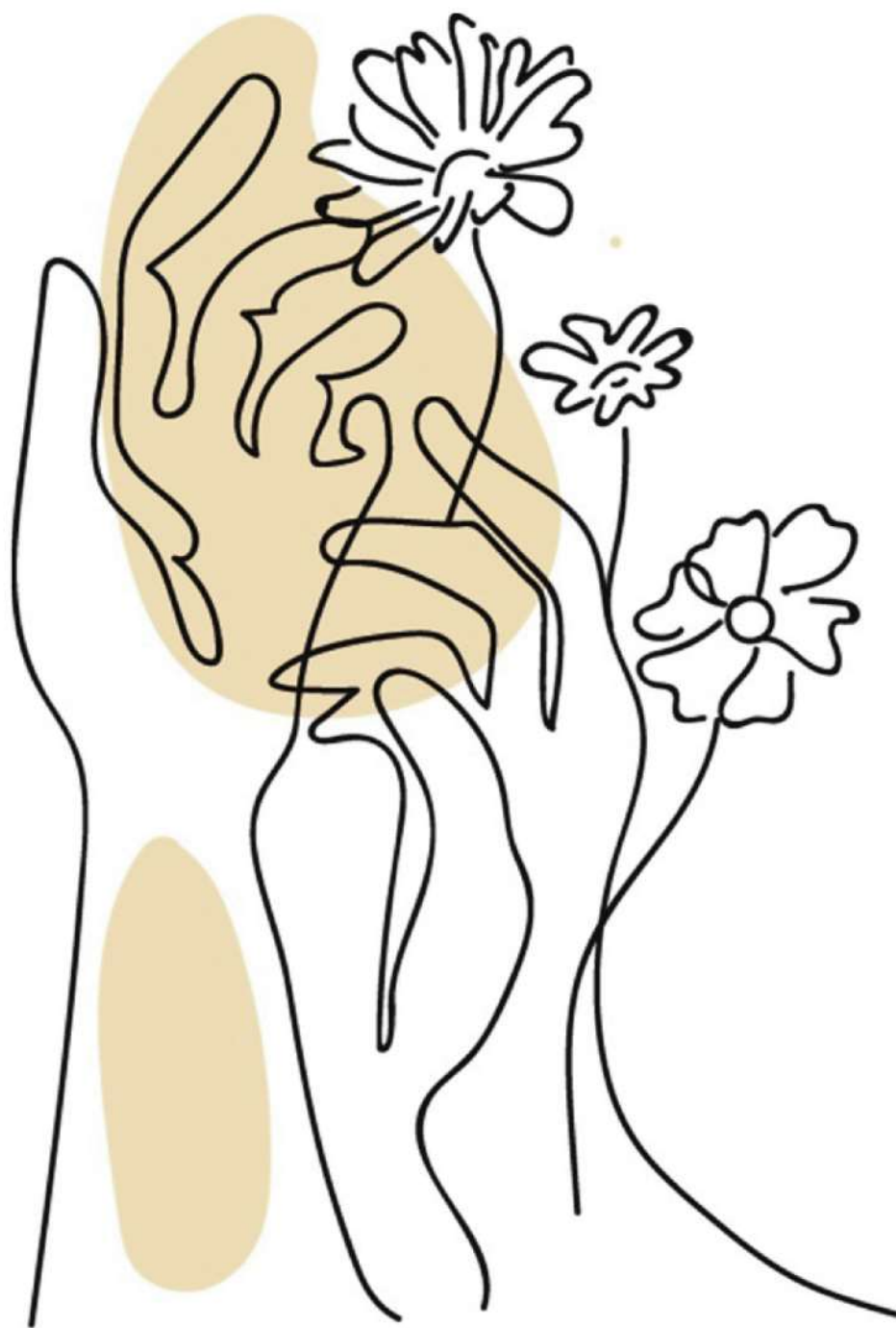


QUIVERA

REVISTA DE ESTUDIOS TERRITORIALES



Universidad Autónoma del Estado de México
UAEM

Año 24
Número 2022-1
enero-junio
ISSN: 2594-102X

Año 24, Número 2022-1, enero-junio

ISSN 2594-102X



QUIVERA REVISTA DE ESTUDIOS TERRITORIALES, Año 24, número 24 (1), enero-junio 2022 es una publicación de periodicidad semestral editada por la Universidad Autónoma del Estado de México, Instituto Literario 100 Ote., Colonia Centro, Toluca, Estado de México, CP. 50000, Teléfonos: clave del país 52, clave del área 722, números 2121938, 2129246 y 2194613, ext. 223. <http://quivera.uaemex.mx>, correo electrónico: quivera@uaemex.mx. Editor responsable Carlos Alberto Pérez-Ramírez, Facultad de Planeación Urbana y Regional. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2018-020709141100-01, ISSN 2594-102X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número Gabriela Mañón-Romero, Facultad de Planeación Urbana y Regional, Calle Mariano Matamoros s/n esq. Paseo Tollocan, colonia Universidad, C.P. 50130, Toluca de Lerdo, Estado de México, México. Última modificación 03 de junio de 2022.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Se autoriza la reproducción total o parcial del contenido aquí publicado sin fines de lucro, siempre y cuando no se modifique, se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

Hecho en México, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM).

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional 

Fotografía de portada: Lucero Isabel Peña-Orozco, “Naturaleza sin límites”.

Diseño de portada: Rubén Amado Serrano-Gonzaga.

Quivera se encuentra registrada en los siguientes servicios de indización y bases de datos: Redalyc, Latindex Catálogo 2.0, CLASE, REDIB, Sherpa Romeo, LatinREV, MIAR y ERIH PLUS.

Equipo Editorial

Director: Carlos Alberto Pérez-Ramírez

Editora en Jefe: Gabriela Mañón-Romero

Asistente Editorial: Miguel Ángel Vilchis-Árzate

Traducción: Jeime Rodríguez-Macedo

Consejo Editorial

Ciro Alfonso Serna Mendoza, Universidad De Manizales, Colombia

Edel Cadena Vargas, Universidad Autónoma del Estado de México, México

Eduardo Campos Medina, Universidad Autónoma del Estado de México, México

Julio Soria Lara, Universidad Politécnica de Madrid, España

Lorena Regina Vivanco Cruz, Universidad de Cuenca, Ecuador

Luis Miguel Valenzuela Montes, Universidad de Granada, España

Marcelino García Benítez, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, México

María Elina Gudiño, Universidad Nacional de Cuyo, Argentina

María GERALDA de Almeida, Universidade Federal de Goiás, Brasil

Mirosława Czerny, Universidad de Varsovia, Polonia

Rosario Rogel Salazar, Universidad Autónoma del Estado de México, México

Comité Científico

Alfonso Iracheta Cenecorta, Centro Eure, Estudios Territoriales y Políticas Públicas, México

Alicia Ziccardi Contigian, Universidad Nacional Autónoma de México, México

Ana María Giménez, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina

Blanca Rebeca Ramírez Velázquez, Universidad Autónoma Metropolitana, México

Carlos A. de Mattos, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile

Diego Jaramillo Salgado, Universidad del Cauca, Colombia

Enrique Leff, Universidad Nacional Autónoma de México, México

Francisco Javier Aguilar García, Universidad Nacional Autónoma de México, México

Horacio Roldán López, Universidad Autónoma de Sinaloa, México

Javier Delgadillo Macías, Universidad Nacional Autónoma de México, México

Jorge Inzulza Contardo, Universidad de Chile, Chile

María Eugenia Castro Ramírez, Universidad Autónoma Metropolitana, México

Roberto Eibenschutz Hartman, Universidad Autónoma Metropolitana, México

Ryszard Rozga Luter, Universidad Autónoma Metropolitana, México

CONTENIDO

	Pág.
Artículos de investigación	
Umbral de contexto social en la coyuntura COVID-19, Estado de México <i>Threshold of social context in the COVID-19 situation, State of Mexico</i> María Estela Orozco-Hernández	5
El manejo de los residuos sólidos urbanos en el marco de la pandemia de COVID 19: el caso de cinco municipios del Estado de México <i>Urban solid waste management in the context of the COVID 19 pandemic: the case of five municipalities in the State of Mexico</i> Víctor Daniel García-García	47
La planificación local y su enfoque de gestión de riesgos en el Ecuador a partir del terremoto de 2016 <i>Local planning and its risk management approach in Ecuador after the 2016 earthquake</i> Jonathan Javier Menoscal-Cevallos y Marco Antonio Córdova-Montufar	65
Reflexiones, criterios de análisis y priorizaciones para la renovación urbana. Estudio de caso en San José, Costa Rica <i>Reflections, analysis criteria, and prioritizations for urban renewal. A case study in San José, Costa Rica</i> Bryan Roberto Vargas-Vargas	83
Infraestructura verde. Conceptualización y análisis normativo de México <i>Green Infrastructure. Conceptualization and legal analysis of Mexico</i> Juana Amalia Salgado-López y Roberto Galván-Benítez	105
Reutilización de residuos orgánicos de infusiones para remover un colorante disuelto en fase acuosa <i>Reuse of organic waste from infusions to remove a dissolved dye in aqueous phase</i> Eduardo Campos-Medina y Carolina Garduño-Urbina	129

Artículos de investigación

Umbral de contexto social en la coyuntura COVID-19, Estado de México

Threshold of social context in the COVID-19 situation, State of Mexico

María Estela Orozco-Hernández*

Recibido: diciembre 09 de 2020.

Aceptado: febrero 28 de 2022.

Resumen

El artículo analiza las condiciones sociales en la coyuntura COVID-19 en el Estado de México. Los indicadores sociales, los registros sanitarios 2020, la cartografía y la literatura son la base del estudio. El escenario caracteriza la presión de la población urbana, las sinergias de la política social y los factores económicos expresados en los índices de marginación y pobreza, indefensión de más de la mitad de la población, ocupación informal e ingresos en los límites de bienestar, prevalencia de enfermedades no transmisibles, sobrestimación de la cobertura, acceso ambiguo, déficit de recursos humanos y materiales de los servicios públicos de salud. El coronavirus condensó su capacidad de contagio y letalidad en contextos de desigualdad, carencia de protección social, exhibió la delgada línea de la pobreza extrema por ingresos, la carga de enfermedad crónica asociada a factores de riesgo dietético y conductual en adultos y adultos mayores. Los resultados establecen una línea base para analizar recursividades políticas, económicas y sociales que exacerbaron la crisis sanitaria COVID-19. La visión sostenible prescribe soluciones vinculantes de los derechos humanos, compromisos de coordinación, reformas integrales que garanticen la protección social, atiendan las causas de la desigualdad, acceso al trabajo, ingreso suficiente, educación sanitaria preventiva, servicios de salud, desarrollo científico y tecnológico, formación de recursos humanos especializados que afronten las enfermedades comunitarias y emergentes por venir.

Palabras clave: límites, protección social, coronavirus, política pública, pobreza.

Abstract

The paper analyzes the social conditions in the COVID-19 conjuncture in the State of Mexico. Social indicators like health records, cartography, and literature form the basis of the study. The scenery characterizes the pressure of the urban population. Synergies of social policy and economic factors are expressed in the rates of marginalization and poverty. One way or another defenselessness of more than half of the population, informal employment, and income within the limits of well-being. The prevalence of non-communicable diseases, overestimation of coverage, ambiguous access, and the deficit of human and material resources of public health services. The coronavirus condensed its contagion capacity and lethality in contexts of inequality, and lack of social protection. Exhibiting the thin line of extreme poverty by income and the burden of chronic disease associated with dietary and behavioral risk factors in adults, and older adults. The results establish a baseline for analyzing the political, economic, and social recursiveness that exacerbated the COVID-19 health crisis. The sustainable vision prescribes binding human rights solutions. The sustainable vision prescribes binding human rights solutions, coordination commitments, and comprehensive reforms that guarantee social protection. Addressing the causes of inequality, access to work, sufficient income, preventive health education, health services, scientific and technological development, training of specialized human resources to address the community, and emerging diseases to emanate.

Keywords: limits, social protection, coronavirus, public policy, poverty.

*Universidad Autónoma del Estado de México, México. Correo electrónico: morozcoh@uaemex.mx

Introducción

Este artículo analiza los límites de contexto social en la coyuntura COVID-19 en el Estado de México. Éste ocupa el primer lugar en población y el segundo por la contribución al producto interno bruto y por personas contagiadas de coronavirus en el país. La investigación partió de la interrogante ¿por qué el contexto social condensó la capacidad de contagio y letalidad COVID-19 en el Estado de México?, y se aborda a través del enfoque espacial y de asociaciones de inclusión, exclusión y predominio de indicadores sociales en escalas regional y municipal. La organización y el análisis de la información de acceso abierto 2015-2020, los registros sanitarios 2020, la cartografía y la literatura constituyen la base del estudio.

La coyuntura COVID-19 describe una situación que combina las condiciones preexistentes con un acontecimiento singular en un tiempo dado. El rasgo principal del/os acontecimiento/s, en su carácter súbito, discontinuo y disruptivo (Gómez-Esteban, 2016: 139), emerge en una situación social objetiva, repercute en las actuaciones presentes y debe reconocerse y usarse en las actuaciones futuras (Miguens, 1949: 1711).

La diseminación del coronavirus en el mundo le confirió el carácter de pandemia; en México, toma sentido cuando se reconoce amenazada la seguridad sanitaria. La situación generalizó medidas preventivas y confinamiento para contener la propagación de una enfermedad contagiosa y desconocida clínicamente.

Henao-Kaffure (2010) debate la causalidad que se le atribuye a las pandemias y al tipo de respuesta que se emite frente a ellas. Sostiene que la perspectiva de la epidemiología multicausal centrada en la relación agente-huésped conduce al diseño de planes de respuesta reduccionistas. El dimensionamiento amplio analiza las relaciones económicas, políticas y sociales, la aparición, el desarrollo y el curso de las enfermedades, con el objeto de generar e implementar respuestas estructurales en los ámbitos de la organización social que las determinan.

Horton (2020: 874) afirma que el coronavirus no es una pandemia, sino una sindemia de origen social. Las enfermedades crónicas en adultos mayores, las comunidades étnicas, los trabajadores a quienes comúnmente se les paga mal y con menos protecciones sociales y el coronavirus 2 del síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV-2) se agrupan en contextos de disparidad social y económica. De acuerdo con Mendnhall (2020:1), los factores que impulsan la movilidad del coronavirus difieren de un contexto a otro; la enfermedad se agrupa con las condiciones preexistentes impulsadas por factores políticos, económicos y sociales. La sindemia¹ coronavirus conjuntó las interacciones biológicas y sociales fundamentales para el pronóstico, el tratamiento integral de enfermedades epidémicas y la formulación de políticas de salud. El umbral del contexto social en la coyuntura COVID-19

¹ La noción sindemia la propuso el antropólogo médico estadounidense Merrill Singer en los años noventa, para analizar las implicaciones biológicas y sociales para la formulación de políticas de salud (Horton, 2020).

en el Estado de México se inserta en el problema nacional del sistema de salud pública; programas y políticas que debieran garantizar la calidad de la atención y la protección social de la población.

La discusión tiene sentido en el marco de la protección social inherente a las funciones del Estado Mexicano. En la opinión de Gómez-Dantés y Frenk (2019), las instituciones han avanzado en el proceso de transición de la salubridad pública a la protección social nacional. Se cuenta con sólidos elementos para continuar avanzando, sobre la base de las políticas de Estado hacia una cuarta generación de reformas, lo que permitiría consolidar un sistema de salud que garantice el acceso universal e igualitario a servicios de atención integrales y de alta calidad con protección financiera.

La responsabilidad de los distintos niveles de gobierno radica en la formulación de políticas y acciones que garanticen el cumplimiento del contrato social entre el Estado y los ciudadanos (Gutiérrez *et al.*, 2017). La escisión sitúa la ausencia del derecho humano a la protección social en las bases constitucionales. La protección social toma forma jurídica en la Ley General de Desarrollo Social, la cual ordena el acceso de toda la población al desarrollo social por medio del ejercicio de derechos a educación, salud, alimentación nutritiva, vivienda digna, disfrute de un medio ambiente sano, seguridad social y no discriminación (DOF, 2018: 3). Sin embargo, la operación verifica que los funcionarios con posiciones diferentes imponen tendencias, gestionan, evalúan y validan políticas y programas de intervención social; pocos promueven la participación informada de los beneficiarios (Cardozo, 2013; Lobelle, 2017).

La Ley del Seguro Social vigente dispone que la seguridad social tiene por finalidad garantizar el derecho a la salud, la asistencia médica, la protección a los medios de subsistencia y los servicios sociales necesarios para el bienestar individual y colectivo, así como el otorgamiento de una pensión que, en su caso y previo cumplimiento de los requisitos legales, será garantizada por el Estado (DOF, 2021a). La Ley Federal del Trabajo reconoce como sujetos de aseguramiento obligatorio a las personas que presten, en forma permanente o eventual un servicio remunerado (DOF, 2021b).

La asistencia sanitaria para los trabajadores informales y la población pobre es financiada por los gobiernos a través de subvenciones y recursos fiscales; los apoyos para el seguro popular en salud se mantuvieron hasta el primero de enero 2020; en este año se creó, en su lugar, el Instituto Nacional de Salud para el Bienestar (INSABI). Para Tamez y Eibenschutz (2008: 137), el seguro popular en salud dirigido a la población carente de seguridad social no brinda servicios de calidad; la cobertura de riesgos es limitada; no atiende hospitalización, intervenciones quirúrgicas ni medicamentos para enfermedades persistentes; además, resta fondos a las instituciones de la seguridad social. Los trabajadores formales enfrentan la privatización de la administración y el pago de pensiones por medio las Administradoras de Fondos para el Retiro (AFORES) y las aseguradoras.

Ordoñez y Ramírez (2018: 121) sostienen que la individualización y la privatización de los sistemas de pensiones, y las políticas para la universalización de la previsión social muestran resultados deplorables; la situación financiera de los institutos es inestable, la cobertura limitada y las pensiones constituyen la cuarta parte del salario promedio cotizado.

La protección de la salud consume parte importante del producto interno bruto; el gasto en salud pública se incrementó, entre 1998 y 2010, de 2% a 6%; en 2015, 5.8%; y en 2016, 5.5%; y se destina a la atención curativa y a la rehabilitación (3.3%), así como a artículos no especificados por función (1.5%). La inversión en cuidado preventivo (0.3%), la administración financiera y los servicios auxiliares (0.4%) no figuran respecto a inversión a largo plazo. Los recursos humanos corresponden a 1'163,245, 26% médicos: 35% generales, graduación baja; en cuanto a recursos materiales: 4,707 hospitales, 123,192 camas y escáner tomografía computarizada 5.9 por millón de habitantes (OECD, 2019).

La presión sobre los recursos humanos y materiales está determinada por el patrón epidemiológico de la población. Las causas principales de muerte son enfermedades cardíacas (19.9%), diabetes (15.4%) y tumores malignos (12.9%). Noventa por ciento de los casos de diabetes mellitus están relacionados con sobrepeso y obesidad, especialmente en mujeres (FMD, 2019). La diabetes es la segunda causa de muerte y la primera de pérdida de años de vida saludable; los costos la ubican como emergencia epidemiológica (Basto-Abreu et al., 2020: 9, 30).

El objetivo de la política social debe ser la protección de los mexicanos mediante acciones que garanticen el desarrollo para resolver inequidades en la distribución del ingreso y mejorar las condiciones de vida de las personas y sus familias; es decir, un sistema de seguridad social que extienda los derechos de pensión e integre instituciones y programas de salud, solucione pasivos laborales con financiamiento y reformas fiscales. La integración del sistema de salud permitiría beneficios y reduciría altos costos de transacción y el ejercicio del derecho a la protección de la salud (Narro *et al.*, 2010; Gómez *et al.*, 2011).

Se propone justiciabilizar el derecho humano a la seguridad social, deslaborizar la seguridad social, extender la cobertura para la protección a riesgos emergentes: derivados del cambio climático, nuevos riesgos de trabajo o nuevos riesgos sanitarios; crear mecanismos de cobertura universal, incorporar derechos a grupos vulnerables; generar herramientas de solvencia financiera por vejez, cesantía y retiro (Mendizábal, 2017: 73).

Asimismo, se pretende posesionar a la Secretaría de Salud (SSA) en la conducción, regulación y vigilancia de las funciones de las instituciones públicas y privadas; así como en la modulación del financiamiento, la armonización de provisión de servicios, el cuidado de aseguramiento (Funsalud, 2013), la universalización de servicios de salud que garanticen la atención y la confianza entre el público y los prestadores de servicios, la separación de funciones de recaudación, gestión financiera y prestación de servicios (González-Block, 2018; Agostoni, 2020).

Con el fin de abatir la morbilidad de enfermedades infecciosas y la mortalidad por enfermedades no transmisibles, es importante tomar en cuenta sus causas, con lo cual el sistema de salud universal y público aumentaría la capacidad de atención de la infraestructura, medicamentos, personal y reduciría desigualdades sociales (Soto-Estrada *et al.*, 2016). Otra tarea sustantiva es fortalecer la política social y el sistema de salud pública a través de convenios multisectoriales que incorporen servicios preventivos y educativos, los cuales orienten el consumo de alimentos saludables y la actividad física para controlar la diabetes y brindar un diagnóstico oportuno en adultos jóvenes (FMD, 2019).

Ante las contingencias sanitarias, la respuesta del gobierno mexicano ha suscitado opiniones divergentes. Para Gómez-Dantés y Frenk (2019), fueron exitosos los planes de respuesta del gobierno federal para afrontar la epidemia de influenza H1N1 en 2009; es decir, la suspensión de las actividades no esenciales y el confinamiento fueron consideradas medidas drásticas, pero mostraron descenso de infecciones, defunciones y diluyeron los temores sobre los daños. En 2016, el control viral del Zika, transmitida por el mosquito Aedes, causante de microcefalia infantil durante la gestación, se atribuye a la pronta respuesta del Sistema de Vigilancia Epidemiológica.

Sin embargo, Ferrari (2020), con base en las opiniones de los expertos, señala que el gobierno mexicano no informó tempranamente a la Organización Mundial de la Salud sobre los contagios y las defunciones provocados por la Influenza H1N1 2009. El presidente se esforzó por demostrar que la respuesta del país no podría haber sido mejor, pero la opinión internacional acusó lentitud y respuesta tardía. Las medidas sanitarias transmitidas por radio y televisión, como usar cubre bocas, lavar con agua y jabón los objetos en casa y lugares públicos, forman parte del aprendizaje de la población mexicana. En la coyuntura del coronavirus, la respuesta del gobierno mexicano fue ágil ante la primera sospecha; a finales de enero se activaron las pruebas de detección en Tamaulipas y el Ejecutivo realizó conferencias de prensa para informar puntualmente.

De acuerdo con el informe del Instituto de Ciencias de la Salud Global de la Universidad de California en San Francisco, elaborado en diciembre 2020 a petición del Panel Independiente de la Organización Mundial de la Salud (OMS), no es una coincidencia que los países con el peor desempeño en la pandemia de COVID-19 tengan líderes populistas. Los casos de Nueva Zelanda y Noruega han tenido un buen desempeño debido buena gobernanza, formulación y aplicación de políticas en beneficio público, fortaleza institucional y liderazgo eficaz. A la inversa, un liderazgo deficiente e instituciones públicas debilitadas son, obviamente una mala combinación; México es un ejemplo de ello. Incluso, el mal liderazgo en los Estados Unidos tuvo consecuencias desastrosas en 2020 (IGHIS, 2021). Las comparaciones, los argumentos y los juicios políticos adolecen de imparcialidad, lo cual desvirtúa las propuestas.

Mendnhall (2020) explica que en los Estados Unidos los factores que impulsaron la propagación del coronavirus se encuentran en los fracasos políticos que promueven la morbilidad y la mortalidad que no pueden separarse del racismo, la hipertensión, la diabetes, los trastornos respiratorios, la desconfianza en la ciencia y un sistema de salud fragmentado.

Estas fallas causaron más muertes que en otros contextos; algunos gobiernos en África, Subsahariana y Nueva Zelanda actuaron con rapidez y confianza; el liderazgo político evitó el elevado número de muertos en comparación con Reino Unido, Estados Unidos, Brasil e India.

Figueiredo *et al.* (2020) analizaron la influencia de factores socioeconómicos, demográficos, epidemiológicos y la estructura del sistema de salud en la evolución del COVID-19 en Brasil. En los estados brasileños, 59.8% de la variación de la incidencia de COVID-19 es justificada por la desigualdad de la renta, mayor densificación domiciliar y mayor letalidad. Los factores socioeconómicos influenciaron la evolución y el impacto de la enfermedad, y sugieren acciones para garantizar condiciones socioeconómicas y fortalecer las redes de salud para las poblaciones vulnerables.

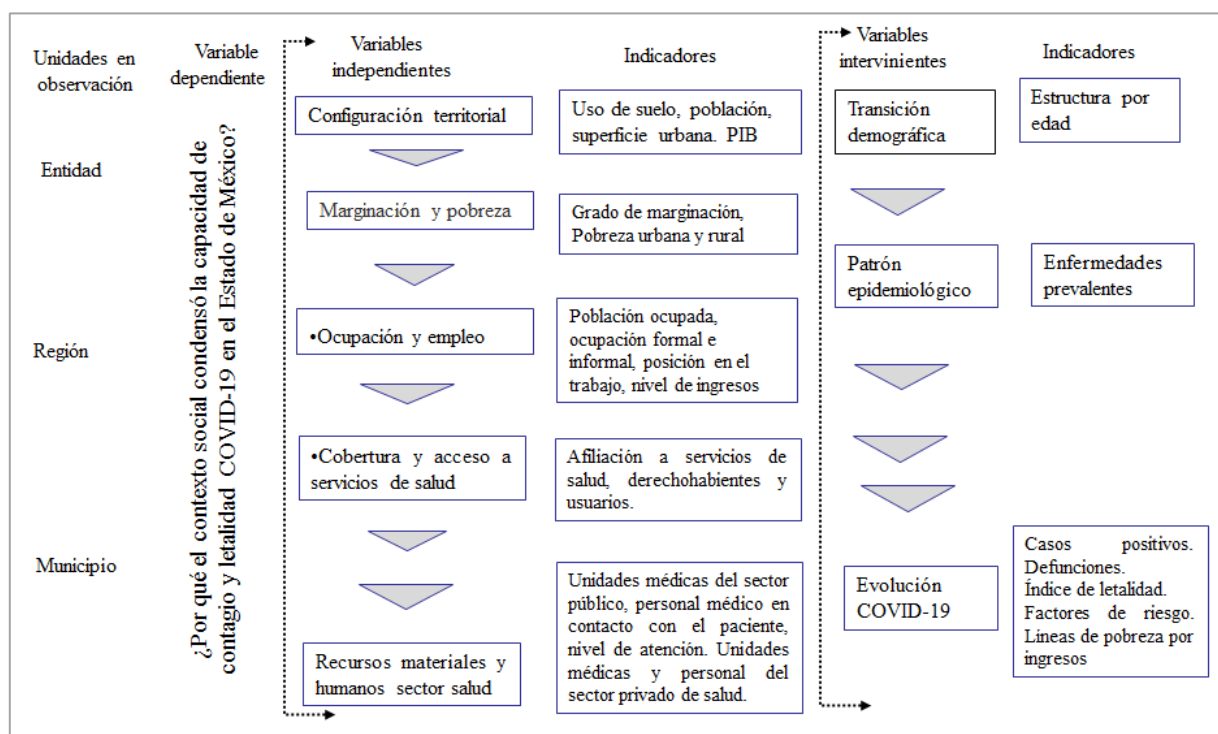
Métodos y materiales

El problema de investigación sitúa el análisis del contexto social determinante de la capacidad de contagio y letalidad de la COVID-19 en el Estado de México. El procedimiento deductivo consistió en recuperar información de acceso abierto en fuentes institucionales 2015-2020. El discernimiento cómo y para qué permitió elaborar el diseño metodológico de la investigación (diagrama 1).

Inicialmente, se seleccionaron las variables y los indicadores para la captura de la información e integrar la base de datos; el procesamiento se ejecutó en hoja de cálculo Excel y se construyeron figuras proporcionales, cartogramas, gráficas y cuadros. En la fase de diseño, se definió la escala del mapa base y la confección de bocetos cartográficos analógicos. El alcance territorial está definido por 125 municipios y 20 regiones delimitadas para fines de planeación y gestión pública (GEM, 2018).

En el proceso de edición, se utilizó el software Corel 7X y se obtuvieron ocho mapas 1,200,000: grado de marginación, pobreza urbana y rural, población afiliada a servicios de salud públicos, unidades médicas del sector público de salud, personal médico de instituciones públicas, densidad de población y distribución de hospitales, tasa de letalidad COVID, julio 2020. El análisis se llevó a cabo mediante interpretación de cuadros, gráficas, mapas, documentos oficiales y literatura.

Diagrama 1. Diseño metodológico variables e indicadores



Fuente: elaboración propia.

Configuración territorial

El Estado de México tiene una superficie de 22,357 km²; cuenta con 125 municipios, 16,87,608 habitantes, densidad promedio de 724 hab/km², población urbana del 87% y rural del 13% (INEGI, 2015). Las proyecciones 2020 y 2025 anticipan 18'077,082 y 19'180,945 habitantes (CONAPO, 2015); domina el uso agropecuario y forestal; el urbano ocupa 7.7% de la superficie total (cuadro 1).

Regiones metropolitanas	No. de municipios	Superficie urbana km²	Población	Regiones metropolitanas	No. de municipios	Superficie urbana km²	Población
V. Ecatepec	2	166.81	2,347,120	XVII. Toluca	2	192.34	1,196,729
III. Chimalhuacán	4	126.06	1,834,151	VIII. Metepec	4	61.13	362,719
IV. Cuautitlán Izcalli	3	194.87	1,617,472	VII. Lerma	7	45.49	430,202
IX. Naucalpan	5	118.08	1,323,677	3	13	298.96	1,989,650
X. Nezahualcóyotl	1	44.25	1,231,478	Regiones rural-urbana			
I. Amecameca	13	120.88	1,111,437	II. Atlacomulco	14	27.79	816,359
XVIII. Tlaxitlán	4	91.23	1,220,418	VI. Ixtlahuaca	6	50.34	799,407
XVI. Tlalnepantla	1	60.86	731,760	2	20	78.13	1,815,766
XV. Texcoco	4	83.53	435,209	Regiones rurales			
9	37	1,006.7	11,852,722	XI. Otumba	10	99.52	495,486
Regiones hinterland				XX. Zumpango	5	99.47	473,673
XI. Otumba	10	99.52	495,486	XIII. Tenancingo	10	19.54	431,531
XX. Zumpango	5	99.47	473,673	XIX. Valle de Bravo	12	18.77	415,963
XIV. Tepotzotlán	7	83.53	385,373	3	33	61.31	1,264,412
3	22	282.52	1,354,532				

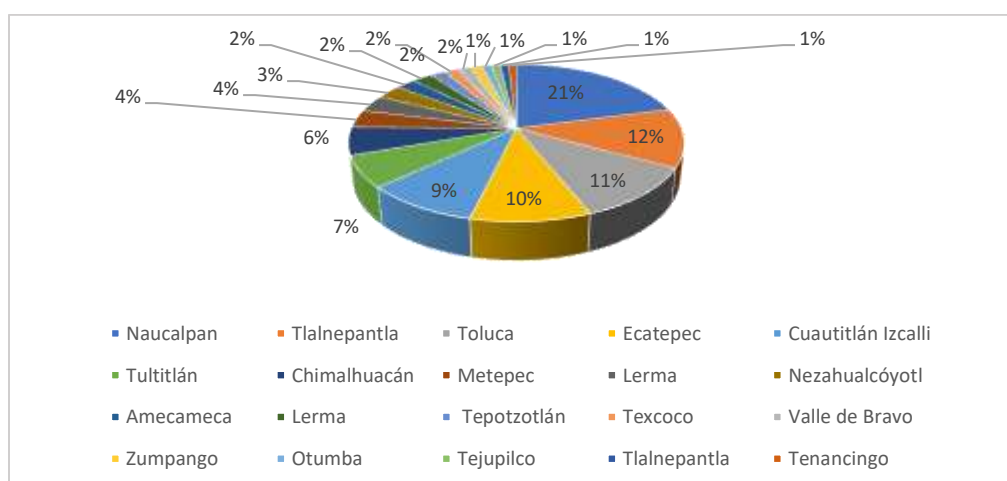
Las regiones metropolitanas del Estado de México que forman parte del área de influencia de la Ciudad de México congregan 57% de la superficie urbana y 66% de población. Las regiones Toluca, Metepec y Lerma reúnen 17% y 11%.

