de la creación de polos de turismo sustentable y el desarrollo de economías creativas ligadas al desarrollo de las artes y al patrimonio cultural y desarrollo de sistemas de transporte urbano sostenibles, desarrollo en la electrónica, la informática y las redes de telecomunicación, a través de soluciones inteligentes.

La meta para año 2025, de las tres ciudades es ser consideradas dentro de las cien ciudades más inteligentes de Europa. Una de ellas, Bilbao, que ya ocupa el lugar

setenta y cinco; habiéndose consolidado como el tercer centro de servicios a empresas en España.

Una característica esencial del ejemplo citado es que ninguna de las tres ciudades que componen el sistema urbano vasco, podría jugar un rol determinante si no estuvieran vinculadas entre sí. Esta condición llama la atención cuando se analiza este caso de la interrelación entre las ciudades dentro de un territorio, considerado como inteligente.

Región del río Ruhr, denominada “Ruhrgebiet”

La segunda experiencia, es el caso de la **región del río Ruhr**, denominada **Ruhrgebiet**, ubicada en la porción norte de la **República Federal de Alemania**. Este territorio posee características peculiares que lo convierten en un caso muy interesante para el contexto de la región europea. Es una región pequeña que cuenta aproximadamente con 2,800 km² y por ende es un territorio con alta densidad poblacional, ya que en ella habitan ocho millones de habitantes y su densidad poblacional es cercana a 2,100 hab/km². Es la mayor conurbación industrial de Alemania y la tercera más importante de la región europea.

Es una región que ha realizado un esfuerzo significativo de transformación de su vocación económica. Su historia ha estado marcada por una vocación minera (explotación de minas de carbón); como producto de los avances económicos y la falta de empleo, la región tuvo que cambiar sus actividades económicas consolidando una economía basada en la generación de conocimiento y el desarrollo tecnológico.

El sector minero entró en crisis e impuso a la región la necesidad de una transformación productiva, pasando las últimas dos décadas del siglo XX y las primeras décadas del siglo XXI en el desarrollo de tecnología, enfocada en el desarrollo de nanotecnología, la biomedicina y la informática. En la actualidad, es

una de las regiones más desarrolladas de Alemania, con base en sus avances tecnológicos en diferentes actividades. Su éxito se debe en gran medida a la capacidad de la población local de pensar y materializar un proyecto estratégico de largo plazo, compartido por los distintos grupos de interés.

Adicionalmente, en los últimos 25 años, las ciudades más importantes como Dortmund, Essen, Duisburg y Bochum, han ido creando Agencias de Desarrollo Económico de cobertura regional y local, potenciando la atracción de talentos e inversiones al territorio. Sin duda alguna, la región del Ruhr es el territorio más dinámico en Alemania.

Del mismo modo, existe una presencia importante de empresas globales, fundadas en todo el territorio alemán, que han potenciado un ecosistema de innovación y creatividad sobresaliente, creando grandes parques tecnológicos. Por otra parte, llama la atención, que las Políticas de Desarrollo Urbano Sustentable, desarrolladas por las ciudades de esta región han implementado un desarrollo combinando áreas residenciales y áreas de trabajo, combinadas con zonas de esparcimiento, generando espacios urbanos con ambientes armónicos para sus habitantes.

Iniciativas de ciudades inteligentes en Norteamérica

En Norte América, se identifican un conjunto de territorios urbanos (ciudades) denominadas como inteligentes:

San Diego.

La estrategia de ciudad inteligente de la ciudad de San Diego está enfocada en el aprovechamiento de las potencialidades y recursos, para el desarrollo de iniciativas orientadas al mejoramiento de la calidad del medio ambiente, impulso del crecimiento económico y reducción de la dependencia del petróleo, como combustible. En la construcción de San Diego, como smart city participan diversos

actores locales: entre los que destacan: empresas como, San Diego Gas & Electric, GE, UC San Diego y Cleantech San Diego. Además de instituciones gubernamentales, centros educativos y organizaciones sin ánimo de lucro.

Entre las iniciativas desarrolladas, destacan la construcción inteligente del **puerto de San Diego** por medio de la instalación de sensores que controlan el consumo de energía; el fomento del uso del vehículo público eléctrico, y el establecimiento de estaciones de carga con el empleo de energía solar; sistemas de autos compartidos; gestión eficiente del alumbrado público por medio de la instalación de lámparas LED; y la construcción de un complejo de departamentos denominado “Solterra”, que emplea como fuente energética la energía solar.

San Francisco.

La construcción de una smart city en San Francisco está fundamentada en dos ejes principales: la innovación tecnológica y el desarrollo de iniciativas ecológicas y de sustentabilidad. Entre éstas destacan el fomento del reciclaje, la conservación de la energía y el uso de vehículos híbridos y eléctricos. En relación con el segundo eje, en San Francisco se ha creado el programa denominado “Eco-distrito”, por medio éste, la ciudad se compromete a reducir el consumo de energía y a gestionar el uso eficientemente del agua.

Chicago.

Chicago se considera una ciudad líder en construcciones eco-inteligentes; hoy en día cuenta con 405 edificios con certificados LEED. Adicionalmente, ha desarrollado un plan de movilidad sustentable, mediante el uso de la bicicleta compartida, y se ha puesto en marcha un programa de gobierno electrónico, por medio de la creación de bases de datos abiertas a todo público. No obstante, es importante destacar que la estrategia inteligente de Chicago está enmarcada en el uso de las tecnologías de la información y comunicación como el principal factor que mejora la calidad de vida

urbana, ya que estas favorecen la participación ciudadana, la inclusión y la innovación.

Toronto.

Esta ciudad pertenece al país de Canadá, y es caracterizada por albergar una gran diversidad de actividades económicas, tales como: actividades financieras, industriales de alta tecnología, producciones cinematográficas. Asimismo, por ser un punto de atracción para inmigrantes provenientes de distintos países. Lo que ha propiciado el surgimiento de una iniciativa denominada “Toronto Waterfront”, considerada como el proyecto de renovación urbana más grande de Norteamérica, que plantea el objetivo de rehabilitar zonas abandonadas de comercio y centros industriales. La rehabilitación de estos espacios urbanos sin uso, se rehabiliten como zonas viviendas, parques y oficinas comerciales, que incentiven la generación de nuevos empleos y el acceso a sistemas de banda ancha para facilitar el acceso a la población escasos recursos a las redes de internet de cobertura internacional. Asimismo, destacan otras iniciativas inteligentes como “The mars Discovery District”, que está enfocada en la creación de incubadoras de empresas y un centro de innovación social que consiste en un espacio que favorece el desarrollo de innovaciones sociales.

Iniciativas de ciudad inteligente en Sudamérica

Río de Janeiro, Brasil.

La estrategia de ciudad inteligente en Río de Janeiro inició en el 2010, cuando la empresa IBM; creó un centro de operaciones integradas en la ciudad, dotándola de una red de sensores que hacen parte de un sistema de respuesta oportuna frente a diferentes tipos de emergencias. Dicho sistema integra datos provenientes de diversos lugares de la ciudad, empleados en temas de seguridad y transporte, en la prevención de posibles desastres como inundaciones.

Curitiba. Brasil.

Esta ciudad se enfocó en generar sistemas de recolección de los residuos urbanos y las condiciones de bienestar de la población. El desarrollo de iniciativas inteligentes en Curitiba surge como respuesta a las principales problemáticas de la ciudad, entre las que se destacan la movilidad, la ausencia de zonas verdes, la deficiencia

En primer lugar, se diseñó un plan para garantizar la gestión eficiente del tráfico vial, por medio de la construcción de tres carriles: uno para acceder a la ciudad, otro para salir de ella y el tercero para uso exclusivo del transporte público.

Al mismo tiempo, se crearon ciclo vías con el fin de fomentar el transporte en bicicleta y reducir considerablemente los niveles de contaminación atmosférica.

Con respecto a las zonas verdes, Curitiba ha diseñado una política ambiental que fomenta la creación y habilitación de espacios arborizados con abundante vegetación endémica de la región, reduciendo el riesgo de inundaciones y la creación de espacios de captación a gua para la retroalimentación de los mantos acuíferos subterráneos y superficiales de la ciudad.

Adicionalmente, se desarrollan campañas innovadoras dirigidas al fomento del reciclaje de los residuos urbanos. Un ejemplo de lo antes mencionado son los denominados “**puntos de recolección de residuos**”, donde las personas entregan basura y reciben a cambio verduras frescas o boletos de autobuses.

Santiago de Chile. Chile.

En 1939 se fundó la Corporación de Fomento de la Producción (Corfo), que es el organismo del chileno encargado de impulsar la actividad productiva nacional. El objetivo fue definido con el objetivo de implementar acciones que permitirá

establecer las bases de la industrialización del país, para lo que creó grandes empresas, indispensables para el desarrollo de Chile⁷.

Se crearon un conjunto de empresas con el fin de implementar políticas en áreas estratégicas que *permitieron a Corfo cumplir su misión institucional: el fomento productivo. En los primeros años implicó industrializar, con un impacto en el desarrollo económico nacional ampliamente reconocido; en el presente significa que Chile, a través de su estructura productiva, logre ser más competitivo como país.*

Con el fortalecimiento del sector privado para realizar las inversiones que requería el progreso del país, Corfo debió, redefinir su misión, reorientando su rol de fomento productivo hacia el desarrollo de las capacidades competitivas de las empresas chilenas, especialmente las de menor tamaño. A través de diferentes políticas y acciones implementadas a lo largo de la segunda mitad del siglo XX y que ha continuado durante las dos primeras décadas del presente siglo.

El 4 Julio 2019 Chile obtuvo un importante triunfo, a través del plan nacional “Chile: Territorio Inteligente” en el marco de los premios Latam Smart City Awards 2019 realizados en la ciudad de Puebla (México) los días 2, 3 y 4 de julio. El proyecto, impulsado desde la institución **Corfo** a través de su Comité de Transformación Digital, se impuso en la categoría “Smart Latam”, *superando a iniciativas de Brasil y Argentina. El Plan, es impulsado por el Gobierno de Chile a través de Corfo, y tiene como objetivo de Generar proyectos que respondan a las necesidades del territorio y de sus habitantes, aprovechando las potencialidades y oportunidades locales.* similares como el proyecto “Case Vale do Pinhão. The innovation Ecosystem of Curitiba” (Brasil) y al “Plan Estratégico San Juan 2030 (PESJ2030) en articulación con Agenda 2030 de Naciones Unidad (ODS)” (Argentina).

⁷ Las principales empresas chilenas que se crearon bajo la Empresa Nacional de Electricidad (Endesa), la Empresa Nacional del Petróleo (Enap), la Compañía de Acero del Pacífico (Cap) y la Industria Azucarera Nacional (Iansa), entre otras.

El plan nacional “Chile: Territorio Inteligente” es un plan nacional que inicio su implementación en el año 2018, considerando los antecedentes de políticas públicas de administración y gestión de las ciudades y territorios con una visión a largo plazo. por medio del Comité de Transformación Digital de Corfo, se han aplicado en las ciudades de: Valparaíso, Concepción, Antofagasta, Chillán y Temuco, acciones que tienen como finalidad, que los territorios cuenten con un ecosistema que promueva soluciones con bases tecnológicas, alrededor de puntos críticos del desarrollo urbano y regional de las ciudades, relacionados con movilidad, habilitación de infraestructura, seguridad y medio ambiente, entre otros.

En 2019, la ciudad de Santiago -piloto para la fase de inicio del plan - fue reconocida por primera vez como la ciudad “más inteligente” de Latinoamérica, destacando en las áreas de medioambiente y planificación urbana de acuerdo con el ranking “Cities in Motion”, elaborado por la prestigiosa escuela de negocios española, Fuente: IESE. <http://ctdigital.cl/chile-territorio-inteligente/>, septiembre 2019. Este índice, que evalúa nueve dimensiones (capital humano, cohesión social, economía, gobernanza, medioambiente, movilidad y transporte, planificación urbana, proyección internacional y tecnología) situó a la capital de Chile en el lugar 66 de una lista de 174 ciudades más destacadas, sobre ciudades como Buenos Aires y Montevideo.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Los casos de estudio y experiencias presentadas en los tres ámbitos territoriales: Región europea, Norteamérica y Latinoamérica aunque con diferentes experiencias desarrolladas en territorios, circunstancias políticas diferenciadas, se puede concluir que de los tres ámbitos analizados destacan los siguientes aspectos:

La evidencia empírica ha demostrado que el desarrollo de las economías obedece a características particulares de cada territorio. La calidad y la cantidad del capital humano, la tecnología, la innovación y la disposición de recursos escasos, entre

otros elementos, que varían entre territorios, por tanto, es heterogéneo con respecto al grado de desarrollo de cada territorio.

Una situación similar ocurre con la transición de las ciudades y territorios a constituirse como territorios inteligentes. El dinamismo y la efectividad de la transición dependen de características propias de cada ciudad o región. Por ejemplo, la experiencia demuestra que el proceso y los elementos que fomentaron el desarrollo de Madrid, como ciudad inteligente, son diferentes a los que estuvieron presentes en la transición de San Francisco o Bilbao. Las potencialidades y barreras que enfrentaron estas ciudades en sus procesos no fueron las mismas y, además, la forma en la que llegaron a convertirse en territorios inteligentes.

Adicionalmente, cada territorio posee sus propios componentes, por lo que el modelo de territorio inteligente sustentable puede tener énfasis en los componentes que brinden mayores aportes a la sociedad y al medio ambiente del territorio a escala local, regional e incluso nacional y global.

Por ejemplo, en Bilbao sobresale el componente social, ya que tienen una colaboración institucional destacada; en San Francisco predomina el subsistema económico, debido al dinamismo de la actividad económica, la innovación permanente y la creatividad; en las ciudades alemanas se fomenta el urbanismo sustentable, y en las ciudades de Norteamérica existen servicios digitales en la sociedad del conocimiento, es decir, tienen una fuerte incidencia en el uso y desarrollo de Tecnologías de Información y Comunicación.