El crecimiento económico impulsa el comercio y los servicios no especializados, la industria y las zonas urbanas. La capacidad industrial integra 110 parques y zonas industriales, y 64,610 unidades manufactureras; destacan: Tlalnepantla de Baz, Cuautitlán Izcalli, Toluca, Tultitlán y Ecatepec.

La política de fomento oferta suelo a través del Fideicomiso para el Desarrollo de Parques y Zonas Industriales (FIDEPAR, 2020). El sector empresarial propone incentivar la inversión privada y pública, parques industriales y claridad en usos de suelo (Moreno, 2019).

En 2017, el valor de producción cuantificó \$1'611, 933.6; cinco municipios aportaron 55%: Naucalpan, 18.14%; Tlalnepantla, 12.08%; Toluca, 10.46%; Ecatepec, 8.89%; Cuautitlán Izcalli, 5.44% (figura 1).

Figura 1. Porcentaje de contribución regional producto interno bruto estatal, 2017



Fuente: elaboración propia (datos IIGCEM, 2018; cuadro 2. 2a).

En 2018, la entidad contribuyó con 8.8% del valor nacional, es decir, 1'958,936 millones de pesos. Ocupó la segunda posición en actividades terciarias e industriales, después de Ciudad de México y Nuevo León; y el lugar once en actividades primarias (INEGI, 2019a: 2).

Grado de marginación y pobreza de la población

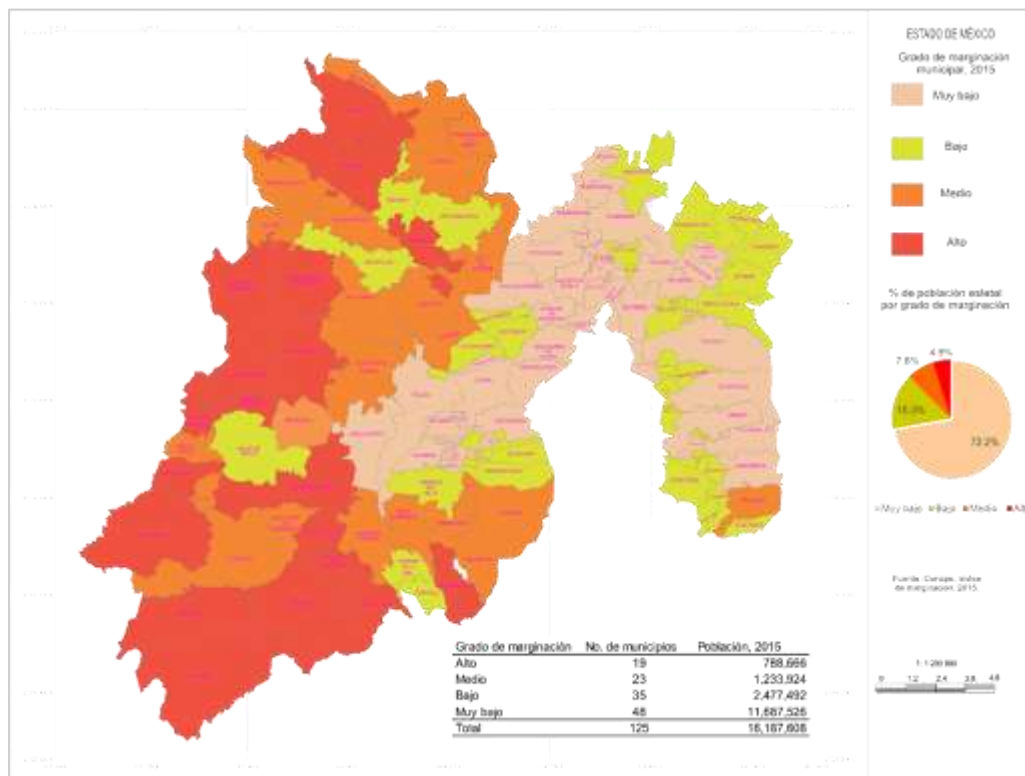
La Ley de Desarrollo Social estatal ordena acceso de toda la población al desarrollo social a través de la implementación, el seguimiento y la evaluación de programas sociales sujetos a reglas de operación, coadyuvantes de la mitigación de los rezagos sociales y fomento a la participación social, privada y sector social de la economía (GEM, 2004).

El grado de marginación resume la exclusión de población carente de educación, servicios en la vivienda, ingresos bajos y reside en localidades pequeñas (CONAPO, 2015). En veinticinco años (1990-2015) la población en localidades < 5,000 varió 2%, en el periodo 2000-2015 la población que recibió dos salarios mínimos decrece de 62% a 35%, ocupantes de las viviendas con hacinamiento 49% a 29%, mejoras en la educación básica y servicios en la vivienda.

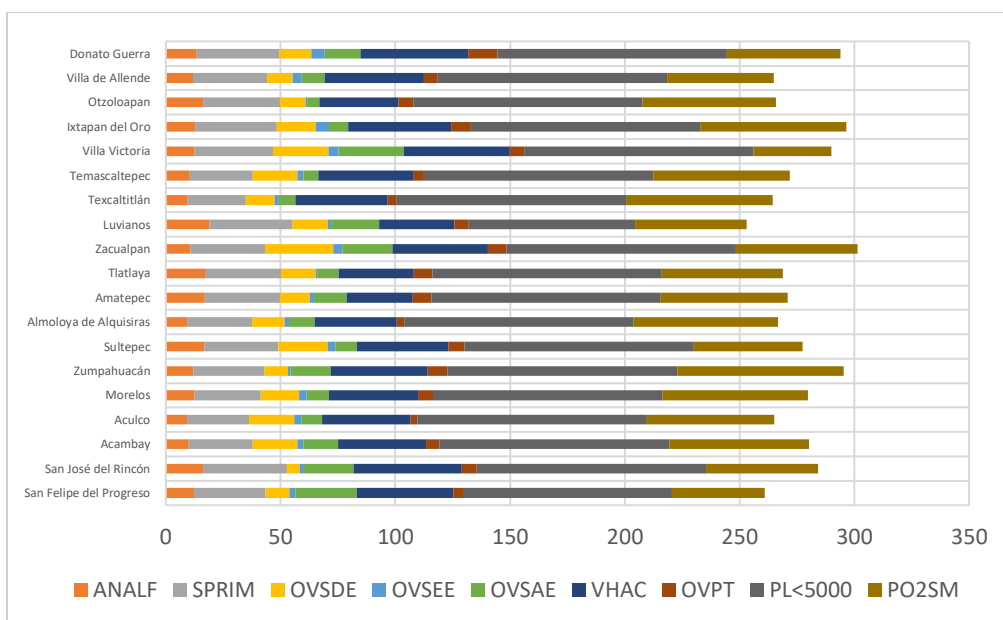
Algunos municipios tuvieron avance o retroceso en el grado de marginación: positivo en Otumba, Axapusco y Nopaltepec; muy bajo a bajo en Chicoloapan, Cocotitlán, La Paz, Tezoyuca; y bajo a medio en Polotitlán. La atracción de población y los asentamientos irregulares tuvieron un papel principal.

El patrón de marginación en grado medio y alto agrupa cuarenta y dos municipios distribuidos en las zonas poniente, norte y sur, 2'022,590 personas o 12.5% de la población estatal (mapa 1)

Mapa 1



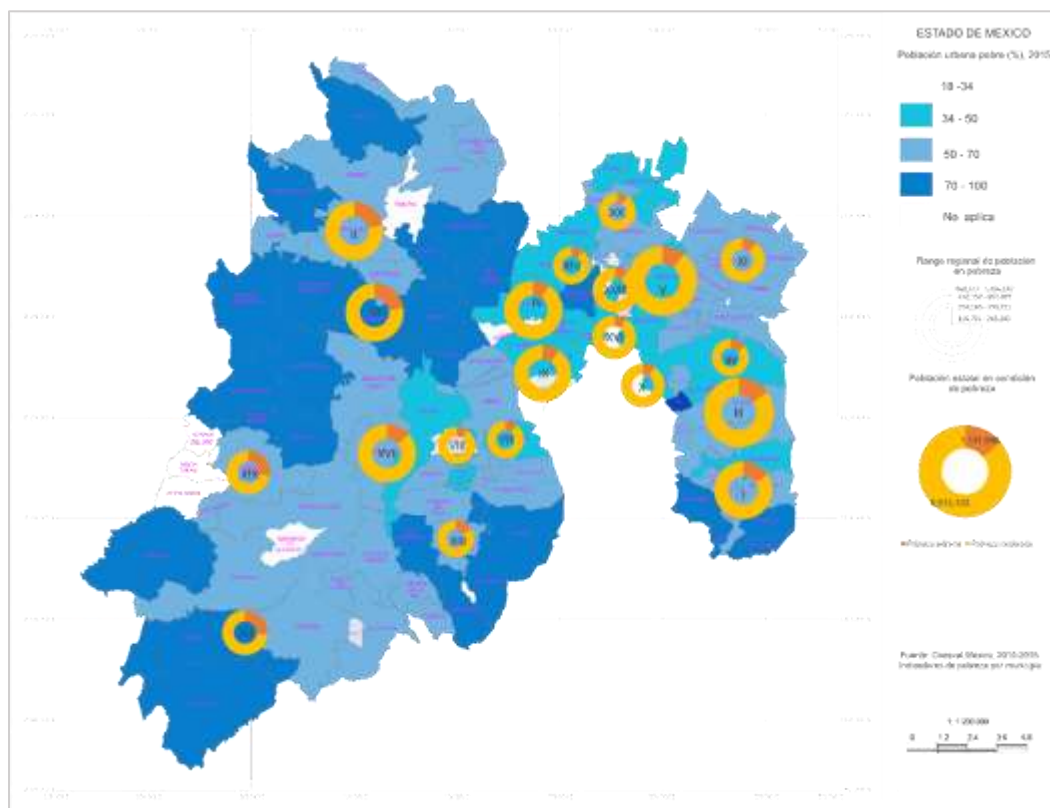
La marginación en grado alto comprende 19 municipios; 788,666 personas en las localidades menores a 5,000 habitantes perciben dos salarios 40% a 70%, viviendas con ocupantes en hacinamiento, servicios en la vivienda y población con primaria completa < 30% (figura 2).

Figura 2. Municipios con grado de marginación alto

Fuente: elaboración propia (CONAPO, 2020).

La población rural enfrenta vulnerabilidades que no dependen de las decisiones individuales o colectivas; las economías agropecuarias no proporcionan trabajo todo el año ni remuneración para acceder a los bienes y servicios de bienestar. Los grupos vulnerables se adhieren a las reglas de programas asistenciales, como alternativa de supervivencia. La pobreza dimensiona las condiciones de vida de la población a partir del contexto territorial; los derechos sociales y el bienestar económico comprende los bienes y servicios que pueden adquirirse por medio del ingreso (mapas 2 y 3).

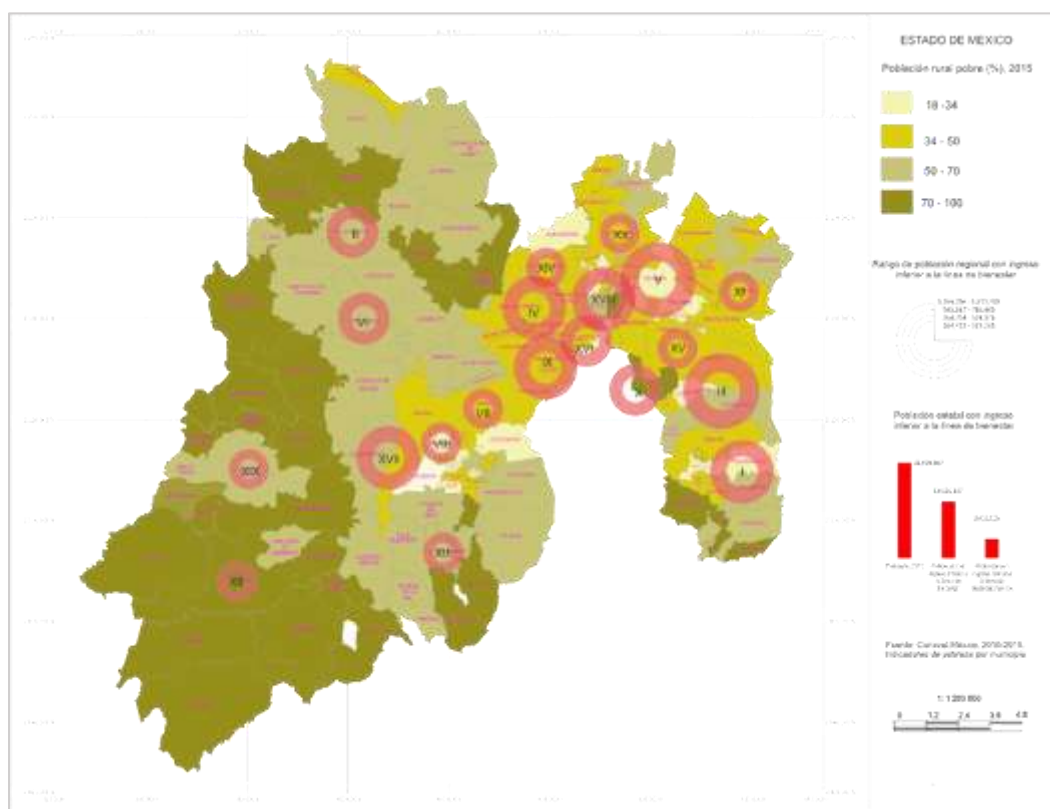
Mapa 2



En 2015, la pobreza se midió en municipios con población mayor a 15,000 habitantes y población menor a 15,000 habitantes (CONEVAL, 2015). En un conjunto de 16'938,893 de habitantes, 87% radica en municipios de 15,000 y más y 0.92% menos de 15,000. En condiciones de pobreza, se encuentran 8'054,698 (47.55%); pobreza moderada, 82.82%; y pobreza extrema, 14.17%. El intervalo 34% a 70% identifica la pobreza urbana en los municipios de la zona metropolitana de la ciudad de Toluca y los municipios conurbados a la Ciudad de México: Huixquilucan, Cuautitlán, Metepec y Cuautitlán Izcalli, 18%-34%.

En la zona oriente, la pobreza rural representa el 34% y el 50%; en los municipios al norte y sureste, el 50% y el 70%; en el poniente y sur, el 70%. En los ámbitos urbano y rural, el ingreso es factor determinante de la pobreza; el 59.78% de la población recibe ingresos inferiores a la línea de bienestar y 20% inferior a la línea de bienestar mínimo, es decir, 80.15%. La población con pobreza multidimensional adolece de rezago educativo y hacinamiento, así como de seguridad social, servicios de salud, servicios básicos y alimentación accesible (DOF, 2010) (mapa 3).

Mapa 3



Ocupación y empleo

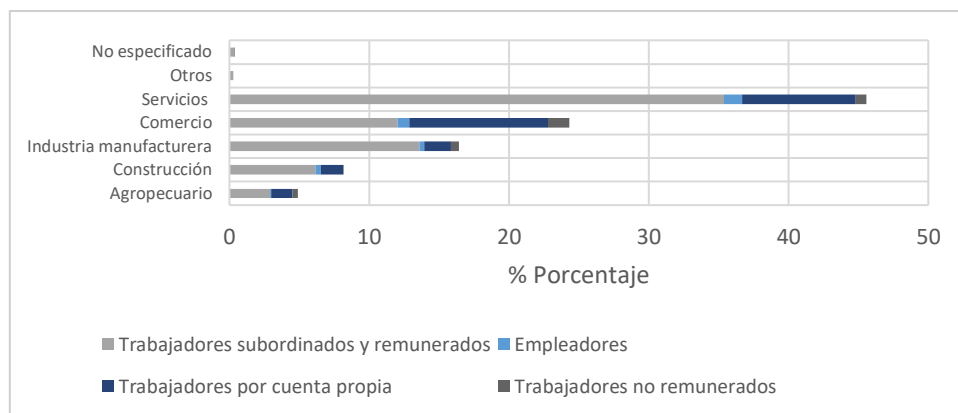
La pobreza urbana y rural es inherente al empleo y al ingreso de la población ocupada; en el primer trimestre de 2020, la ocupación y el empleo consigna 17'988,565 habitantes: 23% menor de 15 años (4'163,931), 77% de 15 años y más en edad de trabajar (13'824,634). La población inactiva equivale a 5'709,573.842 (41.3%) y la activa a 8'115,060.158 (58.7%). El índice dependencia económica corresponde al 70%² y el índice de dependencia infantil al 51%.

La población ocupada equivale a 7'689,225 y la desocupada a 425'835.158; refleja una tasa de ocupación de 95% y de desocupación del 5%. El empleo tiene inflexión en la población ocupada formal e informal, es decir, 3'244,687 (42%) y 4'444,538 (58%) (INEGI-ENOE, 2020). La informalidad incluye a la población no protegida: trabajo doméstico remunerado, trabajadores subordinados remunerados que no tienen acceso a las instituciones de salud y la agricultura de subsistencia.

² Índice de dependencia económica PEI/PEA*100

La población ocupada corresponde a 7'689,225; es decir, trabajadores subordinados y remunerados (71%), trabajadores por cuenta propia (23%), trabajadores no remunerados (3%) y empleadores (3%), remunerados en servicios y comercio (35% y 12%), cuenta propia (8% y 12%), manufactura y construcción (14% y 6%), no remunerados en cada sector (2%), agropecuario remunerado (3%) y cuenta propia (2%). El empleo terciario capta 57% de la población ocupada, secundario 24% y primario 6% (figura 3).

Figura 3. Estado de México. Porcentaje de posición en el trabajo población ocupada



Fuente: elaboración propia (INEGI-ENOE, 2020. Primer trimestre. Tabla 9).

Los salarios mínimos generales y profesionales se publican el 1 de enero de cada año; sin embargo, en 2015, se delimitaron las áreas A y B, y en octubre del mismo año la zona geográfica única. En 2019, se establece la zona general que incluye al Estado de México y a la zona libre de la frontera norte (cuadro 2).

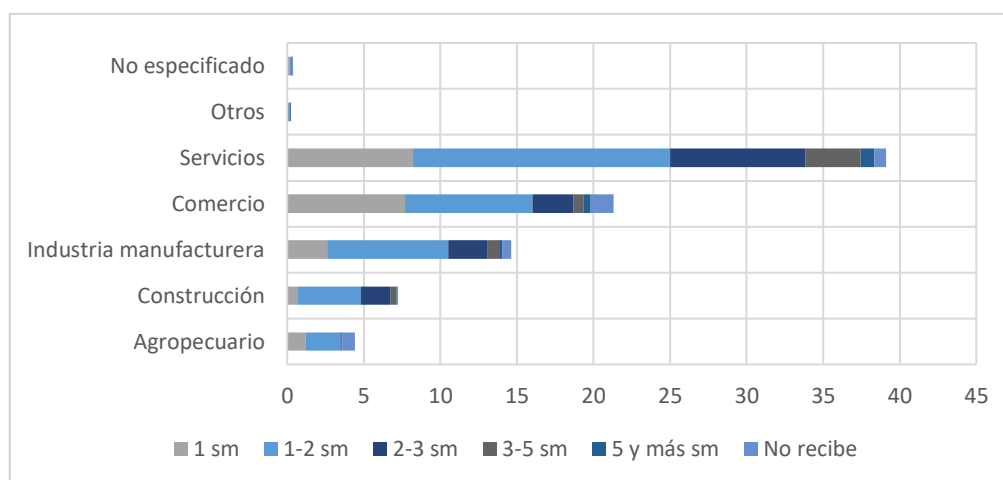
Cuadro 2. Nacional. Salarios mínimos, 2015-2020

Pesos M.N.	2015 área A	2015/ área B	2016	2017	2018	2019	2020
Salario diario	70.10*	66.45**	73.04	80.04	88.36	102.68	123.22
Incremento	-----	-----	-----	7	8.32	14.32	20.54
Salario mensual*	2,132.20	2,021.18	2,221.63	2,434.55	2,687.61	3,123.18	3,747.94

Fuente: elaboración propia (CONASAMI, 2020).

En el periodo 2016-2020, el salario mínimo nominal diario y mensual se incrementó anualmente, sin embargo, las obligaciones tributarias exigen el impuesto sobre el producto del trabajo y éste se descuenta del salario en el sector laboral formal. En el sector informal, el salario varía discrecionalmente y las personas empleadas carecen de seguridad social. La distribución de la población por sector de actividad destaca la que recibe un salario (21%); 1-2 (40%), 2-3 (16%), no recibe 3.7% (figura 4).

Figura 4. Estado de México. % Nivel de Ingresos de la población ocupada



Fuente: elaboración propia (INEGI-ENOE, 2020. Primer trimestre. Tabla 10).

La segmentación del ingreso polariza la población ocupada que recibe uno y dos salarios y la que no recibe, 64.7%. La capacidad adquisitiva varía según el ingreso, sector de actividad, trabajo formal o informal y número de integrantes de la familia.

La relación entre un salario mínimo mensual y la línea de pobreza por ingresos (costo de la canasta básica + la canasta no básica) indica un gasto de 85% en el medio urbano y en el rural de 55%. Respecto a la línea de pobreza extrema por ingresos (costo de la canasta alimentaria), corresponde el 43% y 31% en los ámbitos urbano y rural.

Las líneas de pobreza de enero a diciembre 2015 y de enero a junio 2020 advierten incrementos debido a la variabilidad de los costos de los productos básicos, bienes y servicios no básicos (cuadro 3).

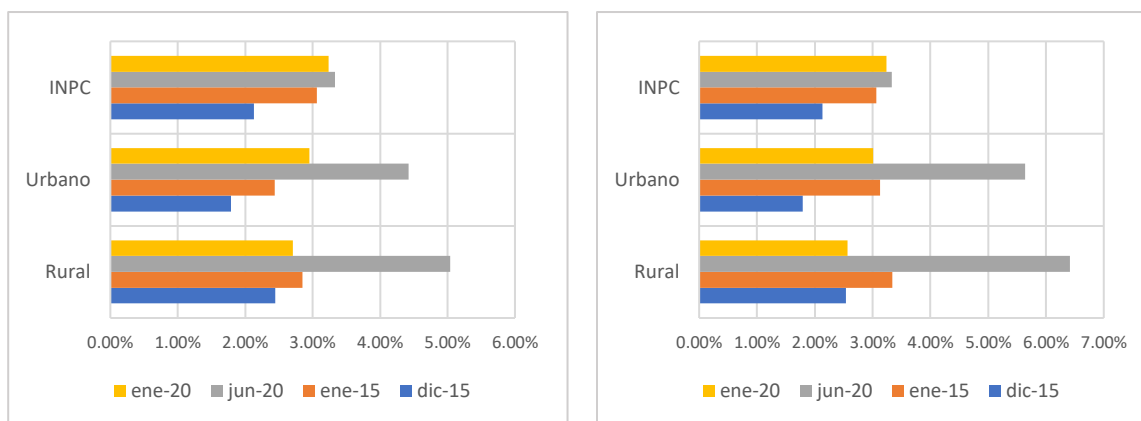
Cuadro 3. Nacional. Líneas de pobreza por ingresos

Líneas de pobreza por ingresos	Enero, 2015	Diciembre, 2015
Salario mínimo diario y mensual: \$68.28 o \$2,636.51		
Rural	\$1667.43	\$1725.73
Urbano	\$2601.75	\$2675.69
Línea de pobreza extrema por ingresos		
Rural	897.21	938.01
Urbano	1265.80	1315.08
Línea de pobreza por ingresos	Enero, 2020	Junio, 2020
Salario mínimo diario y mensual. \$123.22 o \$3,747.94 pesos MN		
Rural	\$2071.90	\$2086.57
Urbano	\$3195.43	\$3202.64
Línea de pobreza extrema por ingresos		
Rural	1149.17	1170.91
Urbano	1615.20	1640.00

Fuente: elaboración propia (CONEVAL, 1992-2020).

En enero y junio, la variación del índice de precios al consumidor (INPC) incidió en la línea de pobreza por ingresos y la línea de pobreza extrema (figura 5).

Figura 5. Nacional. Variación porcentual de las líneas de pobreza por ingresos



Variación porcentual (anual) de la Línea de Pobreza por Ingresos (Canasta alimentaria+ no alimentaria)

Variación porcentual (anual) de la Línea de Pobreza Extrema por Ingresos (Canasta alimentaria)

Fuente: elaboración propia (CONEVAL, 1992-2020).

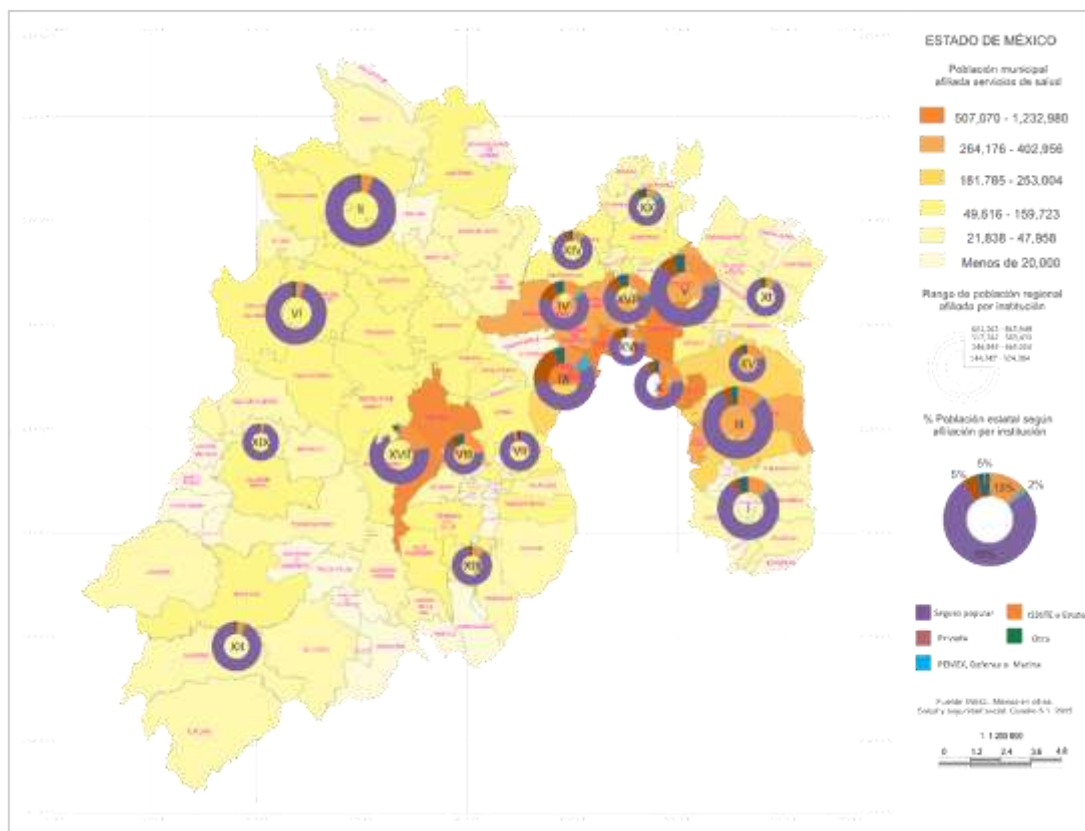
En el medio rural los productos que impactaron al alza en la línea de pobreza extrema fueron: frijol, jitomate y huevo de gallina; y en el medio urbano: alimentos y bebidas consumidas fuera del hogar, el frijol y el jitomate.

El cambio de la línea de pobreza por ingresos en el medio rural incidió en la pauperización de la canasta alimentaria, cuidados en la salud, vivienda y servicios de conservación. En el medio urbano en la canasta alimentaria, educación; cultura y recreación, cuidados en la salud.

Cobertura y acceso a servicios de salud

La encuesta intercensal aplicada a la población en su residencia habitual registra 12'738,522 afiliados a servicios de salud (INEGI, 2015), 78.69% de la población (16,187,608), población no afiliada 20.63% y no específica 0.68% (mapa 4).

Mapa 4



En 50 municipios rurales y rural-urbanos la cobertura es de 70% a 100%; y en 19 municipios que forman parte de la zona metropolitana de la Ciudad de México es de 33% a 55%³. El porcentaje de afiliados podría ser mayor a 100% debido que estarían incorporados a más de una institución de salud. Sólo cinco municipios presentan duplicidad: Ixtapan del Oro, Oztoloapan, Santo Tomás, Sultepec y Texcaltitlán.

Los afiliados distinguen 4'585,867.92 o 36% que no especificaron institución de salud y 8'152,654.08 o 64% que sí la especificaron; expresa cobertura de 50% y 75.0%.

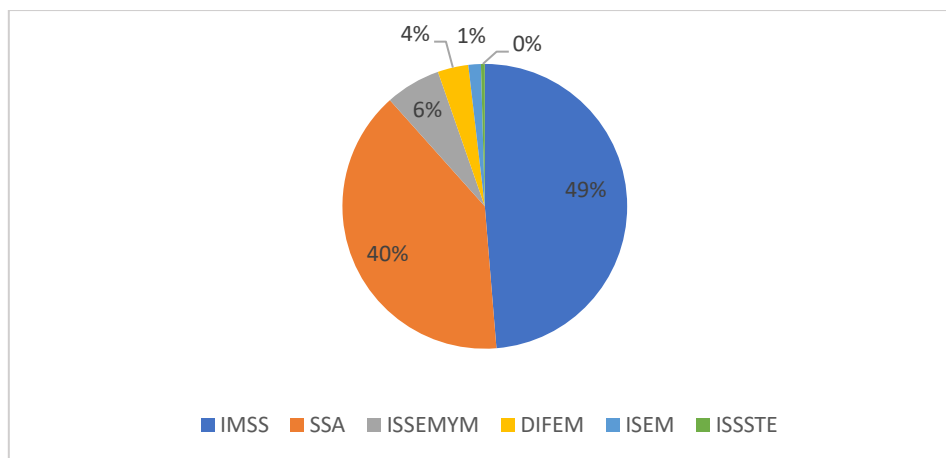
El Seguro Popular (SP) representa el 13%; ISSSTE, ISSEMYM, PEMEX, defensa o marina, el 2%; privadas, 5%; otras, 5%. El Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) no figura.

Los afiliados que ratificaron la institución de salud con respecto a la población total, son 6'136,166.05 (37%): Seguro popular, 1'222,898 (7.55%), trabajadores de los gobiernos federales y estatal 407,632.70; sector privado 407,632.70 (2.51%); otras (2.51%); situación indefinida, 8'013,278.438 o 49.50%.

La información de las instituciones de salud identifica personas que por ley reciben prestaciones de seguridad social, 7'783,370 derechohabientes: asegurados directos o cotizantes, pensionados y familiares; no precisa la institución de pertenencia; representan 61% de afiliados a servicios de salud.

Los usuarios acuden a los servicios médicos al menos una vez durante el año; agrupa derechohabientes y población potencial. En el conjunto de afiliados, la cobertura es: IMSS, 49%; Secretaría de Salud, 40%; otras, 11%; la agrupación del derechohabiente y los usuarios potenciales en relación con los afiliados (12'738,522) desvirtúa la cobertura y el acceso efectivo a los servicios de salud públicos (figura 6).

³ IV. Cuautitlán Izcalli, Atizapán de Zaragoza, Nicolás Romero; XVIII. Tultitlán, Cuautitlán, Coacalco de Berriozábal, Tultepec; XVI. Tlalnepantla de Baz; V. Tecámac, Ecatepec de Morelos; XX. Huehuetoca; Apaxco; XIV. Tepotzotlán; Teoloyucan, IX. Naucalpan de Juárez; III. Chicoloapan. VIII. Metepec, San Mateo Atenco.

Figura 6. Estado de México. Usuarios de servicios públicos de salud

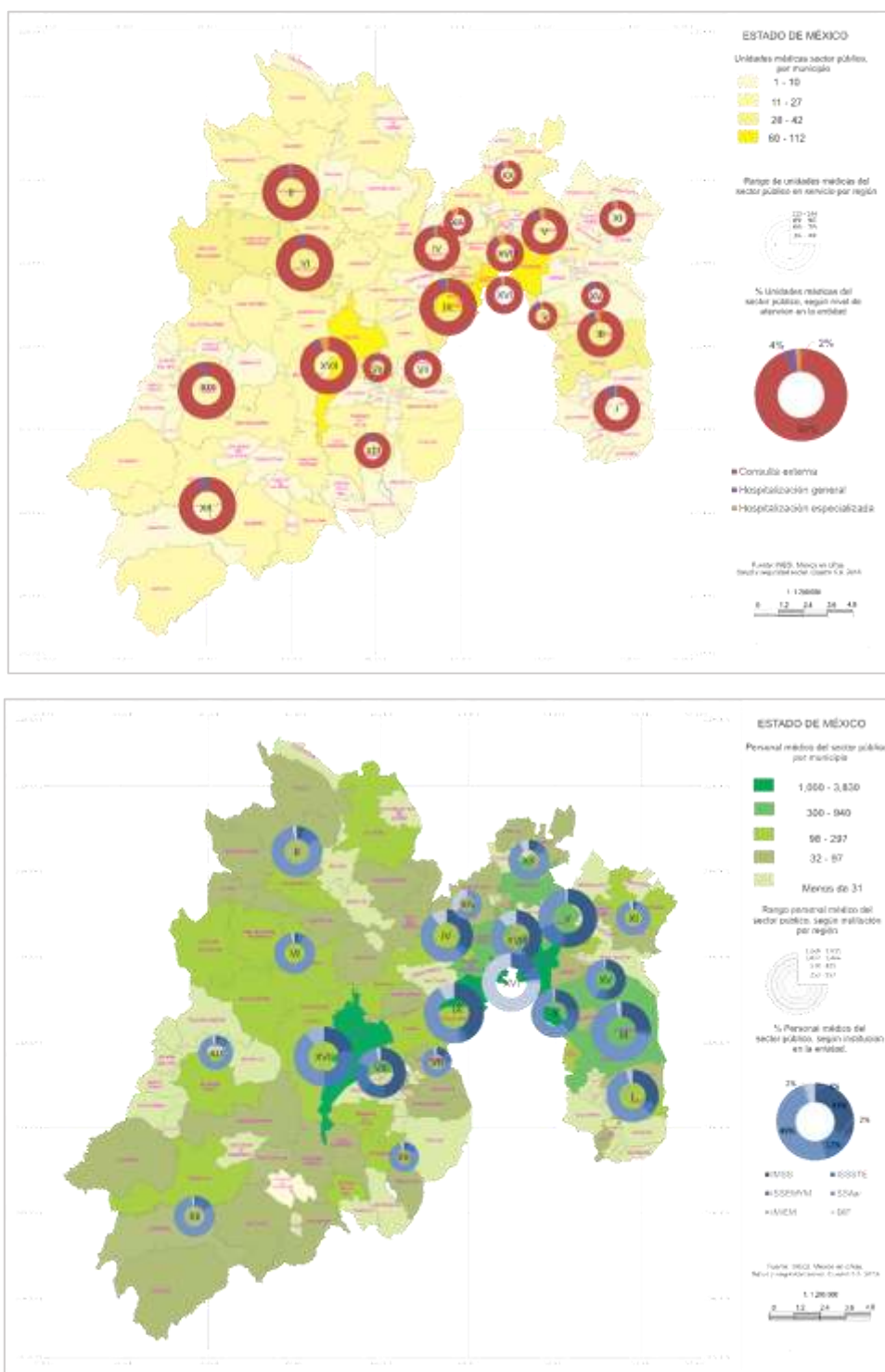
Fuente: elaboración propia (INEGI, 2015: cuadro 5.3).

Recursos materiales y humanos sector salud

La información registra 1,861 unidades médicas: 68%, SSA; 18.1%, DIFEM; 6%, ISSEMYM; 5.7%, IMSS; 2%, ISSSTE; y 0.2%, ISEM. El nivel de atención equivale al 90% en consulta externa; y especializada en las regiones metropolitanas al 1% y 6%.

El personal médico equivale a 25,426: 49.1%, SSA; 30.8%, IMSS; 12.3%, ISSEMYM; 2.4%, ISSSTE; 4.1%, DIFEM; 1.4%, ISEM. La población 2018 (17,604,619) estima un promedio de 692 personas por médico; la Organización Mundial de la Salud sugiere 333 personas por médico. Las regiones Toluca, Ecatepec, Tlalnepantla, Naucalpan, Chimalhuacán, Cuautitlán Izcalli y Nezahualcóyotl disponen de 61% de los médicos en servicio; los municipios Toluca, Metepec, Oztoloapan, Ixtapan de la Sal, Cuautitlán, Axapusco y Atizapán están debajo del promedio de atención mínima. Cuarenta y siete municipios tienen atención igual o superior a 1,000 habitantes por médico; Chicoloapan, Ocuilan, Tonanitla y Tultitlán a 2,000 y más (mapas 5 y 6).

Mapas 5 y 6



La Secretaría de Salubridad y Asistencia registra 1,577 unidades médicas, 23,372 personas: médicos generales y especialistas (16,933), médicos en otras labores (1,836), médicos en formación (4,603); así como enfermeras en contacto con el paciente (31,055) y enfermeras en otras labores (1,988) (SINAIS, 2018) (cuadros 4 y 5).

Cuadro 4. Estado de México: población y unidades médicas por región

Regiones metropolitanas	No. municipios	Población, 2020	SSA	ISSEMYM	ISSSTE	IMSS	IMSS PROSPERA	PEMEX	SDN	DIF	Total
V. Ecatepec	2	2,347,120	72	5	4	10	2	1			94
III. Chimalhuacán	4	1,834,151	68	3	3	6	17				97
IV. Cuautitlán Izcalli	3	1,617,472	22	4	1	6					33
IX. Naucalpan	5	1,323,677	51	4	1	7		1	4		68
X. Nezahualcóyotl	1	1,231,478	25	2	2	5	1				35
I. Amecameca	13	1,111,437	61	4	2	9	3		1		80
XVIII. Tultitlán	4	1,220,418	26	4	2	6					38
XVI. Tlalnepantla	1	731,760	23	1	1	10					35
XV. Texcoco	4	435,209	31	1	1	4					37
9	37	11,852,722	379	28	17	63	23	2	5		517
Regiones hinterland											
XII. Otumba	10	495,486	62	1	2	1					66
XX. Zumpango	5	473,673	32	2	1	2					37
XIV. Tepotzotlán	7	385,373	22	1							23
3	22	1,354,532	116	4	3	3					126
Regiones metropolitanas											
XVII. Toluca	2	1,196,729	58	19	4	10	1			1	93
VIII. Metepec	4	362,719	18	3		3					24
VII. Lerma	7	430,202	44	3	4	2					53
3	13	1,989,650	120	25	8	15	1			1	170
Regiones rural-urbanas											
II. Atlacomulco	14	816,359	214	13	3	5	13				248
VI. Ixtlahuaca	6	799,407	147	6	3	2	4				162
2	20	1,615,766	361	19	6	7	17				410
Regiones rurales											
XIII. Tejupico	11	416,918	130	15	4	4	2				155
XIII. Tenancingo	10	431,531	59	4	1	4	2		1		71
XX. Valle de Bravo	12	415,963	91	12	3	4	18				128
3	33	1,264,412	280	31	8	12	22		1		354

Fuente: elaboración propia (SINAIS, 2018).

Cuadro 5. Estado de México. Capacidad instalada y recursos humanos por región

Regiones metropolitanas	Unidades médicas	Cuenta con área de hospitalización	Consulta externa	Consultorios	Camas de hospitalización	Camas en otra área (No hospitalaria)	Médicos generales y especialistas	Médicos en formación	Médicos otras labores	Enfermeras contacto con el paciente	Enfermeras en otras labores
V. Ecatepec	94	8	86	812	1088	552	2225	817	261	3038	244
III. Chimalhuacán	107	8	88	545	821	391	1374	295	153	2658	183
IV. Cuautitlán Izcalli	33	4	29	246	351	136	740	202	70	1188	96
IX. Naucalpan	68	5	63	665	453	230	1170	220	169	1927	212
X. Nezahualcóyotl	35	3	32	389	326	147	914	198	85	1670	118
I. Amecameca	80	8	72	427	398	287	969	116	97	1957	124
XVIII. Tlaltitlán	38	4	34	355	530	288	1160	245	159	2113	91
XVI. Tlalnepantla	36	5	30	471	622	268	1237	486	130	1869	159
XV. Texcoco	37	4	33	178	283	181	577	92	59	1045	72
9	517	50	467	4,076	4,873	2,480	10,367	2,662	1,173	18395	1,299
Regiones hinterland											
XI. Otumba	68	8	61	233	944	92	384	79	41	1326	184
XX. Zumpango	37	5	32	156	214	171	415	64	39	662	39
XIV. Tepetztlán	23	0	23	99	0	19	120	33	12	205	6
126	10	116	482	1,058	282	919	196	92	2203	229	
Regiones metropolitanas											
XVII. Toluca	52	8	64	677	1201	540	3045	738	283	3734	253
VIII. Metepec	24	2	22	225	275	226	670	368	71	1343	78
VII. Lerma	53	3	50	183	26	47	335	58	23	415	14
3	170	14	156	1085	1502	813	3050	1163	379	5492	345
Regiones rural-urbanas											
II. Atlacomulco	248	8	239	543	227	224	771	197	61	1648	24
VI. Ixtlahuaca	162	5	157	349	125	89	464	137	32	831	26
2	410	14	396	892	352	313	1255	334	93	2477	50
Regiones rurales											
XII. Tejupico	185	11	144	317	323	167	888	86	38	958	38
XIII. Tenancingo	71	5	66	219	136	97	363	81	36	666	14
XIX. Valle de Bravo	128	6	122	272	138	115	394	81	27	864	13
3	384	22	332	808	477	369	1342	248	99	2488	65

Fuente: elaboración propia (SINAIS, 2018).

La población (17'604,619) y los médicos en servicio estiman 1,040 personas por médico; sólo el 7% de las unidades médicas tiene área de hospitalización; el 80% depende de la Secretaría de Salud y el 20% atiende a derechohabientes del sector público federal y estatal.

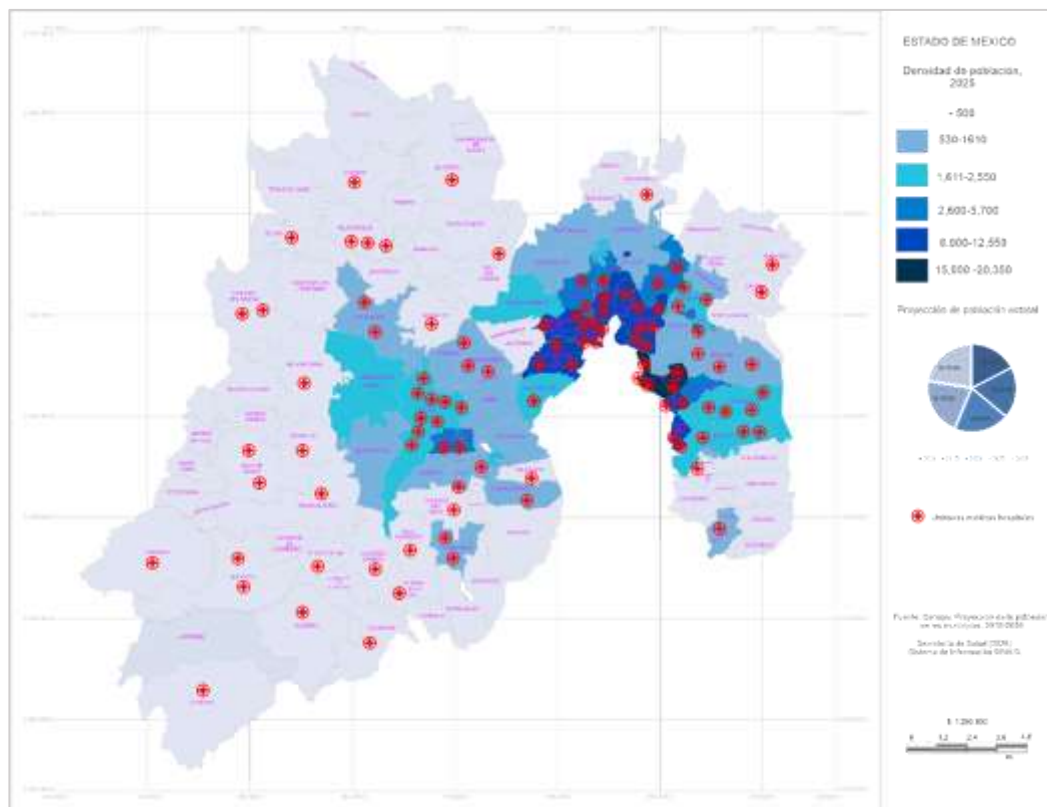
Ocho regiones: V. Ecatepec, III. Chimalhuacán, IV. Cuautitlán Izcalli, IX. Naucalpan, X. Nezahualcóyotl, XVIII. Tlaltitlán, XVII. Toluca, I. Amecameca concentran 66% de la población, 33% de unidades médicas, 45% de las áreas de hospitalización, 59% de las camas de hospital, 61% médicos generales y especialistas, 59% enfermeras; la mayor parte del personal radica en los hospitales.

La distribución del personal médico no es igualitaria; la mayoría es de las zonas urbanas y tiene horario matutino; las áreas rurales y los servicios hospitalarios vespertinos y nocturnos están desprotegidos. Los hospitales presentan índices riesgosos de ocupación, inoperatividad de equipos y tecnología a falta de mantenimiento preventivo y correctivo,

demanda de equipos de tecnología avanzada y recursos humanos especializados en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades complejas. Se carece de políticas y programas de formación de especialidades para atender las enfermedades persistentes (Funsalud, 2013: 19).

El aumento de la población, la aglomeración, la densidad y la distribución de los hospitales ratifica la centralidad urbana. Para el 2030, las regiones Ecatepec, Chimalhuacán, Cuautitlán Izcalli y Naucalpan mantendrán la jerarquía demográfica; Tultitlán y Toluca ascenderán en posición, sin perder de vista las regiones Atlacomulco e Ixtlahuaca. Los conglomerados urbanos y los urbano-rurales anticipan déficit de personal y atención médica general y especializada (mapa 7).

Mapa 7

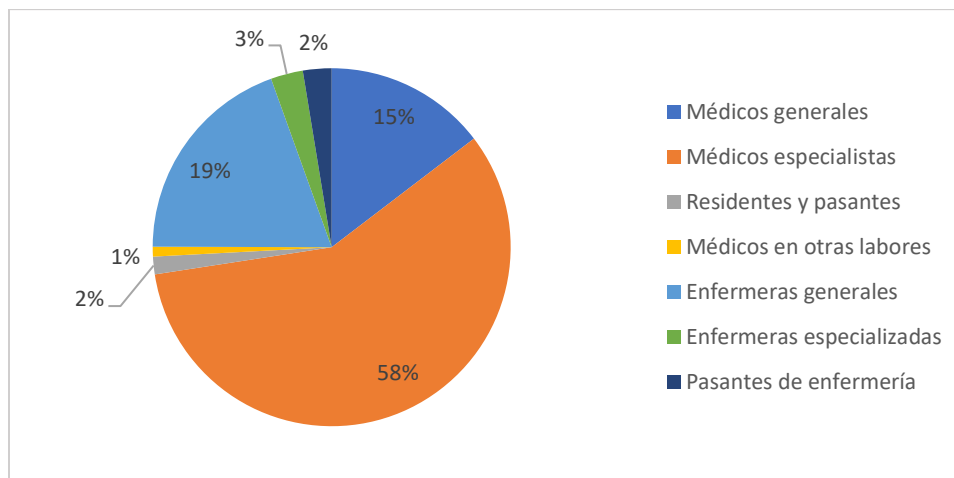


El sector privado de salud cuenta con 449 establecimientos, 94% general, 4.5% gineco-obstetricia y 1.34% pediatría, traumatología y otras. El personal médico corresponde a 10,988: 58% especialistas; 19% generales y 15% enfermeras. Son 2,375 consultorios, 3,874 camas censables, 151cuidado intensivo y 143 cuidado intermedio.

De la Madrid (2016: 51) señala que la Suprema Corte de Justicia de la Nación consideró que el derecho a la salud impone deberes al Estado y a los particulares (médicos, hospitales privados, empleadores, administradores de fondos de pensiones y jubilaciones).

La relación hospitales privados y médicos tiene naturaleza jurídica distinta; el médico forma parte de la sociedad civil o mercantil o tiene contrato de prestación de servicios o de colaboración. Los usuarios no se enteran de los acuerdos del hospital privado y del personal (figura 7).

Figura 7. Estado de México. Capacidad instalada y recursos humanos sector privado



Fuente: elaboración propia (INEGI, 2019b).

Transición demográfica y patrón epidemiológico

La estructura por grupos de edad (17 millones 245 mil 551 habitantes, 2019) describe la transición demográfica. La edad promedio es de 29 años; la esperanza promedio de vida es de 75.36 años: mujeres 77.68 y hombres 73 años; el índice de envejecimiento es 27.53; la razón de dependencia total es de 46.5 (COESPO, 2020) (cuadro 6).

Cuadro 6. Estado de México, grupos de la población por edad, 2019

Grupo de edad (años)	Total %	Hombres %	Mujeres %
Niños 0 a 9	16.38	17.12	15.68
Adolescentes 10-19	17.10	17.79	16.44
Jóvenes 20-29	17.05	17.47	16.65
Adultos 30 a 59	38.99	37.82	40.11
Adultos mayores 60 y más	10.48	9.81	11.12
Total	100.00	100.00	100

Fuente: COESPO (2020) base proyecciones de población CONAPO.

El aumento de la esperanza de vida, los hábitos de consumo y la pobreza incrementan las enfermedades crónicas. La población adulta con enfermedades crónicas o con discapacidades conforma nuevas necesidades clínicas, demanda servicios y tecnologías de alta especialidad (Funsalud, 2013: 17).

En los adultos mayores, las enfermedades causantes de muerte son diabetes e hipertensión arterial y se asocian a sobrepeso y obesidad, tabaquismo y colesterol. La diabetes requiere atención en consulta externa y hospitalización; consume 15% y 20% del gasto de las instituciones públicas (Soto-Estrada *et al.*, 2016: 11).

La población mexiquense enfrenta riesgos de salud y calidad de vida, desigualdad y pobreza. En 2015, por cada 10,000 habitantes, fallecieron 6.52 por enfermedades del sistema circulatorio y 5.58 por enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas. La población de 60 años y más aglutinó 61.5% de las defunciones (Román *et al.*, 2018: 67).

El Instituto de Salud detecta al año 15,000 nuevos casos de diabetes mellitus, entre 30 y 59 años; 3 de cada 10 niños y 7 de cada 10 adultos presentan sobrepeso u obesidad (GEM, 2020). Las enfermedades crónico-degenerativas y los factores de riesgo caracterizan el patrón epidemiológico y la morbilidad en la coyuntura COVID-19.

Perfil casos positivos, defunciones y letalidad COVID-19

Este apartado analiza la incidencia de los casos positivos y las defunciones; asimismo, estima la letalidad de la COVID-19. Moreno-Altamirano *et al.*, (2007: 342) explican la letalidad como una medida poblacional de la gravedad de una enfermedad y representan el porcentaje de muertes con respecto al total de casos en un periodo específico; se calculada con la siguiente fórmula:

$$\text{Letalidad\%} = \frac{\text{número de muertes en periodo dado} * 100}{\text{Número de casos diagnosticados en el mismo periodo}}$$

En el Estado de México, la trayectoria del coronavirus sitúa en los meses de abril a julio incremento de los casos positivos, las defunciones y la tasa de letalidad.

El 21 de julio en la normalidad restringida se mantuvieron medidas preventivas, confinamiento, liberación de las operaciones en las empresas esenciales y las no esenciales con 30% de personal, apertura y aforo en espacios públicos (cuadro 7).

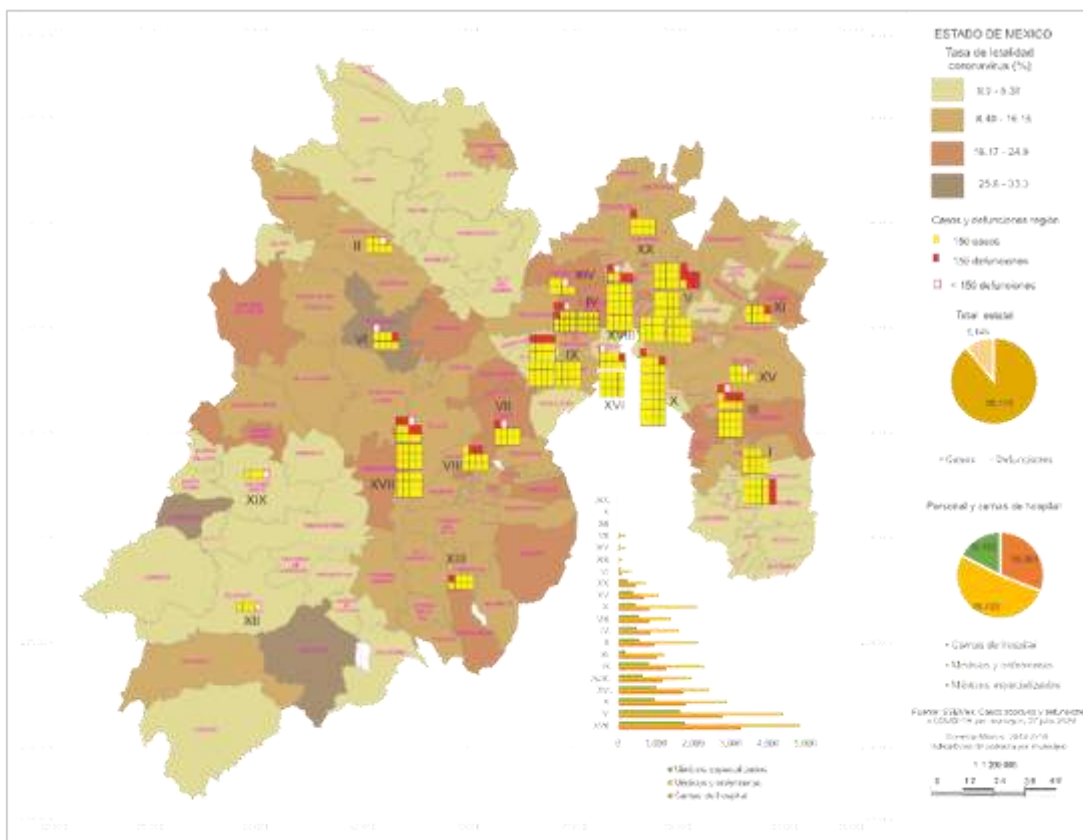
Cuadro 7. Estado de México

Fechas	Casos positivos	Defunciones	Tasa de letalidad %
27/07/2020	50,113	6,145	12.26
26/07/2020	49,894	6,129	12.28
22/07/2020	47,989	5,899	12.29
24/04/2020	1,992	104	5.22

Fuente: elaboración propia (GEM-SSGEM, 2020).

El contagio se hizo patente en las regiones urbanas; la letalidad municipal superó la media estatal, Ixtlahuaca, Oztolopan y Sultepec, 25% y 33% (mapa 8).

Mapa 8



El 21 de agosto se reportaron 63,206 casos positivos y 9,617 defunciones (CONEVAL, 2020); así letalidad y recuperación representan el 15.22% y el 56.80%, respectivamente. Recuperación >50% y letalidad alta en las regiones urbanizadas del centro y oriente de la entidad (cuadro 8).

Cuadro 8. Estado de México: tasa de letalidad COVID-19 por región, 20 de agosto 2020

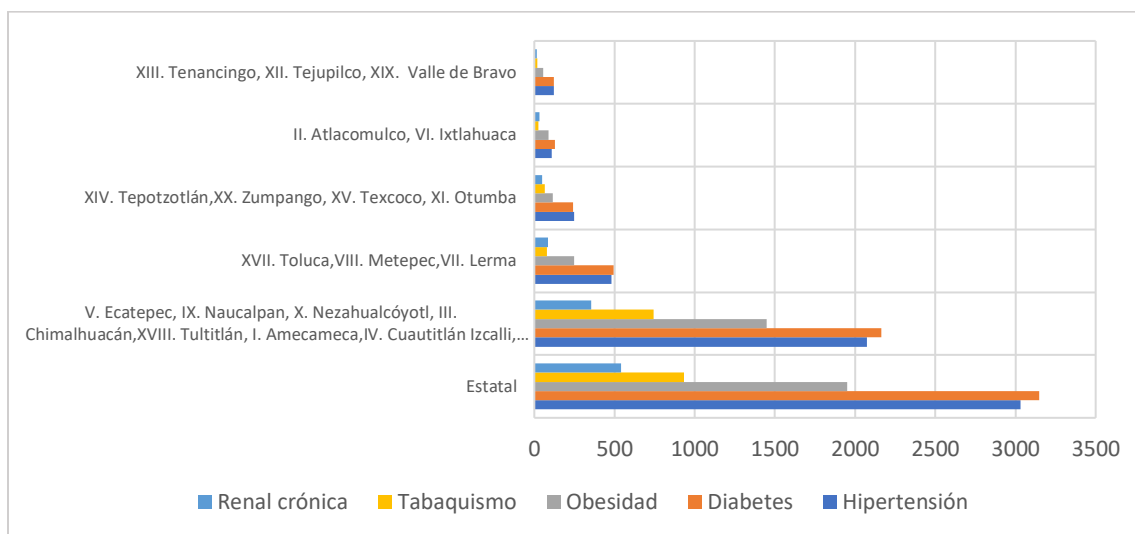
	Casos positivos acumulados	Recuperados	% Tasa de recuperación*	Activos	Defunciones	% Tasa de letalidad*
Estatal	63,208	35,898	56.80	1,984	9,617	15.22
V. Ecatepec	9,300	5,400	58.06	305	1,551	16.68
IX. Naucalpan	5,864	3,128	53.34	149	778	13.27
X. Nezahualcóyotl	5,700	3,400	59.65	204	871	15.28
III. Chimalhuacán	5,510	2,879	52.25	175	925	16.79
XVIII. Tultitlán	4,764	2,645	55.52	134	752	15.79
I. Amecameca	4,234	2,196	51.87	192	643	15.19
IV. Cuautitlán Izcalli	4,100	2,142	52.24	100	749	18.27
XVI. Tlalnepantla	3,400	2,100	61.76	67	487	14.32
Subtotal	42,872	23,890	55.72	1,326	6,756	15.76
XI. Otumba	1,661	1,187	71.46	51	162	9.75
XX. Zumpango	1,513	873	57.70	60	204	13.48
XV. Texcoco	1,214	639	52.64	43	233	18.19
XIV. Tepotzotlán	1,051	547	52.05	28	172	16.37
Subtotal	5,439	3,246	59.68	182	771	14.18
XVII. Toluca	5,772	3,438	59.56	197	826	14.31
VIII. Metepec	1,697	1,030	60.70	47	279	16.44
VII. Lerma	1,526	809	53.01	31	266	17.43
Subtotal	8,995	5,277	58.67	275	1,371	15.24
II. Atlacomulco	1,660	1,013	61.02	61	143	8.61
VI. Ixtlahuaca	1,449	627	43.27	45	254	17.53
Subtotal	3,109	1,640	52.75	106	397	12.77
XII. Tejupilco	737	533	72.32	44	57	7.73
XIII. Tenancingo	1,339	783	58.48	32	213	15.91
XIX. Valle de Bravo	715	529	73.99	19	52	7.27
Subtotal	2,791	1,845	66.11	95	322	11.54

Fuente: elaboración propia (CONEVAL, 2020).

Los decesos por grupos de edad identifican adultos y adultos mayores: 60-79 años (45%), 40-59 (38%), 80 y más (7%), 20-39 (7%), 0-19 (0.42%), no específica (2.28%).

El segmento de 40 a 80 años y más corresponde al 90% de las defunciones; letalidad promedio 14%. Los fallecidos con padecimientos preexistentes representan al 99.9%: diabetes (32.77%), hipertensión (31.57%), renal crónica (5.63%), obesidad (20.30%) y tabaquismo (9.72%) en las regiones conurbadas a Ciudad de México (figura 8).

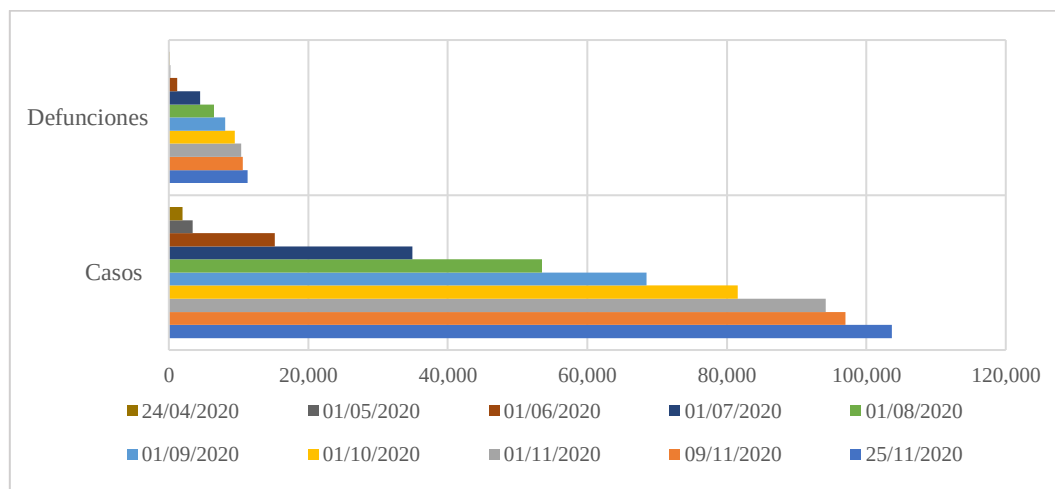
Figura 8. Estado de México: COVID-19 decesos y factores de riesgo, agosto 2020



Fuente: elaboración propia (CONEVAL, 2020).

La información de abril a noviembre estima una variación acumulada en casos positivos (64%) y defunciones (80%). El 1 y el 9 de noviembre hubo un descenso de la letalidad (11% y 10.92%). El 25 de noviembre hubo 103,680 casos positivos y 11,286 defunciones, con una letalidad del 10.88% (GEM-SSEM, 2020) (figura 9).

Figura 9. Estado de México: Evolución de casos positivos y defunciones, abril-noviembre, 2020



Fuente: elaboración propia (GEM-SSEM, 2020).