A pesar de que cada territorio posee características que facilitan su progreso y consolidación como territorios inteligentes sustentables, dista de ser un proceso de generación espontánea. Por el contrario, es resultado de un ejercicio de planificación a largo plazo, definido sobre la base de un minucioso análisis de las vocaciones y las potencialidades del contexto de desarrollo de cada territorio. En este sentido, un área de interés en los últimos años ha sido el desarrollo de

aproximaciones metodológicas que guíen el proceso de análisis territorial y de formulación de estrategias orientadas a la transformación y la consolidación de territorios inteligentes con énfasis en estrategias sustentables.

CONCLUSIONES

El concepto de territorios inteligentes en el contexto de la sustentabilidad (sustentables) está cobrando importancia en los últimos años, no solamente en el ámbito académico como objeto de análisis, sino también como estrategia de intervención en el marco de las políticas públicas de desarrollo. En Europa, por ejemplo, se han llevado a cabo diversos proyectos orientados, tanto al análisis de los factores que caracterizan este tipo de territorios, como a la implementación de proyectos que promueven la transformación de las ciudades en esta dirección.

En este sentido, al igual que ha ocurrido con otros enfoques⁸, es posible observar una doble intencionalidad en el desarrollo del concepto de Territorios Inteligentes. Una, de carácter teórico, busca ofrecer un planteamiento alternativo a la forma tradicional de concebir las relaciones entre los diferentes actores sociales y la forma de relación entre sí, para promover procesos de desarrollo. La segunda tiene un carácter marcadamente aplicado, basado en el diseño de metodologías que permitan implementar políticas concretas y, en definitiva, brindar soluciones a aquellos problemas, donde los esquemas de intervención tradicional no ofrecen respuestas satisfactorias.

De acuerdo con lo anterior, gran parte con los proyectos analizados se han enfocado en el análisis de experiencias concretas de territorios que pueden ser catalogados como inteligentes e iniciaron su proceso de transformación hace algunas décadas. Por tanto, el estudio de estos casos de éxito —por lo general ciudades consideradas altamente innovadoras—, ha permitido identificar los factores que contribuyen en la construcción de territorios inteligentes, así como tipificar las dimensiones, áreas de

⁸ Por ejemplo, el de sistemas nacionales y regionales de innovación.

actuación y servicios que pueden desarrollarse en el marco de la consolidación de un Territorio Inteligente Sustentable.

Vergara (2008), señala que el “Proyecto Cities” consiste en una investigación sobre 20 ciudades innovadoras de los cinco continentes, y cuenta con la participación de diversos departamentos de planificación urbanística y universidades de distintas ciudades, entre las que se encuentran las ciudades estudiadas que se consideran innovadoras en su contexto y, salvo algunas excepciones, son de tamaño medio a escala global. Son, además, ciudades que pertenecen a países con un distinto nivel de desarrollo económico, distintas culturas y formas de organización política y social, pero tienen en común que ya se están generando diversas iniciativas para fomentar el desarrollo de las ciudades y los territorios en diferentes contextos territoriales con condiciones diferenciadas de desarrollo.

BIBLIOGRAFÍA

- Caravaca, Inmaculada; González, Gema; y Silva Rocío (2005). Innovación, redes, recursos patrimoniales y desarrollo territorial en Revista Eure (Vol. XXXI, Nº 94), pp. 5-24, Santiago de Chile, diciembre, 2005.
- Esteban, María Soledad, Ugalde Sánchez, Mirem Igone y otros. (2008): Territorios Inteligentes: dimensiones y experiencia internacionales. Editorial Net-biblio, España.
- Paskaleva, 2011. The Challenge of Designing User-Centric E-Services: European Dimensions. Patrizia Lombardi (Politecnico di Torino, Italy), Ian Cooper (Eclipse Research Consultants, UK), Krassimira Paskaleva-Shapira (Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Germany) and Mark Deakin (Napier University - Scotland, UK).
- Sepúlveda, Sergio. (2008). Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible de territorios. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Esta publicación también está disponible en formato electrónico (PDF) en el sitio Web institucional en www.iica.int, San José Costa Rica.
- Foxley, Alejandro (2017). Territorios inteligentes: Dimensiones, experiencias y consideración regional, Santiago de Chile en: Disponible en Libro: Innovación para el Desarrollo de Territorios Inteligentes
- Universidad de Talca, Chile (2017). Innovación para el desarrollo de territorios inteligentes. Alejandro Foxley - Álvaro Rojas Editores. Programa CINE PLAN UTALCA. Colección académica. Serie de Textos Editorial Universidad de Talca, Chile.
- Vega Jurado, Jaider; Bryton Acevedo, Emilie; De la Puente Sierra, Ignacio y Negrete Escobar, Ignacio (2018). Territorio inteligente: un enfoque para el desarrollo regional en Colombia: el caso Caribe y Santanderes. Área Metropolitana de Barranquilla Colombia.
- Vergara, Alfonso (2009) en revista Ambienta No. 89, diciembre 2009, p.p.34-58. Madrid, España.

REVISTAS

- Alvarado López, Raúl Arturo. (2018). "Ciudad inteligente y sostenible: hacia un modelo de innovación inclusiva". Año 7, número 13, septiembre 2017-febrero 2018, p.p. 813-618.
- Calderero Gutiérrez, Alberto; Pérez Sainz de Rozas, Juan; Ugalde Sánchez, Igone. (2006) Territorio inteligente y espacio de economía creativa: una primera aproximación conceptual y práctica de investigación. XVI Congreso de Estudios Vascos: Garapen Iraunkorra-IT. Págs. 613. País Vasco, España.
- Romero, Joan. (2011). ¿Territorios inteligentes, sostenibles e inclusivos? Enseñanzas de la experiencia española. *Hábitat y Sociedad*, 2011, Nº 2, p. 13-32.

REFERENCIAS ELECTRÓNICA

- Morcillo F. (2019). Blog en *Innovación Territorial y Blogger. Entusiasta de Innovación + Tecnología + Gestión, para la innovación empresarial y territorial*. Consultado mayo de 2019 en: <https://smarcitymb3.wordpress.com/2019/05/19/smart-cities-el-territorio-en-el-centro-5-reflexiones-que-diseñan-un-ecosistema-digital-homogeneo/>
Fecha de acceso: viernes 28 de junio de 2019.
- ONU-Habitat. For a better future. (2017) <https://unhabitat.org/53-un-habitat-model-projects-20132014-time-to-think-urban/> Fecha de acceso: lunes 27 de mayo de 2019.
- Rosabal Cubadebate, H. Cumbre mundial sobre la sociedad de la informática. Info ricos e info pobres: la brecha digital 10 de diciembre de 2003 sitio web: <https://www.rebellion.org/hemeroteca/medios/031210hr.htm>
- Torres, J.D. Territorios Inteligentes. Modelos de desarrollo para la optimización de la calidad de vida. Este libro está disponible en: GRIN: <https://www.grin.com/document/345553>
Fecha de acceso: jueves 29 de junio de 2019.
- Corporación de Fomento de la Producción (Corfo) Chile. <https://www.corfo.cl/sites/cpp/movil/historiacorfo#targetText=La%20Corporaci%C3%B3n%20de%20Fomento%20de,impulsar%20la%20actividad%20productiva%20nacional.>
- Chile Territorio Inteligente. http://ctdigital.cl/chile-territorio-inteligente/https://www.corfo.cl/sites/cpp/sala_de_prensa/nacional/01-07-2019-chile-triunfa-en-competencia-internacional;jsessionid=VCq-LNMx82CRP5dkWFbUHGTU06bBd87Br007imU2OebJ56qrd8cU!1897267

Antecedentes del manejo integral de los residuos sólidos urbanos. Caso el Puerto de Chivos. Atizapán de Zaragoza, Estado de México

Rebeca Angélica Serrano Barquín¹

Marcela Virginia Santana Juárez¹

Giovanna Santana Castañeda¹

Luis Ricardo Manzano Solís¹

Noel Bonfilio Pineda Jaimes¹

Bernard Weber²

RESUMEN

El objetivo es analizar la problemática de residuos sólidos urbanos desde el punto de vista de los Objetivos del Desarrollo Sustentable y la percepción de la población, desde las instalaciones contiguas al sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos denominado: Puerto de Chivos en Atizapán de Zaragoza, Estado de México. El proceso se realiza mediante el método conocido como “principios geográficos” de los cuales se alude a: localización, causalidad, relación y evolución, de aspectos territoriales del sitio de disposición final. Se aplican entrevistas estructuradas a profesores, personal administrativo y alumnos que permanecen varias horas al día en el Centro, a fin de detectar la percepción de afectaciones al medio natural presumiblemente inducidas por el sitio de disposición final contiguo al Centro Universitario UAEMex Valle de México. El estudio forma parte del proyecto de investigación presentado ante Secretaría de Investigación y Estudios Avanzados de la Universidad Autónoma del Estado de México con registro SEIA/19SF. Con ello propiciar que la UAEMex impulse el trabajo colaborativo con actores involucrados en el manejo de los residuos sólidos urbanos y la disposición final en las inmediaciones al Centro Universitario UAEMex Valle de México.

PALABRAS CLAVES: Disposición final de residuos sólidos urbanos, Objetivos del Desarrollo Sostenible y percepción

1. Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Geografía

2. Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Ingeniería

ABSTRACT

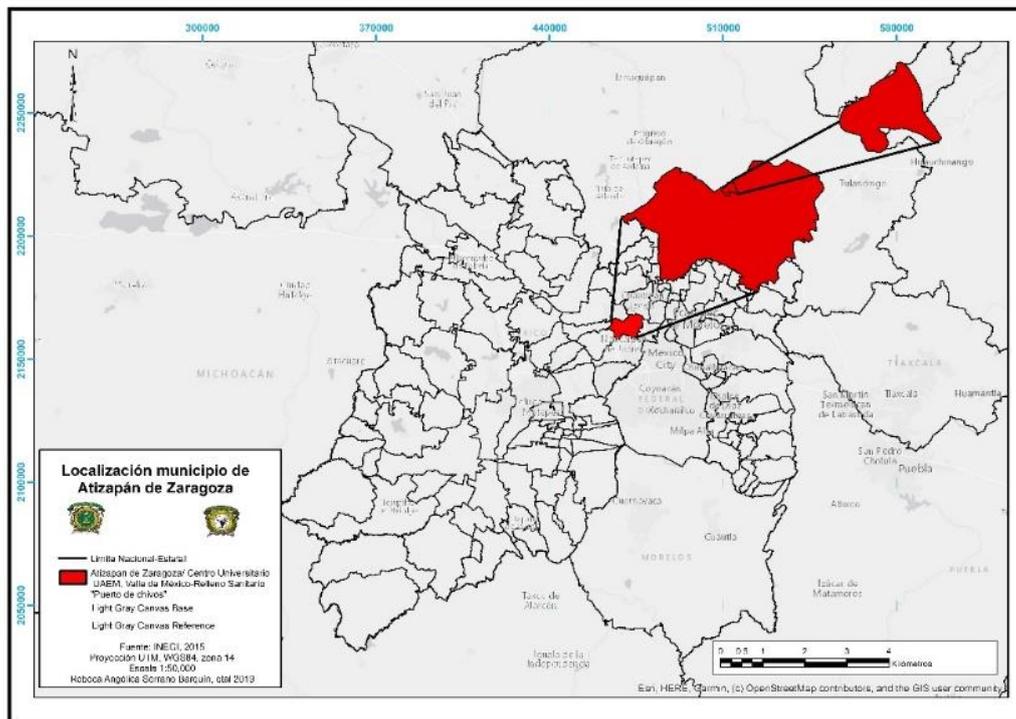
The aim is analyze the problem of urban solid waste from the point of view of the Sustainable Development Goals and the perception of university community, from the facilities adjacent to the final solid waste disposal site denominated: Puerto de Chivos in Atizapan de Zaragoza, State of Mexico. The process is carried out using the method known as "geographical principles", which refers to location, causality, relationship and evolution of territorial aspects of final disposal site. Through internet structured interviews are applied professor, administrative staff, and students who stay several hours a day at Center, in order to detect the perception of damage to the natural environment induced presumably by the final disposal site adjacent to the UAEMex Valle de México University Center. The paper is part of the research project presented to the Secretariat of Research and Advanced Studies of the Autonomous University of the State of Mexico with registration. With this, encourage to the UAEMex to promote collaborative work with actors involved in the management of urban solid waste and final disposal vicinity to Center.

KEYWORD: Final disposal of urban waste, Sustainable Development Objectives and perception.

METODOLOGÍA

En atención a los principios de la Geografía, la localización de un sitio es relevante dado que condiciona ciertos aspectos. El mapa No. 1 Localización del Municipio de Atizapán de Zaragoza Estado de México, presenta cercanía con la Ciudad de México, por lo que recibe una gran presión sobre el uso del suelo, por un lado de recursos naturales como los boques de los parques, o los materiales de construcción provenientes de yacimientos pétreo a cielo abierto, donde la modificación al paisaje se asocia a la eliminación de la cobertura vegetal, la pérdida de la capara de suelo, la modificación a la topografía quedando generalmente paisaje con taludes inestables, los cuales pueden ser atractivos para depositar basura.

Mapa 1. Localización del Municipio de Atizapán de Zaragoza Estado de México

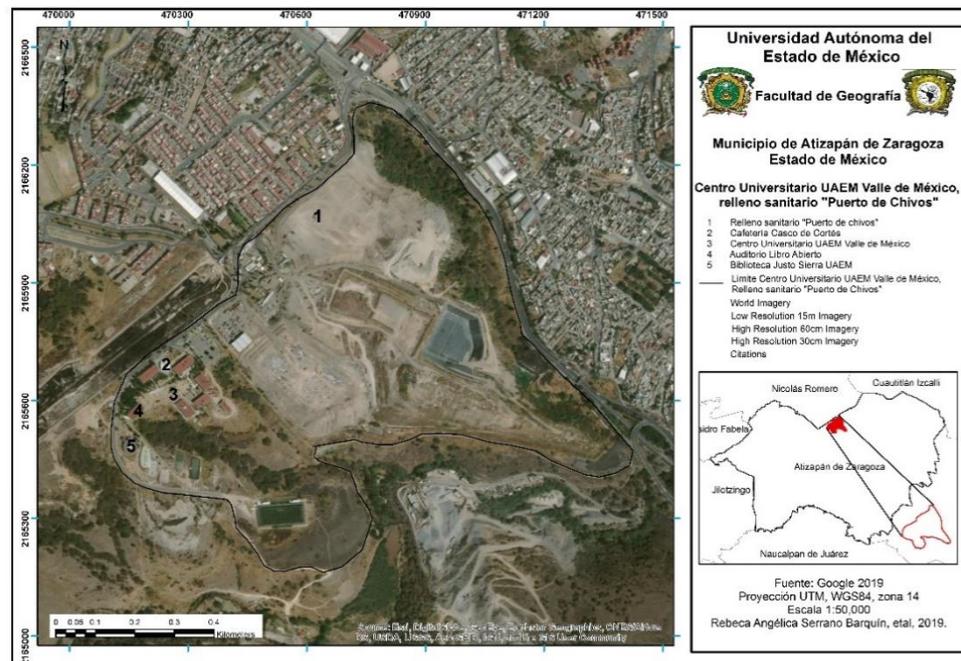


Fuente: elaboración propia, (2020).

El Centro Universitario UAEMEX Valle de México, se encuentra contiguo al sitio de confinamiento final de residuos sólidos urbanos, Puerto de Chivos. La conjunción de las diferentes actividades ocasiona mayor presión sobre el territorio, y genera relaciones entre ellas y el entorno natural y social. A fin de conocer la percepción de la comunidad universitaria del Centro, se presentan algunos resultados de la entrevista estructurada realizada a profesores, alumnos y personal docente del Centro Universitario UAEMEX, Valle de México, en el Mapa No. 2 se identifica el sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos, el Centro Universitario UAEMEX Valle de México y la mina. La imagen permite observar la continuidad territorial el sitio de interés.

El Mapa 2, identifica las instalaciones del Centro Universitario UAEMEX, Valle de México, el Relleno Sanitario "Los Chivos" y el predio de actividades extractivas del yacimiento pétreo a cielo abierto.

Mapa 2. Centro Universitario Valle de México, Relleno Sanitario Puerto los Chivos, Atizapán de Zaragoza, Estado de México



Fuente Elaboración propia (2020)

La ubicación, relación y evolución de actividades denotan posiblemente aptitud forestal del suelo, substituida en la actualidad por el yacimiento de materiales pétreos a cielo abierto, a las cuales se suma la educación superior. Estas actividades disímbolas -educación, relleno sanitario y mina- evolucionan independientemente de su vecindad, sin embargo, como sistema territorial se debe generar sinergias positivas. La topografía accidentada, el clima templado, la pendiente hacia la ciudad de México, las estribaciones de la Sierra, las inmediaciones al Parque Estatal Otomí Mexica y Parque Estatal coloquialmente denominado “Los Ciervos”, son condiciones naturales no necesariamente aprovechadas para un mejor desarrollo sustentable y resiliente. Por lo cual, se estudia el sitio.

ANTECEDENTES

El marco de Objetivos del Desarrollo Sustentable (ODS), de la Organización de Naciones Unidas (ONU) sienta el precedente del trabajo colaborativo entre más de cien países, tanto desarrollados como en vías de desarrollo. Estos objetivos

se pueden agrupar desde diferentes perspectivas, en el caso que nos ocupa, desde el punto de vista de la incidencia de los ODS en el Manejo Integral de los Residuos Sólidos (MIRS).

Se identifica en la mayor parte de los ODS la vinculación directa e indirecta de la gestión integral de los residuos sólidos en concordancia con Rodić y Wilson (2017), quienes comentan que 12 de los 17 ODS se vinculan con la gestión de los residuos sólidos a través de los enunciados de las diferentes metas. En el Cuadro 1, el resumen de ODS vinculados al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible mediante los programas del Marco Decenal sobre Modalidades de Consumo y Producción Sostenibles. La vinculación se presenta en lista de grupos y la asociación con los objetivos y metas ODS, el cuadro modificado proviene de la ONU (2012), para vincular la gestión de los residuos sólidos. El cuadro refiere el programa del Marco Decenal que contribuye directamente a alcanzar las metas, ahora de los ODS. Una de las estrategias empleada por ONU ha sido el establecimiento de grupos que abordan una problemática específica. Para los residuos sólidos se han seleccionado dos programas decenales vinculados de manera directa al MIREs.

Por un lado, el Programa del Marco Decenal y Esferas de Trabajo Metas de los Objetivos, ONU (2012) y por el otro, la Nueva Década de la Restauración de los Ecosistemas, ONU (2019).

Cuadro 1. Logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible mediante los programas del Marco Decenal sobre Modalidades de Consumo y Producción Sostenibles	
Sistemas alimentarios sostenibles	1.- Erradicar el hambre. -Nuevos empleos en separación, menor desperdicio de residuos y de comida-. 1.5.4. Reducción del riesgo de desastres, -incendio o explosión por biogás-. 1.b. Crear marcos normativos -para la gestión de los residuos y vigilancia de los sitios- 2.2: Poner fin al hambre y formas de malnutrición, -separación empleos nuevos-. 2.4: Asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción –campo libre de residuos sólidos como envases o líquidos como agroquímicos de larga persistencia-.
	3. Vida sana, -sin personas viviendo en los tiraderos o muy cerca. evitar muertes en el transporte de residuos -

<p>Sociedad</p>	<p>3d. Reducción y gestión de riesgos –sistemas de captación y conducción de biogás y lixiviados- para la salud local, nacional y mundial.</p> <p>4.- Educación inclusiva y de calidad. -Contener los residuos, y valorizarlos-</p> <p>4.7 Conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, -mediante el manejo y disposición de residuos, reducción de generación de generación-</p> <p>6 Disponibilidad de agua y tratamiento. -Evitar que los residuos contaminen mantos acuíferos y pozos de abastecimiento poblacional-</p> <p>6.3 Reducción de contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando o -aprovechando la emisión de biogás y vertido de lixiviados-</p>
<p>Infraestructuras, edificios y construcciones sostenibles</p>	<p>7. Acceso a una energía asequible, fiable, sostenible -generar EE a partir de biogás-</p> <p>7.2 Aumentar considerablemente la proporción de energía renovable -mediante biogás-</p> <p>8. Crecimiento económico sostenido, inclusivo -nuevos empleos en separación y concienciación-</p> <p>8.8.-trabajo seguro sin riesgos -en los sitios de disposición final controlados-</p> <p>8b). estrategia mundial para el empleo de los jóvenes -en la cadena generación, transporte o disposición final residuos urbanos y derivados de la construcción-</p> <p>9.1 Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes como pequeñas plantas generados de energía a través del biogás</p> <p>11. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles</p> <p>11.1: Asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y mejorar los barrios marginales, -extender el servicio de recolección a todos los barrios-</p> <p>11.b: Aumentar el número de ciudades con aplicación de políticas y planes integrados que tienen por objeto promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él. –Uso de energía a partir de biogás</p> <p>11.c: Proporcionar apoyo a los países menos adelantados, incluso mediante asistencia financiera y técnica, para que puedan construir edificios sostenibles y resilientes utilizando materiales locales.</p> <p>12. consumo y producción sostenibles</p> <p>12.3 : Reducir a mitad el desperdicio alimenticios per cápita mundial y reducir las pérdidas de alimentos en cadenas de producción y suministro</p> <p>12.5: Reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización</p>

Continúa...

Turismo sostenible	<p>8.9: Trabajar y poner en práctica políticas del turismo sostenible que cree puestos de trabajo y promueva la cultura y los productos locales.</p> <p>9. Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible. –Sitios de disposición de residuos con innovación y alta tecnificación-</p> <p>10. Reducir la desigualdad en los países.</p> <p>10.b Fomentar la asistencia oficial para el desarrollo y corrientes financieras, incluida la inversión extranjera directa, que bien puede dirigirse a disposición final en confinamientos de residuos sanitarios.</p> <p>12.b: Elaborar y aplicar instrumentos para vigilar los efectos en el desarrollo sostenible a fin de lograr un turismo sostenible que cree puestos de trabajo y promueva la cultura y los productos locales - menos generación de desechos-.</p>
Estilos de vida sostenibles y educación	<p>12.8: Información y conocimientos pertinentes para el desarrollo sostenible y los estilos de vida.</p> <p>14.7: Uso sostenible de los recursos marinos, en particular mediante la gestión sostenible de la pesca, la acuicultura y el turismo sostenibles, de conformidad con las políticas y prioridades nacionales</p> <p>13. c Combatir el cambio climático y su efecto</p> <p>9. Construir infraestructuras resilientes. Los sitios de disposición final deben resistir los eventos del sitio donde se instalan.</p>
Información al consumidor para un consumo y una producción sostenibles	<p>12.8: Información y conocimientos pertinentes para el desarrollo sostenible y los estilos de vida</p> <p>12.6: Alentar a las empresas a que adopten prácticas sostenibles e incorporen información sobre la sostenibilidad en su ciclo de presentación de servicios:</p> <p>13.2 Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales</p> <p>13.b Promover mecanismos para aumentar la capacidad para la planificación y gestión eficaces en relación con el cambio climático</p> <p>Objetivo 14. Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos</p> <p>14.2 Proteger sosteniblemente los ecosistemas marinos y costeros para evitar efectos adversos como la llegada de plásticos por ríos o el viento.</p>
Gobiernos locales	<p>12.7: Promover prácticas de adquisición pública que sean sostenibles, de conformidad con las políticas y prioridades nacionales</p> <p>Objetivo 15. Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres</p> <p>15. Proteger ecosistemas terrestres, este objetivo se desglosa en el programa.</p> <p>17 revitalizar la Alianza Mundial</p> <p>conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres</p> <p>17.16 Mejorar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible,</p>
Fuente: Elaboración propia (2020) con base en la ONU (2012), (2017), (2020)	

Debe destacarse la importancia del Objetivo 15: *Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad*, ya que la ONU (2020), presenta el

programa de la *Década para la Restauración de los Ecosistemas 2021-2030* en concordancia con los ODS, Agenda 20 -30.

En México la gestión integral de los residuos sólidos se vincula con el gobierno federal responsable de establecer el marco normativo para el manejo integral y la valorización de los residuos en el país, así como, de ejecutar acciones de apoyo económico a los gobiernos locales y estatales. Las entidades federativas observan atribuciones como la gestión integrada de los residuos; la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente: vigila y en su caso sanciona el incumplimiento de la normatividad vigente. El Estado (orden sub-nacional), gestiona los residuos especiales, se autorizan y monitorean los sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, la Procuraduría Estatal de Protección al Ambiente, en el caso del Estado de México es la responsable de hacer obedecer la ley, normas y demás instrumentos legales, eventualmente clausura o sanciona la falta de cumplimiento a la normatividad en materia de residuos sólidos, tanto especiales como urbanos. Al municipio, le corresponde inducir la selección, reúso, reciclaje, valorización, entre otras responsabilidades del manejo integral de los residuos sólidos urbanos. La generación en viviendas y oficinas, así como, realizar acciones de: recolección, acopio y transporte a sitios de disposición final. Los sitios deben cumplir con la normatividad para ser considerados confinamientos de residuos sólidos urbanos.

La actividad de selección de residuos aprovechables –valorización-, para algunos municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca se lleva a cabo mediante la selección y separación de la basura en el camión recolector durante el trayecto de recogida.

La atribución en la gestión de los residuos en México se encuentra diferenciada de manera general en tres vertientes:

Residuos peligrosos: son de competencia federal, se incluyen corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, biológicos, infecciosos, por sus siglas CRETBI y los nucleares. También de interés federal. En México se debe observar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF, 2018).

Residuos especiales son de competencia de los estados, se incluyen los provenientes de actividad comercial o industrial que no estén considerados como peligrosos.

Residuos urbanos de origen principalmente domiciliarios, corresponde al municipio la gestión integral.

En el cuadro 2.- Ordenamientos legales de observancia obligatoria con incidencia en el manejo de residuos sólidos urbanos, se lista algunos instrumentos sobre la normatividad en México involucrados justamente en el manejo de residuos sólidos urbanos.

Cuadro 2. Ordenamientos legales federales, de observancia obligatoria con incidencia en el manejo de residuos DOF (2019)	
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (2019). Contenido de ley	Vinculación ODS
Art. 2: A VI.- Acceder con respeto a los Recursos Naturales	15
Art.27: Aprovechamiento de los elementos naturales Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales	9, 11, 12 , 13, 14, 15
Art. 73: Para establecer coordinación y contribuciones	17
Elaboración propia (2020), Diario Oficial de la Federación (2019)	

El soporte legal para la aplicación de los ODS desde el punto de vista de la legislación mexicana es basto aun cuando en el presente trabajo solo se ejemplifica (cuadro 3).

Cuadro 3. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	
Contenido de ley	Vinculación ODS
Art. 134 ,I. Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo; II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos; III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes; Art. 135 II. La operación de los sistemas de limpia y de disposición final de residuos municipales en rellenos sanitarios. Art. 137.- Queda sujeto a la autorización de los Municipios el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reúso, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales. Adicionalmente y de manera genérica los siete reglamentos: 1). Áreas Naturales Protegidas 2) Autorregulación y Auditoría ambiental 3) Evaluación del Impacto Ambiental 4) Ordenamiento Ecológico 5) Prevención y control de la contaminación de la atmósfera 6) Registro de emisiones y transferencia de contaminantes y el 7) Residuos Peligrosos	9, 11, 12 , 13, 14, 15

Normas Oficiales Mexicanas (NOM)	
NORMA Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	Control 11,
NOM-098-SEMARNAT	Controla
<i>Fuente: elaboración propia (2020)</i>	

En México se ha considerado la insuficiencia de normas para la gestión de los residuos sólidos urbanos, sin embargo, como se muestra en los ejemplos en los cuadros, el país cuenta con una basta y compleja normatividad, la cual requiere de difusión para su cumplimiento. Las 102,895 toneladas de residuos sólidos que se generan en México diariamente (SEMARNAT (2017) requieren de minimizarse, valorarse y disponerse adecuadamente en sitios de disposición que cumplan con las especificaciones de las normas tanto oficiales como mexicanas. El cuadro 4, refiere normatividad de orden estatal.