Ecatepec, Nezahualcóyotl, Naucalpan, Toluca y Tlalnepantla de Baz tuvo entre 6,000 y 12,500 casos positivos (43.12%); Tultitlán, Ixtapaluca y Chalco de 3,000 a 3,785 (9.76%); nueve municipios de 2,000 a 2,879 (26.56%); diecisiete municipios urbanos concentraron 79.44% de los casos positivos y 70% de las defunciones (cuadro 9).

Cuadro 9. Estado de México. Letalidad Covid-19 municipios principales

Municipios	% Letalidad 01-Nov	% Letalidad 09-Nov	25-Nov			26-Nov*		
			% Letalidad	Casos	Defunciones	% Letalidad	Casos	Defunciones
Ecatepec de Morelos	10.95	10.91	10.95	12,459	1,365	16.0	12,869	2,061
Tecámac	12.72	13.03	13.06	2,839	371	15.0	2,966	449
Nezahualcóyotl	7.11	6.93	6.70	9,372	628	14.56	10,656	1,551
Toluca	11.67	11.48	11.49	8,584	987	11.56	8,795	1,017
Naucalpan	9.21	9.18	9.19	7,256	667	13.0	7,876	1,048
Huixquilucan	3.86	3.8	3.99	2,054	82	7.4	2,148	160
Tlalnepantla de Baz	7.89	7.89	8.0	6,006	482	13.72	6,228	855
Chalco	12.31	12.11	12.10	3,785	458	14.84	3,989	592
Tultitlán	16.11	15.95	15.50	3,083	478	17.81	3,206	571
Cuautitlán	7.42	7.4	7.22	2,061	149	10.69	2,169	232
Coacalco de Berriozábal	11.62	11.44	11.32	2,066	234	14.0	2,141	303
Ixtapaluca	12.18	12.04	11.69	3,259	381	13.13	3,380	444
Chimalhuacán	12.07	11.95	12.12	2,879	349	17.93	3,112	558
Cuautitlán Izcalli	16.67	16.37	16.24	2,468	401	18.0	2,608	472
Nicolás Romero	12.51	16.37	12.21	2,185	267	14.52	2,258	328
Atizapán de Zaragoza	11.88	11.80	11.69	2,719	318	14.74	2,868	423
Metepec	12.35	12.23	12.79	2,055	263	12.85	2,100	270
Estatad	11.0	10.92	10.88	103,680	11,286	14.10	109,200	15,400

Fuente: elaboración propia (GEM-SSEM, 2020; CONEVAL, 2020).

El 26 de noviembre, el Consejo Nacional de la Evaluación de Políticas Públicas informó 109,200 casos y 15,400 defunciones; letalidad municipal mayor a 14% (CONEVAL, 2020).

Los casos positivos y las defunciones evolucionaron en un contexto de carencias sociales y pobreza; ocho municipios urbanos con letalidad superior e inferior a la media estatal mostraron mayor o menor rezago social, población en pobreza, pobreza extrema y carencia de acceso a la seguridad social (cuadro 10).

Cuadro 10. Indicadores de pobreza municipios urbanos seleccionados

	Población, 2015	A	B	C	D	E
Ecatepec de Morelos	1'677,678	42.78	4.92	59.70	49.70	24, 90
Cuautitlán Izcalli	53,1041	27.7	2.80	11.60	37.20	21,90
Chimalhuacán	67,9811	61.5	9.20	26.10	70.80	25,00
Tultitlán	520,557	36.4	3.30	16.00	42.20	21,30
Huixquilucan	267,858	30.8	2.30	37.0	59.80	19,10
Cuautitlán	149,550	26.2	1.50	10.60	33.30	14,60
Toluca	873,536	45.5	6.10	20.40	51.70	15,10
Naucalpan	844,219	37.1	3.90	15.80	45.20	20,40
Estado de México	16'938,897	47.6	6.70	20.37	57.85	19.82

A. % Población en situación de pobreza. B. % Población en pobreza extrema. C. % Población recibe ingresos inferiores a la línea de pobreza por ingresos. D. % Población carente de acceso a la seguridad social. E. % Población carente de acceso a servicios de salud. Fuente: elaboración propia.

Ecatepec de Morelos de junio a noviembre mantuvo la primera posición en casos positivos y defunciones. Huixquilucan, Nezahualcóyotl, Cuautitlán, Tlalnepantla de Baz y Naucalpan difieren en número de casos positivos e indican distintas medidas de contención y atención médica.

La carencia de acceso a la seguridad social es sintomática de la población en municipios urbanos y rurales, 50%-95%; incluye a los trabajadores e integrantes de la familia.

Los municipios rurales presentan: menor número de casos, a excepción de Atlacomulco, así como letalidad baja o muy alta, población en situación de pobreza (50%-80%), carente de seguridad social (71%-94%), ingreso inferior a la línea de pobreza (cuadro 11).

Cuadro 11. Indicadores de pobreza en municipios rurales seleccionados

	No. Casos	Defunciones	% Letalidad	Población, 2015	A	B	C	D	E
San Felipe del Progreso	335	53	15.8	134,143	79.50	24.50	37.40	93.60	8.60
San José del Rincón	149	16	10.7	93,078	76.3	22.80	39.40	94.90	8.00
Amatepec	43	5.0	11.6	26,610	76.9	23.90	78.90	86.00	4.2
Tlatlaya	30	0.0	0.0	34,937	77.1	26.40	78.40	83.20	5.60
Morelos	83	13	15.7	29,862	79.9	23.80	81.80	88.50	10.20
Chapa de Mota	68	6.0	8.8	28,289	68.9	13.80	71.50	87.50	8.40
Acambay	283	18	6.4	66,034	73.5	19.80	75.00	88.00	13.00
Atlacomulco	1068	76	7.11	100,675	59.4	10.40	65.40	73.90	11.40
Tequixquiac	134	29	21.4	36,902	60.2	6.40	70.00	71.80	33.30
Otumba	249	33	13.2	35,274	63.3	4.00	66.70	86.60	11.30

A. % Población en situación de pobreza. B. % Población en pobreza extrema. C. % Población recibe ingresos inferiores a la línea de pobreza por ingresos. D. % Población carente de acceso a la seguridad social. E. % Población carente de acceso a servicios de salud. Fuente: elaboración propia.

La población carente de acceso a servicios de salud representa entre el 15% y el 25% en municipios urbanos y del 5.60% al 33.30% en municipios rurales; además, exhibe cobertura de del 70% al 95.0% atribuida al seguro popular, consultorios con un médico o enfermera y consulta externa.

En el pico de ascenso de contagios y defunciones por coronavirus, la movilidad de la población se exploró por medio de un recorrido de origen y destino de la central de autobuses de la ciudad de Toluca a San Juan del Río, Querétaro (dos días). En la salida 15:00 pm, hubo cupo total en el autobús; al siguiente día, a las 18:00 pm, hubo 40 asientos ocupados y 20 personas de pie (150%). El transporte no cumplió con las medidas preventivas; la mayor parte de los usuarios no portaba cubre bocas; su desplazamiento fue por motivos de trabajo y asuntos personales. En la percepción individual, es más importante trabajar para sostener a la familia que el riesgo de contagio de coronavirus.

Discusión de resultados

La protección social se debate entre la segmentación del sistema de seguridad social, el libre mercado de los servicios médicos, el derecho universal a la salud, la transición demográfica y el patrón epidemiológico de las enfermedades no transmisibles. La influenza humana (H1N1), precedente de la situación actual, exhibió la carencia de cobertura de la seguridad social, deficiencias del sistema de salud y de los programas de atención sanitaria a la población que no es sujeto de derechos. Descubrió las deficiencias en la atención, en la infraestructura de salud, en la educación y las condiciones de pobreza de un sector importante de la población (Narro *et al.*, 2010; González *et al.*, 2011).

La Organización Panamericana de Salud señala que la cobertura universal de salud demanda sistemas integrales de protección, compromisos, políticas sociales en materia de educación y mercado laboral, servicios suficientes, en cantidad y calidad (OPS, 2019: 89).

En México, la nueva reforma a la Ley General de Salud, aprobada en 2019 y en vigor el 1 de enero de 2020, reglamenta el derecho a la protección a la salud de toda persona que se encuentre en el país y que no cuente con seguridad social; es decir, recibirá atención médica y medicamentos gratuitos (DOF, 2019: Art. 77bis). Asimismo, la Secretaría de Salud y el Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI) formularán el programa de cobertura y atención en coordinación con los servicios de salud de las entidades federativas.

El acceso a la salud sigue siendo un componente crítico de la protección social; consume parte significativa del producto interno bruto. La mayor parte se destina a las acciones de rehabilitación, inversión insuficiente en medicina preventiva, mantenimiento de infraestructura, renovación de equipo y formación de recursos humanos. En el primer año de la crisis sanitaria, los medios de comunicación jugaron un papel relevante informando sobre las amenazas y las medidas preventivas; la información tergiversada o parcial desinformó sobre las causas de la enfermedad, los síntomas, la cura y las acciones de las autoridades; además, obstaculizó las medidas de contención, propagó confusión y división en una situación en la que se requería solidaridad y colaboración (Placeres *et al.*, 2021: 1).

La respuesta científica registró 102 estudios, tanto de intervención como de observación, relacionados con la prevención, el tratamiento y los impactos de COVID-19. Más de la mitad se encontraban reclutando voluntarios; 22 habían terminado y los demás se encontraban en las fases 2 y 3 (Statista, febrero 2021).

El gobierno federal dirigió la consecución de la vacuna a través de grupos empresariales con o sin fines de lucro. La información adelantó el registro de la vacuna de una conocida farmacéutica estadounidense asentada en el país. La medida convino en esperar hasta que se verificaran los criterios de pertinencia y registro. Las autoridades, con fundamento en el proyecto de compra con la firma estadounidense, una firma nacional y otra china, anunciaron alta probabilidad para aplicar el fármaco en diciembre de 2020 (Muñoz y Urrutia, 25 de noviembre de 2020).

Los medios de comunicación difundieron el plan oficial de vacunación: diciembre 2020-febrero 2021 para personal de salud responsable de la atención médica; febrero-abril 2021 para personal de salud y población de 60 años y más; posteriormente, la tercera etapa se efectuó hasta junio de 2021 y marzo de 2022. Aunque se reconoció el reto logístico de la vacunación, se confiaba que la situación "*mejoraría*".

A finales de diciembre de 2020, inició la campaña de vacunación; y, para el 27 de diciembre de ese año, se había vacunado, por lo menos con una dosis, al 0.01% de la población; a mediados de febrero de 2022, la cifra ascendió a 65.2%. Alrededor de esa fecha, un 60.31% de la población había recibido las dosis recomendadas. México se posesionó como el segundo lugar en dosis administradas en América Latina y el Caribe (Statista, 17 de febrero 2022).

La Organización Mundial de la Salud confirmó que los países están adaptando sus estrategias para fortalecer la resiliencia de los sistemas de salud a largo plazo. Sin embargo, las regiones, los países y todos los niveles de ingreso enfrentan interrupciones serias en la prestación de los servicios esenciales debido al impacto de la COVID-19.⁴

El coronavirus polarizó la atención médica; postergó el alcance de las reformas y la reorganización del sector salud. El incremento de la presión social para acceder a la gratuidad de servicio público de consulta externa y los medicamentos no es privativa del Estado de México; es un fenómeno nacional.

Entre las iniciativas sobresale la vinculación del Instituto del Seguro Social y el Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (CENAPRECE) con la Organización Panamericana de la Salud (OPS), a fin de dar seguimiento a las actividades del proyecto HEARTS sobre detección y control de la hipertensión arterial, prestación de atención al infarto agudo de miocardio y otras enfermedades no transmisibles, apoyo técnico para la capacitación de personal de enfermería coadyuvantes de la atención primaria de salud para mejor la respuesta a la COVID-19, así como cooperación para la atención integral de las personas mayores y prevención de la infección por coronavirus (OPS-OMS, 2022: 10).

El contexto social del Estado de México expone fallos sinérgicos de las políticas sociales de larga data que han determinado las desventajas sociales, económicas y sanitarias de la población. Se caracteriza por el incremento demográfico y la aglomeración urbana, la marginación rural, la pobreza urbana y rural por ingresos y la carencia de seguridad social; así como por el predominio del asistencialismo sanitario, insuficientes recursos materiales y humanos, cobertura, acceso y calidad ambigua de los servicios públicos de salud.

⁴ Estudio realizado en noviembre-diciembre 2021; la muestra consta de 129 países, territorios y áreas, incluidos 28 de las Américas. Presenta información sobre las interrupciones de los servicios de salud esenciales en más de 90% de los países participantes (OPS-OMS, 2022: 1).

El análisis confirma la fragmentación del sistema de salud pública, del seguro popular extinto, de las instituciones que acreditan la seguridad social y del acceso a la salud de los trabajadores del gobierno federal: Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE); Petróleos Mexicanos (PEMEX), defensa o marina; el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) para trabajadores permanentes y eventuales remunerados, el Instituto de Salud del Estado de México (ISEM) para trabajadores del gobierno estatal.

La situación evidencia problemas no resueltos y la incorporación de profesionales de la salud con carencias técnicas, lo cual dificulta el acceso de la población a servicios de salud resolutivos y de calidad; los recursos humanos calificados para proporcionar atención y tratamientos de urgencia se encuentran distribuidos heterogéneamente. Las zonas marginadas dependen de personal que no está bien preparado; esto se relaciona con la carencia de incentivos para que obtengan capacitación; la atención de calidad requiere mejorar los conocimientos básicos sobre prevención de infecciones, uso de protocolos y mejora de las habilidades técnicas; el entrenamiento de pregrado de médicos y enfermeras es esencial para la atención de las complicaciones (Rouvier *et al.*, 2013).

La cobertura de los servicios de salud en relación con la población total estatal es aproximadamente del 79% y del 50%; el horizonte crítico acusa indefensión de la mitad de la población e inaccesibilidad a los servicios de salud. La distribución de la infraestructura, el personal médico y la atención hospitalaria se concentra en las zonas urbanas; el nivel de atención se generaliza en la consulta externa; el número de personas por médico es de 3 a 6 veces superior al óptimo.

La queja de los usuarios refiere largos periodos de espera; las instituciones públicas estiman hora y media; las privadas, treinta minutos o menos tratándose de urgencias (Gómez *et al.*, 2011). En las unidades públicas, la atención especializada se posterga un mes o más de acuerdo con la disponibilidad de médicos.

La ocupación tanto formal como informal refleja la carencia de ingresos necesarios para vivir; asimismo, las prestaciones sociales van en espiral descendente. Los hábitos alimenticios que aumentan la susceptibilidad y la prevalencia de las enfermedades no transmisibles tienen matices en 47% de la población en situación de pobreza por ingresos. La pobreza es una precondition estructural en municipios urbanos, rurales y urbano-rurales; el incremento de los costos de bienes y servicios afecta el ingreso y la capacidad adquisitiva de trabajadores formales e informales y empobrece a la población rural y urbana.

La letalidad del coronavirus contrasta la letalidad de la influenza humana (H1N1). Fajardo-Dolci *et al.* (2009: 361) analizaron 122 expedientes de pacientes fallecidos del Distrito Federal y del Estado de México, destacando que el 51% de las defunciones fueron en instituciones de seguridad social; 42% de fallecimientos requirieron de atención hospitalaria en setenta y dos horas; 45% de decesos fueron entre 20 y 39 años; 58% corresponde a padecimientos asociados; 83% presentó alguna afección diagnosticada; de los cuales, 30.3%

de tabaquismo, 17.2% con alteraciones cardiovasculares y 7.4% con problemas respiratorios. El virus produjo mayor mortalidad en personas jóvenes; el retraso de la atención médica y la morbilidad fueron factores relevantes de fallecimiento.

¿Por qué la letalidad de la COVID-19 se concentró en adultos y adultos mayores? De acuerdo con Lozano *et al.* (2013), las enfermedades causantes de muerte son: cardiopatía isquémica, diabetes mellitus, cerebrovasculares y tumores malignos; y se asocian al envejecimiento de la población y a los factores de riesgo.

Los decesos por coronavirus agruparon las enfermedades crónicas, factores de riesgo dietéticos y conductuales, obesidad por consumo de grasas y bebidas azucaradas, inactividad física y tabaquismo. El año crítico de la contingencia sanitaria las aseguradoras incorporaron las afecciones por COVID-19; sin embargo, pocos hospitales privados recibían estos casos.

La tasa de casos notificados de COVID-19 por 100,000 habitantes en las semanas cuatro y cinco de 2022 muestra un descenso en comparación con las dos semanas anteriores. La mayoría de las entidades notificaron menos de 1,000 casos por 100,000 habitantes, excepto Baja California Sur, 2,000 y 3,000 por 100,000 (OPS-OMS, 2022: 2).

El comunicado nacional diario COVID-19 ubica al Estado de México en el segundo sitio después de la Ciudad de México, con 508,842 casos acumulados. En el país, se presentaron 75,748 casos activos con una tasa de incidencia de 58.2% por 100 mil habitantes (del 05 al 18 de febrero de 2022). El Estado de México ocupó el sitio veinte con tasas inferiores al 50%, dato absoluto (6,5349 después de la Ciudad de México) (SSA, 18 de febrero 2022: 5).

Al 22 de febrero de 2022, el Instituto de Salud en el Estado de México destaca 109,175 altas sanitarias de personas que superaron al COVID-19. Así, los casos positivos fueron 185,282; los sospechosos, 38,247; los negativos, 239,125; y las defunciones, 32,143 (ISEM, 22 de febrero 2022).

A dos años de la irrupción del coronavirus, las posturas de científicos, tecnólogos y politólogos reiteran que se requieren políticas públicas asertivas e incluyentes, infraestructura, personal capacitado y recursos financieros para superar las deficiencias del sector salud. Con base en la carga de enfermedad, los servicios de salud deben dirigirse a la prevención y detección temprana de indicadores de daño para actuar oportunamente y mitigar los costos de atención médica.

Las autoridades de salud estatal y federal recomiendan continuar con las medidas de higiene, el uso de cubrebocas, el lavado frecuente de manos o sanitización y no acudir a lugares concurridos. Aun con el aforo en lugares públicos y el vaivén del semáforo de rojo a verde, la memoria colectiva no asume la magnitud de la amenaza y los daños; el desbordamiento de la población para satisfacer sus necesidades básicas, lúdicas y la reactivación del contacto social no tiene precedentes.

En tanto que las controversias políticas internas, los contagios y la letalidad minimizan las acciones para reestructurar el sistema público de salud y afrontar la crisis sanitaria COVID-19, emerge un acontecimiento que traspasa las fronteras internacionales: la amenaza de la tercera guerra mundial aproxima grandes daños en las economías nacionales. Placeres *et al.* (2021) señalan que las guerras, la contaminación ambiental, la pobreza, el hambre y la COVID-19 deben levantar alarmas sanitarias, científicas, sociales, ambientales y políticas para evitarlas, controlarlas y erradicarlas.

Conclusiones

En el Estado de México, los resultados no tienen una sola interpretación; establecen una línea base para analizar las recursividades políticas, económicas y sociales que exacerbaron la crisis sanitaria COVID-19 en todo el país.

Los municipios contaron con capacidades diferenciadas para implementar las medidas de contención y las de atención médica especializada. La fragmentación del sistema de salud pública evidenció incapacidades físicas, técnicas y de recursos humanos para atender la emergencia sanitaria y las enfermedades prevalentes; las deficiencias se intensificaron en los ámbitos urbanos y rurales.

El coronavirus interactuó con las debilidades estructurales de la protección social; las desigualdades sociales preexistentes condensaron el contagio del coronavirus en diversas escalas. Las vulnerabilidades de la población en contextos de marginación y pobreza, así como con recursos de atención médica desiguales catalizaron las reacciones de contagio en las aglomeraciones urbanas; las medidas de contención para controlar la propagación del virus detuvieron la actividad económica esencial y paralizaron a punto de crisis a la población dedicada al comercio y a los servicios; la carencia de seguridad social y de ingresos colapsó las economías domésticas.

El alza de los precios afectó ineluctablemente el ingreso y la capacidad adquisitiva de los trabajadores formales e informales y empobreció a la población rural y urbana. Asimismo, la inactividad económica y el incremento de los costos de los productos básicos, bienes y servicios no básicos agudizaron la pobreza. La delgada línea de la pobreza moderada y la pobreza extrema la determinó el ingreso diario para adquirir los productos alimenticios.

La aglomeración urbana y el desplazamiento rural-urbano por motivos laborales mantuvieron los índices de contagio en ascenso. La letalidad del coronavirus en el orden de cinco a ocho veces superior a la letalidad de la influenza humana ratifica la interdependencia de las expectativas de vida, la morbilidad de las enfermedades crónico-degenerativas: diabetes, hipertensión y renal crónica, así como la comorbilidad de factores de riesgo: obesidad y tabaquismo. La secuencia contagio, recuperación y muerte de los adultos y los adultos mayores refuerza la importancia de la previsión y atención gerontológica.

Aunque los cambios relativos de contagios y decesos en la entidad muestran descensos, el riesgo se observa en el relajamiento de las medidas de contención, principalmente por la retracción de la actividad económica; la relación casos activos y defunciones 2022 estima una tasa de letalidad de 17%; superior a la de julio de 2020 (12.2%).

La coyuntura COVID-19 ratifica el círculo vicioso de la marginación y la pobreza; carencias de acceso efectivo a la seguridad social y a los servicios de salud. La impredecibilidad, la incertidumbre y el distanciamiento social anticipan impactos que requieren evaluarse en cada municipio y localidad.

El diagnóstico focalizado permitiría determinar las responsabilidades comunes, pero diferenciadas según las capacidades sociales, económicas y demográficas; así como el diseño de planes de acción con estrategias de protección social, la mejora progresiva de los servicios de salud, el fortalecimiento de la prevención del riesgo, la comunicación asertiva y las redes de atención sanitaria.

La visión de largo plazo prescribe soluciones vinculantes de los derechos humanos, capacidades y compromisos de los distintos niveles de gobierno para innovar reformas integrales que atiendan las causas de la desigualdad y garanticen protección social, el acceso al trabajo, ingreso suficiente, educación sanitaria preventiva, calidad de los servicios de salud, desarrollo científico y tecnológico, formación de recursos humanos especializados que afronten las enfermedades comunitarias y las emergentes por venir.

Agradecimientos

Universidad Autónoma del Estado de México, proyecto de investigación clave: 6333 2021/SF.

Referencias

- Agostoni C. (2020). Una visión crítica del desarrollo de la seguridad social y de la legitimación de la desigualdad en México. *Hist. cienc. saude-Manguinhos*. 27(1). DOI <https://doi.org/10.1590/s0104-59702020000100017>.
- Basto-Abreu, A., Barrientos-Gutiérrez, T., Rojas-Martínez, R., Aguilar-Salinas, CA., López-Olmedo, N., De la Cruz-Góngora, V., Rivera-Dommarco, J., Shamah-Levy, T., Romero-Martínez, M., Barquera, S., López-Ridaura, R., Hernández-Ávila, M., Villalpando, S. (2020). Prevalencia de diabetes y descontrol glucémico en México: resultados de la Ensanut 2016. *Salud Pública México*, 62:52-59, DOI <https://doi.org/10.21149/10752>
- Cardozo, M. (2013). Políticas públicas: los debates de su análisis y evaluación. *Andamios*, 10(21), 39-59, http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-00632013000100003&lng=es&tlng=es.
- CONASAMI (2020). *Tabla de salarios mínimos generales y profesionales por área geográfica, 1992-2020*. Gobierno de México, Comisión Nacional de Salarios Mínimos. Recuperado de: <https://www.gob.mx/conasami/documentos/tabla-de-salarios-minimos-generales-y-profesionales-por-areas-geograficas>

- COESPO (2020). Características demográficas de la población. Gobierno del Estado de México, Consejo Estatal de Población. Recuperado de: https://coespo.edomex.gob.mx/caracteristicas_demograficas
- CONEVAL (2020). Actualización de líneas de pobreza por ingresos. Emergencia Sanitaria la COVID 19. Recuperado de: https://www.coneval.org.mx/Medicion/Documents/Lineas_bienestar/Lineas_de_pobreza_COVID_19_abril_2020.pdf,
- CONEVAL (1992-2020). *Evolución de las líneas de pobreza por ingresos*. México: Consejo Nacional de Evaluación de la Política Pública. Recuperado de: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Lineas-de-bienestar-y-canasta-basica.aspx>
- CONEVAL (2015). *Estado de México pobreza a nivel municipio*. México: Consejo Nacional de Evaluación de la Política Pública. Recuperado de: https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/EstadodeMexico/Paginas/pobreza_municipal_2015.aspx
- CONAPO (2020). *Base índice de marginación estatal y municipal 1990-2015*. México: Consejo Nacional de Población. Recuperado de: http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos_abiertos_del_Indice_de_Marginacion
- CONAPO (2015). *Anexo A índice de marginación por entidad federativa y municipios*. México: Consejo Nacional de Población. Recuperado de: <https://www.gob.mx/conapo/documentos/indice-de-marginacion-por-entidad-federativa-y-municipio-2015>
- De la Madrid, M. (2016). La responsabilidad civil de los hospitales privados por la actuación de los médicos en México. *Revista perspectiva jurídica* UP. 17(). Recuperado de: http://www.edkpublicaciones.com/up/pdf/Perspectiva_Juridica_07.pdf
- DOF (2021a). Ley del Seguro Social. Texto vigente, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaría General de Servicios Parlamentarios, México. Recuperado de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf_mov/Ley_del_Seguro_Social.pdf
- DOF (2021b). *Ley Federal del Trabajo*. Texto vigente, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaría General de Servicios Parlamentarios, México. Recuperado de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/125_310721.pdf
- DOF (2018). *Lineamientos y criterios generales para la definición, identificación y medición de la pobreza*, Secretaría de Gobernación. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5542421&fecha=30/10/2018
- DOF (2010). *Lineamientos y criterios generales para la definición, identificación y medición de la pobreza*, México: Secretaría de Gobernación. Recuperado de: https://www.coneval.org.mx/rw/resource/coneval/med_pobreza/DiarioOficial/DOF_lineamientos_pobrezaCONEVAL_16062010.pdf
- Fajardo-Dolci, GE., Hernández-Torres, F., Santacruz-Varela, J., Rodríguez-Suárez, J., Lamy, P. Arboleya-Casanova, H. (2019). *Perfil epidemiológico de la mortalidad por influenza humana (H1N1) en México*. Salud Pública México, 5(15), pp. 361-371. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342009000500003&lng=es.
- FMD (2019). *Defunciones por diabetes*. Federación Mexicana de Diabetes, A.C. Recuperado de: <http://fmdiabetes.org/defunciones-diabetes-mexico-2/>
- FIDEPAR (2020). *Fideicomiso para el Desarrollo de parques y zonas industriales en el Estado de México*. Recuperado de: http://fidepar.edomex.gob.mx/desarrollos_industriales

- Figueiredo, AM., Figueiredo, DCM., Gomes LB., Massuda A., Gil-García E., Vianna RPT., et al (2020). Social determinants of health and COVID-19 infection in Brazil: an analysis of the pandemic. *Rev Bras Enferm.* 73(2). DOI <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167-2020-0673>
- Funsalud (2013). Universalidad de los servicios de Salud en México, *Salud Pública en México*, 55, número especial. Recuperado de: <https://www.scielosp.org/j/spm/i/2013.v55nspe/>
- Ferrari (28 de febrero 2020). Lo que México aprendió de la Influenza H1N1. Sociedad. *El País*. Recuperado de: <https://elpais.com/sociedad/2020-02-28/lo-que-mexico-aprendio-con-la-crisis-de-la-influenza-h1n1.html>
- GEM (2018). Dictamen de la División Regional, 07 de septiembre. *Periódico Oficial. Gaceta de Gobierno*, Gobierno del Estado de México, registro DGC núm. 0011021, Gobierno del Estado de México.
- GEM-SSGEM (2020). *Casos positivos y defunciones COVID-19*. Secretaría de Salud del Estado de México. Recuperado de: https://salud.edomex.gob.mx/salud/covid19_municipio
- GEM (2020). *Diabetes*. Instituto de Salud del Estado de México. Recuperado de: <https://salud.edomex.gob.mx/isem/diabetes>
- GEM (2004). *Ley de Desarrollo Social del Estado de México*. Legislatura del Estado de México. Reforma 27 03 2008. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/99853/PMPMS_Toluca_Mex.pdf
- Gómez, O., Sesma, S., Becerril, VM., Knaul, FM, Arreola, H., Frenk, J. (2011). *Sistema de Salud en México*. Salud Pública de México, 53 (Supl.2), pp. 220-232. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/spm/v53s2/17.pdf>
- Gómez-Esteban, JH. (2016). El acontecimiento como categoría metodológica de investigación social, *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 14 (1), p. 133-144
- González-Block, MA. (2018). *El Seguro Social: evolución histórica, crisis y perspectivas de reforma*. México: Universidad Anáhuac, México. Recuperado de: <http://pegaso.anahuac.mx/accesoabierto/publicaciones.php?Accion=Informacion&Tab=Autor&Area=&Tema=&Subtema=&Year=&Autor=36&Tipo=&Universidad=&Escuela=&Centro=&Pub=134>
- González, GC., Caballero, JR., Chávez, G. (2011). *Las metáforas de la influenza humana (H1N1): el escenario nacional al descubierto. Una aproximación a través de la prensa mexicana*, *Comunicación y Sociedad*, 16(). Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/comso/n16/n16a5.pdf>
- Gutiérrez, JA., Restrepo, RD., Zapata, JS, Stivens, J. (2017). Formulación, implementación y evaluación de políticas públicas desde los enfoques, fines y funciones del Estado, *Revista CES Derecho*, (8), 2. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/cesd/v8n2/v8n2a08.pdf>
- Gómez-Dantés, O. Frenk, J. (2019). Crónica de un siglo de salud pública en México: de la salubridad pública a la protección social en salud, *Ensayo. Salud pública*, 61 (2), DOI <https://doi.org/10.21149/10122>
- Henao-Kaffure, L. (2010). El concepto de pandemia: debate propósito de la pandemia de influenza de 2009. *Rev. Gerenc. Polit. Salud*, 9 (19): 53-68. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/rgps/v9n19/v9n19a05.pdf>
- Horton, R. (2020). Offline: COVID-19 is not a pandemic. *The Lancet*, 396 (10255), DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32000-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32000-6)
- IIGECM (2018). *Producto interno bruto municipal*. Gobierno del Estado de México, Secretaría de Finanzas, Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México. Recuperado de: http://igecm.edomex.gob.mx/sites/igecm.edomex.gob.mx/files/files/ArchivosPDF/Productos-Estadisticos/Indole-Economica/PIB/PIB_Municipal_2018.pdf