Cuadro 4. Ordenamientos legales Estatales de observancia obligatoria con incidencia en el manejo de residuos sólidos urbanos	
Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México (2017)	
Art. 18.- Corresponde al Estado procurar el desarrollo integral de los pueblos y personas, basado en el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, cuidando la integridad de los ecosistemas, fomentando un justo equilibrio de los factores sociales y económicos, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras	5, 12, 13, 14 , 15
Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de México	1,3,5, Control
Código de Procedimientos Administrativos del Estado de México	
Código Administrativo del Estado de México	
Código para la Biodiversidad del Estado de México	
Reglamento interior de la PROPAEM	

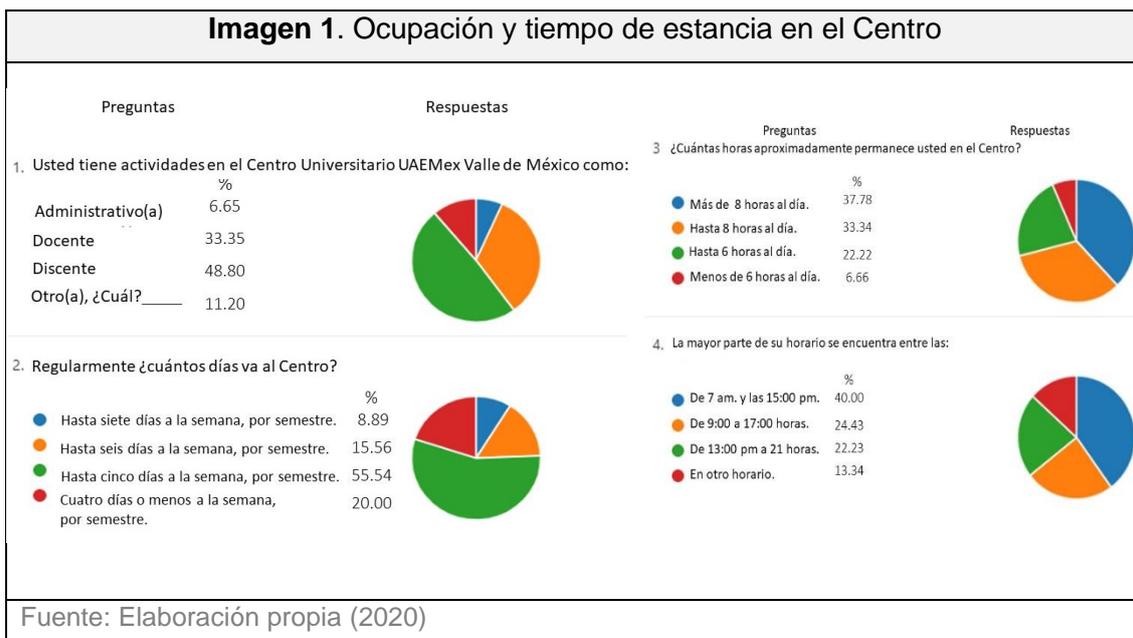
Desde la perspectiva de los estados, se requiere de apoyos, en el caso del Estado de México con más de 100 municipios, se requiere mantener el orden en las propuestas y la consecución de las estrategias (cuadro 5).

Cuadro 5. Ordenamiento legal municipal de observancia obligatoria con incidencia en el manejo de residuos sólidos urbanos	
Bando Municipal 2019-21 Art 67:	
V Diseñar e implementar programas para prevenir el deterioro ecológico y la contaminación ambiental;	1,3,4,7,8 , 10,12,17
VI Prohibir la realización de obras públicas o privadas que puedan causar desequilibrio ecológico o daño al medio ambiente;	1,2,3,6,8 , 11,13
IX Emitir dictámenes de opinión para otorgar, negar o revocar las licencias municipales para la realización de obras, actividades y servicios públicos o privados que puedan ocasionar contaminación del aire y suelo, que afecten la flora, fauna, recursos naturales o la salud pública;	17.2
XXII. Promover, fomentar y regular el uso y aprovechamiento racional sustentable de los recursos naturales y bienes	5, 14

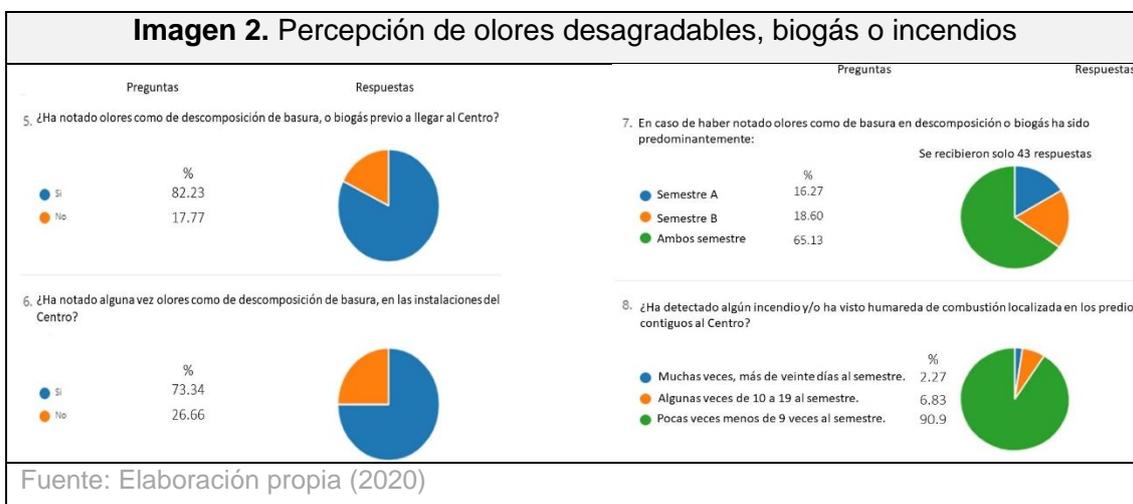
La asociación del marco jurídico mexicano en materia de residuos sólidos urbanos, dan cuenta del avance y la intensión de modificar hábitos tendientes a la sustentabilidad.

PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN

Adicionalmente se aplican entrevistas estructuradas vía internet, mediante la plataforma Outlook utilizando la dirección de correo institucional, con 14 preguntas, a fin de conocer la percepción de una parte de la comunidad universitaria del Centro, principalmente docentes y alumnos, respecto de la posible contaminación. Como se observa en la imagen 1, la mayor parte de los encuestados son alumnos del Centro, la permanencia es mayoritaria de 5 días a la semana, con horario matutino de más de 8 horas al día.

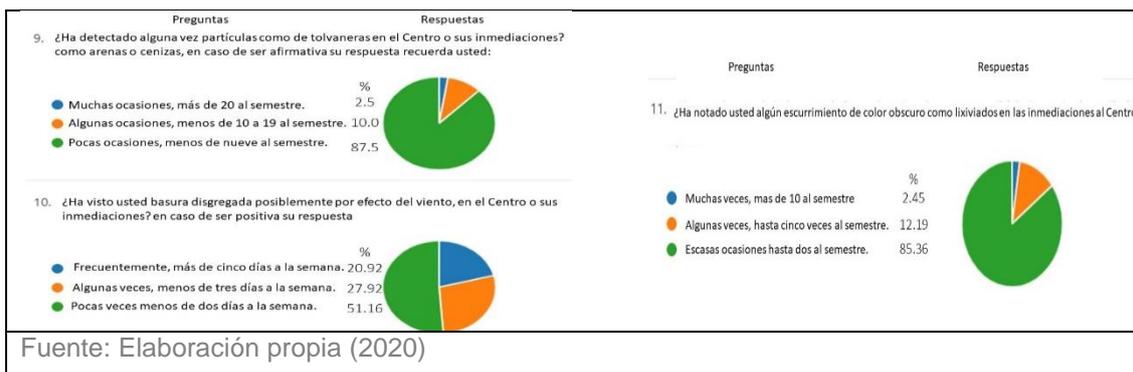


La mayor parte de los encuestados 82%, de acuerdo con la imagen 2 Percepción de olores desagradables, biogás o incendios, ha notado malos olores y 73 % en el Centro, se presentan en ambos semestres. La humareda o incendios se presentan pocas veces al semestre menos de 9 con el 90 % de la percepción.



En la imagen 3 la percepción de partículas, basura y lixiviados, el registro del 87% de encuestados sobre avistamientos de tolveneras o partículas es bajo menor a nueve veces al semestre. También la presencia de basura disgregada es baja, menos de 2 días a la semana reportan el 51% de los encuestados. En el caso de escurrimientos parecidos a los lixiviados, la percepción del 85% es de presencia escasa.

Imagen 3. Percepción de partículas, basura y lixiviados



CONCLUSIONES

Al converger en el territorio de manera contigua varias actividades y servicios aparentemente de actividades incompatibles, se comparte parte del proceso fuera del sitio, como son emisiones, descargas, transporte de material participado. Se plantea revisar las condiciones de operación de las tres actividades: extracción minera, relleno sanitario, Centro de Estudios Superiores, así como la participación de la sociedad en las inmediaciones al sitio. El Relleno Sanitarios Los Chivos presenta vinculación directa a 15 de los Objetivos del Desarrollo Sustentable dada gran compatibilidad de metas vinculadas a los ODS. En México el marco de actuación legal permite llevar a cabo actividades de confinamiento final de residuos sólidos urbanos con certidumbre legal, sin embargo, no siempre se aplica, debido a diferentes causas, de ente ellas la falta de financiamiento para obras como instalación de desgasificadores para biogás entre muchos aspectos técnicos o bien el desconocimiento del manejo. La falta de difusión de la legislación y de las alternativas económicas puede ser un freno importante. Dada la apertura y cierre de operaciones de manera intermitente, puede condicionar falta de aprovechamiento del biogás o la saturación de lixiviados. Se reconoce la importancia del manejo del sitio y la oportunidad de incidir para mejorar las condiciones actuales.

La topografía accidentada del sitio favorece el escurrimiento de líquidos por lo que es importante controlar el agua de lluvia para impedir se mezcle y escura mezclada con lixiviados. Se recomienda un sistema de captación y conducción del biogás a fin de ser aprovechado mediante la generación de energía eléctrica para alumbrar los predios, con lo cual se evita llegue a las instalaciones del Centro Universitario UAEMEX Valle de México. La complejidad en el manejo del

territorio puede ser vista desde la óptica de sistemas complejos y así abordar cada parte de manera independiente sin perder de vista el conjunto territorial.

BIBLIOGRAFÍA

- DOF (2019) Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Reforma publicada 20/12/2019. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf_mov/Constitucion_Politica.pdf
- DOF (2018) Ley General para la Prevención y Gestión Integral los residuos. Disponible en http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_190118.pdf
- NORMA Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Disponible en: Norma <https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1306/1/nom-083-semarnat-2003.pdf>
- SEMARNAT (2012) Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/187440/diagnostico_basico_extenso_2012.pdf
- ONU (2012) Medio Ambiente. Cómo entender el funcionamiento del marco decenal de programas sobre modalidades de consumo y producción sostenibles. Disponible: <https://www.oneplanetnetwork.org/sites/default/files/funcionamiento.pdf>
- ONU (2017) Anexo Marco de indicadores mundiales para los Objetivos de Desarrollo Sostenible y metas de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Labor de la Comisión de Estadística. Disponible en: https://unstats.un.org/sdgs/indicators/Global%20Indicator%20Framework_A.RES.71.31.3%20Annex.Spanish.pdf
- ONU (2019) Década de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas 2021-2030. Disponible en: <https://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/nueva-decada-de-las-naciones-unidas-para-la-restauracion-de-los#:~:text=El%201%20de%20marzo%20de,clim%C3%A1tico%20y%20mejorar%20la%20seguridad>
- ONU (2020) Objetivo 15: Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/biodiversity/>
- Gaceta de Gobierno (2017) Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México Gaceta del Gobierno del Estado de México. Disponible en: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Estado%20de%20Mexico/wo31242.pdf>
- SEMARNAT Residuos sólidos (2017) <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/residuos-solidos-urbanos-rsu>
- Residuos NU <https://ods.mma.gob.cl/residuos/>
- Rodić, L.; Wilson, D.C. (2017) Resolving Governance Issues to Achieve Priority Sustainable Development Goals Related to Solid Waste Management in Developing Countries. Editor academic Zurbrügg Christian. Sustainability, 9, 3,404 .Disponible en <https://doi.org/10.3390/su9030404> en <https://www.mdpi.com/2071-1050/9/3/404>.

Predicción de impactos ambientales de la periurbanización en la zona Metropolitana de Toluca (caso de estudio: Empresa de Termoplásticos)

Eduardo Campos Medina¹

Salvador Adame Martínez¹

Guadalupe Hoyos Castillo¹

Rosa María Sánchez Nájera¹

RESUMEN

Debido al proceso de periurbanización que está sufriendo la Zona Metropolitana de Toluca (ZMT), se han generado varias secuelas negativas sobre el ambiente y que de manera constante siguen extendiéndose en los últimos años. Estos efectos tienen su origen en el cambio de uso de suelo, ya que con esta sustitución se da pauta al establecimiento de numerosas pequeñas y grandes empresas. El giro de éstas es diverso que va desde servicio, compra-venta hasta la fabricación de polímeros y productos farmacéuticos. Los residuos generados de dichas prácticas son los relacionados con: a) el levantamiento de la infraestructura, b) de insumos empleados en arranque de operaciones y c) de los procesos productivos. Estos sobrantes en su mayoría contienen sustancias de carácter químico, por lo cual tienen propiedades tóxicas sobre los diferentes nichos ecológicos de la naturaleza. Es por ello que en esta investigación se tomó como zona de estudio una parte representativa de la ZMT, el municipio de Lerma. En esta municipalidad se detectaron compañías cuyos giros son heterogéneos, de todos esto se analizó como caso de estudio una empresa de termoplásticos, el proceso de fabricación o de servicio (según fuera el caso). De este estudio se establecieron los insumos utilizados en la empresa señalada, como paso siguiente con base en las características físicas de estos materiales químicos se dedujo como se transfieren al ambiente. Posteriormente se realizaron recorridos de campo para corroborar lo planteado del análisis de la información. Finalmente se fijaron las afectaciones en potencia de estas actividades antrópicas en los rubros de suelo y agua del ambiente. Con esto se generaron recomendaciones y propuestas de solución para la disminución y tratar de acotar los impactos ambientales en esta zona de estudio.

*Facultad de Planeación Urbana y Regional. Correos electrónicos: edcm68@gmail.com, gdhoyosc@uaemex.mx

PALABRAS CLAVE: Periurbanización, Zona Metropolitana de Toluca, Impacto Ambiental

ABSTRACT

Due to the periurbanization process that the Toluca Metropolitan Area (TMA) is undergoing, several negative sequels have been generated on the environment and that are constantly spreading in recent years. These effects have their origin in the change of land use, since with this substitution there is a pattern for the establishment of numerous small and large companies. The turn of these is very varied, ranging from service, purchase and sale to the manufacture of polymers and pharmaceutical products. The waste generated from these practices are those related to: a) the lifting of the infrastructure, b) of inputs used in starting operations and c) of the production processes. These leftovers mostly contain chemical substances, so they have toxic properties on the different ecological niches of nature. That is why in this investigation a representative part of the TMA, the municipality of Lerma, was taken as a study area. In this municipality several companies whose turns are varied were detected, subsequently the manufacturing or service processes were analyzed (as the case may be). From this study the inputs used in the aforementioned company were established, as a next step based on the physical characteristics of these chemical materials, it was deduced how they are transferred to the environment. Later field trips were made to corroborate what was posed by the analysis of the information. Finally, the potential effects of these anthropic activities in the areas of soil and water in the environment were established. With this, recommendations and solution proposals were generated for the reduction and to try to limit the environmental impacts in this study area.

KEYWORDS: Periurbanization, Toluca Metropolitan Area, Environmental Impact

INTRODUCCIÓN

El proceso de metropolización es la expansión del área urbana más allá de límites administrativos locales. Con la dinámica del centro urbano -municipio centro-, el tejido construido absorbe localidades urbanas, cabeceras y pueblos de alrededor para constituir el sistema de funcionamiento diario. Así, el proceso de urbanización se difunde desde un centro urbano hacia la periferia, la unidad presenta crecimiento demográfico derivado de la concentración y centralización de actividades, funciones y recursos en general.

Por su parte la expansión urbana es el proceso social, económico y espacial que reorganiza economías de aglomeración con la suburbanización que luego progresa en periurbanización, esta última en el territorio. La periurbanización por lo general refiere a la intrusión de los procesos de descentralización urbana en el medio rural con su consecuente transformación; la urbanización lleva parte de su organización funcional al territorio abierto (Dematteis, 1998; Pacione, 2005). Todo ello compromete interrelaciones entre actividades productivas humanas con el conjunto de recursos naturales.

Este proceso de cambio ocasiona que el ambiente se vea afectado, esto siempre se constata en los estudios de impacto ambiental que usualmente se entregan a las dependencias gubernamentales, ya sea municipal, estatal y federal. El proceso de construcción implica el movimiento de gran cantidad de insumos. Estas actividades de obra generan gran cantidad de residuos de naturaleza química, que a su vez son incorporados a los nichos ecológicos del agua, suelo y aire.

Debido al escenario anterior es de vital importancia realizar un análisis exhaustivo de dichos procesos y pronostique los problemas ambientales que se pueden generar durante edificación y operación de las diferentes fuentes de actividades socioeconómicas en dichas zonas donde se presenta la periurbanización.

ANTECEDENTES

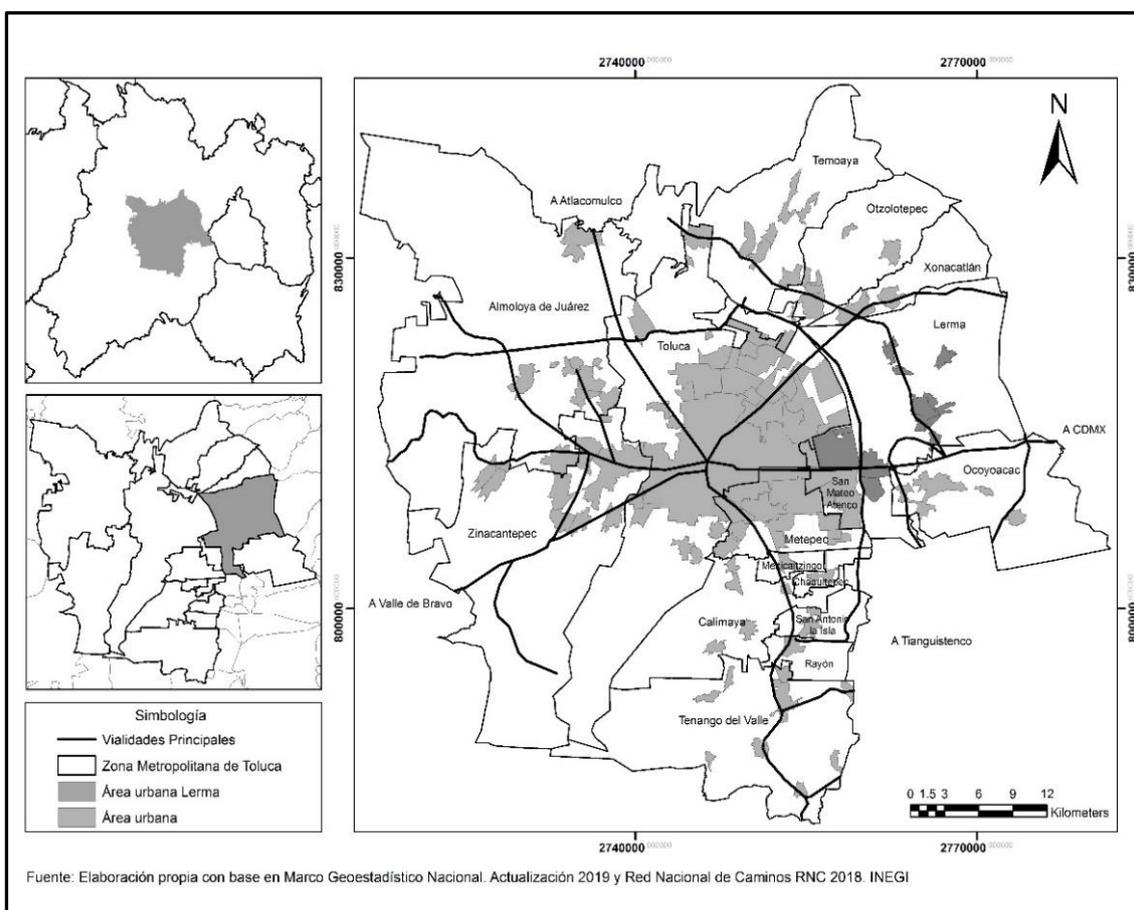
Periurbanización en la Zona Metropolitana de Toluca

En las últimas décadas en México y Estado de México, se observa que en la relación campo-ciudad se sobreponen dos transformaciones sustantivas en tensión asimétrica. Según Hoyos, Adame y Sánchez (2020), de un lado, aquella que deriva del imperativo de la descentralización de los subsistemas urbanos organizados con base en el medio rural donde se impone la lógica de la economía urbana, por sobre la gestión socio ambiental sustentable. Y de otro, la transformación de la estructura agrícola que enfrenta tensión interna; las empresas agrícolas para la exportación juegan con precios e insumos internacionales (agricultura comercial) con desigual protección sectorial y, las unidades de producción de autoconsumo son productores de pequeña y mediana escala (agricultura tradicional) que se integran a mercados urbanos locales. Así empresas y productores reajustan sus factores e ingresos principales reconfigurando lo rural y presionando sobre recursos naturales. Por lo que dicha asimetría y reajuste urbano-rural no sólo atraviesa flujos e intercambios y estructuras productivas, sino también aprovechamiento de recursos en situaciones ambientales críticas (Hoyos Castillo, 2020).

El régimen económico consumista de recursos define estrategias de desarrollo económico y social, donde la urbanización de las regiones contiene los roles sustantivos del modelo económico imperante ahora en el territorio (Hoyos Castillo, 2019). Desde el sector privado inmobiliario, se registra alto consumo de suelo por la inversión inmobiliaria (vivienda, plazas comerciales, equipamientos, infraestructuras logísticas y ocio). Desde la construcción de vivienda de particulares que juegan en el aprovechamiento del patrimonio ambiental, venta de suelo social de los ejidatarios y de empresas agrícolas privadas. Desde la economía urbana se relocaliza la actividad productiva en la periferia. Desde la administración pública urbana municipal, se concede permisos para las acciones privadas con baja finalidad social y normativa ambiental. El resultado, el dinamismo de la periurbanización con base en consumo de los recursos naturales que agrietan fronteras urbana y rural por igual (Hernández L. & Hoyos C., 2018).

La Zona Metropolitana de Toluca (ZMT¹), al parecer una vez que madura la suburbanización en los años 90 del siglo pasado, durante el presente siglo registra periurbanización. Es decir, se observa ocupación del territorio, principalmente por la descentralización habitacional, preferencias culturales de la población por las relaciones urbano-rural y, todo es posible debido al entramado de vías principales y secundarias que permiten la comunicación e introducción de infraestructuras. La ZMT que refiere este trabajo la que está constituida por 16 municipios (mapa 1).

Mapa 1. Zona Metropolitana de Toluca



Fuente: propia de los autores, 2019

¹ La Zona Metropolitana de Toluca (ZMT), en la *Delimitación de las zonas metropolitanas de México*, editada por el Grupo Interinstitucional Federal, con datos censales 2000, era una de las 55 ZMs del país, estaba contenida en 12 municipios (1'451,801 de hab.), para el 2010 fue una de las 59 ZMs ahora emplazada sobre 15 municipios (1'936,126 de hab.) y, en 2015 es una de las 74 ZMs organizada con 16 municipios (2'202,886 hab.) (SEDATU, CONAPO E INEGI, 2004; 2012 y 2018).

Los antecedentes demográficos en la ZMT van de la mano con la dinámica de las actividades económicas urbanas, y juntas avanzan en el consumo de suelo rural, según se describirá a continuación².

En lo demográfico, en 1950, la ZMT contaba con 321 mil habitantes y asciende a más de 2 millones en 2015 (tabla 1). En la entidad, durante los 65 años referidos, la ZMT representó 23% al inicio y 14% al final, ello indica que otras porciones del territorio mexiquense se están poblando (aún a un ritmo rápido). El ritmo de poblamiento de la ZMT ha sido significativo, en las tres primeras décadas (1950-1970) la tasa de incremento fue inferior a la registrada por la entidad, mientras que de los años noventa en adelante las supera. La ZMT ha registrado crecimiento demográfico sostenido, aunque en el último lustro censal ralentiza su ímpetu demográfico.

Tabla 1. ZMT. Población total y tasa de crecimiento

Municipio / Año	Población total					Tasa de crecimiento		
	1950	1970	1990	2010	2015	1950-1970	1990-2010	2010-2015
Estado de México	1392623	3833185	9815795	15174272	16187608	5.19	2.20	1.30
ZMT (16 Mpios.)	321285	564351	1156444	2014580	2202886	2.86	2.81	1.80
Participación	23.07	14.72	11.78	13.28	13.61			
Toluca	115019	239261	487612	819679	873536	3.73	2.63	1.28
Metepac	17247	31724	140268	214159	227827	3.09	2.14	1.25
Zinacantepec	26080	44182	83197	167638	188927	2.67	3.57	2.42
Almoloya de Juárez	32679	49191	84147	148081	176237	2.07	2.87	3.54
Lerma	23623	36071	66912	135229	146654	2.14	3.58	1.64
Temoaya	19743	30192	49427	90011	103834	2.15	3.04	2.90
Tenango del Valle	20972	29091	45952	77967	86380	1.65	2.68	2.07
Otzolotepec	15463	22203	40407	78147	84519	1.83	3.35	1.58
San Mateo Atenco	9224	18140	41926	72554	75511	3.44	2.78	0.80
Ocoyoacac	12423	19364	37395	61386	66190	2.24	2.51	1.52
Calimaya	11007	15666	24906	47033	56574	1.78	3.23	3.76
Xonacatlán	8582	15237	28837	46398	51646	2.91	2.41	2.17
San Antonio La Isla	2686	4252	7321	22162	27230	2.32	5.69	4.20
Rayón	2657	3831	7026	12748	13261	1.85	3.02	0.79
Mexicalcingo	2418	4037	7248	11712	12796	2.60	2.43	1.79
Chapultepec	1462	1909	3863	9676	11764	1.34	4.70	3.99

Fuente: Elaboración propia con base en censos de población respectivos

² A partir de aquí, la información forma parte del proyecto de investigación denominado “Impactos territoriales y ambientales de la periurbanización en la Zona Metropolitana de Toluca” que desarrollan los autores del capítulo, bajo la coordinación técnica de Adame M. S. (2020).

Al inicio, en 1950, la localidad más poblada del municipio de Toluca no excedía su jurisdicción, por lo general las cabeceras municipales de la zona eran la más pobladas, hacia los setenta, con el incremento demográfico se registró integración de tejidos construidos y de relaciones funcionales, así despegó el proceso de metropolización. En los años setenta, cinco fueron los municipios que integraron el proceso con sus localidades principales, mismos con los que avanza el dinamismo (Toluca, Lerma, Metepec, San Mateo Atenco y Zinacantepec). En el siglo actual la ZMT sigue su evolución en 16 municipios, cuya metropolización se realiza mediante interrelaciones a distancia no sólo por anexión física de tejidos construidos.