- IGHS (11 de abril de 2021). *La respuesta de México al COVID-19: Estudio de Caso*. Institute for Global Health Sciences. Recuperado de: https://globalhealthsciences.ucsf.edu/sites/globalhealthsciences.ucsf.edu/files/la_respuesta_de_mexico_al_covid_esp.pdf
- INEGI (2015). *Encuesta Intercensal 2015*. México: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/>
- INEGI (2019a). *Producto interno bruto por entidad federativa 2018*, comunicado de prensa núm. 694/1916 de diciembre, p. 13. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2019/OtrTemEcon/PIBEntFed2018.pdf>
- INEGI (2019b). *Estadística de Salud en establecimientos particulares 2018*. México: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2019/EstSociodemo/EstadisticaSalud2019_09.pdf
- INEGI-ENOE (2020). México. *Serie histórica indicadores estratégicos*. Primer trimestre 2016, 2017, 2018, 2019, 2020. Encuesta Nacional de ocupación y empleo. Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/programas/enoe/15ymas/#Datos_abiertos
- ISEM (22 de febrero, 2022). *Informa salud de Estado de México 109 175 altas sanitarias de personas que superaron al COVID-19*, Comunicado de prensa 081. Unidad de Comunicación Social, Instituto de Salud del Estado de México. Recuperado de: https://salud.edomex.gob.mx/isem/ac_boletines_informativos
- Lobelle, G. (2017). Políticas públicas sociales: apuntes y reflexiones. *Alcance*, 6(14). Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2411-99702017000300006&lng=es&tng=es.
- Lozano, R., Gómez-Dantés, H., Garrido-Latorre, F., Jiménez-Corona, A., Campuzano-Rincón, JC, Franco-Marina, F., Medina-Mora, ME., Borges, G., Naghavi, M. Wang, H, Vos, T., López, AD, Murray, JL. (2013). *La carga de enfermedades, lesiones, factores de riesgos y desafíos para el sistema de salud en México*, Salud Pública México, 55(6), 580-594. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342013001000007
- Mendizábal, G. (2017). Avances y retrocesos de la seguridad social en México. (2015). *Revista Latinoamericana de derecho social*, (24). DOI <https://doi.org/10.22201/ijj.24487899e.2017.24.10812>
- Mendnhall, E. (2020). Correspondence. The COVID-19 syndemic is not global: context matters, *The Lancet*, DOI [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32218-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32218-2)
- Miguens, J. E. (1949). *Acontecimiento y actuación en el estudio de la realidad social*. Actas del primer Congreso Nacional de Filosofía, tomo 3, Mendoza, Argentina.
- Moreno, A. (28 de enero de 2019). Cinco municipios concentran 55% del PIB de Edomex: CCEM. *Milenio*, Toluca. Recuperado de: <https://www.milenio.com/negocios/municipios-concentran-55-pib-edomex-ccem>
- Moreno-Altamirano, A., López-Moreno, S., Corcho-Berdugo, A. (2007). Principales medidas en epidemiología. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 45 (1), pp. 337-348. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2232/223219928011>
- Muñoz, A. E. y Urrutia, A. (25 de noviembre, 2020). México van por aplicar la vacuna PFIZER en diciembre, *La jornada*, sección política, miércoles 25 noviembre. Recuperado de: <https://www.jornada.com.mx/ultimas/politica/2020/11/25/mexico-va-por-aplicar-la-vacuna-de-pfizer-en-diciembre-3973.html>

- Narro, J., Moctezuma, D., Orozco, L. (2010). Hacia un nuevo modelo de seguridad social. *Economía UNAM*, 7(2). Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-952X2010000200001&lng=es&tlng=es.
- OECD (2019). *Health expenditure and financing Mexico*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
- Ordoñez, G., Ramírez, MA. (2018). *La seguridad social en México a dos décadas de las reformas privatizadoras*. Balance y perspectivas. *Espiral* (Guadalajara), 25(73). Recuperado de: <https://doi.org/10.32870/espiral.v25i73.6247>
- OPS (2019). *Salud universal en el siglo XXI: 40 años de Alma-Ata*. Informe de la Comisión de Alto Nivel. Washington, D.C. Organización Panamericana de la Salud. Recuperado de: https://www.observatoriorh.org/sites/default/files/webfiles/fulltext/2019/salud_universal_xxi_40_alma_ata.pdf
- OPS-OMS (2022). *Respuesta de la OPS/OMS*. 11 de febrero del 2022. Informe n.º 70. Organización Panamericana de la Salud. Recuperado de: <https://www.paho.org/es/documentos/covid-19-respuesta-opsoms-reporte-70-11-febrero-2022>
- Placeres Hernández JF, Alonso Gómez M, Martínez Abreu J, et al. (2021). La COVID-19 y otras pandemias. *Revista Médica Electrónica*, 43(1). Recuperado de: <http://www.revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/4101/5015>
- Román Sánchez, Y. G; Sánchez Pérez, A. L., Mendieta Zacarias, I. (2018). Mortalidad por causas en el Estado de México, 2000 y 2015. *Revista Novedades en Población*, 14(28), 64-78. Epub 24 de mayo de 2019. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1817-40782018000200064&lng=es&tlng=es.
- Rouvier, M., González-Blok, MA., Sesia, P., Becerril-Montekio, V. (2013). Problemas del sistema de salud en estados de México con alta incidencia de mortalidad materna. *Salud Pública de México*, 55(22), 185-192. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342013000200010&lng=es&tlng=es.
- SINAIS (2018). Estado de México. *Base de datos recursos de Salud*. Secretaría de Salud, Sistema Nacional de Información en Salud. Recuperado de: <http://sinaiscap.salud.gob.mx:8080/DGIS/>
- SSA (18 de febrero, 2022). *Informe técnico. COVID-19 México*. Secretaría de Salud (SSA), Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud (SPPS), Dirección General de Epidemiología (DGE), Instituto de Diagnóstico y de Referencia Epidemiológicos (InDRE), Unidad de Inteligencia Epidemiológica y Sanitaria (UIES). Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/704241/Comunicado_Tecnico_Diario_COVID-19_2022.02.18.pdf
- Statista (17 de febrero, 2022). *Porcentaje de la población vacunada parcial y totalmente contra el coronavirus en México del 24 de diciembre 2020 al 17 de febrero 2022*. Recuperado de: <https://es.statista.com/estadisticas/1207749/porcentaje-vacunados-inmunizados-covid-19-mexico/>
- Statista (febrero 2021). *Número de estudios relacionados con COVID-19 en México en febrero 2021, por estatus*. Recuperado de: <https://es.statista.com/estadisticas/1212107/estudios-medicos-status-covid-mexico/>
- Soto-Estrada, G., Moreno-Altamirano, L., Pahua-Díaz, D. (2016). Panorama epidemiológico de México, principales causas de morbilidad y mortalidad, *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*, 59(6) Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/facmed/v59n6/2448-4865-facmed-59-06-8.pdf>
- Tamez, S., Eibenschutz, C. (2008). El Seguro Popular de Salud en México: pieza clave de la inequidad en salud, *Revista de Salud Pública*, 10 (1). Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v10s1/v10s1a12.pdf>

El manejo de los residuos sólidos urbanos en el marco de la pandemia de COVID 19: el caso de cinco municipios del Estado de México

Urban solid waste management in the context of the COVID 19 pandemic: the case of five municipalities in the State of Mexico

Víctor Daniel García-García*

Recibido: diciembre 09 de 2021.

Aceptado: febrero 28 de 2022.

Resumen

El artículo reflexiona sobre la relevancia que tiene el trabajo de recolección de residuos sólidos urbanos en el contexto de la pandemia por covid-19. A partir de utilizar la metodología de análisis comparado y el andamiaje conceptual de la ecología política, se realiza un recorrido sobre las acciones y no acciones públicas que llevaron a cabo cinco administraciones municipales mexiquenses en relación con la recolección, el tratamiento y la disposición final de residuos en sus respectivos territorios durante un año en el marco de la pandemia por COVID-19. Se concluye que las acciones implementadas por las administraciones locales no se alinearon de manera contundente con las recomendaciones estipuladas por el gobierno federal; asimismo, en los sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos se concentran toneladas de residuos contaminados por el virus Sars-Cov2 y elementos de protección personal, como cubrebocas, caretas, guantes, entre otros, que son pasivos ambientales contaminados de una peligrosidad sanitaria alta en el corto plazo.

Palabras clave: tratamiento de desechos, gobierno municipal, pandemia.

Abstract

This paper reflects on the relevance of urban solid waste collection in the context of the covid-19 pandemic. With the use of the methodology of comparative analysis and the conceptual scaffolding of political ecology, a review was made of the public actions and non-actions carried out by five municipal administrations in Mexico concerning the collection, treatment, and final disposal of waste in their respective territories in the period of one year in the context of the COVID-19 pandemic. It concludes that the actions implemented by these local administrations were not strongly aligned with the recommendations stipulated by the federal government for the subject under study. Likewise, in the final disposal sites of urban solid waste, tons of waste contaminated by the Sars-Cov2 virus and personal protection elements are concentrated, such as mouth covers, masks, gloves; among others, which are contaminated environmental liabilities of a high health hazard in the short term.

Keyword: Waste treatment, Local government, pandemic.

*Centro de Intervención Pedagógica para la Justicia Social "Margarita Neri" A.C., México. Correo electrónico: g2vick@yahoo.com

Introducción

El escenario complejo que ha generado la actual pandemia del COVID-19 ha hecho patente la relevancia que tienen las políticas sociales de intervención estatal sobre los problemas que enfrentan las colectividades (Cena & Dettano, 2020); en este contexto, el despliegue de respuestas y acciones estratégicas de las agencias estatales, particularmente en lo relacionado con la sanidad, ha implicado esfuerzos integrales e intersectoriales (CEPAL-OPS, 2021), con los cuales no sólo se ha buscado contener los contagios a nivel comunitario, sino también reactivar la dinámica socio-económica en las ciudades, lo anterior a partir de generar intervenciones gubernamentales que se articulen y vinculen de manera multiactor.

A partir de revisar y recuperar información del Gobierno de México,¹ se puede argumentar que el paradigma político que enarbola la actual administración federal se sustenta en una narrativa de atención prioritaria de poblaciones que por circunstancias políticas e histórico-estructurales habían estado excluidas de la mayor cantidad de beneficios sociales; por lo mismo, la política social de salud pública, apuntalada desde el nivel federal, tiene que ser entendida como un producto en proceso y al mismo tiempo como procesos que están derivando en productos específicos, que buscan superar los resabios de tensión aún existente entre la igualdad formal y la desigualdad estructural heredada de los regímenes políticos neoliberales, los cuales enfocaron sus acciones a debilitar los sistemas de sanidad a nivel nacional.

La experiencia actual muestra que, frente al achicamiento del estado en temas de sanidad en el contexto neoliberal, en la actual coyuntura crítica² se apuesta por fortalecer y ampliar los sistemas sanitarios para que todo el ciudadano, que lo solicite, pueda acceder a la atención médica y a la vacuna contra la enfermedad del COVID-19; las medidas de reasignación del presupuesto federal durante la contingencia así lo demuestran, y es que frente a la emergencia sanitaria, el gobierno federal mantuvo su decisión de reducir el gasto improductivo y reorientar el presupuesto para mejoras en infraestructura de salud, contratación de personal médico y de enfermería, habilitación de infraestructura hospitalaria abandonada, coordinación entre hospitales privados y públicos, créditos a empresas pequeñas y medianas, así como adelantos de ministraciones a estados y municipios (Chávez, Hernández, & Aguilar, 2020) (Montes de Oca, Alonso, Montero-López, & Vivaldo-Martínez, 2021); ahora bien, este cambio de paradigma también se ha observado en el comportamiento de México en la escena internacional, al cuestionar las políticas de acaparamiento de vacunas por parte de los países con las economías más avanzadas.³

¹ En la pestaña de Información sobre COVID-19 de la página oficial del Gobierno de México, se puede encontrar toda la información con la cual el autor realiza la afirmación del párrafo en comento.

² Son momentos en los que la acción pública y su institucionalidad tienen un papel fundamental y decisivo en la elaboración e implementación de políticas públicas y reformas institucionales para generar certezas ante escenarios complejos e inciertos (Martí i Puig & Alcantara, 2021).

³ Es importante recordar que tanto el Presidente de México (Gobierno de México, 2022) como el Secretario de Relaciones Exteriores (Gobierno de México, 2022), en diversos foros de alto nivel mundial, han cuestionado el acaparamiento de las vacunas por los países en donde se ubican los capitales de las farmacéuticas y al mismo

Las respuestas que se han implementado desde el inicio de la pandemia han sido diversas y de intensidad variada; para contener los contagios en las ciudades, se ensayaron estrategias de “disciplinamiento” social (De Sena, Cena, & Dettano, 2021), que han impactado sobre las prácticas sociales más comunes, las que han destacado son: los regímenes de aislamiento social, los cerramientos de ciudades, la suspensión de servicios educativos, la interrupción de la producción y el consumo de mercancías; todo ello estructurado bajo el enfoque dicotómico de actividades esenciales y no esenciales.

Ante este panorama, los efectos psicológicos, económicos y políticos adquirieron una relevancia sustancial, ya que fue necesario aplicar políticas sociales de contención para conseguir el objetivo buscado:⁴ controlar la pandemia; la cual, desde los análisis médicos, podía observarse de manera clara y entendible para la mayoría de la población a través del aplanamiento de la curva de contagios, con lo cual, entre otras cosas: se coadyuvaba a que los sistemas de salud no colapsaran, se construía una narrativa respecto a que las muertes vinculadas al COVID-19 disminuían y se mostraba eficiencia en el manejo público de la pandemia (Scribano, 2020).

Ante estas respuestas de nivel estructural y que han sido la norma en la mayoría de las ciudades del mundo⁵, un tema poco tratado ha sido el manejo que se le ha dado a los residuos sólidos urbanos (RSU) y a los contaminados con el virus Sars-Cov2, lo cual no es un asunto menor, pues en México, las autoridades municipales tienen encomendada esta gestión; sin embargo, debido a la saturación de los sistemas de sanidad, a la imposibilidad de acceso a servicios de salud o a creencias particulares, una cantidad considerable de personas contagiadas por COVID-19 enfrentaron (y enfrentan) su contagio desde sus domicilios, generando desechos, principalmente higiénicos; por lo mismo, en la actual coyuntura crítica, ha sido necesario buscar soluciones integrales, concretas e intersectoriales ante estos hechos que enfrentan las ciudades; en este tenor, se ha postulado que “mejorar los servicios públicos en general, tanto en cobertura como en calidad, comenzando por los de salud, agua y saneamiento, así como de atención a la población vulnerable” (Delgado Ramos, 2020: 96).

Ante esta situación, cabe la pena preguntarse en términos de construcción de políticas públicas y políticas sociales ¿de qué manera reaccionaron los gobierno locales para atender la recolección de residuos sólidos urbanos contaminados por el virus Sars-Cov2?, ¿hay elementos que permitan afirmar que el personal de recolección y limpia a nivel

tiempo han argumentado que las vacunas en la coyuntura tienen que ser consideradas como un bien público global.

⁴ Algunas políticas sociales que se pueden mencionar en el contexto mexicano son: apoyos económicos del Gobierno Federal a microempresas para mantener el empleo formal, acceso gratuito y escalonado a las vacunas contra el COVID-19, así como fortalecimiento de la infraestructura y recursos al sector salud, o bien la implementación de estrategias de educación en todos los niveles a distancia.

⁵ Para Martí i Pug y Alcántara (2021), la similitud y convergencia en materia de políticas y acciones públicas a nivel mundial para enfrentar el COVID-19 se debe más a un asunto de imitación de políticas que se han tomado como referencia que a un asunto de reflexión científica sobre mejores prácticas.

municipal atendió las recomendaciones que se dispusieron desde la federación para el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos contaminados de Sars-Cov2?, ¿de qué manera las administraciones municipales incidieron sobre la población para generar una corresponsabilidad en el manejo y desechos de RSU contaminados con el virus Sars-Cov2?

A partir de estas preguntas, el objetivo del artículo es conocer y evaluar las acciones públicas que se llevaron a cabo a nivel municipal en relación con la recolección de RSU en México, y, particularmente, la manera en que reaccionaron cinco administraciones municipales conurbadas mexiquenses. Para ello, este análisis se sustenta en la información cualitativa con la que se cuenta respecto a la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y con la información que se obtuvo a través de los mecanismos de transparencia de cinco administraciones municipales del Estado de México.

El trabajo parte de la idea de que la crisis sanitaria de COVID-19, que impactó considerablemente en diferentes ámbitos de la vida social, lo ha hecho de manera sustancial con relación a la gestión integral de los residuos sólidos urbanos; cuya situación no ha sido analizada de manera adecuada por las distintas disciplinas científicas vinculadas a la temática, las cuales se han enfocado en estudiar las políticas y las respuestas públicas implementadas para atender la pandemia en política, salud, economía, o educación (Martí i Puig & Alcantara, 2021) (Enríquez & Sáenz, 2021) (CEPAL-OPS, 2021).

Metodología

El presente artículo se inscribe en la tradición de los estudios descriptivos comparados, ya que sobre cinco unidades de análisis se buscó conocer y a la vez evaluar las acciones públicas implementadas para la gestión de los residuos sólidos urbanos en el marco de la pandemia provocada por el COVID-19 en el periodo específico de marzo de 2020 a marzo de 2021 (Tonon, 2011) (Rodríguez, 2011); los resultados de este estudio permitieron identificar las consecuencias adicionales (King, Keohane, & Verba, 2012) por las acciones y/o no acciones públicas en relación con el tema bajo análisis.

La variable analizada y que permitió el ejercicio comparado es la acción pública municipal, la cual se llevó a cabo en el contexto de la pandemia respecto a la recolección de residuos sólidos urbanos a nivel comunitario. A partir de la observación de la labor de recolección de residuos sólidos urbanos por los servicios municipales, se pudo inferir que una parte son de personas que enfrentaron su contagio de COVID-19 en sus respectivas viviendas y que desearon sus residuos sin precaución o aviso previo en los vehículos recolectores que cotidianamente recorren calles y avenidas.

Para conocer y evaluar a detalle la acción pública municipal implementada para atender la situación descrita, se recurrió a fuentes de acopio documental sobre la pandemia por COVID-19, generada por instancias federales del sector salud y medioambiental, así como a la información generada por las administraciones municipales bajo estudio y

conseguida a través de solicitudes de información pública.⁶ El criterio de selección de los municipios estudiados se fundamentó en los registros sobre niveles de contagio que enfrentaron; es decir, se decidió conocer y evaluar las acciones públicas municipales de aquellos municipios que para 2021 registraban mayores niveles de contagio por COVID-19.

El tratamiento respectivo de la información conseguida se realizó bajo los criterios de la ecología política (Solíz, 2017), en donde se concibe que las ciudades son espacios dinámicos, en continuos conflictos, transformaciones y cambios ambientales, que enfrentan un conjunto de exclusiones, limitantes, precariedades y desigualdades que tienen que ser atendidas y transformadas por la intervención pública (Davis, 2003); por lo mismo, el enfoque de política pública adquirió una relevancia sustancial en el marco de coyunturas críticas como la presentada en el contexto de la pandemia por COVID-19 que se vive en México desde febrero de 2020 (Ramos, 2007).

En cuanto a las técnicas de recolección de datos, la observación participante permitió generar notas respecto al trabajo que realiza el personal de recolección a nivel municipal; asimismo, se utilizaron los mecanismos de transparencia e información pública; para el caso particular, se utilizó el portal Sistema de Acceso a Información Mexiquense (SAIMEX), y las tres preguntas que se le requirieron a las cinco administraciones bajo estudio fueron:

1. Enlistar las estrategias que la administración municipal implementó para la recolección de residuos sólidos urbanos en las diferentes colonias del municipio en el marco de la pandemia de COVID-19, específicamente en el periodo de marzo de 2020 a marzo de 2021.
2. Informar las toneladas mensuales que los recolectores de residuos sólidos urbanos recolectaron en el periodo de marzo de 2020 a marzo de 2021.
3. Informar el sitio de transferencia o sitio de disposición final a donde transportaron las toneladas recolectadas en el periodo de marzo de 2020 a marzo de 2021.

Con la primera pregunta se pudo hacer una comparativa de las acciones públicas municipales que se llevaron a cabo para la recolección de RSU en el contexto de la pandemia de COVID-19; con la segunda pregunta se conoció el total de residuos recolectados, de los cuales, a partir de la observación participante realizada, se advirtió que una parte considerable era higiénicos, probablemente contaminados, así como elementos de protección personal contra la pandemia; con la tercera pregunta, se buscó conocer si los residuos eran tratados, ya sea para transferirlos o depositarlos en algún sitio regulado o, por el contrario, se disponían en basureros a cielo abierto sin ningún control ambiental, normativo o ético.

⁶ A nivel municipal, la información generada, la mayoría de veces, es muy deficiente y poco coordinada respecto a aportada desde el nivel federal; una de las herramientas más útiles para conocer las acciones municipales que no son publicitadas, sin lugar a dudas, son las solicitudes de información pública, las cuales tienen que atender todo el andamiaje normativo que se ha construido para volverlas confiables y útiles a la investigación y opinión pública.

Todas las administraciones municipales ofrecieron respuestas en tiempo y forma, con lo cual se pudo realizar el análisis comparado no sólo en términos municipales, sino también en lo concerniente a las recomendaciones que desde las instancias federales se habían elaborado respecto al tema dirigido a los niveles de gobiernos estatal y municipal.

El municipio y los residuos sólidos urbanos

El contexto actual donde se llevan a cabo las actividades relacionadas con el ámbito público demanda una capacidad alta para lograr adaptarse a los cambios que, en no pocos casos, son de amplias dimensiones y de una intensidad acelerada, por lo mismo, se requieren respuestas públicas del mismo nivel.⁷ Las administraciones municipales a lo largo de la historia del país se han caracterizado por administrar, en sus tres años de vigencia, los recursos y los proyectos más necesarios y políticamente más rentables, pues, dado el corto tiempo de la administración municipal y a sus capacidades limitadas, es poco posible que se lleven a cabo proyectos de envergadura considerable, los cuales por lo regular requieren inversiones amplias de mediano y largo plazos.

El municipio en México es la unidad territorial que en términos administrativos se encuentra más cercana al ciudadano; desde sus oficinas se diseñan e implementan los servicios públicos más inmediatos que generan valor público y que sirven para satisfacer las necesidades de las comunidades; el despliegue ético de recursos y acciones municipales posibilita una distribución equitativa y eficiente de sus servicios, con lo cual se generan procesos de cambio que facilitan el acceso al derecho a la ciudad y, por ende, a la seguridad urbana⁸ (Ramos, 2007).

En el caso del servicio público relacionado con la gestión de los residuos sólidos urbanos, tema trascendental vinculado con la sustentabilidad y la resiliencia urbana, los datos a nivel nacional permiten observar un déficit en cuanto a su desarrollo en todos los sentidos,⁹ debido a factores históricos como estructurales (SEMARNAT, 2020) (Castillo, 1983):¹⁰ la poca profesionalización de los servidores públicos encargados y operadores del

⁷ Las respuestas que se construyen desde el ámbito público para atender la complejidad de las transformaciones sociales tienen que considerar aspectos como tiempos, recursos, decisiones estratégicas, relato institucional buscado, capacidades institucionales instaladas y por supuesto, voluntad política (Martí i Puig & Alcantara, 2021).

⁸ En contraste, la falta de acciones municipales éticas y eficientes ocasiona deficiencia en la dotación de los servicios públicos y urbanos, lo que genera situaciones de vulnerabilidad colectiva, pobreza del entorno urbano y marginalidad comunitaria, elementos claves para el desarrollo de anomia comunitaria.

⁹ Ver Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos (SEMARNAT, 2020)

¹⁰ Aun y cuando el documento de Castillo Berthier se publicó hace casi cuarenta años, se exponen los límites estructurales e históricos que enfrentaban los departamentos de limpia y recolección de los años sesenta, setenta y ochenta del siglo pasado; aspectos que aún se mantienen y enfrentan los mismos departamentos del servicio de limpia y recolección en el siglo XXI, tal como se expone en el Diagnóstico de la SEMARNAT.

tema, la limitada infraestructura de los municipios para la atención integral del servicio, el bajo presupuesto destinado a estos servicios públicos, el déficit de atención institucional que se le da a los recolectores informales, el poco desarrollo de estrategias para fortalecer la economía circular a nivel local, la poca voluntad política relacionada con el tema y, por supuesto, por el desinterés y la poca cultura ciudadana orientada a rechazar el modelo lineal de *explotación-producción-distribución-consumo y desecho en un planeta finito* (Solíz, 2017: 32).

En este marco, la recolección de RSU, constitucionalmente, está encomendada al municipio en el artículo 115 (Cámara de Diputados, 2022); dada la complejidad del tema y la elevada generación de residuos a nivel local, la recolección no sólo se lleva a cabo por agencias gubernamentales (departamentos de recolección y limpia municipales), sino que también participan actores privados, los cuales, en no todos los casos, cumplen las normatividades y los requerimientos que las instancias competentes especifican para realizar la labor.

En el caso de los recolectores informales, por lo regular, la acción pública gubernamental es de omisión, es decir, no hay una intervención clara para regular o apoyar su actividad; en cambio, se observan políticas negativas, caracterizadas por la estigmatización, prohibición y ausencia de cualquier tipo de apoyo (Solíz, 2017).¹¹

Para el caso particular de la recolección de RSU, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (Cámara de Diputados, 2021) establece que la gestión integral de los residuos generados por las distintas expresiones de la dinámica social es fundamental para garantizar el derecho a un medio ambiente sano; por lo mismo, detalla de manera muy clara y precisa todo lo relacionado con su gestión; en esta misma normatividad, se establece la responsabilidad diferenciada del manejo de los diferentes tipos de residuos generados. Para el caso municipal, la Ley en comento establece que los municipios son responsables del manejo integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, en tanto que los peligrosos, por el nivel de riesgo que representan, son de competencia federal.

Para cumplir con la disposición normativa federal respecto a la gestión de los RSU, los municipios implementan diferentes estrategias orientadas a atender lo estipulado en la norma y así cumplir con el manejo integral de residuos;¹² no obstante, debido a la falta de infraestructura y de recursos, desde el ámbito local sólo se logran cubrir de manera parcial los componentes relacionados con la recolección, el reciclaje y el traslado de RSU a un sitio de transferencia de desechos, quedando el resto de componentes del manejo integral, en

¹¹ La reflexión que Solíz aporta sobre las precariedades y desigualdades que enfrentan los trabajadores informales de la basura se sustenta en un análisis comparado de los enfoques que desde algunos gobiernos de América Latina se tiene respecto a su actuación de dichos trabajadores; este análisis comparado de los sistemas de recolección expone aspectos como niveles de exposición a la contaminación, impactos en la salud, condiciones laborales o la segregación sociohistórica del territorio, entre otras.

¹² El manejo integral de los RSU, en términos generales, consta de varios componentes, entre los que destacan: la generación, la recolección, el reciclaje, el traslado, el tratamiento, la transferencia y la disposición final de RSU.

manos de actores privados. Con base en datos del INEGI, para 2016, el 92% del total de municipios en México, esto es 2,273 municipios y delegaciones, contaba con servicio de recolección, mientras que sólo 1,732 municipios y delegaciones, el 70% del total en México, tenía sitios de disposición final.¹³

Del total de sitios de disposición final que registra el INEGI para 2016 (2,203), solamente en el 8% se realiza de manera adecuada gracias a su infraestructura; por tanto, en el 92% la se lleva a cabo inadecuadamente, impactando de manera drástica al medio ambiente, a la salud de las personas y a la imagen de las comunidades.

Las consecuencias del manejo inadecuado en la disposición de residuos genera múltiples problemas de contaminación del agua superficial y freática, suelo, aire, paisaje, transmisión de enfermedades, emisión de biogás (metano y dióxido de carbono), incendios, obstrucción de desagües, etc. (Solíz, 2014).

Con base en datos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2020), cada persona produce .944 kg/hab/día de basura; por lo mismo, a nivel nacional se estima que se genera un aproximado de 120 mil toneladas diarias que tienen que ser recolectadas desde el ámbito local.¹⁴ Sin embargo, en la mayoría de los casos, los gobiernos locales no tienen la capacidad de gestión, infraestructura ni operación para hacer frente a este complejo panorama; por tanto, respecta al servicio de gestión integral de RSU, los actores particulares han cobrado una relevancia sustancial, pues, a través de su participación e intervención, se ha podido avanzar en gestionar este fenómeno social.¹⁵

Al recuperar información del Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos (SEMARNAT, 2020), se documenta que el parque vehicular a nivel nacional para realizar la recolección de RSU es de apenas 16,615 vehículos, de los cuales sólo el 59% cuenta con sistemas de compactación; por otro lado, de las 127 estaciones de transferencia, el 25% es operada por el sector privado.

En este contexto de complejidad de gestión y de carencia en infraestructura pública, las administraciones municipales tratan de realizar el trabajo de gestión integral de residuos sólidos, la cual ha tenido que modificarse y transformarse para hacer frente a los retos derivados de la pandemia por COVID-19; no es poca cosa si se piensa en la cantidad de desechos contaminados que se generan diariamente; y es que, aun y cuando los residuos peligrosos biológico infecciosos (RPBI) generados por nosocomios tienen que ser tratados

¹³ El tema de los sitios de disposición final requiere un análisis amplio, no sólo en términos ecoeficientistas, ya que la experiencia ha permitido observar que, además de los impactos socioambientales que generan los espacios en donde son ubicados estos sitios, responden a una lógica de discriminación y exclusión comunitaria, pues, por lo regular, son instalados en zonas precarizadas, fuera de la vista de las poblaciones, en lugares cerrados y vigilados y donde sólo los pobres y excluidos los pueden ver e insertarse a las labores relacionadas (Lohmann, 2017) (Ochoa, 2017).

¹⁴ La entidad federativa que registra la mayor generación de RSU por tamaño de población es el Estado de México con 16,739 t/día (SEMARNAT, 2020).

¹⁵ La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU establecen, en su meta 12.5: “de aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización”. Asunto en donde los gobiernos locales también tienen déficit y un reto enorme por cumplir.

con base a la norma oficial NOM-087, los residuos contaminados por el virus Sars-Cov2 que estuvieron en resguardo en casa habitación, se recolectaron por los servicios públicos municipales; cuestión que complejiza y vuelve aún más peligroso el servicio que realiza el personal de recolección y limpia a nivel local.

Por consiguiente, la capacidad gubernamental para actuar, enfrentar y dar respuesta a situaciones complejas, inesperadas e inciertas resulta fundamental para mantener la gobernabilidad y la legitimidad de la acción pública; para atenderlo, las políticas públicas son elementos fundamentales que se piensan, diseñan e implementan con miras a responder las necesidades que las colectividades enfrentan y que demandan una respuesta racional, eficaz y oportuna.

La pandemia de COVID-19 y los residuos sólidos urbanos

Derivado de la pandemia por COVID-19, decretada por la Organización Mundial de la Salud el 11 de marzo de 2020, se modificaron sustancialmente las esferas de la vida comunitaria; no hubo práctica social, actividad productiva, expresión cultural, dinámica social o relación digital que no haya sido impactada en diferente intensidad por sus consecuencias, imponiendo dinámicas particulares a todas las relaciones sociales a nivel mundial.

En México, las políticas sociales de salud privilegiaron, sin ser su objetivo, a aquellas poblaciones que por alguna condición particular podían resguardarse y tener la certeza de que sus empleos estaban seguros; no obstante, hubo grupos de personas que, al vivir al día, al no tener certeza de un empleo seguro ni seguridad social, tuvieron que seguir en las calles arriesgando sus vidas y las de sus familias en búsqueda del sustento diario; por ejemplo, vendedores a detalle o choferes de transporte público.

Aunado a ello, se encontraron quienes, utilizando la metáfora belicista, daban la batalla y se encontraban en la primera línea de combate (Scribano, 2020): los médicos, las enfermeras, el personal militar y de limpieza, los empleados de mercados y, por supuesto, los recolectores de residuos sólidos; estos últimos, sin muchos reflectores y sin mucho reconocimiento, han sido considerados, por lo regular, actores secundarios, pero por la pandemia se han vuelto principales, pues han asegurado la sanidad en las comunidades.

Así, en el marco de la pandemia por COVID-19, la recolección de los RSU se volvió una actividad esencial, la cual, sin tener una cobertura mediática tan relevante, resultó fundamental para prevenir un aumento de contagios; y es que el virus permanece activo por horas en diferentes superficies; esto indican los resultados de un estudio publicado por el *New England Journal of Medicine* (2020), en donde se establece que, bajo circunstancias experimentales controladas, dura en plástico de 6 a 8 horas; en acero inoxidable, aproximadamente entre 5 y 6 horas; en cobre, 4 horas; en cartón, hasta 8 horas.

Ante la complejidad del tema, resulta pertinente conocer las acciones públicas que diferentes países alrededor del mundo implementaron para hacer frente a la gestión de los desechos en el marco de la pandemia por COVID-19. En Brasil, por ejemplo, se solicitó a las empresas de residuos el diseño de planes de control de la propagación del virus a través de mejoras administrativas, de ingeniería y logística de recolección. En Estados Unidos se pidió a los trabajadores el uso de elementos de protección personal, la limpieza de sus camiones y equipos, así como el lavado continuo de manos (Marengo & Ortiz, 2021). La Junta de Andalucía en España emitió un documento donde se establece el manejo de los desechos que serán recolectados por el Ayuntamiento (Junta de Andalucía, 2021). En México se difundió la Cartilla de Mejores Prácticas para la Prevención del COVID-19 en el Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos (SEMARNAT, 2021), en donde se especifican las acciones de prevención, así como el uso de equipo de seguridad necesarios para prevenir contagios de COVID-19 en personal dedicado a la recolección y limpia.

A partir de la cartilla en comento, aun cuando no se estableció como obligatoria desde el gobierno federal, los gobiernos estatales y municipales comenzaron un conjunto de acciones de corte estratégico y coyuntural para atender la recolección de RSU en el marco de la pandemia y alinear sus acciones a las recomendaciones que la SEMARNAT estableció; en términos generales indica:

- Prácticas preventivas para evitar el contagio.
- Prácticas preventivas para la recolección, transferencia y disposición final de RSU.
- Prácticas preventivas en sitios generadores de residuos COVID-19.
- Prácticas preventivas para la recolección y disposición final de residuos COVID-19.

Para conocer el comportamiento de los gobiernos municipales en relación con la gestión integral de los RSU, en el siguiente apartado se revisan las políticas y las acciones que se llevaron a cabo y si se atendieron.

La acción pública municipal en torno a la recolección de residuos sólidos urbanos en el contexto de la pandemia de COVID-19

La recolección de residuos sólidos urbanos se muestra como una actividad de primer nivel que coadyuva en la prevención de impactos socioambientales comunitarios. Respecto a aspectos legales, se encuentra normada y se observan ciertos avances en infraestructura necesaria para su atención. No obstante, las personas dedicadas a la recolección, la separación y el reciclaje de RSU a nivel operativo, por lo regular, enfrentan, de manera personal, familiar y colectiva, inequidades sociales, lo cual les impide el acceso a servicios de salud pública adecuados, empleos decentes, disfrute de viviendas dignas o ingresos económicos; todas estas desigualdades se volvieron principales factores sociales de riesgo ante el COVID-19.

Por lo mismo, resulta importante observar las acciones públicas que las autoridades municipales llevaron a cabo para coadyuvar en la prevención de contagios, así como para evitar riesgos a la salud de las personas dedicadas a la recolección de RSU que trabajan y/o colaboran en las dependencias municipales encargadas del tema.

Con base en datos de la Secretaría de Salud del Gobierno de México, a la semana epidemiológica número 37 se registraron 57,951 contagios; el acumulado para la misma semana del 2021 fue de 2'121,150 contagios a nivel nacional; la letalidad de la pandemia en el país es del 9%, colocando a México como el tercer país con mayor índice de defunciones por la COVID-19 a nivel mundial (Secretaría de Salud, 2021).

Para el caso particular de la entidad federativa en donde se ubican los municipios bajo análisis, se recupera la información del portal sobre COVID-19 en el Estado de México (Gobierno del Estado de México, 2021), donde se plasma información clara y precisa sobre la emergencia sanitaria por la enfermedad del coronavirus COVID-19. A la primera semana de octubre del 2021, los datos en el Estado de México indicaban que el total de personas contagiadas ascendía a 333,174, en tanto que los cinco municipios con mayor número de contagios fueron: 1) Ecatepec de Morelos con 45,751 casos, 2) Nezahualcóyotl con 35,657 casos, 3) Naucalpan de Juárez con 23,725 casos, 4) Tlalnepantla de Baz con 22,798 casos y 5) Toluca con 20,023 casos.

A partir de estos datos y considerando que las autoridades municipales no sólo debieron coadyuvar en la difusión de la prevención de contagios, sino también en llevar a cabo acciones reales, medibles y contundentes para conseguirlo, principalmente entre la población radicada en los respectivos territorios y entre las personas trabajadoras a nivel local, es que el análisis se llevó a cabo en estos mismos cinco municipios.

La tabla 1 muestra el porcentaje de población contagiada por COVID-19 en relación con la población total de cada uno de los cinco municipios que registran más contagios, con lo cual se puede observar el impacto sociodemográfico que ha tenido la pandemia a nivel municipal.¹⁶

¹⁶ Se tiene claridad de que en la contabilidad de los contagios se incluye a las personas que se reinfectaron, es decir, la contabilidad de contagios no hace referencia necesariamente a la misma cantidad de personas; no obstante, el cálculo porcentual respecto a la población total permite tener una estimación sobre el nivel de riesgo que ha enfrentado una población particular con relación a la pandemia por COVID-19.

Tabla 1. Porcentaje de población contagiada en relación con la población total del municipio

Municipio	Población total	Población contagiada (octubre 2021)	Porcentaje de población contagiada en relación a la población total
Ecatepec de Morelos	1,645,352	45,751	2.78%
Nezahualcóyotl	1,077,208	35,657	3.31%
Naucalpan de Juárez	834,434	23,725	2.84%
Tlalnepantla de Baz	672,202	22,798	3.39%
Toluca	910,606	20,023	2.19%

Fuente: elaboración propia con información de INEGI (2021) y Gobierno del Estado de México (2021).

Para el caso particular de las acciones públicas que los municipios bajo análisis llevaron a cabo, la tabla 2 muestra un resumen, en el cual se observa que no hubo una política de intervención común para resguardar a las personas recolectoras de RSU; en cambio, se observan acciones públicas diversas y, en algunos casos, omisión en atender las recomendaciones que desde el nivel federal se enlistaron en el Diagnóstico (SEMARNAT, 2020) para prevenir el contagio de las personas recolectoras de RSU. Aquí resulta importante recordar lo ya indicado por Martí i Puig & Alcantara (2021) respecto a que el diseño de políticas públicas de intervención para afrontar un tema relacionado con el COVID-19 se dio más en una lógica de imitación que de conocimiento y reflexión sobre el tema a abordar.

Como se observar en el concentrado, las recomendaciones generadas por el gobierno federal a través de la Cartilla de Mejores Prácticas para la Prevención del COVID-19 en el Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos fueron, en el mejor de los casos, atendidas de manera parcial, incluso algunos municipios como Ecatepec de Morelos no especificaron las acciones que se llevaron a cabo; cuestión a observarse, pues es a la vez el municipio con mayores niveles de contagio en términos poblacionales en el Estado de México.

Tabla 2. Concentrado de acciones públicas con relación a la recolección de RSU implementadas por gobiernos municipales mexicanos

Municipio	Acciones públicas implementadas
Ecatepec de Morelos	Bajo el argumento de que no recolectaban residuos COVID-19 ni residuos peligrosos, biológico infecciosos, la autoridad municipal informó que no se llevaron a cabo acciones en particular; se menciona que atendieron las indicaciones de una gaceta de gobierno y las medidas señaladas por la SEMARNAT, pero no dan detalle de los documentos referidos.
Nezahualcóyotl	-Separación de turnos por día (sólo 1 por día y no dos como es habitual). -Salida de tripulación escalonada para evitar contagios entre trabajadores. -Resguardo de personal con alguna comorbilidad, así como de mayores de 60 años, mujeres embarazadas y madres con hijos menores de 5 años. -Uso de cubrebocas, careta, guantes, agua clorada y sanitización de unidades recolectoras. -Habilitación de una celda especial para el confinamiento de los desechos sanitarios en el sitio de disposición final Neza III, con la intención de aislar los residuos higiénicos y evitar contagios entre el personal.
Naucalpan de Juárez	-Evitando la contaminación cruzada de los residuos. -Rociado de desinfectantes sobre las bolsas que contienen los RSU y manteniéndolas perfectamente cerradas. -Se entregaron a los trabajadores guantes, bolsas, caretas, líquido desinfectante, rociadores, así como folletos respecto al cuidado y manejo antes y después del servicio. -Lavado diario de los vehículos recolectores con solución anti-COVID. -Evitar abrir y sacar de las bolsas los desechos.
Tlalnepantla de Baz	-El Departamento de recolección no redujo la fuerza de tarea de cara y se dio el servicio de manera habitual a las diferentes colonias. -Se dotó al personal de recolección de equipo sanitario para garantizar su salud. -Se distribuyeron entre la población “bolsas blancas” para separación de residuos sanitarios. -Las unidades de recolección portaron lonas que indicaban las instrucciones para el manejo y la separación de los residuos sanitarios. -Se realizaron campañas en redes sociales para fomentar la separación de los residuos y el cuidado hacia el personal de recolección.
Toluca	-Se llevaron medidas de sanidad de acuerdo con los protocolos del sector salud, así como el microruteo. -Se acortó horario de servicio. -Se eliminó la entrega de bitácoras para evitar la transferencia de documentación e insumos de papelería.

Fuente: elaboración propia con información de las respuestas a solicitudes de información ingresadas vía SAIMEX con los folios: 00658/ECATEPEC/IP/2021; 00431/NEZA/IP/2021; 00686/NAUCALPA/IP/2021; 00689/TLALNEPANTLA/IP/2021; 00823/TOLUCA/IP/2021.

Una de las acciones más recurrentes que se llevó a cabo por las administraciones municipales bajo observación fue la dotación de elementos de protección personal (EPP), entre los que destacaron las caretas, los cubrebocas y el gel antibacterial; insumos mínimos que permitían coadyuvar con la protección personal y la prevención de un posible contagio; asimismo, el lavado de los vehículos recolectores y la información a la ciudadanía a través de folletos o lonas fue otra estrategia recurrida, con lo cual se trató de generar corresponsabilidad a nivel local respecto a la gestión de los RSU contaminados.

No obstante, según las autoridades municipales, una de las medidas más destacadas y relevantes es la efectuada en Nezahualcóyotl, la cual consistió en habilitar una celda exclusiva para aislar los residuos higiénicos recolectados, pues son los que mayormente pueden estar contaminados por COVID-19. Para esta fase, es decir, la disposición final de los residuos, el resto de municipios informó que se transfirieron a diferentes rellenos sanitarios;¹⁷ sin embargo, sólo una administración municipal tomó las precauciones de aislar los residuos potencialmente contaminados para evitar una propagación mayor en su población.

En este mismo municipio se implementó una política de resguardo con perspectiva de género, ya que tanto las mujeres con hijos menores de cinco años como las embarazadas se resguardaron; es un dato relevante ya que, por lo regular, en las familias mexicanas, las mujeres siguen asumiendo en mayor medida las responsabilidades del cuidado de los hijos; además, los espacios de formación y recreación de infantes se encontraban cerrados.

Para evitar la propagación del virus y prevenir mayores contagios, a las personas recolectoras de RSU se les recomendó no separar ni reciclar los desechos; ambas actividades son relevantes de su labor cotidiana, ya que, para quienes están contratados por los distintos municipios es un ingreso complementario, y, para quienes laboran como voluntarios, es su único ingreso; no obstante, a pesar de que fue una indicación establecida en la Cartilla y fue una instrucción en varios municipios, la observación participante en el acompañamiento de algunas rutas de recolección permitió corroborar que dicha separación se siguió realizando de manera cotidiana, aun en el periodo de mayores contagios.

Otro aspecto importante observado es que ninguna administración municipal se percató que los recolectores informales coadyuvaron notablemente a evitar contagios; ellos, por circunstancias históricas, han realizado este trabajo en las diferentes colonias de los municipios sin reconocimiento legal de ninguna autoridad; su labor complementa el

¹⁷ Aunque no se dispusieron en una celda espacial como lo realizó Nezahualcóyotl, el resto de municipios mandó los RSU recolectados a rellenos sanitarios regulados normativa y ambientalmente: Ecatepec dispuso sus RSU en el sitio de disposición final de Santa María Chiconautla, Nezahualcóyotl dispuso sus RSU en el sitio de disposición final Neza II, Naucalpan dispuso sus residuos en el sitio de disposición final Terna del Golfo, Tlalnepantla hizo lo conducente en el relleno sanitario municipal, en tanto que Toluca transfirió sus RSU en tres diferentes rellenos sanitarios (Mantenimiento y servicios ambientales S.A. de C.V., Vigue Relleno Sanitario S.A. de C.V. y Grupo Contadero S.A. de C.V.).

servicio municipal y, por lo mismo, resulta preocupante que las autoridades competentes no hayan generado alguna acción dirigida a estos actores colectivos, quienes, frente a una coyuntura crítica, se desempeñaron bajo condiciones laborales y de salud injustas.¹⁸

Ahora bien, estos aspectos son menores si se piensa en la cantidad de toneladas de RSU contaminados por COVID-19 y de EPP (caretas, cubrebocas, guantes) que están acumulados en los sitios de transferencia, rellenos sanitarios y/o tiraderos a cielo abierto, los cuales no recibieron un tratamiento especial por parte de las áreas recolectoras a nivel municipal y tampoco por los sitios de disposición final a donde se depositan. Y es que el tratamiento de los EPP ya no es rentable para el capital como lo es su saturación en el mercado.¹⁹

Conclusiones

A lo largo del presente artículo se ha argumentado que, en el periodo de mayor auge de la pandemia por COVID-19, el servicio de recolección de RSU tuvo una importancia singular para coadyuvar en la contención de contagios; se estipularon lineamientos de acción a fin de realizar una adecuada gestión integral de los desechos, incluidos los contaminados por el virus Sars-Cov2 recolectados por instancias municipales; no obstante, de lo observado y analizado, se puede concluir que las intervenciones públicas municipales no fueron lo más atinadas, integrales ni estratégicas para colaborar en la reducción de contagios a niveles comunitario y laboral.

Frente a las recomendaciones realizadas por la SEMARNAT para recolectar los RSU ante un contexto pandémico, las autoridades municipales actuaron de diferentes maneras; algunas administraciones trataron de apearse a las recomendaciones de la instancia federal plasmada en su Cartilla, en tanto que otras, como Ecatepec de Morelos, no aportó información que permitiera conocer y realizar el ejercicio de análisis comparado de sus acciones, lo cual da pauta a preguntarse si esta ausencia de acciones contundentes en torno a la recolección de RSU durante el periodo más fuerte de COVID-19 fue un elemento que propició más contagios en dicha demarcación y que ha ocasionado que sea el municipio con mayores contagios a nivel estatal.

¹⁸ Al realizar pláticas con personas recolectoras informales, sobresalen los temas de la falta de apoyo gubernamental para realizar su actividad (relacionados con los gastos directos, como combustible, mantenimientos de sus vehículos, pago de sitios de transferencia, entre otros), así como la ausencia de mecanismos de acceso a servicios de salud (tanto para quienes trabajan de manera directa en esta actividad como para sus familias inmediatas).

¹⁹ Las cantidad de toneladas recolectadas por las administraciones municipales bajo estudio son importantes en función de que una parte fue de residuos contaminados por el virus Sars-Cov2 y de EPP, los cuales se encuentran estancados en los sitios de disposición final; pongamos por ejemplo las casi 7 mil toneladas de RSU recolectadas por mes que reporta la administración municipal de Ecatepec o bien las 1,100 toneladas recolectadas por mes reportadas por la administración municipal de Nezahualcoyotl (datos recuperados de las respuestas a solicitudes de información arriba mencionadas).

Ante las toneladas de RSU recolectadas por las áreas locales de limpia y recolección, sólo la administración municipal de Nezahualcóyotl tomó las previsiones necesarias para aislar los desechos higiénicos; esto es muy relevante debido a que una cantidad importante de personas enfrentó su contagio en sus respectivos domicilios generando desperdicios higiénicos contaminados por el Sars-Cov2, los cuales fueron recolectados por las áreas municipales y depositados con otros RSU que, en no pocos casos y bajo el principio de la economía circular, fueron reciclados para volver a integrarlos a la cadena productiva de bienes.

La observación participante en campo permitió advertir que los recolectores municipales informales siguieron fuera del radar de intervención y apoyo de las instancias municipales formales, aun cuando estuvieron laborando en la recolección de RSU en las diferentes colonias y, por ende, se expusieron a contagios personales y familiares.

Por último, es necesario enunciar, como una línea de trabajo para futuras investigaciones, que se muestra un déficit en cuanto al tratamiento de los RSU contaminados y las toneladas de EPP recolectados y depositados en los sitios de transferencia, rellenos sanitarios y/o tiraderos a cielo abierto, los cuales, en un contexto tan dinámico y flexible como el que se vive actualmente en los espacios de disposición final en México, podrían volverse un riesgo socioambiental a corto plazo.

Referencias

- Cámara de Diputados. (25 de 07 de 2021). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. Obtenido de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_180121.pdf
- Cámara de Diputados. (20 de 01 de 2022). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/cpeum.htm>
- Castillo, H. (1983). *La sociedad de la basura. Caciquismo urbano en la ciudad de México*. México: IIS-UNAM.
- Cena, R., & Dettano, A. (2020). *Políticas sociales y emociones en el marco del COVID-19: sobre viejos "nuevos" debates e intersticios*. Argentina: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales.
- CEPAL-OPS. (2021). *La prolongación de la crisis sanitaria y su impacto en la salud, la economía y el desarrollo social*. Santiago: CEPAL-OPS.
- Chávez, L. A., Hernández, A., & Aguilar, J. A. (2020). Confinamiento y finanzas públicas en México: un debate necesario. *El Cotidiano. Revista de la realidad mexicana actual*, 111-118.
- Davis, D. (2003). Las ciudades como sujetos: algunas reflexiones metodológicas sobre los acercamientos urbanos al desarrollo nacional. En A. Cisneros, M. T. Esquivel, & M. C. Huarte, *Cómo mirar la ciudad. Perspectivas y métodos en la investigación urbana*. (págs. 161-206). México: UAM.
- De Sena, A., Cena, R., & Dettano, A. (2021). Editorial Dossier. Intervenciones estatales y COVID-19. *Revista Temas Sociológicos*, 15-26.
- Delgado Ramos, G. C. (2020). COVID-19 y las rutas de transformación urbana en México. *El Cotidiano. Revista de la realidad mexicana actual*, 91-98.

- Enríquez, A., & Sáenz, C. (2021). *Primeras lecciones y desafíos de la pandemia de COVID-19 para los países del SICA*. Santiago: CEPAL.
- Gobierno de México. (02 de 02 de 2022). *Ante el G-20 México exige evitar el acaparamiento mundial de la vacuna contra el Covid*. Obtenido de <https://www.gob.mx/insabi/articulos/ante-el-g-20-mexico-exige-evitar-el-acaparamiento-mundial-de-la-vacuna-contra-el-covid>
- Gobierno de México. (02 de 02 de 2022). *México llama al Consejo de Seguridad de la ONU a garantizar el acceso a vacunas contra COVID-19*. Obtenido de <https://www.gob.mx/sre/prensa/mexico-llama-al-consejo-de-seguridad-de-la-onu-a-garantizar-el-acceso-a-vacunas-contra-covid-19?idiom=es>
- Gobierno del Estado de México. (11 de 10 de 2021). *Portal sobre covid-19/Estado de México*. Obtenido de <http://edomex.gob.mx/covid-19>
- INEGI. (3 de 10 de 2021). *Panorama sociodemográfico de México*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/tableros/panorama/>
- Junta de Andalucía. (27 de 07 de 2021). *Directrices para el manejo de residuos en el hogar. Acciones frente al covid-19*. Obtenido de http://static.malaga.es/malaga/subidas/archivos/7/8/arc_338787.pdf
- King, G., Keohane, R., & Verba, S. (2012). *El diseño de la investigación social. La inferencia científica en los estudios cualitativos*. Madrid: Alianza Editorial.
- Lohmann, L. (2017). *Trabajo, desechos y clima: el delirio por el relleno sanitario*. En M. F. Solíz, *Ecología política de la basura. Pensando los residuos desde el sur* (págs. 141-157). Quito: Ediciones Abya-Ayala & Instituto de Estudios Ecologistas del Tercer Mundo.
- Marengo, J., & Ortiz, R. (27 de 07 de 2021). *¿Cómo protegemos del COVID 19 a quienes mantienen nuestras ciudades limpias?* Obtenido de <https://www.iadb.org/es/mejorandovidas/como-protegemos-del-covid-19-quienes-mantienen-nuestras-ciudades-limpias>
- Martí i Puig, S., & Alcantara, M. (2021). *América Latina y Covid-19: democracias fatigadas en tiempos de pandemia*. *Revista Mexicana de Sociología*, 11-37.
- Montes de Oca, V., Alonso, M., Montero-López, M., & Vivaldo-Martínez, M. (2021). *Sociodemografía de la desigualdad por Covid-19 en México*. *Revista Mexicana de Sociología*, 67-91.
- New England Journal of Medicine*. (17 de 03 de 2020). *Estabilidad de aerosol y superficie del SARS-CoV-2 en comparación con el SARS-CoV-1*. Obtenido de <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMc2004973>
- Ochoa, J. d. (2017). *Ilustración del daño socioambiental generado por el basurero de Milpillars, Tetluma, y el proceso de organización de los pueblos circunvecinos para lograr su clausura*. En M. F. Solíz, *Ecología Política de la basura. Pensando los residuos desde el Sur* (págs. 245-267). Quito: Ediciones Abya-Ayala & Instituto de Estudios Ecologistas del Tercer Mundo.
- Ramos, J. M. (2007). *Gobiernos locales en México: Hacia una agenda de gestión estratégica de desarrollo*. México: Miguel Ángel Porrúa.
- Rodríguez, L. (2011). *El método comparado y la teoría de los sistemas complejos. Hacia la apertura de un diálogo interdisciplinario entre la Ciencia Política y las Ciencias de la Complejidad*. *Reflexión Política*, 78-92.
- Scribano, A. (2020). *La guerra de las curvas: pandemia, sensibilidades y estructuración social*. *Simbiótica*, 53-68.
- Secretaría de Salud. (03 de 10 de 2021). *Boletín Epidemiológico Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Sistema Único de Información*. Obtenido de <https://www.gob.mx/salud/documentos/boletinepidemiologico-sistema-nacional-de-vigilancia-epidemiologica-sistema-unico-de-informacion-261547>
- SEMARNAT. (05 de 2020). *Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos*. Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>
- SEMARNAT. (17 de 05 de 2021). *Cartilla de Mejores Prácticas para la Prevención del covid-19 en el Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos*. Obtenido de <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/cartilla-para-mejores-practicas-para-la-prevencion-del-covid-19-en-el-manejo-de-residuos-solidos-urbanos?state=published>

- Solíz, M. F. (2014). Ecología política y geografía crítica de la basura en el Ecuador: determinación social y conflictos distributivos. *Ecología política. Cuadernos de debate internacional*, 56-61.
- Solíz, M. F. (2017). ¿Por qué un Ecologismo Popular de la basura? En M. F. Solíz, *Ecología Política de la basura. Pensando los residuos desde el sur* (págs. 21-52). Quito: Ediciones Abya-Yala & Instituto de Estudios Ecologistas del Tercer Mundo.
- Tonon, G. (2011). La utilización del método comparativo en estudios cualitativos en Ciencia Política y Ciencias Sociales. *Kairos. Revista de temas sociales*, 1-11.

La planificación local y su enfoque de gestión de riesgos en el Ecuador a partir del terremoto de 2016

Local planning and its risk management approach in Ecuador after the 2016 earthquake

Jonathan Javier Menoscal-Cevallos*
Marco Antonio Córdova-Montufar*

Recibido: enero 13 de 2021.

Aceptado: noviembre 24 de 2021.

Resumen

En abril de 2016, Ecuador fue afectado por un terremoto de magnitud 7.8° en la escala de Richter. A más de las cuantiosas pérdidas humanas y económicas, el terremoto hizo visibles falencias en los procesos de planificación y gestión de riesgos locales. Este estudio explora el cambio de paradigma o su ausencia en la planificación municipal relacionada con la reducción del riesgo de desastres. La investigación se basa en el análisis comparado de los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de los cantones de Manta en Manabí y Muisne en Esmeraldas, los cuales se actualizaron haciendo énfasis en la gestión integral de riesgos. Los resultados muestran que, más allá de la obligatoriedad por incorporar en la planificación un enfoque de gestión integral del riesgo en los casos analizados, estos objetivos no se cumplieron, sino, por el contrario, se evidencia un sentido utilitarista enfocado a la obtención de recursos.

Palabras clave: planificación, ordenamiento territorial, gestión integral del riesgo.

Abstract

In April 2016, Ecuador was affected by an earthquake of magnitude 7.8 ° on the Richter scale, disturbing with greater intensity the provinces of Manabí and Esmeraldas. In addition to the vast human and economic losses, the earthquake made visible deficiencies in local risk planning and management processes. This study explores, from comparative analysis, the paradigm shift, or its absence, in municipal planning related to disaster risk reduction from the earthquake. This research-based on the comparative analysis of the Development and Territorial Plans of Manta in Manabí and Muisne in Esmeraldas, had to update with emphasis on comprehensive risk management. The research results show that beyond the obligation to incorporate a comprehensive risk management approach into planning, in the cases analyzed these objectives were not met, evidencing, on the contrary, a utilitarian sense focused on obtaining resources.

Keywords: Planning, land management, risk management.

*FLACSO, Ecuador. Correos electrónicos: jojmenoscalfl@flacso.edu.ec, mcordova@flacso.edu.ec

Introducción

Cada año, más de 200 millones de personas son afectadas por eventos naturales, los cuales incrementan su magnitud debido a la construcción social y acumulativa de distintos tipos de vulnerabilidad (Carrión y Jiménez, 2017: 359). Por esta razón, el número de personas expuestas a riesgos de desastres en todo el mundo se duplicará al 2050 (ONU Hábitat III, 2015: 3). Ecuador se encuentra expuesto a diversas amenazas naturales que afectan a su población; sin embargo, muchas de éstas se tienden a antropizar en el medio urbano creando así nuevas vulnerabilidades. La expansión urbana en zonas amenazadas es una de las actividades antrópicas que impacta con mayor intensidad el medio urbano (Benítez *et al.*, 2012: 149-150) generando un mayor riesgo de desastres.

La discusión mundial sobre los desastres se ha ampliado durante los últimos 30 años, desde un enfoque de los estudios biofísicos a una “visión sistémica más compleja” (Calderón y Frey, 2017: 249), que reconoce la interacción de factores socio naturales, así como distintas escalas territoriales, visibilizando que los desastres no sólo ocurren y que su impacto no es igual en toda la población (Christie, Cooke y Gottsmann, 2015: 1). La concepción del desastre natural deja de ser útil frente al paradigma impulsado desde las ciencias sociales que enmarca a los riesgos como una construcción social, materializándolo como el resultado del “impacto potencial de diversas amenazas en una sociedad vulnerable y expuesta” (Alcántara-Ayala *et al.*, 2019: 3), condicionado por percepciones, necesidades, demandas, prácticas y decisiones de la sociedad (Oliver-Smith, Alcántara-Ayala, Burton y Lavell, 2017: 469). En este sentido, surge la perspectiva de la Gestión Integral del Riesgo (GIR), la cual abarca formas de intervención que van desde la formulación e implementación de políticas y estrategias hasta la ejecución de acciones e instrumentos concretos de reducción y control del riesgo e incremento de la resiliencia (Narváez, Lavell, y Pérez, 2009: 34).

A pesar de estos cambios, en Ecuador, la gestión de riesgos se ha concentrado en la respuesta a emergencias en términos de las afectaciones económicas y sociales de un modo técnico u operacional (Rebotier, 2016: 31). No obstante, por el impacto de eventos cada vez más recurrentes, se observa que en la última década las entidades estatales han incorporado la planificación como un instrumento para mitigar estos fenómenos y reducir las vulnerabilidades socio territoriales. Por ello, la presente investigación plantea incorporar el concepto de planificación al debate de los riesgos, con el objeto de visualizar en qué medida se ha configurado como un instrumento efectivo para entender la gestión de riesgos desde una dimensión integral. Para esto, nos centraremos en dos casos específicos: los cantones Manta y Muisne, afectados por el terremoto ocurrido el 16 de abril de 2016.

La Constitución del Ecuador de 2008 reconoce a la gestión de riesgos como un mandato vinculante de los poderes públicos; una política de Estado enmarcada en las estrategias y objetivos de desarrollo nacional (Rebotier, 2016: 45-46). A su vez, establece que los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, es decir, implica

la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. En su artículo 241 señala que “la planificación garantizará el ordenamiento territorial y será obligatoria en todos los gobiernos autónomos descentralizados”. Por otra parte, define a la planificación como “el instrumento del Estado para impulsar un nuevo modelo de desarrollo y cambio social”, donde se incorpora a la naturaleza y sus derechos como actor principal del desarrollo.

Bajo estos preceptos constitucionales, en Ecuador se han diseñado distintos instrumentos de ordenamiento del territorio, descentralización y planificación por competencias; base para la elaboración de los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) que, por obligatoriedad, deben elaborar o actualizar los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) en todos sus niveles, ya sea al inicio de cada gestión o por un evento especial, como fue el caso del terremoto. Se prevé que estos planes incluyan un componente estructurante que contiene, para los casos municipales, una adecuada gestión y ocupación del suelo; elemento clave para reducir el riesgo.

Este artículo busca una aproximación cualitativa de la inclusión de la GIR en los PDOT de Manta y Muisne, con el propósito de indagar si este enfoque responde a una realidad territorial específica y si las propuestas de los instrumentos de planificación han sido coherentes con la nueva concepción de gestión del riesgo; para ello, nos preguntamos ¿de qué manera influyó el terremoto del 16 de abril de 2016 en Ecuador en la actualización de instrumentos de planificación municipales y su enfoque en la gestión integral del riesgo de desastres? Se plantea como hipótesis que, si bien existió un cambio normativo e institucional complejo, la actualización de estos instrumentos responden únicamente a la obligatoriedad que tienen los GAD en elaborar o actualizar un PDOT sin realizar cambios de fondo que incorporen a la gestión de riesgos en ellos.

Aproximaciones teóricas: La gestión integral del riesgo de desastres, un elemento clave de la planificación y del desarrollo

Los enfoques tradicionales del urbanismo son insuficientes para resolver los problemas de las ciudades en la actualidad, ante lo cual, se hace necesario generar instrumentos que reestructuren los tejidos físicos, económicos y sociales de las aglomeraciones urbanas, en concordancia con el cumplimiento de políticas, metas u objetivos establecidos de forma local, regional o nacional (Fernández, 1997). Surge así, una visión estratégica de la planificación concebida como “una forma sistemática de manejar el cambio y de crear el mejor futuro posible para una ciudad [siendo a su vez] un proceso creativo que sienta las bases de una actuación integrada a largo plazo” (Fernández, 1997: 54). En esta noción se inscribe el Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas (COPFP) (2010) del Ecuador, en cuyo Artículo 41 se definen a los PDOT como:

Instrumentos de planificación que contienen las directrices de los GAD respecto de las decisiones estratégicas de desarrollo y que permiten la gestión concertada y articulada del territorio que tienen por objeto ordenar, compatibilizar y armonizar las decisiones estratégicas de desarrollo respecto de los asentamientos humanos, las actividades económico-productivas y el manejo de los recursos naturales en función de las cualidades territoriales, a través de la definición de lineamientos para la materialización del modelo territorial deseado, establecidos por el nivel de gobierno respectivo (COPFP, 2010).