En cuanto hace al proceso de la actividad económica de la ZMT actual, éste inició con la política de polos de crecimiento implementada en las primeras décadas de la segunda mitad del siglo pasado. Las actividades de la industria, comercio y servicios conforman el empleo urbano, el cual ha aumentado de 1980 a 2013 (tabla 2). La ZMT, visualizada de manera agregada, en los 33 años referidos, al inicio, concentraba 64,490 empleos y asciende a 392,635 al final, ello representó 11% y 19% en la entidad respectivamente. En la ZMT, en el período, el sector industrial representó 11% al inicio y asciende hasta 22% al final, el comercio y los servicios de 13% a 18%. Se observa que la ZMT en conjunto tiene un papel significativo en la industria de la entidad.

Tabla 2. Incremento de la actividad económica de la ZMT

Año	Edo. de México	ZMT	ZMT % en total	ZMT % Industria	ZMT % Comercio y servicios
1980	544900	64490	11.84	11.21	13.09
1988	681736	89679	13.15	13.01	13.23
2003	1483088	241564	16.29	16.64	16.13
2008	1869333	344629	18.44	22.14	16.97
2013	1983923	392635	19.79	22.95	18.63

Fuente: Cálculos propios con base en censos económicos respectivos.

Sin embargo, con la reestructuración productiva la industria registra ajustes, la proporción de ésta en el empleo total, tanto en la entidad como en la ZMT disminuye drásticamente dando lugar a la dominancia del comercio y los servicios (tabla 3). No obstante, comparado con la estructura del empleo de la entidad, en la ZMT el reajuste de la industria se ha estabilizado.

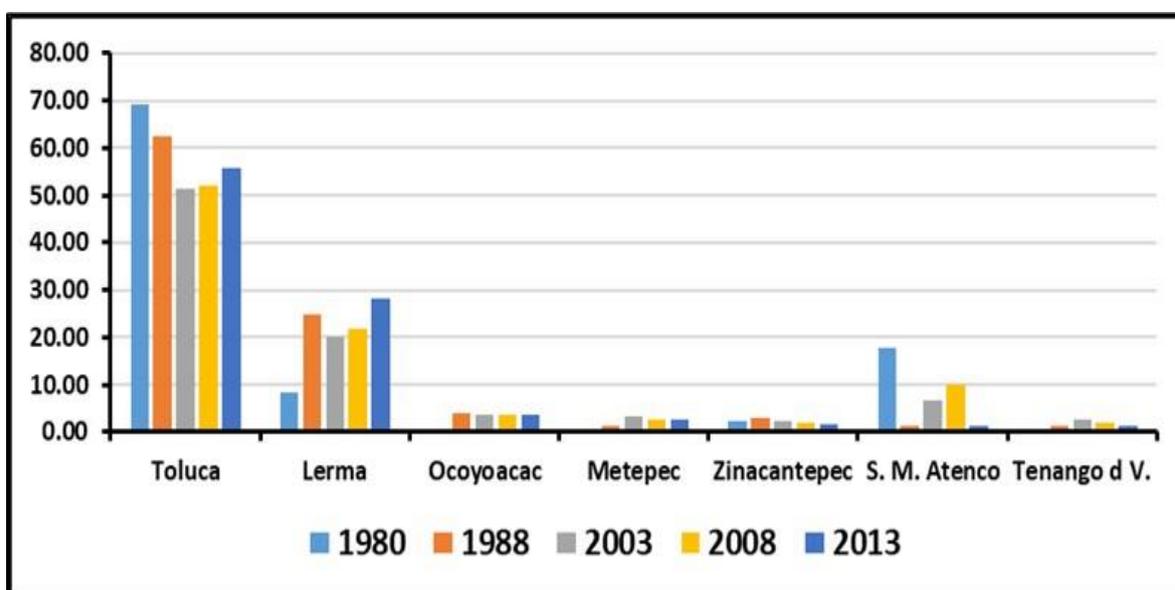
Tabla 3. ZMT. Estructura del empleo urbano

	Edo. de México	% Industria	% Comercio y servicios	ZMT	% Industria	% Comercio y servicios
1980	544900	66.66	33.34	64490	63.11	36.89
1988	681736	55.89	44.11	89679	55.29	44.71
2003	1483088	30.60	69.40	241564	31.27	68.73
2008	1869333	28.32	71.68	344629	34.00	66.00
2013	1983923	26.86	73.14	392635	31.15	68.85

Fuente: Cálculos propios con base en censos económicos respectivos

Al observar dicha estructura en los municipios de la ZMT, si bien existe cierto nivel de empleo urbano, destacan los de Toluca, Lerma, Ocoyoacac, Metepec, Zinacantepec, San Mateo Atenco y Tenango. La localización de la industria sobresale en los dos primeros que, no obstante, el ajuste de la reestructuración productiva (figura 1). Esto es, que Toluca y Lerma son de importancia industrial en la ZMT y en la entidad.

Figura 1. ZMT. Municipios con actividad industrial



Fuente: Cálculos propios con base en censos económicos respectivos

Respecto al consumo de suelo rural derivado del proceso de metropolitación de la ZMT, el “sembrado de lo urbano” (población, economía y respectivas infraestructuras) en el paisaje rural de los municipios significa transformación

continua del suelo y coberturas vegetales. Las interrelaciones de las actividades antrópicas con la cobertura natural derivan de la intervención y aprovechamiento de los distintos actores (público, privado, social), todo ello asociado al modelo económico y ambiental imperante.

La ZMT tiene una superficie total de 220,123.28 hectáreas, que es está dividida en siete categorías³ (tabla 4), para identificar el comportamiento en tres décadas, con base en datos de 1984 y 2017³. La mayor ocupación y uso lo representa la superficie de agricultura, aunque con pérdida (de 68% a 53%); sigue en importancia el suelo con bosque, el cual gana ligera proporción (de 22% a 23%); en tercer lugar, la “superficie artificial” o antropizada que gana proporción (de 4% a 19%), en cuarto lugar, los cuerpos de agua (1.5% a 1.7%) y; las superficies sin vegetación, de minería y con erosión completan el resto identificada (2%).

Tabla 4. ZMT. Uso de suelo y cambios (en hectáreas)

Uso y vegetación	Superficie (ha.)		Diferencia	TCMA	Participación (%)	
	1984	2017			1984	2017
Agricultura	150785.48	115556.08	35229.40	-0.80	68.50	52.50
Bosque	50069.16	52661.16	-2592.00	0.15	22.75	23.92
Artificial	10690.92	43703.96	-33013.04	4.36	4.86	19.85
Cuerpo de agua	3419.72	3872.4	-452.68	0.38	1.55	1.76
Sin vegetación	1905.36	1832.44	72.92	-0.12	0.87	0.83
Minería	1088.88	1267.00	-178.12	0.46	0.49	0.58
Erosión	2163.76	1230.24	933.52	-1.70	0.98	0.56
Total ZMT	220123.28	220123.28			100.00	100.00

Fuente: Datos calculados en el proyecto 4780/2019CIB de la UAEM (Adame, 2020).

El cambio de uso de suelo más significativo en los 33 años de referencia (columna de diferencia en la tabla 4), es la pérdida de suelo de la agricultura (35,229 ha.), esta proporción al parecer ha sido absorbida por la superficie artificial o antropizada (33,013 ha.) y las restantes 2,216 hectáreas que pierde la agricultura pueden estar absorbidas probablemente por bosque y cuerpo de agua. La tasa del cambio del uso del suelo en el mismo período mencionado

³ Las imágenes tienen distinto procedimiento de cálculo y fuente: la identificación general de la superficie en 1984, deriva de la organización de mosaicos controlados (ortofotomapas) publicados por el IGCEM y la de 2017, del Basemap de ArcGIS, en ambos casos se interpretaron visualmente siguiendo las categorías de uso y vegetación. Las imágenes fueron ajustadas al Marco Geo estadístico 2010 del INEGI. (Cfr. Adame M. S, 2010).

devela que la superficie artificial o antropizada lo hizo a un ritmo de 4.36% mientras que la pérdida de superficie de agricultura fue a -0.8% (tabla 4). Esto explica reconfiguración urbana en el espacio rural, cuya superficie ascendió de 10,690 hasta 43,703 hectáreas.

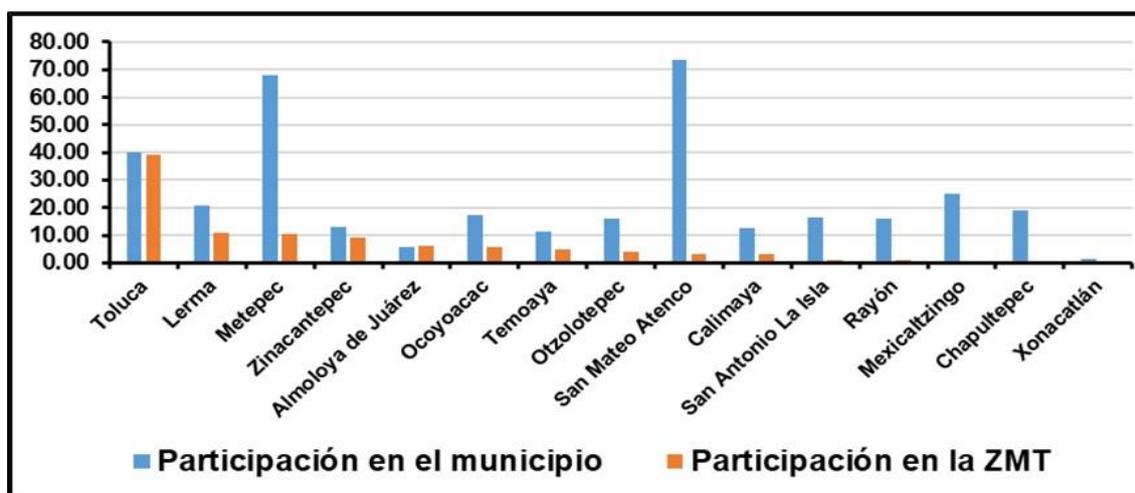
En la ZMT, el uso artificial es el de mayor dinamismo, este incluye suelo para satisfacer necesidades del incremento demográfico, tejido urbano continuo y discontinuo, zonas comerciales, industriales, carreteras, zonas verdes artificiales, instalaciones deportivas y recreativas, entre otros similares. Si bien todos los municipios han incrementado la proporción de superficie artificializada, en 2017 destacan los de Toluca, Lerma, Metepec, Zinacantepec y Almoloya de Juárez. Dichas superficies municipales contribuyen con proporciones importantes al total antropizado (destacan los mismos municipios), mismo que ha presentado una tasa promedio de incremento de 4.54% en los 33 años (los demás oscilan entre 9% y 2%, sólo uno decrece) (tabla 5 y figura 2).

Tabla 5. ZMT. Superficie artificial por municipio (en hectáreas)

Municipio	1984	2017	Diferencia	Participación en el municipio		TCMA 1984 - 2017	Participación en la ZMT	
				1984	2017		1984	2017
ZMT (15 Mpios)	10690.92	43703.96	33013.04			4.36	4.86	19.85
Toluca	3813	17163.04	13349.04	8.92	40.14	4.66	35.67	39.27
Lerma	1176.4	4772.28	3595.88	5.10	20.70	4.33	11.00	10.92
Metepec	1621.96	4565.52	2943.56	24.09	67.81	3.19	15.17	10.45
Zinacantepec	1391.16	4020.28	2636.08	4.49	12.98	3.27	13.01	9.20
Almoloya de J.	151.84	2737.28	2585.44	0.32	5.70	9.16	1.42	6.26
Ocoyoacac	539.52	2431.68	1892.16	3.88	17.48	4.67	5.05	5.56
Temoaya	427.36	2145.76	1708.12	2.27	11.42	5.01	4.00	4.91
Otzolotepec	107.72	1813.56	1705.84	0.96	16.15	8.93	1.01	4.15
Sn Mateo Atenco	580.12	1388.84	791	30.71	73.53	2.68	5.43	3.18
Calimaya	292.36	1299.76	1007.4	2.84	12.63	4.62	2.73	2.97
S. A. La Isla	101.36	416.24	297.48	4.01	16.48	4.37	0.95	0.95
Rayón	92	372.92	268.44	4.00	16.23	4.33	0.86	0.85
Mexicaltzingo	316.72	282.68	34.04	28.08	25.06	-0.34	2.96	0.65
Chapultepec	67.52	226.88	159.36	5.63	18.93	3.74	0.63	0.52
Xonacatlán	11.88	67.24	55.36	0.22	1.26	5.39	0.11	0.15

Fuente: Superficies calculadas con base en el proyecto 4780/2019CIB de la UAEM (Adame, 2020).

Figura 2. ZMT. Participación de superficie artificial, 2017 (en hectáreas)



Fuente: Elaborado con base en el cuadro 5 y proyecto 4780/2019CIB de la UAEM (Adame, 2020).

En particular en el municipio de Lerma, el proceso de ocupación de la superficie artificializada (cambio del suelo rural en urbano), al inicio, en 1984 representó 5% de la superficie de su jurisdicción la cual asciende hasta 20% en 2017, cuya tasa de incremento fue de 4.3%, próxima al promedio general de la ZMT y, el peso relativo de dicha superficie en el total se mantiene en 11% en el período. En suma, Lerma reporta cambios de uso de suelo significativos, al tiempo que contribuye en la explicación de los cambios del uso del suelo en la ZMT; es decir es un municipio con dinámica industrial, crecimiento urbano y cambios de usos del suelo en el espacio rural.

Impacto ambiental de las actividades antrópicas

Las problemáticas ambientales que se detectaron en este proceso de periurbanización se generan tan rápido como una condición casi irreversible que impide la regeneración ecosistémica de forma autónoma (Churutchet, Grinberg, & Gutiérrez, 2012). Lo anterior se debe a que las áreas urbanas siguen siendo lugares prioritarios de desequilibrio ecológico debido, a su carácter concentrador de economía, población, administración de recursos y política. De igual manera son dinámicas ya que se presentan los fenómenos de densificación, crecimiento y expansión de la población (Ramalho & Hobbs, 2012).