De esta manera, planificar el desarrollo de un territorio no se limita a lo físico, sino a la planificación de los procesos que lo afectan Chiarella (2010). La planificación, por lo tanto, es un ejercicio prospectivo cuyos objetivos se enfocan en construir un modelo de largo plazo, bajo una visión integral de la realidad territorial. Esta lectura estratégica del territorio implica la caracterización de las ventajas competitivas y de las debilidades de sus elementos constitutivos (Fernández, 1997).

Desde esta perspectiva, es importante entender el riesgo de desastres como un problema de desarrollo, es decir, como consecuencia de las contradicciones implícitas entre los modelos de crecimiento y planificación respecto a las realidades sociales, económicas, ambientales, etc., de un determinado territorio. Situar a la gestión de riesgos en el contexto del desarrollo permite entender las razones por las que estos modelos han fallado; por ejemplo, en términos de la concentración de personas y actividades en zonas amenazadas y expuestas, y de la falta de coherencia de los sistemas de planificación y rápida urbanización, que incrementa el riesgo de la sociedad a sufrir los impactos de un desastre (Fraser, Pelling y Solecki, 2016: 28).

En esta investigación se asume que el desastre es “una interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad que ocasiona gran cantidad de muertes al igual que pérdidas e impactos materiales, económicos y ambientales que exceden la capacidad (de respuesta) de la comunidad o sociedad afectada” (UNISDR, 2009: 33-34). De ahí que el riesgo de desastres se relaciona con los procesos de desarrollo de las ciudades, así como con el uso, ordenamiento y planificación del suelo que éstas ocupan de manera formal e informal (Orozco y Sanandres, 2013: 424), cuyos factores incrementan las vulnerabilidades mediante la combinación de la exposición a una amenaza y la susceptibilidad a sus impactos, generada mayormente por condiciones y estructuras sociales (Few, Armijos y Barclay, 2017: 73).

Uno de los principales problemas en la gestión del riesgo ha sido que la prevención y mitigación se encuentran relegadas frente a actividades de respuesta ante emergencias (Cardona, 2008: 5). Sin embargo, en los últimos años se ha posicionado un enfoque de reducción del riesgo de desastres de carácter preventivo, que ha incorporado debates sobre cómo pueden afectar las decisiones de desarrollo, exposición y vulnerabilidad en el incremento de riesgos futuros, y cómo se pueden tomar medidas para reducir pérdidas y construir resiliencia (ONU Hábitat III, 2015: 3).

En esta lógica, se ha consolidado una nueva concepción del riesgo basada sobre procesos de prevención y mitigación, es decir, una gestión integral del riesgo (GIR) (Narváez, Lavell, y Pérez, 2009: 33). La GIR más que un producto es un proceso complejo y sistemático (Alcántara-Ayala *et al.*, 2019; Lavell, 2003), el cual involucra la formulación de políticas y estrategias, así como la implementación de acciones e instrumentos de reducción y control del riesgo e incremento de la resiliencia (Narváez, Lavell y Pérez, 2009: 34). En este sentido, la planificación y el ordenamiento territorial se insertan en el debate de la GIR como instrumentos que pueden ayudar a mitigar las vulnerabilidades y a reducir el riesgo, bajo principios y prácticas de participación ciudadana (Alcántara-Ayala *et al.*, 2019: 12).

Una buena planificación y ordenamiento del territorio mitiga los riesgos existentes y coadyuva a que no se generen riesgos futuros; muchos de los cuales son impulsados por los propios gobiernos en los distintos niveles. En el caso ecuatoriano, por ejemplo, el Estado ha invertido recursos en la construcción de infraestructura primaria en zonas de riesgo alto, donde la edificación de equipamiento debería estar prohibida (Cajas, 2012: 68). En ese sentido, la comprensión local y social de los riesgos y una planificación adecuada es fundamental para que no se reproduzcan los patrones de inseguridad, exclusión y vulnerabilidad (Carrión y Jiménez, 2017: 363), así como para comprender las relaciones de poder complejas entre los tomadores de decisión y las comunidades (Christie, Cooke y Gottsmann, 2015: 1).

Metodología

Se plantea un diseño metodológico comparativo de carácter cualitativo y técnicas de levantamiento de información basadas en análisis documental. En un primer momento, se realizó la revisión de instrumentos normativos nacionales y locales relacionados con la planificación y la gestión del riesgo, generados a partir de la Constitución de 2008, muchos de ellos modificados debido al terremoto de 2016, los cuales se enlistan a continuación. Para el análisis del objeto de estudio, se sistematizaron los lineamientos metodológicos y contenidos de los PDOT con el objeto de observar las condiciones de planificación.

- Constitución, 2008
- Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, 2010
- Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas, 2010
- Guía metodológica para la elaboración de Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, 2015
- Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial.
- Lineamientos para fortalecer la gestión del riesgo de desastres en los PDOT, 2016
- Resoluciones del Consejo Nacional de Competencias, 2016
- Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo, 2016

En un segundo momento, se analizan los efectos causados por el terremoto, no sólo en el contexto físico y de pérdidas humanas y económicas, sino como el detonante de cambio en los enfoques que se consideran en la planificación para la gestión integral de riesgos. De este análisis surgen las consideraciones para seleccionar a los casos de estudio.

Del universo de casos, los GAD de las provincias de Esmeraldas, Manabí y Santo Domingo de los Tsachilas, principales afectadas por el terremoto, se optó por seleccionar dos casos representativos, similares en sus requerimientos y en el impacto negativo del terremoto, pero distintos en su tamaño y capacidades institucionales; a saber: Manta en la provincia de Manabí y Muisne en la provincia de Esmeraldas (ver figura 1).

Mediante el análisis comparativo se caracterizó la trayectoria de las políticas e instrumentos de planificación de ambos cantones antes y después del terremoto, con el objeto de visibilizar si existieron cambios de fondo en sus instrumentos de planificación respecto a la transversalización de la variable del riesgo.

La ventaja del método comparado por sobre otras estrategias radica en que permite comprender y explicar las hipótesis formuladas mediante el control de las variables involucradas. De esta manera, la utilización de un análisis comparado coadyuva a una mejor estructuración entre la fundamentación teórica y el desarrollo empírico de la investigación (Sartori, 1999; Peters, 2013).

Resultados

El proceso de planificación local en el contexto nacional. Ordenamiento territorial y gestión de riesgos

El modo de planificar y gestionar el territorio en el Ecuador presenta un giro a partir de la Constitución de 2008, en la cual la planificación se convierte en “el eje fundamental y obligatorio para el cumplimiento de las competencias exclusivas y concurrentes, que tienen a su cargo los GAD municipales, donde el ordenamiento territorial articulado a la planificación del desarrollo coadyuva a la disminución de las inequidades, desequilibrios socio territoriales y mejorar la cobertura de los servicios básicos” (Maldonado, 2013: 61). De esta manera, la noción de planificación que se deriva de la Constitución 2008 se define como “el instrumento del Estado para impulsar un nuevo modelo de desarrollo y el cambio social”, incorporando a la naturaleza y sus derechos como otro actor principal del desarrollo (Vázquez *et al.*, 2013: 141-142).

Los riesgos en Ecuador, de acuerdo con los artículos 389 y 390 de la Constitución, se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, es decir, “implica la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico” (Eraso y Kallenberger, 2017: 55). Si bien, según el Art. 261 de la Constitución, el Estado central tiene la competencia, entre otras, de la planificación nacional y del manejo de desastres, no obstante, en el Art. 264 se establece como competencia de los gobiernos municipales

“planificar el desarrollo cantonal y fomentar los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural” (República del Ecuador, 2008).

En función de ello, se elaboraron dos Códigos que especifican las competencias que tendrán los gobiernos locales para gestionar sus territorios con un enfoque de gestión de riesgos transversal. Estos instrumentos son el *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización* (COOTAD) y el *Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas* (COPFP). El primero señala que “los municipios son responsables por la gestión de riesgos, que incluyen las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten el cantón, bajo criterios de concurrencia y articulación con las políticas nacionales” (Eraso y Kallenberger, 2017: 56).

El Art. 55 del COOTAD determina como competencia de los GAD municipales “planificar el desarrollo cantonal y formular los correspondientes PDOT, con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural”. Estos PDOT se deben articular al Plan Nacional de Desarrollo y gestionar sus competencias de manera complementaria para hacer efectivos los derechos de la ciudadanía y el régimen del buen vivir, contribuyendo así al mejoramiento de los impactos de las políticas públicas promovidas por el Estado ecuatoriano (Registro Oficial, 2010).

El nuevo paradigma que se intentó institucionalizar en el Ecuador implica una planificación que “parte de lo local hacia lo regional y nacional, teniendo en cuenta los principios de coordinación y articulación para lograr coherencia entre los PDOT de todos los niveles de gobierno” (Vázquez *et al.*, 2013: 146). No obstante, la poca articulación entre el COOTAD, el COPFP y otros marcos normativos ha generado que por falta de una adecuada planificación se formen ciudades dispersas, informales, inequitativas y en riesgo, motivo por el cual, con la entrada en vigencia de la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo (LOOTUGS) 2016, se intenta corregir estos errores, como se verá más adelante (Registro Oficial, 2016).

La Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) (actualmente Secretaría Nacional de Planificación), en conjunto con otras instituciones y actores con injerencia territorial, han elaborado guías metodológicas que han evolucionado con cada proceso de construcción y actualización de PDOT. En el marco temporal de esta investigación, la guía que estaba en vigencia data de 2015.

Según la Guía Metodológica para la elaboración de los PDOT (SENPLADES. (2015), con base en lo establecido en el COPFP Art. 42 y la Norma Técnica de los Instrumentos de Planificación Participativa, los PDOT deberán tener tres apartados claramente identificados y relacionados entre sí:

- Diagnóstico: análisis del territorio por componentes que permite definir problemas y potencialidades en cada uno. Incluye un análisis estratégico territorial y el modelo territorial actual.
- Propuesta: construcción de la visión y objetivos de desarrollo vinculados al resultado del diagnóstico, con sus respectivas metas e indicadores. Dependiendo del nivel de gobierno, se definen categorías de ordenamiento territorial y políticas públicas del nivel local.
- Modelo de Gestión: define los mecanismos que permitirán alcanzar lo planteado en la propuesta, como: Estrategias de articulación, listado de programas y proyectos, agenda regulatoria, participación ciudadana, seguimiento y evaluación del PDOT.

Con esta metodología, se pretendía que cada GAD identifique los problemas y las potencialidades de sus territorios (modelo territorial actual) y se planteen objetivos plausibles de desarrollo, con propuestas de proyectos y planes que permitan minimizar los problemas y maximizar las potencialidades territoriales encontradas (modelo territorial deseado). De esta manera, “los planes cantonales están llamados a asumir un rol trascendental en el ordenamiento del conjunto del territorio ecuatoriano en materia de uso y ocupación del suelo” (Pauta, 2019: 40).

El terremoto del 2016 como detonante del cambio (o ausencia de éste)

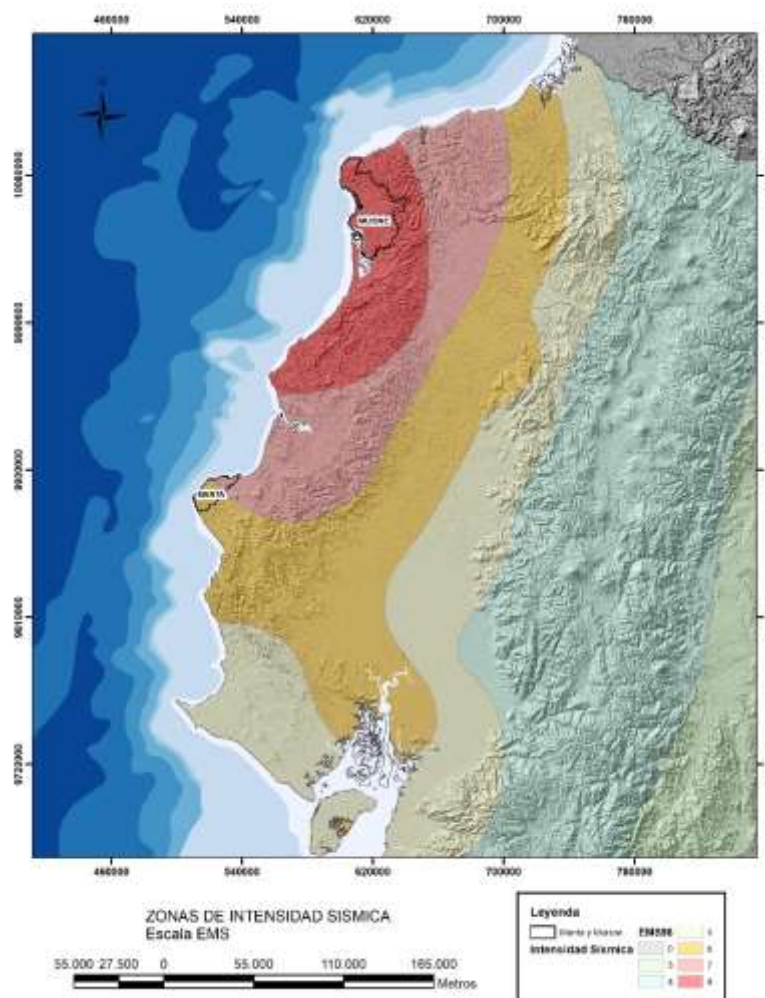
El 16 de abril de 2016 ocurrió un terremoto de magnitud 7.8 grados Richter en la costa norte del Ecuador, el cual afectó con mayor intensidad a las provincias de Manabí y Esmeraldas (ver figura 1). Por la elevada magnitud del evento, las autoridades activaron el Comité de Operaciones de Emergencia (COE) Nacional y declararon en emergencia las zonas afectadas. Así, llegaron más de 20,000 voluntarios; entre ellos, rescatistas nacionales e internacionales, militares, bomberos, doctores e ingenieros (SNGR, 2016: 2-7).

Como efectos del terremoto, la dotación de servicios básicos se interrumpió y se evidenciaron daños considerables en infraestructura como viviendas, red vial, centros de salud, educación, medios productivos, entre otros. Un mes después del terremoto, según cifras oficiales, hubo 661 personas fallecidas, 6,274 heridos y afectados, y 28,678 personas reubicadas en albergues (SNGR, 2016: 1). A más de ello, el restablecimiento de dotación de servicios a un mes del evento no se normalizaba, comprometiendo la posibilidad de resiliencia de las poblaciones afectadas. Por lo general, los sismos en Ecuador son recurrentes. En la zona de subducción donde se suscitó este evento, un terremoto con magnitud similar ocurrió en 1942 y se registran eventos con intensidad moderada que ocurren varias veces al año, por lo que la zona del litoral ecuatoriana se encuentra en constante amenaza sísmica y de tsunamis (Yen *et al.*, 2016: 9). Así, “el periodo de recurrencia para un sismo de gran magnitud (en la zona) sería de (aproximadamente) 74 años, lo que indicaría que matemáticamente volvería a ocurrir en el año 2090” (Moncayo *et al.*, 2017: 15).

En tal razón, considerando el alto nivel de amenaza del país y específicamente de los casos de estudio (como se muestra en la figura 1), el debate sobre una planificación con enfoque prospectivo se posicionó en el debate de la gestión del riesgo post terremoto. En ese contexto, mediante la Resolución número 002-2016-CNP del 02 de junio de 2016 del Consejo Nacional de Planificación se promulgó que,

como consecuencia de los efectos adversos ocasionados en el litoral ecuatoriano, provocado por el evento sísmico del 16 de abril de 2016, los GAD municipales y parroquiales rurales de Muisne en Esmeraldas; [...] Manta [...] en Manabí [...] deberán actualizar sus respectivos PDOT, mejorando los contenidos y propuestas en su planificación, con especial énfasis en la gestión integral de riesgos, según lo establecido en los Lineamientos para la Elaboración de los PDOT de los GAD emitidos por la Senplades (CNP, 2016).

Figura 1. Zonas de Intensidad Sísmica, donde se delimitan los casos de estudio: Manta y Muisne



Fuente: SENPLADES (2016), SGR (2016). Elaboración propia.

Hay que resaltar que los PDOT vigentes al momento del terremoto, tenían apenas un año de vigencia. Como único instrumento complementario a las guías PDOT existentes hasta ese momento, SENPLADES elaboró junto a otras instituciones como la Secretaría de Gestión de Riesgos, la Asociación de Municipalidades y Cooperación Internacional, un documento de trabajo denominado “Lineamientos para fortalecer la Gestión del Riesgo de Desastres en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial”, dirigido a los GAD, para formular o actualizar de forma técnica y participativa sus PDOT, incorporando criterios relacionados con la gestión de riesgos en sus territorios y la coordinación con otros actores (SENPLADES, 2016: 2).

Este documento se divide en dos secciones. En la primera se definen conceptos relacionados con la gestión del riesgo y sus etapas (SENPLADES, 2016: 3-6), caracterizado como un proceso de planificación pre y post desastre, destacando la corresponsabilidad que tiene la sociedad y la participación entre los distintos actores para la reducción y el control del riesgo de desastres, a través de la apropiación y el conocimiento del territorio (SENPLADES, 2016: 6). La segunda sección inicia con el cuestionamiento de ¿por qué es importante considerar la gestión del riesgo en los procesos de planificación y ordenamiento territorial?, haciendo énfasis en que la gestión del riesgo debe ser el eje transversal en la planificación (SENPLADES, 2016: 7).

En estos lineamientos se incluyen pasos para fortalecer la GIR en las distintas fases del PDOT. Para la del diagnóstico, se sugiere analizar y cuantificar las amenazas existentes delimitando sus áreas de influencia, así como una aproximación clasificada de distintos tipos de vulnerabilidad. Con los datos de amenaza y vulnerabilidad, se puede valorar una aproximación al riesgo, su magnitud y las posibles afectaciones de un desastre. Para la fase de propuesta, se plantea generar estrategias territoriales enmarcadas a reducir el riesgo, en disminuir la vulnerabilidad y la exposición ante amenazas. Para la fase del modelo de gestión, se plantea la definición de estrategias de articulación y una agenda regulatoria que permita fortalecer la participación ciudadana en las decisiones territoriales para la reducción del riesgo de desastres (SENPLADES, 2016: 7-19). Estos criterios se analizan a continuación en los instrumentos de planificación de los casos de estudio.

Calibración de los instrumentos de planificación local pre y post terremoto

Cantón Manta

En el PDOT de Manta 2014-2019, se identifican las amenazas del cantón y se puntualiza que son imposibles de evitar debido a su origen, pero que son posibles de mitigar. Los datos de la amenaza presentan una escala superior a la cantonal, por lo cual, una microzonificación para conocer las zonas de la ciudad más vulnerables no se presenta. A su vez, desde un inicio se identifica que la gestión del riesgo es un problema para la planificación de la ciudad.

Para ello, se establecen objetivos, políticas y programas enfocados en elaborar y actualizar ordenanzas, códigos de construcción, fortalecer mecanismos de control y vigilancia de ocupación ilegal, identificar y reducir conflictos de uso de suelo, reubicar familias en zona de riesgo, entre otras. Sin embargo, ninguna de estas propuestas cuenta con indicadores que permitan monitorear y evaluar la efectividad de las medidas propuestas; este error se repite en la actualización del plan.

La actualización del PDOT realiza un acercamiento a las amenazas, no obstante, la calidad de la información por su escala, su fuente, así como la coherencia de los contenidos en el plan son de baja calidad. A su vez, el plan evidencia problemas de estructura y articulación de contenidos. En la fase de propuesta se mantiene lo expuesto en el plan anterior, adicionando únicamente la realización de varios estudios de microzonificación. La principal falla del plan es que no existen medidas específicas que respondan al desastre suscitado en 2016. Resulta contradictorio, por ejemplo, que en la actualidad el sector de Tarqui, el más afectado en edificaciones destruidas debido a sus características geológicas, no cuente con una planificación que prohíba edificar en el lugar y se esté poblando nuevamente, es decir, no se promueve un adecuado ordenamiento del territorio.

En el cuadro 1 se muestra una síntesis de las distintas fases de los instrumentos de planificación de Manta antes y después del terremoto; se enfatizan los componentes relacionados con la gestión del riesgo.

Cuadro 1. Instrumentación del PDOT Manta

Instrumento	Fase		
	Diagnóstico	Propuesta	Modelo de Gestión
Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Manta 2014-2019	Niveles altos o críticos ante sismos, inundaciones, tsunamis, deslizamientos, sequías y erosión.	Objetivo: Reducir la pobreza urbana, legalizar y ordenar asentamientos en zonas de riesgo.	No se establecen medidas de gestión.
	Debilidad institucional para promover e implementar la gestión de riesgos en la planificación.	Política: Propender a una calidad de vida segura, reduciendo y mitigando las vulnerabilidades y riesgos.	
Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial con especial énfasis en la gestión del riesgo Manta 2019	Análisis de amenazas del cantón a través de un barrio histórico de los principales eventos que afectaron la ciudad.	Potencialidad: plan de contingencias ante inundaciones y la elaboración de términos de referencia para la realización de un estudio de riesgos en la ciudad.	No se establecen medidas de gestión.
	Debilidad institucional en la incorporación de la gestión del riesgo. Personal poco capacitado para considerar la variable riesgos.	Estudios de: microzonificación sísmica; estudio de riesgos; elaboración del plan estratégico de gestión de riesgos. Se mantienen a su vez, las propuestas del plan anterior.	
	No existen evaluaciones de amenazas y vulnerabilidades en el cantón que promuevan la regularización los asentamientos humanos en zonas de alto riesgo.		

Fuente: GAD Manta (2014; 2016).

Cantón Muisne

En el PDOT de Muisne (2014) se realiza una caracterización de las amenazas del cantón desde el diagnóstico del componente biofísico. Se enfatiza que tanto la isla como los poblados con distancias entre 0 y 50 metros de los cauces de ríos o estuarios son susceptibles de inundación; por ello, se sugiere su relocalización urgente. Además, se resalta la alta vulnerabilidad en las parroquias de Chamanga y Quingue. Si bien en el plan existe un diagnóstico detallado, las propuestas planteadas no responden a los problemas existentes ni se presenta un modelo de gestión.

En la actualización del plan, el análisis de las amenazas, de la vulnerabilidad y del riesgo se amplía tomando como información la elaborada por la SGR y estudios del Instituto Espacial Ecuatoriano en 2014. Una diferencia importante con la actualización es la incorporación de acciones de mitigación a impulsar por la Unidad de Gestión de Riesgos del cantón, con el apoyo de organismos internacionales y del Gobierno de Japón. De los instrumentos analizados, es el único que cuenta con medidas de gestión de riesgos en su modelo de gestión.

Pese a las mejoras en el instrumento y el reconocimiento de la existencia de zonas amenazadas y vulnerables, en la actualidad existen programas de relocalización en zonas que en un inicio fueron declaradas en emergencia y que, tiempo después y contradiciendo lo anterior, fueron sugeridas por la SGR para su uso y ocupación de manera inapropiada, según estudios realizados por la academia (Toulkeridis *et al.*, 2017: 31). Esto evidencia la nula articulación entre el conocimiento científico y la planificación. En la síntesis presentada en el cuadro 2 se observa la incorporación de la gestión de riesgos en las distintas fases de los planes del cantón Muisne después del terremoto.

Cuadro 2. Instrumentación del PDOT Muisne

Instrumento	Fase		
	Diagnóstico	Propuesta	Modelo de Gestión
Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Muisne 2014	Alto riesgo sísmico, de oleajes, tsunamis, inundaciones, deslizamientos y varios factores antrópicos como el crecimiento desordenado en suelo sin regular.	Gestión de créditos para el aprovisionamiento de sistemas de agua potable, alcantarillado y relleno sanitario.	No se establecen medidas de gestión.
	Amenazas del sistema productivo frente al cambio climático.	Conformar una red cantonal con 9 comités para la prevención y reducción de riesgos.	
Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Muisne. Actualización 2017-2019	Análisis de amenazas, vulnerabilidades y riesgos.	Medidas de la Unidad de Gestión de Riesgos	"Asegurar el hábitat de la población mediante estrategias para reducir el riesgo a desastres" para lo que se plantea elaborar una agenda y un plan de gestión de riesgos, presupuestando para ello 2,500,000.00 dólares.
	Asentamientos humanos que incrementan vulnerabilidades.	Categorías de ordenamiento territorial para gestionar el suelo, evitar la informalidad e implementar políticas de relocalización.	

Fuente: GAD Muisne (2014; 2017).

Discusión

El terremoto del 2016 en Ecuador no sólo evidenció los vacíos institucionales de las políticas a niveles nacional y local, sino también la falta de una planificación integral y de largo plazo del territorio (Mejía y Álvarez, 2017: 270). Más allá de los cambios en el marco normativo, “los procesos de planificación en Ecuador han sido reactivos, de respuesta y emergentes según los problemas habituales de los municipios [...] este fenómeno ha hecho que los instrumentos de planificación sean supeditados a las políticas de turno [...] sin responder a las necesidades integrales presentes y futuras de los territorios” (Mejía y Álvarez, 2017: 273).

Si bien existen iniciativas desde sectores puntuales, como la academia, las cámaras, los hoteleros, entre otros, enfocados en comprender los cambios que se han suscitado en los cantones estudiados a partir del terremoto y en generar capacidades para gestionar de forma adecuada los riesgos, es evidente la poca articulación intersectorial y la inexistencia de lineamientos claros por parte de los gobiernos locales, lo cual ha mermado la consecución de los objetivos planteados (Arias y Azua, 2019: 390; Toulkeridis et al., 2017: 31; Villafuerte, 2018), como consecuencia de un modelo de desarrollo y planificación ineficiente en los dos cantones.

En la comparación de los PDOT pre y post terremoto de los dos cantones, se resaltan falencias técnicas y problemas de articulación de los componentes principales (ver cuadro 3). Estos planes, a pesar de tener tres de cuatro partes destinadas a diagnósticos en su contenido, no permiten visualizar los problemas y las potencialidades del territorio para el planteamiento de propuestas lógicas y coherentes ni su respectivo modelo de gestión. Es una tendencia en la mayoría de los PDOT post terremoto, en tanto se observa una desconexión entre el diagnóstico y la propuesta, así como la ausencia de un nivel normativo de los planes (Bernabent y Vivanco, 2019: 143).

El análisis documental de la instrumentación de los PDOT evidencia que “buena parte de los gobiernos locales carecen de medios técnicos adecuados y existen pocos profesionales capacitados para llevar a cabo la redacción de estos instrumentos, lo que unido a su obligada actualización tras cada proceso electoral multiplica las dificultades y está dando lugar a documentos en la mayoría de las ocasiones de escaso relieve técnico” (Bernabent y Vivanco, 2017: 194)

Ciertamente, los GAD afectados por el evento del 2016 no han tenido un desempeño protagónico en el proceso de planificación post terremoto ni en el desarrollo de políticas e instrumentos de gestión de riesgo con un enfoque integral que revierta sus condiciones de vulnerabilidad (Eraso y Kallenberger, 2017: 59). Frente a esto, el mayor reto de los gobiernos locales radica en “fortalecer el modelo de gestión del PDOT, partiendo del concepto integral de territorio, y que contenga mecanismos potentes de articulación y coherencia entre los niveles nacional y territorial” (Vázquez *et al.*, 2013: 160). Por el contrario, acciones aisladas o mal planificadas no son efectivas en la institucionalización permanente y positiva de la gestión integral del riesgo (Lavell, 2003: 31).

Cuadro 3. Comparación de la actualización de PDOT de Manta y Muisne

Cantón	Actualización del PDOT			Consideraciones de la actualización
	Diagnóstico	Propuesta	Modelo de Gestión	
Manta	Cambios menores	Incorpora proyectos enfocados en la microzonificación sísmica y otros elementos para estudiar las amenazas y generar planes de gestión de riesgo	No incluye un modelo de gestión	Incorporaciones insuficientes que se traducen en la re ocupación de sitios amenazados. Poca articulación con otros actores
Muisne	Incorporación de criterios de riesgo en el diagnóstico territorial	Cambios menores	Incorpora un modelo de gestión con agenda y presupuestos establecidos	Incorporaciones interesantes que sin embargo, no cumplen con los objetivos de la planificación y están desarticuladas a otros actores técnicos que han trabajado en la zona

Fuente: GAD Manta (2014; 2016); GAD Muisne (2014; 2017).

Los problemas identificados en los cantones de Manta y Muisne explican, en parte, por qué las guías propuestas por SENPLADES, tanto para la elaboración de los PDOT como para la incorporación de las variables de GIR, no necesariamente fueron aplicadas. Existe una confusión entre los distintos conceptos de riesgos y su alcance, lo cual determina que los PDOT actualizados no logren cumplir con sus objetivos propuestos. Puede argumentarse que los planes en los casos observados se diseñaron y actualizaron más por un sentido de obligatoriedad y no por la necesidad de generar instrumentos de planificación que aporten a un desarrollo sostenible y un ordenamiento coherente de los territorios.

La planificación a escala local no responde a las realidades territoriales; por el contrario, la obligatoriedad de elaborar un PDOT se ha asumido como el medio por el cual los GAD locales acceden a los presupuestos otorgados por el Estado a través de la Secretaría de Planificación y el Ministerio de Finanzas Públicas. Los casos analizados demuestran prácticas comunes de planificación y reconstrucción incompleta, las cuales incrementan el riesgo a través de un diseño y ejecución de políticas deficientes, reproduciendo a su vez patrones de inequidad social (Fraser, Pelling y Solecki, 2016: 19).

Frente a esta situación, existe expectativa con la entrada en vigencia de la LOOTUGS en 2016 (discutida y aprobada después del terremoto), así como su Reglamento en 2019 (Registro Oficial, 2016). Esta ley da lineamientos a los GAD sobre los procesos de actualización de sus instrumentos de planificación, establece las directrices para el ordenamiento territorial de los municipios, define sus competencias y fortalece los procesos de desconcentración y descentralización (Mejía, 2013).

Respecto a la planificación para la gestión de riesgos, el Art. 9 del *Reglamento de la LOOTUGS* establece que, en la actualización de los PDOT municipales y metropolitanos, se podrá “corregir normativa e información cartográfica relacionada con áreas del cantón que dificultan la acción de públicos y privados y/o ponen en riesgo la vida de las personas”, impulsando “la articulación y armonización de los instrumentos de ordenamiento territorial municipal con los de los municipios circunvecinos y los ajustes que se hayan efectuado en el ordenamiento territorial provincial y nacional”. (Registro Oficial, 2016).

A su vez, la LOOTUGS norma a los gobiernos cantonales a elaborar sus respectivos Planes de Uso y Gestión del Suelo (PUGS); instrumentos complementarios a los PDOT, donde se establecerá el modelo urbanístico de los cantones, es decir, los usos de suelo en función de las características territoriales enfatizando los factores de riesgo y las actividades que se pueden realizar en zonas amenazadas.

Con este marco normativo, que se complementa con lo establecido en el COOTAD y el COPFP y con la actualización de las Guías PDOT y su caja de herramientas elaborada por la Secretaría de Planificación (2019), se espera que la instrumentación de la planificación local, la cual se llevará a cabo y se actualizará en función del nuevo periodo de gobierno 2019-2022 y posteriores, considere elementos que impulsen el ordenamiento territorial y la gestión integral del riesgo. Para ello, se deberán tomar en consideración diversos aspectos, como las dinámicas territoriales locales, las características físico ambientales de las ciudades y, sobre todo, las socio económicas de sus habitantes, pues estas variables pueden mitigar o intensificar vulnerabilidades.

En este proceso, la incorporación de actores no estatales es un elemento fundamental, en tanto los ciudadanos “sólo podrían adoptar conductas o hábitos seguros, si estuvieran conscientes de que son ellos mismos quienes generan riesgos con sus actividades cotidianas; de la misma forma, deberían conocer los riesgos a los que están expuestos para decidirse a emprender acciones de preparación frente a potenciales amenazas” (Cajas, 2012: 68), ello dentro de una consideración multiactoral y participativa de la gestión del riesgo contemplada en la nueva normativa post terremoto.