Esto ha generado que el ambiente sufra varias afectaciones, lo anterior se debe a que en todas las actividades antrópicas que se realizan en esta área urbana se utilizan gran cantidad de insumos que se traducen en productos y sustancias químicas. Un ejemplo de esto es la contaminación que presenta el Río Lerma. Ávila (2019) señaló que el principal problema del Río Lerma es la contaminación de sus aguas del tipo orgánica, estas aguas residuales sin tratar se generan las zonas urbanas e industriales (Ávila Pérez, 2019).

De estas actividades urbanas su producción, el consumo de bienes y los servicios generan inevitablemente algún tipo de residuos. Éstos pueden ser sólidos (ya sea de naturaleza orgánica o inorgánica), líquidos (que incluyen a los que se vierten disueltos como parte de las aguas residuales) y los que escapan en forma de gases. Todos ellos, en función de su composición, tasa de generación y manejo pueden tener efectos muy diversos en la población y el ambiente. En algunos casos, sus efectos pueden ser graves, sobre todo cuando involucran compuestos tóxicos que se manejan de manera inadecuada o se vierten de manera accidental (Gobierno de México, 2019).

Por esta razón es importante analizar y establecer las posibles afectaciones sobre el ambiente que se generan por el progreso de la periurbanización. Y en esta investigación se estudió dicho proceso en el Municipio de Lerma, ya que este representa claramente esta transformación con el establecimiento de parques industriales.

CONSIDERACIONES TEÓRICAS

La periurbanización sería el proceso de urbanización, o de una ocupación intensa y diversificada del suelo periurbano, aunque la ocupación territorial por diversas actividades socioeconómicas, no se traduzca en una urbanización típica del centro de la ciudad. El proceso de periurbanización actual se diferencia de los procesos de ocupación de la periferia verificados en décadas anteriores (suburbanización), por el hecho de que entonces, ha sido una ocupación para uso casi exclusivamente residencial y también sectores de población de escasos recursos.

En cambio, hoy se verifica que se trata no sólo de ocupación para uso residencial, sino que además se instalan diversas actividades socio económicas. Por otra parte, se registra una diversificación de los estratos sociales (bajos, medio/bajos, altos) en dicha ocupación, promoviéndose la irreversible segregación socio-espacial (Cardoso Magalhães & Ortiz de D'Arterio, s/f).

De ahí que sea importante establecer que, de acuerdo con el tipo de actividad desarrollada, la importancia de los impactos ambientales se considera significativa. Entre los principales problemas ambientales se citan: contaminación de agua y aire por los efluentes generados; afectación a la calidad de vida de la población en el área de influencia por riesgos derivados de la exposición a sustancias peligrosas; explotación de recursos naturales no renovables; conflictos en los flujos de tránsito; posibles daños a la infraestructura vial; afectación de procesos ecológicos; etc. Más allá de los problemas identificados, existen indicios de adecuación a la normativa ambiental vigente desde mediados de la década de 1990 (Zulaica & Ferraro , 2011).

Este fenómeno de cambio de entorno natural por el establecimiento de actividades antrópicas que emiten sustancias al ambiente se ha reflejado en varias investigaciones en las cuales se han planteado diversas propuestas de solución y que a continuación se presentan como ejemplos:

- En la provincia de Camagüey consta de nueve municipios que poseen relevancia por la magnitud y tipo de las emisiones. Por lo cual se realizó una investigación de fuentes fijas contaminantes en los municipios seleccionados, y se estableció que las emisiones de compuestos tales como NO_x, SO₂, MP₁₀, MP_{2.5}, CO, y COVDM, cuyos resultados evidenciaron el relevante significativo aporte de las instalaciones asociadas a la generación eléctrica. En este sentido, el aporte de las emisiones por ese sector constituye el 92.2%. Dada la existencia en el territorio de una gran central térmica y abundantes grupos electrógenos, además de industrias de gran peso, se obtiene una tasa de 87.6 kg/habitante al año de contaminantes emitidos a la atmósfera (Fonte, Cuesta, & Sosa, 2017).
- En la subregión de África oriental, las instalaciones para el tratamiento de efluentes domésticos e industriales son ineficientes o inexistentes, lo que lleva

a la descarga de altos contenidos de materia orgánica y nutrientes (nitrógeno y fósforo) en las aguas superficiales cercanas. Un ejemplo típico es el City Abattoir (Kampala, Uganda), que en promedio descarga 400 m³ / día de efluente no tratado altamente recalcitrante en la bahía interior de Murchison del lago Victoria, lo que provoca el agotamiento del oxígeno, la eutrofización, las complicaciones de salud y el calentamiento global (Nzioka Mutua, y otros, 2016).

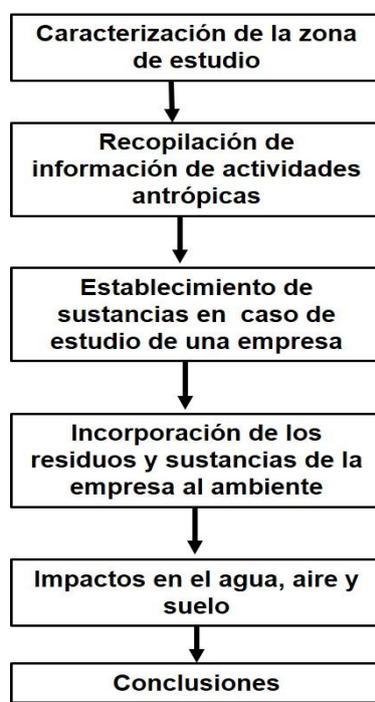
- En cuanto a los gases emitidos por las fuentes móviles y fijas como son industrias y automóviles, los óxidos de azufre y nitrógeno (SO_x, NO_x) al subir a la atmósfera se disuelven fácilmente en el agua. En el caso del azufre, en el agua forma sulfitos (SO₃⁻²) cuyo poder de oxidación es agresivo, al ponerse en contacto con las plantas (en concentraciones bajas de 0.05 mgL⁻¹) causan exfoliación de las hojas, disminución de brotes y frutos llegando a la muerte de la planta. Los óxidos de nitrógeno tienen un comportamiento similar (Strauss & Mainwaring, 2012)
- Las empresas de curtiduría son catalogadas típicamente como fuente de contaminación, ya que emiten gran cantidad de sustancias en sus aguas residuales. Entre estos compuestos tenemos a los metales pesados, químicos tóxicos, cloruros, sales disueltas y desechos de piel, grasa y cuero. La presencia de estos residuos tiene efecto directo sobre los parámetros fisicoquímicos del agua como son Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), presencia de metales pesados que son cancerígenos como es el cromo hexavalente (Cr⁶⁺) (Durai & Rajasimman, 2011).

Con estos ejemplos se justifica que las actividades antrópicas realizadas en una zona que experimenta periurbanización generan gran cantidad de sustancias que se incorporan al ambiente, generando efectos adversos en agua, suelo, aire y seres vivos.

METODOLOGÍA

Los pasos que se siguieron en este trabajo se muestran en la figura 3.

Figura 3. Pasos para seguir en el trabajo de investigación



RESULTADOS ACORDES A LAS ACTIVIDADES SEÑALADAS

Caracterización del municipio de estudio

De acuerdo con SEDESOL en el 2015, el número de personas censadas fue de 146,654, con un 0.91 porcentaje respecto al total de la entidad. Número de viviendas con un porcentaje de 0.82 respecto al total de la entidad. En cuanto a los indicadores de carencias en el municipio son: a) rezago educativo 14.7 %, b) Carencia al acceso a la salud de 13.5%, c) carencia por calidad y espacios de vivienda 10.2%, d) carencia al acceso a servicios básicos 20.5%, e) carencia a la alimentación 16.8%. (SEDESOL, 2015). Como estos datos son del 2015 se esperarían un incremento en la población y una variación en los porcentajes presentados.

Recolección de información de las actividades antrópicas

Como se puede apreciar en el cambio de uso del suelo en el Municipio de Lerma, este contiene gran diversidad de giros en cuanto a las actividades antrópicas que se localizan en dicha zona de estudio. En la tabla 6. se muestran la variedad de estas actividades.

Tabla 6. Actividades antrópicas en el Municipio de Lerma

Giro	No de Empresas	Servicios/ Almacenamiento/ Producción
Almacenamiento, Bodegas y Centro de Distribución	63	<p>Almacenamiento de materias primas de diversos giros, industriales, alimentos, ferretería, accesorios deportivos, partes automotrices, ropas y telas.</p> <p>Productos de limpieza, como son cremas. Productos químicos como solventes, sustancias limpiadoras, lubricantes.</p> <p>Materia prima química y productos terminados de medicinas, material de curación.</p> <p>Productos cosméticos, pinturas, barnices, impermeabilizantes.</p> <p>Productos comerciales de consumo, dulces, refrescos, azúcar, sal.</p> <p>Materiales de construcción en general</p>
Comercio y Compraventa	90	Los mismos rubros que el punto anterior
Elaboración de alimentos	13	<p>Elaboración de bolsas de polietileno, de botanas, de productos lácteos, productos aromáticos.</p> <p>Maquila de alimentos, crema de coco. Separación de limpieza y lavado de grano.</p> <p>Preparación y maquila de alimentos de frituras, tanto producto como conservadores y condimentos.</p> <p>Elaboración de productos aromáticos, Elaboración de botanas, condimentos y conservadores.</p> <p>Elaboración y acondicionamiento de nutrimentos para la salud.</p>
Textiles y Calzado	18	Corte, confección y teñido de diversas prendas de vestir.

Fuente: Elaboración propia de los autores, 2019.

Continúa...

Tabla 6. Actividades antrópicas en el Municipio de Lerma

Giro	No de Empresas	Servicios/ Almacenamiento/ Producción
Producción y Fabricación	163	<p>La variedad de actividades y productos generados son muy diversas, entre las que tenemos:</p> <p>Fabricación de autopartes, petroquímicos secundarios, pinturas, bebidas alcohólicas, químicos surfactantes, vidrio.</p> <p>Elaboración de polímeros químicos, filtros metálicos, hules sintéticos y derivados, principios activos de medicamentos y productos biológicos y de veterinarias.</p> <p>Manufactura de piezas metálicas de diversos tipos, accesorios para equipos electrónicos.</p> <p>Producción de resinas sintéticas y plastificantes, productos de polietileno, cosméticos.</p> <p>Creación de plaguicidas y pesticidas, transformación de termoplásticos.</p>
Servicios	114	<p>En este caso las actividades son diversas, entre las cuales se enlistan:</p> <p>Hotelería Restaurantes Baños Públicos Bodegas Bancos Electromecánicos Transporte federal y estatal Gasolineras Industrias de reciclaje Talleres mecánicos Mercados Escuelas de Manejo y Aviación Mercantil a menudeo y mayoreo</p>

Fuente: propia de los autores, 2020.

Como se puede apreciar la información la tabla 6, las actividades antrópicas que se realizan son de diversos giros y el que predomina es el de fabricación industrial. En cada una de estas diligencias se emplean una gran cantidad de insumos de carácter químico que son manipulados en cada una de las etapas de las tareas que se realizan en cada giro. Y de cada una de las operaciones por sustancia se generan sustancias residuales que se incorporan al agua, aire y suelo. Dado que es el análisis de cada una de las actividades realizadas en la ZMVT excede en extensión los criterios de esta publicación, en forma puntual se

enfocará sobre una de las empresas localizadas en la zona de periurbanización de Lerma. ¿Porque se toma en consideración esta zona?, hay que recapitular que la periurbanización de los espacios rurales va ligado de manera clara al fenómeno de urbanización dispersa de baja densidad, por lo que muchas de las repercusiones sobre el territorio podrían equipararse: ocupación desmesurada de suelo, exposición a riesgos naturales consumos elevados de agua y energía (Hernández Puig, 2016).

Y este escenario es lo que ocurre en la industria seleccionada, que es la de termoplásticos, que consume insumos y genera gran cantidad de sustancias en enormes concentraciones. Por lo que su análisis puede escalarse como la ejemplificación de los efectos adversos al ambiente por el ingreso ya sea de emisiones a la atmósfera, descargas de agua residual a cuerpos acuíferos y posibles vertidos en suelos.

Empresa de Termoplásticos

Los insumos de este tipo de industria en su proceso industrial se citan: 1) polipropilenos, 2) polietileno, 3) poliestireno, 4) etilvinilacetato, 5) acetato de copolimeros, 6) hule termoplástico, 7) catalizadores. Estos materiales fueron manipulados en el proceso productivo y las condiciones de producción que fueron las siguientes: a) todos estas sustancias estuvieron en el reactor de producción, durante el tiempo y temperatura de producción b) después de cada lote es necesario un lavado con agua, c) Los residuos de c/lote quedaron disueltos en el agua residual, que a su vez fue vertida al sistema de drenaje, d) de cada lote como las sustancias químicas se les suministra calor o energía, una parte de estos tienden a volatilizarse. De este análisis se estableció que las sustancias residuales del proceso de producción se vierten en el agua, el aire y en residuos peligrosos. Los resultados del análisis se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Resultado de análisis

Insumos	Proceso	Tipo de Residuo	Transformación
Polipropilenos	<i>Reactor transformación química</i>	<i>Líquido, gaseoso</i>	Compuesto de estructura sencilla a compleja, en los dos estados de la materia
Polietileno	<i>Reactor transformación química</i>	<i>Líquido, gaseoso</i>	Compuesto de estructura sencilla a compleja, en los dos estados de la materia
Poliestireno	<i>Reactor transformación química</i>	<i>Líquido, gaseoso</i>	Compuesto de estructura sencilla a compleja, en los dos estados de la materia
Etilvinilacetato	<i>Reactor transformación química</i>	<i>Líquido, gaseoso</i>	Compuesto de estructura sencilla a compleja, en los dos estados de la materia
Acetato de copolímeros	<i>Reactor transformación química</i>	<i>Líquido, gaseoso</i>	Compuesto de estructura sencilla a compleja, en los dos estados de la materia
Hule termoplástico	<i>Reactor transformación química</i>	<i>Líquido, gaseoso</i>	Compuesto de estructura sencilla a compleja, en los dos estados de la materia
<i>Catalizadores</i>	<i>Reactor transformación química</i>	<i>Disuelto en fase acuosa</i>	Mantienen su estructura, pero están presentes en fases líquida.

Fuente: propia de los autores, 2020.

Aunado a las transformaciones que sufren estos insumos hay que considerar los recipientes que contuvieron a dichas sustancias, ya que como lo señala la norma oficial mexicana NOM-002/1-SCT/2009, estos contenedores de dichas sustancias también son considerados como residuos peligrosos por lo que deben de tener un tratamiento especial (Gobierno de México, 2009). De igual manera como el proceso implica el desarrollo de reacciones químicas normalmente utilizan catalizadores inorgánicos (Pt, Pd, Cd) y como son metales pesados también deben de considerarse en el proceso de producción, este se señala en la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 (SEMARNAT, 2005).

A parte de estos residuos peligrosos, se presenta otra generación que corresponde a los compuestos de la materia prima del proceso como ingresan a los reactores y son calentados en su interior. Esto ocasiona que estas sustancias aparte de la transformación química sufren un cambio a la fase gaseosa, por lo que se presenta otro punto a considerar que son los compuestos orgánicos volátiles (COV'S). Las cantidades de estas sustancias presentes en el entorno de la empresa, así como su emisión a la atmósfera se regulan mediante lo establecido en la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 (PROFEPA, 2005).

Incorporación de sustancias al ambiente predicción de impactos ambientales (agua, aire y suelo)

Este análisis se interpola con los efectos que se generan en el ambiente en el momento de que residuos y sustancias gaseosas se incorporan al agua, al aire y al suelo (este último de haber derrames sobre suelo natural). Los resultados se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Efectos en el ambiente por la incorporación de los residuos

Sustancias	Estado de la materia	Afectación en el ambiente
<i>Orgánicas</i>	<i>líquidas</i>	<i>Agua: Se incrementa la materia orgánica, con lo cual los parámetros fisicoquímicos tales como DBO₅, DQO se incrementan en su valor. El agua puede exhibir olor penetrante y en algunos casos color. Esto implica tratamientos avanzados de oxidación del agua. Suelo: Si son derramadas estas sustancias penetran en el suelo ocasionando alteraciones en los ciclos naturales como son del fósforo, carbono, nitrógeno, etc.</i>
	<i>Gaseosas</i>	<i>Se manifiestan los olores característicos de los cov's. Si la concentración es muy alta de estas sustancias, tiene efectos directos sobre los seres vivos en su sistema respiratorio</i>
<i>Inorgánicas</i>	<i>Sólidas</i>	<i>Agua: Los metales se disuelven en el agua, tienen la característica de fijarse y formar complejos en el cuerpo de los seres vivos afectándolos en sus funciones vitales.</i>
	<i>Disueltas en agua</i>	<i>Algunas de estas sustancias disueltas ya en el agua pueden aportar color, dependiendo del estado de oxidación de dichos metales, como es el Cr⁶⁺, que genera un color naranja en el agua.</i>
<i>Residuos Contenedores</i>	<i>Sólidos</i>	<i>Los residuos, que contuvieron los insumos de producción si no so recolectados de manera correcta, al ser arrojados al ambiente generan problemas en suelo y agua. Esto se debe a que todavía contienen pequeñas cantidades de los insumos y si estos se encuentran a la intemperie, el agua de río, la lluvia, el viento pueden transportar dichas sustancias por el ambiente.</i>

Fuente: propia de los autores, 2020

Esto es en lo que respecta al proceso, pero también se consideró la parte de los combustibles que se son necesarios para que la maquinaria funcione, tal como es el gas metano para las calderas, el aceite para el horno, y gasolina para los montacargas y automóviles que tiene la empresa para distribuir sus productos terminados. De este análisis se deben de considerar las concentraciones de los gases CO₂, CO, NO_x, SO_x, para lo cual se tomó en consideración la norma oficial mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011 (SEMARNAT, 2011).

Si las concentraciones sobrepasan los límites permisibles establecidos en esta norma la empresa estaría contribuyendo con los efectos del calentamiento global debido al aumento de la concentración de gases de efecto invernadero.

Este análisis se realizó para una sola empresa, por lo cual, si se escala estos volúmenes de residuos tanto para cada una de las empresas (de diferentes giros industriales) localizadas en este municipio y para las zonas habitacionales. Esto da un panorama de cuantas sustancias se generan, por parte de las actividades por así llamarlo industriales, y asimismo se debe de considerar las labores domésticas que también generan sus propios residuos, tales como recipientes de alcohol, acetona, aceite, pegamentos, lijado, barnizado. En talleres que se dedican a la herrería que generan pequeñas partículas de metales, como son cadmio, plomo, hierro, cobre, etc.

El problema es bastante serio y los efectos al ambiente son grandes, esto se refleja en los valores de los indicadores ambientales del agua como son materia orgánica, nitratos, fosfatos que normalmente rebasan los límites permisibles (Santa Natoglia, y otros, 2006).

En el caso de la contaminación del agua en zonas urbanas, su tipo de contaminantes está en función de las actividades antrópicas que se realicen en dichos lugares. Esto implica que, si la en la zona urbana las tareas humanas son variadas, las cargas de contaminantes también son de diversos tipos y esto se ve reflejado en los resultados que se generan de los diversos parámetros fisicoquímicos del agua (Sánchez Álvarez, 2005).

En el caso de estudio que es el municipio de Lerma, el grado de afectación es sería debido a las actividades industriales que se ubican en los parques industriales. Ejemplo de esto es el grado de contaminación que presentan el río Lerma, el cual es ya conocido por la sociedad y la comunidad científica y que hasta la fecha no ha sido posible la remediación de dicho afluente.

En cuanto a la contaminación atmosférica, el problema radica en todas las emisiones que liberan las empresas del ramo industrial, los hornos, los baños públicos, quema de pastizales controladas. En todas estas acciones, como se mencionó la liberación de gases como son óxidos de nitrógeno y azufre, CO₂, CO, CH₄, COV's y partículas suspendidas trae como consecuencia que la calidad del aire se mala. Ejemplo de esta situación es cuando un viaja por la calle de nombre Paseo Matlazincas (ciudad de Toluca) y uno dirige su mirada hacia punto cardinal "Este" (orientado hacia el municipio de Lerma), se puede visualizar a simple vista una carga de gases color rojizo en dicha zona. Esto corrobora el problema ambiental que se está presentando en dicho municipio.

Toda esta situación de impacto ambiental se está presentando a pesar a las diligencias laborales de las dependencias gubernamentales en el área ambiental de los tres niveles de gobierno. Es por eso que es vital se redoblen esfuerzos en llevar un control adecuado y más riguroso de estas actividades antrópicas que se realizan en cualquier zona del Estado de México que se presente la periurbanización.

CONCLUSIONES

Al término de esta investigación se presentan las siguientes conclusiones, que a continuación se enlistan:

- El proceso de periurbanización trae consigo un impacto al ambiente, esto se estableció después el análisis de la actividad industrial (empresa de termoplásticos) tomando como referencia los insumos utilizados y como son transformados en el proceso de producción.
- Los principales impactos en el ambiente se ven reflejados a simple vista en el agua y la atmósfera de la región donde se presenta la periurbanización.

- El impacto en el agua dependerá de las actividades antrópicas que se realicen en la zona que sufre dicho proceso de cambio, esto se determina valorando los resultados de los parámetros fisicoquímicos del agua.
- Asimismo, la afectación que sufre la atmósfera se ve reflejada a simple vista en el color de los gases que se pueden visualizar a una cierta distancia de la zona afectada.
- De manera específica estas afectaciones señaladas en el municipio de Lerma (donde se ubica la empresa de termoplásticos) se visualizan en el río Lerma, el cual como se sabe tiene un alto grado de contaminación. De igual manera el grado de afectación en la atmósfera se constata en el color rojizo que corresponde a los óxidos de nitrógeno que son emitidas por las zonas industriales que se ubican en dicho municipio.
- Finalmente, el proceso de periurbanización implica un grado de impacto y afectación del ambiente, debido a las sustancias químicas que se emiten como residuos al agua y a la atmósfera. Este fue el caso de estudio en el Municipio de Lerma, debido a la gran cantidad de actividades antrópicas tanto domésticas, comerciales e industriales.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, Sánchez G. H. (2005). "DISEÑO Y PROTECCION DE UN SISTEMA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO Fuente: propia de los autores, 2020 FISICOQUIMICO Y MICROBIOLOGICO PARA EL AGUA DEL CANTON CHAMBO. Recuperado el 17 de Marzo de 2020, de <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/4305/1/20T00092.pdf>
- Ávila Pérez, P. (14 de Abril de 2019). Río Lerma, fuente de contaminación y enfermedades. Recuperado el 12 de Marzo de 2020
- Cardoso Magalhães, Á. G., & Ortiz de D'Arterio, J. P. (s/f). *PERIURBANIZACIÓN, SEGREGACIÓN SOCIAL Y FRAGMENTACIÓN*. Recuperado el 02 de Marzo de 2020, de <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Geografiasocioeconomica/Geografiaurbana/255.pdf>
- Churutchet, G., Grinberg, S., & Gutiérrez, G. (2012). Degradación Ambiental y Periferia Urbana: un estudio transdisciplinario sobre la contaminación en la región metropolitana de Buenos Aires. *Ambiente y Sociedad*, XV, 173-194.
- Dematteis, F. (1998). La Ciudad Dispersa. En *Suburbanización y periurbanización. Ciudades anglosajonas y ciudades latinas*. Barcelona: Centro de Cultura Contemporánea de Barcelona.
- Durai, G., & Rajasimman, M. (2011). Biological Treatment of Tannery Wastewater- A review. *Journal of Environmental Science and Technology*, 4(1), 1-17.
- Fonte, A., Cuesta, O., & Sosa, C. (2017). Estimación de emisiones contaminantes atmosféricas en la provincia de Camagüey desde fuentes fijas. *Revista Cubana de Meteorología*, 23(1), 57-77.

- Gobierno de México. (2009). *NORMA Oficial Mexicana NOM-002/1-SCT/2009*. Recuperado el 05 de Marzo de 2020, de <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3986/sct/sct.htm>
- Gobierno de México. (2019). *Residuos*. Recuperado el 01 de Marzo de 2020, de <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/cap7.html>
- Hernández L., U., & Hoyos C., G. (2018). Políticas urbanas y gestión del suelo en las Metrópolis mexicanas. En *Agenda Pública para el desarrollo regional de la metropolización y la sostenibilidad*. Ciudad de México: UNAM-AMECIDER.
- Hernández Puig, S. (2016). El periurbano, un espacio estratégico de. *Biblio3W. REVISTA BIBLIOGRÁFICA DE GEOGRAFÍA Y CIENCIAS SOCIALES*, 1-21.
- Hoyos C., G. (2019). Sistema urbano y rural desde lo regional en México. En *Desarrollo Regional en México. Actores, miradas y relatos*. Ciudad de México: Bonilla Artigas.
- Hoyos C., G., Adame M., S., & Sánchez N., R. (2020). reajustes Asimétricos en la relación rural-urbana. Poniente del Estado de México. En *Ciudad y Ambiente: Procesos y Transformaciones en contextos urbanos*. Toluca: UAEM.
- Nzioka Mutua, D., Mwaniki Njagi, E. N., Orinda, G., Obondi, G., Kansime, F., Kyambadde, J., . . . Butungi, H. (2016). Biological Treatment of Meat Processing Wastewater Using Lab-Scale Anaerobic-Aerobic/Anoxic Sequencing Batch Reactors Operated in Series. *Journal of Bioremediation & Biodegradation*, 7(4), 1-6.
- Pacione, M. (2005). *Urban Geography. A Global Perspective, London and New York*. Routledge.
- PROFEPA. (2005). *NOM-052-SEMARNAT-2005*. Recuperado el 06 de Marzo de 2020, de <https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1282/1/nom-123-semarnat-1998.pdf>
- Ramalho, C., & Hobbs, R. (2012). Time for chance: dynamic urban ecology. *Trends in Ecology and Evolution*, 27(3), 179-188.
- Santa Natoglia, O. J., De Iorio, A., Chagas, C. J., Massobrio, M., Rendina, A., Castiglioni, M., & Bargiela, M. (2006). ESCURRIMIENTO, SÓLIDOS TOTALES Y PROPIEDADES QUÍMICAS DEL AGUA DEL ARROYO DEL TALA (SAN PEDRO, BUENOS AIRES, ARGENTINA). *Rev. Facultad de Agronomía UBA*, 26(2), 121-131.
- SEDESOL. (s/f de 2015). *Municipio de Lerma*. Recuperado el 02 de Marzo de 2020, de http://diariooficial.gob.mx/SEDESOL/2016/Mexico_051.pdf
- SEMARNAT. (2005). *Norma Oficial Mexicana. OM-052-SEMARNAT-2005*. Recuperado el 06 de Marzo de 2020, de <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3986/sct/sct.htm>
- SEMARNAT. (2011). *NOM-085-SEMARNAT-2011*. Recuperado el 07 de 03 de 2020, de <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4632/semarnat/semarnat.htm>
- Strauss, W., & Fuente: propia de los autores, 2020 Mainwaring, S. J. (2012). Efecto de los contaminantes individuales. En U. d. Departamento de Ciencias Industriales (Ed.), *Contaminación del aire* (págs. 80-83). Cd. México: Trillas.
- Zulaica, L., & Ferraro, R. (2011). De acuerdo con el tipo de actividad desarrollada, la importancia de los impactos ambientales se considera significativa. Entre los principales problemas ambientales se citan: contaminación de agua y aire por los efluentes generados; afectación a la calidad. *Revista Geográfica de América Central, II Semestre*, 1-21.