Conclusiones

La planificación se constituye como el instrumento por el cual los gobiernos locales pueden gestionar el riesgo de desastres de manera adecuada. Considerando que los municipios tienen la competencia de regular el uso y la ocupación del suelo, son el primer filtro para reducir y mitigar el riesgo de desastres, evitando y controlando asentamientos en zonas amenazadas, así como limitando el uso de estas zonas. Con ello, los GAD tienen en el ordenamiento territorial una herramienta clave para actuar de manera transversal en la reducción de vulnerabilidades.

Sin embargo, en los casos analizados, la desconexión entre lo establecido por las instituciones encargadas de la planificación a nivel nacional y lo que plantean y aplican los gobiernos locales evidencia el poco interés de los GAD en adoptar políticas claras de planificación y ordenamiento territorial para gestionar el riesgo de manera adecuada y subsidiaria, en conformidad con la particularidad de sus amenazas y vulnerabilidades.

Pese al nuevo marco normativo impulsado en el contexto post terremoto del 2016, el análisis demuestra que en los cantones de Manta y Muisne, más allá del enunciado de lineamientos generales alineados al desarrollo sostenible y a la noción integral del riesgo, en el nivel territorial no necesariamente se concretan propuestas y acciones para cumplir con estos objetivos.

La planificación como elemento clave para el desarrollo de un territorio seguro se realiza como un ejercicio de escritorio; se desarrolla por consultores que no conocen las realidades territoriales ni de intereses políticos que promueven la normativa y las obras por fuera de sus competencias, las cuales no son factibles de aplicar ni benefician a la sociedad. Esto ha derivado, como se observó en los casos de estudio, en limitar la mitigación del riesgo de desastres y la reproducción de las vulnerabilidades de los territorios afectados.

La experiencia post terremoto del Ecuador evidencia que un elemento clave para impulsar cambios substantivos en el ordenamiento territorial y la gestión del riesgo a nivel local es la construcción de una planificación que articule actores estatales y no estatales, dentro una perspectiva de coproducción que coadyuve a la efectividad de los objetivos de reducción del riesgo (Fraser, Pelling y Solecki, 2016: 21); es decir, una articulación basada no sólo en el apoyo técnico para la elaboración de instrumentos de planificación, sino también en la generación de información y capacidades locales para la transferencia de conocimientos.

Referencias

- Alcántara-Ayala, I., Garza, M., López, A., *et al.* (2019). Gestión integral de riesgo de desastres en México: reflexiones, retos y propuestas de transformación de la política pública desde la academia. *Investigaciones Geográficas*, 98(). DOI: [dx.doi.org/10.14350/rig.59784](https://doi.org/10.14350/rig.59784)
- Arias, C. y Azua, J. (2019). Evaluación de la gestión de riesgos naturales en el sector hotelero de la ciudad de Manta. *Polo del Conocimiento*, 32(4), 377-394. DOI: [10.23857/pc.v4i4.985](https://doi.org/10.23857/pc.v4i4.985)
- Benítez, G., Pérez, A., Nava, M., Equihua, M. & Álvarez, J. (2012). Urban expansion and the environmental effects of informal settlements on the outskirts of Xalapa city, Veracruz, Mexico. *Environment & Urbanization*. 24(1). International Institute for Environment and Development (IIED).
- Bernabent, M. y Vivanco, L. (2017). *El ordenamiento territorial y el urbanismo en el Ecuador y su articulación competencial*. Quito: Ciudad y Territorio – Estudios Territoriales (XLIX).
- Bernabent, M. y Vivanco, L. (2019). *La experiencia de los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial cantonales en Ecuador*. Cuenca: Estoa, 15(). DOI: [10.18537/est.v008.n015.a11](https://doi.org/10.18537/est.v008.n015.a11)
- Calderón, D. y Frey, K. (2017). *El ordenamiento territorial para la gestión del riesgo de desastres en Colombia*. Territorios, 36(), 239-264. DOI: <http://dx.doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.4795>

- Cajas, L. (2012). El estado como generador de riesgos: el caso de Ecuador. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 11 (octubre), 64-72. DOI: <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.11.2012.916>.
- Cardona, O. (2008). Medición de la gestión del riesgo en América Latina. *Revista Internacional Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, 3.
- Carrión, A. y Jiménez, G. (2017). Elementos de reflexión en la recuperación posterremoto en Ecuador. En: *Posterremoto, gestión de riesgos y cooperación internacional: Ecuador*. Quito: Instituto de Altos Estudios Nacionales. 359-374.
- Chiarella, R. (2010). Planificación del desarrollo territorial. Algunas precisiones. *Espacio y Desarrollo*, 22(), 77-102.
- Christie, R., Cooke, O., & Gottsmann, J. (2015). Fearing the knock on the door: critical security studies insights into limited cooperation with disaster management regimes. *Journal of Applied Volcanology*, 4(1), 19. DOI 10.1186/s13617-015-0037-7
- CNP (2016). *Resolución No. 002-2016-CNP*. Quito: Consejo Nacional De Planificación
- COPFP (2010). *Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas*, Registro Oficial. Quito. Última modificación: 21-ago-2018.
- Eraso, D. & Kallenberger, D. (2017). Articulación interinstitucional posterremoto 2016: desafíos y oportunidades en Ecuador. En: *Posterremoto, gestión de riesgos y cooperación internacional: Ecuador*. Quito: Instituto de Altos Estudios Nacionales. 51-68.
- Fernández, J. (1997). *Planificación estratégica de ciudades*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, SA.
- Fraser, A., Pelling, M., & Solecki, W. (2016). Understanding risk in the context of urban development. In Bartlett, S. and Satterthwaite, D. (eds) *Cities on a finite planet: towards transformative responses to climate change*. Abingdon, Oxon; New York, NY: Earthscan, Routledge. 17-40
- Few, R., Armijos, M. T., & Barclay, J. (2017). Living with Volcan Tungurahua: the dynamics of vulnerability during prolonged volcanic activity. *Geoforum* 80. 72-81. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoforum.2017.01.006>
- GAD Manta. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2014-2019*. Manta: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Del Cantón
- GAD Manta. (2016). *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial con especial énfasis en la gestión del riesgo Manta-2019*. Manta: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Del Cantón
- GAD Muisne. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Muisne*. Muisne: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Del Cantón Muisne.
- GAD Muisne. (2017). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Muisne*. Actualización 2017-2019. Muisne: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Del Cantón Muisne.
- Lavell, A. (2003). *La gestión local del riesgo: nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica*. *La gestión local del riesgo: Nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica*. Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (CEPRENAC); PNUD.
- Maldonado, M. (2013). *Los GAD Municipales y las competencias exclusivas y concurrentes: experiencias y conclusiones*. *Memorias del VIII Simposio Nacional de Desarrollo Urbano y Planificación Territorial*. Quito: Comisión Coordinadora del Simposio Nacional de Desarrollo Urbano y Planificación Territorial. 58-68.
- Mejía, A. (2013). Ordenamiento territorial y gestión de suelo en Ecuador. *Memorias del VIII Simposio Nacional de Desarrollo Urbano y Planificación Territorial*. Quito: Comisión Coordinadora del Simposio Nacional de Desarrollo Urbano y Planificación Territorial. 100-108.
- Mejía, E. y Álvarez, M. (2017). De la planificación aislada a la integral: innovación y generación de conocimientos en las municipalidades de Manabí y Esmeraldas. En: *Posterremoto, gestión de riesgos y cooperación internacional: Ecuador*. Quito: Instituto de Altos Estudios Nacionales. 269-290.
- Moncayo, T., Vargas, J., Moncayo, G. y Barzola, I. (2017). *Análisis sobre la recurrencia de terremotos severos en Ecuador*. *Prisma tecnológico*, 8(1).

- Narváez, L., Lavell, A. y Pérez, G. (2009). *La gestión del riesgo de desastres: Un enfoque basado en procesos*. Lima: Proyecto Apoyo a la Prevención de Desastres en la Comunidad Andina – PREDECAN.
- Oliver-Smith, A., Alcántara-Ayala, I., Burton, I., & Lavell, A. (2017). The social construction of disaster risk: Seeking root causes. *International journal of disaster risk reduction*, 22(). 469-474.
- ONU HÁBITAT III. (2015). *Las ciudades y la gestión del cambio climático y el riesgo de desastres*, Temas Hábitat III. Nueva York.
- Orozco, G. & Sanandres, E. (2013). Culture of Risk in Vulnerable Communities: The Case of Barranquilla, Colombia, in the Context of Globalized (In)Security. Human and Ecological Risk Assessment: *An International Journal*, 19(2).
- Pauta, F. (2019). *¿Son técnicamente viables los planes de uso y gestión de suelo previstos por la ley ecuatoriana de ordenamiento territorial?* Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Peters, G. (2013). *Strategies for Comparative Research in Political Science*. Londres: Palgrave Macmillan.
- Rebotier, J. (2016) *El riesgo y su gestión en el Ecuador. Una mirada de geografía social y política*. Quito: Centro de publicaciones Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Registro Oficial (2016). *Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo*, LOOTUGS. Quito.
- Registro Oficial. (2010). *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización*, COOTAD. Quito.
- República del Ecuador (2008). *Constitución*.
- Sartori, G. (1999). Comparación y método comparativo. La comparación en las ciencias sociales. En Sartori G. y Morlino, L. (Comp.) *La comparación en las ciencias sociales*, 29-49.
- SENPLADES (2015). *Guía metodológica para la elaboración de Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Quito.
- SENPLADES (2016). *Lineamientos para fortalecer la gestión del riesgo de desastres en los planes de desarrollo y ordenamiento territorial*. Documento de trabajo. Quito.
- SNGR (2016). *Informe de situación N°65 Terremoto 7.8° - Pedernales*. Quito: Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos Recuperado de: <http://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/Informe-de-situaci%C3%B3n-n%C2%B065-especial-16-05-20161.pdf>
- Toulkeridis, T., et al. (2017). Contrasting results of potential Tsunami hazards in Muisne, central coast of Ecuador. *Journal of Tsunami Society International*, 34(1).
- UNISDR (2009). *Terminología sobre reducción del riesgo de desastres*. Ginebra: Naciones Unidas
- Vázquez, M., Balarezo, C., y Muñoz, M. (2013). *Formulación de planes de desarrollo y ordenamiento territorial por parte de los gobiernos autónomos descentralizados en aplicación del nuevo marco legal del Ecuador. Memorias del VIII Simposio Nacional de Desarrollo Urbano y Planificación Territorial*. Quito: Comisión Coordinadora del Simposio Nacional de Desarrollo Urbano y Planificación Territorial. 140-161.
- Villafuerte, W. (2018). El fortalecimiento de la resiliencia en la cultura de riesgos de Manta. *Polo del Conocimiento*, 3(10). DOI: 10.23857/pc.v3i10.773
- Yen, L., Kanamori, H., Avouac, J., Li, L., Cheung, K. & Lay, T. (2016). The 16 April 2016, MW 7.8 (MS 7.5) Ecuador earthquake: A quasi-repeat of the 1942 MS 7.5 earthquake and partial re-rupture of the 1906 MS 8.6 Colombia-Ecuador earthquake. *Earth and Planetary Science Letters*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.epsl.2016.09.006>

Reflexiones, criterios de análisis y priorizaciones para la renovación urbana. Estudio de caso en San José, Costa Rica

Reflections, analysis criteria, and prioritizations for urban renewal. A case study in San José, Costa Rica

Bryan Roberto Vargas-Vargas*

Recibido: febrero 10 de 2021.

Aceptado: noviembre 24 de 2021.

Resumen

Este artículo presenta una síntesis de criterios para el análisis y la priorización de la renovación de la ciudad, tomando como área de estudio los distritos centrales de la capital costarricense. A su vez, es una propuesta metodológica mixta que pretende mostrar las dimensiones clave para el análisis urbano, su aplicación en diferentes escalas y los principios por establecer en la ciudad. Se concluye que los fenómenos intrínsecos de la urbanización no son propios de análisis ni de proyección desde una disciplina, mucho menos cuando las sociedades tienden a concentrarse en ciudades, por lo que revisar literatura plasmada en los criterios es fundamental para atender la complejidad.

Palabras clave: planificación urbana, metodología, gobierno municipal, urbanización, medio urbano.

Abstract

The following article offers a synthesis of criteria for the analysis and prioritization of the city renewal, taking as reference the central districts of the central canton of the Costa Rican capital. In turn, it is a mixed methodological proposal that aims to show the dimensions considered essential for urban analysis, its application at different scales, and principles for established. In conclusion, the intrinsic phenomena of urbanization are not characteristic of the examination and projection from a discipline, less in moments where societies tend to concentrate and become more complex in cities. Reviewing the literature reflected in the criteria is essential to address complexity.

Key words: Urban planning, Methodology, City government, Urbanization, Urban areas.

*Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica. Correo electrónico: bvargas@uned.ac.cr

Introducción

La presente reflexión es la síntesis de una estrategia de renovación urbana diseñada en el marco del posgrado en Diseño Urbano de la Universidad de Costa Rica en 2017, en el cual se toma el cantón central de San José (capital) y se construyen criterios de análisis y priorización para la renovación urbana, además de la propuesta metodológica implícita con estos criterios. En este sentido, se parte de reconocer el trabajo de investigación grupal que se citará en el desarrollo del artículo.

La renovación urbana se asumió como el proceso mediante el cual se trabaja sobre áreas problemáticas que se pretenden resolver y engranar nuevamente en la dinámica urbana y/o fortalezas de la ciudad a fin de mantener y robustecer. Nos referimos desde los asentamientos humanos en condiciones de riesgo hasta los sectores urbanizados muy consolidados que no tienen un aprovechamiento óptimo de las condiciones de ciudad; es decir, los fenómenos que se pueden enmarcar dentro de la renovación son muchos, e incluso conjuntos, por lo que se explicarán los principios deseados en este caso particular.

Anticipando algunas de las consideraciones claves, se piensa en la ciudad como ese espacio para vivir, en donde hay una distribución justa de sus servicios y beneficios y, sobre todo, creativa y transformadora más desde el “cinecismo” o estímulo en la agrupación de Soja (2008: 41) y no desde la ciudad como espacio del capital, cuyo fin es la continuidad de la acumulación en algunos.

Este artículo se desarrolla de la siguiente forma: a) se presenta el área de estudio y sus características generales, b) se tiene un apartado metodológico que muestra la estrategia y los criterios de análisis y priorización utilizados en el caso específico; además, en esta sección, se indican algunos resultados de las técnicas aplicadas en las diferentes escalas de investigación; y, c) por último, se señalan las conclusiones sobre el proceso.

El área de estudio y lo pretendido de la renovación

San José es la provincia¹ número 1 de Costa Rica que, en conjunto con las provincias de Alajuela, Cartago y Heredia, configura el conurbano más importante en el centro del territorio costarricense denominado Gran Área Metropolitana (GAM) que “juega un importante rol dentro de la sociedad costarricense, ya que, pese a que representa únicamente el 3.84% del territorio nacional, alberga alrededor del 50% de la población del país” (Tecnológico de Costa Rica, 2021). En el mapa 1 se observa el núcleo de urbanización en el centro del territorio.

¹ Costa Rica se divide administrativamente en Provincias, Cantones y Distritos.

Mapa 1. Costa Rica: Ubicación de la Gran Área Metropolitana, 2021

Fuente: elaboración propia.

El estudio parte de observar los distritos Carmen (1), Merced (2), Hospital (3) y Catedral (4) del Cantón Central de San José, los cuales, aunque son el centro de la capital, focos de actividades productivas y receptores de miles de ciudadanos costarricenses todos los días, ven disminuida la población de forma sostenida, pese a esfuerzos mediante planes de repoblamiento² que no han sido inclusivos para todos los sectores poblacionales y se han ubicado en otros puntos de la ciudad omitiendo los distritos centrales.

Estos distritos-centro son heterogéneos en condiciones en su corta extensión territorial; por ejemplo, si tomamos como referencia el Índice de Desarrollo Social Distrital³ (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, 2017), Merced y Hospital (sur de la ciudad) se ubican en las posiciones 196 y 250, esto es, muy rezagados con relación a Carmen y a Catedral (norte de la ciudad), que ocupan los puestos 57 y 89, respectivamente.

Los cuatro distritos que en algún momento fueron primordialmente de uso residencial se han transformado y hoy prevalecen actividades de comercio y servicios (Carmen y Merced han dado este paso), pero siempre persisten algunos barrios. Una condición demográfica importante es que dos distritos presentan una disminución de su población, cuyo máximo número fue registrado en los años setenta.

² Decreto N° 31730-MIDEPLAN-MIVAH o Programa de Regeneración y Repoblamiento de San José.

³ Entre más cercano a 1 es mejor la condición. Este indicador considera avances en economía, participación social, salud, educación, seguridad. Es el más actualizado al 2021.

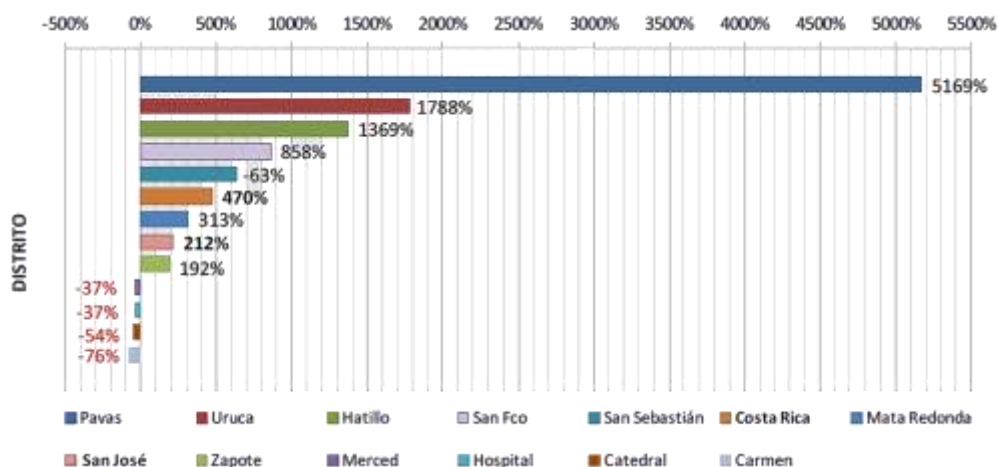
Mapa 2. San José: zona general de estudio, 2021



Fuente: elaboración propia.

Según los datos del Observatorio Municipal (Municipalidad de San José, 2011:18)⁴ con base en los datos censales del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, la relación entre habitantes entre kilómetros cuadrados (Hab/KM2) se reduce en todos los casos: Carmen poseía 6,189 Hab/KM2 en 1963 y una proyección de 946 para el 2030, Merced tenía 9,635 Hab/KM2 en 1963 y una proyección de 4,775 para el 2030, Hospital poseía 11,349 Hab/KM2 en 1963 y una proyección de 5,850 para el 2030, Catedral tenía 13,643 Hab/KM2 en 1963 y una proyección de 4,045 para el 2030. El siguiente gráfico es esclarecedor de la situación:

Gráfico 1. San José: incremento relativo de la población distrital de San José entre 1950-2010, 2011



Fuente: Municipalidad de San José (2011:18).

⁴ El último Censo de población en Costa Rica fue en el año 2011.

En comparación con los otros distritos que forman parte de la capital San José, los cuatro centrales tienen un incremento relativo negativo en contraste con otros asentamientos satélites; por ejemplo, el caso paradigmático de Pavas, que posee diversas causas en su crecimiento, como: proyectos de vivienda social, una importante actividad industrial y asentamientos informales⁵ con numerosas personas.

La ciudad tiende a usos de mayor renta; se ha transformado en comercio, servicios e instituciones; son consecuentes las proyecciones, como el *distrito tecnológico* que se describe más adelante, y las transformaciones en los instrumentos de gestión de suelo, como los identificados por Vargas *et al.* (2017:18).

En esta lógica, el uso residencial en el centro tiene diversos matices; por ejemplo: todavía persisten barrios en estos cuatro distritos que mantiene su estructura física, se impulsa la vivienda vertical en distrito Carmen, pero no ha sido inclusivo para diversos estratos de la población, y prevalecen viviendas informales denominadas “cuarterías”, es decir, domicilios, por lo general en mal estado físico, en donde viven en hacinamiento⁶ y que fueron evidenciadas en la coyuntura de la pandemia por el COVID-19 por los altos niveles de infección del virus (Jiménez, 2020). Como se posiciona desde la introducción, se parte de la consideración de la *ciudad para vivir*, por lo que la pérdida de población y las condiciones de la vivienda son discusiones claves.

Por otro lado, la atención sobre este sector de la ciudad no sólo responde a datos demográficos que exponen la pérdida de la población de los distritos centrales, sino además al decreto del “Proyecto ciudad-gobierno”, cuyo objetivo es ubicar los Ministerios de Planificación Nacional y Política Económica, Dirección General del Servicio Civil, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Ministerio de Educación Pública, Ministerio de Gobernación y Policía, Dirección Nacional de Migración y Extranjería, Dirección Nacional de Desarrollo de la Comunal y la Imprenta Nacional, Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos y el Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Hacienda, distribuidos en seis torres al sur de la ciudad; esta iniciativa, sin duda, será influyente sobre la zona de estudio y la ciudad en general.

⁵ Se ha denomina “asentamiento informal” o “precario” a los conjuntos de viviendas en malas condiciones materiales, desprovistos de servicios urbanos; algunas veces, está implícita alguna condición de riesgo, como al margen de un río, zona inundable o sitio de deslizamientos. Cada uno de estos asentamientos merecería un análisis sólo para nombrarle de forma correcta; por ejemplo, algunos se han ido consolidando en la ciudad con servicios o el derecho del suelo, por lo que el término “informal” ya no tendría mucho sentido.

⁶ Pueden verse los reportes periodísticos al respecto: El observador (2020), Repretel (2020), Amelia Rueda (2020).

Podemos sumar dos elementos más sobre el sector: la propuesta promovida desde el gobierno local, como la ciudad tecnológica (Municipalidad de San José, 2020), que pretende hacer un polo industrial tecnológico en el distrito Hospital; y la ubicación estratégica de la estación ferroviaria que conecta el centro de la ciudad con otros núcleos periféricos.⁷

Es importante dejar en este apartado algunos otros indicadores de partida sobre el área de estudio; por ejemplo: a) el Programa Estado de la Nación (2014), el cual señala que el área de San José concentra mayor tráfico vehicular de promedio diario (2014: 277); b) los cuatro distritos centrales son los de mayor valor promedio de suelo urbano de todo el país (2014: 297); c) la mayor cantidad de desplazamientos por motivos laborales tiene como destino San José (2014: 306). La zona delimitada para el análisis es del centro de la ciudad (avenida 0) hasta la estación de tren al Pacífico en el sur del casco central, involucrando una zona mixta en usos y presencia residencial (ver mapa 2).

Por lo tanto, es un sector cuyos objetivos de renovación pueden estar cercanos a repoblar, densificar, rehabilitar y crear actividades económicas, articular de forma adecuada con el centro de ciudad, resguardar el patrimonio existente, mejorar los indicadores de aprovechamiento del suelo, optimizar los espacios públicos, formalizar la vivienda, bajar los índices de actividad delictiva, entre muchas otras posibilidades que dependen de quien asuma la iniciativa y su modelo de ciudad. Nuestra propuesta de ciudad se aborda en el siguiente apartado.

Lo pretendido de la renovación

La intención es posicionarse ante el fenómeno de la renovación urbana; se tiene un panorama de los diversos hechos urbanos que nominalmente se definen como renovación de la ciudad. De acuerdo con Harvey, hay una tendencia en las ciudades contemporáneas hacia el “empresarialismo urbano”; es “ofrecer un clima empresarial y crear todo tipo de atractivos para el capital” (Harvey, 2001: 381). Pueden analizarse y encontrarse fenómenos diversos que se han llamado renovación; pueden ser los casos de ciudades industriales que mutan y se convierten en sitios turísticos financieros, como lo expone Harvey con la ciudad de Baltimore (2001:144-173) y las experiencias narradas por Sorando y Arduro (2016) en *First We Take Manhattan* con la consecuencia general dada de “desplazar a la gente que ha vivido en ellas” (Sendra y Sennett, 2020: 43). Ante esto y volviendo al sitio, hay una alerta en ideas, como la de distrito tecnológico, que podría instalar formas especulativas en la ciudad, las cuales son de nuestra atención.

⁷ En particular, la estación incorporada en este análisis es llamada Estación al Pacífico, pues tiene líneas hasta la costa pacífica que está en desuso. En este momento, el sistema de tren funciona dentro del Área Metropolitana (centro del territorio costarricense) únicamente para pasajeros.

Para el caso latinoamericano, el concepto de renovación urbana se utiliza también en las intervenciones de restauración sobre sitios históricos y, en menor medida, en las intervenciones de mejoramiento barrial y de reconfiguración de la estructura urbana. Cada caso en particular merecería su propio desarrollo; en este sentido, hay una revisión de investigación sobre el fenómeno de la renovación urbana, como los aportes de Casgrain y Janoschka (2013), Gil y Briceño (2005), López-Morales *et al.* (2015), Marín (2013), Mercier (2008), Rojo (2016), Sánchez (2014), Suárez (2010), Verduzco y Valenzuela (2018), Yúdice (2008) y Vargas-Vargas (2020).

Por tanto, mientras la ciudad o el territorio sea un medio para producir acumulación, decantan diversos fenómenos, propios de las necesidades del capital; por lo cual es más sencillo explicitar lo pretendido en este ejercicio bajo el concepto de renovación y no entrar en validar el término, ya que, en concordancia con Navarrete (2013), muchas veces hay un uso genérico y contradictorio de la teoría urbana.

En esta deliberación, la renovación busca la *ciudad para vivir* bajo las mejores condiciones de vida de la población y la optimización de los sistemas de ciudad. Los razonamientos que son cimiento de esta forma de pensar la ciudad y su renovación son intrínsecos, por lo que se proponen los siguientes:

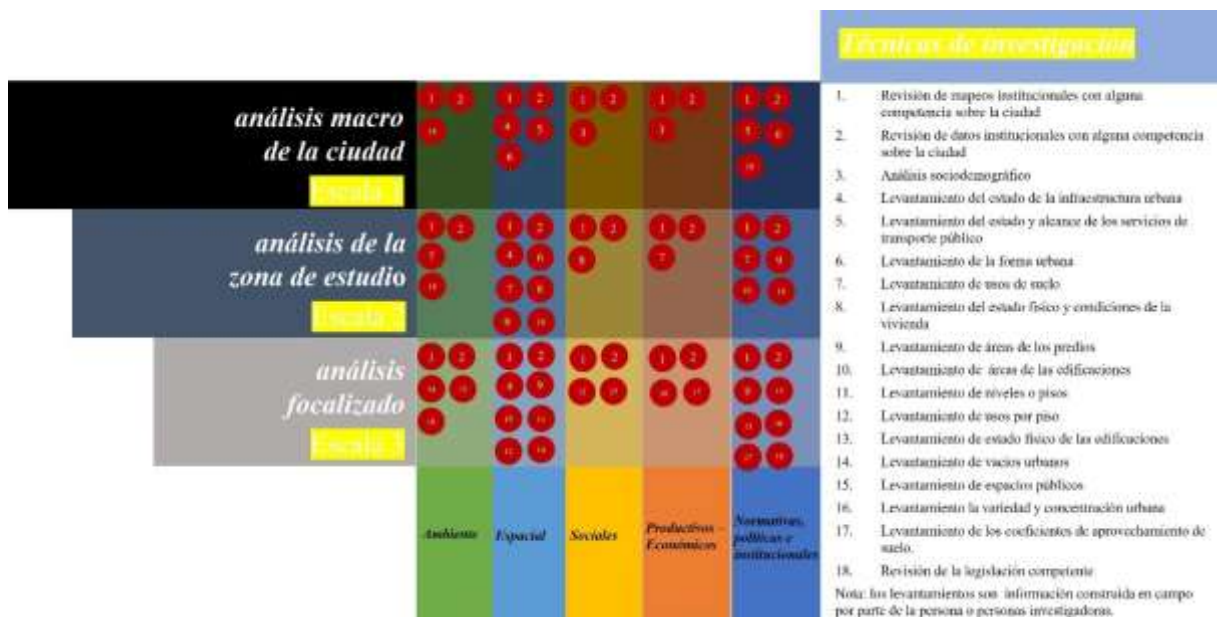
1. La protección del *ambiente*: se refiere a todas las circunstancias del entorno natural que repercuten en la forma de la ciudad; por ejemplo: zonas protegidas, mantos acuíferos, bosques, fallas sísmicas, ríos y topografía, pues inciden en la forma urbana y viceversa o en aquellas condiciones necesarias para la vida, como la disponibilidad del agua.
2. La configuración *espacial*: alude a aquellas condiciones de la forma de la ciudad (cuadrículas, circular, longitudinal, otras), así como a la calidad de su infraestructura y de los servicios básicos disponibles; como: servicio eléctrico, alcantarillados, sistemas de transporte, estados de las edificaciones y la vivienda.
3. Las condiciones *sociales*: son fundamentales para el modelo, pues se entiende la ciudad para vivir y no como un espacio dado en donde se omiten las interacciones y condiciones de vida. Por ello, se consideran las características demográficas, la escolaridad, la empleabilidad, los ingresos, las tasas de delitos e, incluso, alguna enfermedad que pueda tener relación con la urbanización, por ejemplo, debido al uso de agro tóxicos o desechos industriales cercanos a determinado barrio.
4. Las condiciones *productivas y económicas*: aunque pueden estar ligadas a las anteriores, se consideran aparte porque son todas aquellas actividades productivas que se dan en un lugar y que son la base de la economía de la ciudad, pues generan empleos y, probablemente, movilizan personas de un lugar a otro.

5. Las condiciones *normativas, políticas e institucionales*: aluden al estudio de la normativa que respalda determinada propuesta urbana, así como los planes que pueden existir, como *Ciudad, gobierno y el distrito tecnológico*. La atención sobre este criterio no sólo es para afirmar una propuesta, sino también considerando que la proyección de ciudad también debe ser claramente respaldada, normativa e institucional, lo cual es una postura clave ante “la derrota de la esfera pública” (Albet, 2021: 10) en el neoliberalismo que considera las figuras estatales como obstáculos y barreras del “desarrollo”.

Metodología de la investigación

La metodología que se presenta en este apartado corresponde a la estrategia seguida y aplicada para la selección y priorización de zonas de renovación urbana en el cantón central de San José. Se entendió que en la misma debían estar transversales los anteriores cinco criterios y el manejo de escalas de estudio. Se pensó que cada escala poseía sus técnicas de investigación y algunas técnicas pueden mantenerse durante todo el estudio. El siguiente esquema muestra el raciocinio de lo desarrollado.⁸

Gráfico 2. San José: Cruce de criterios, escalas de análisis y técnicas de investigación, 2015



Fuente: elaboración propia.

⁸ Se muestran sólo algunas técnicas, no la totalidad de lo realizado.

Con base en lo anterior, la metodología se divide en tres momentos: a) análisis macro de la ciudad, b) análisis de la zona de estudio y c) análisis focalizado. Como el interés del presente artículo es mostrar la metodología empleada, en cada momento se mostrarán los resultados y el alcance, es decir, no hay un apartado posterior de resultados.

Análisis macro de la ciudad

Este primer nivel de análisis se relaciona con un estudio de macro indicadores urbanos; anteceden los trabajos de Nacif (2016), Andrade y Bermúdez (2010), Auclair (2002), Páramo, Burbano y Fernández-Londoño (2016), Hernández (2009), Pérez (2011), Cabrera-Jara *et al.* (2015), entre otros, que profundizan dependiendo la dimensión de estudio; por ejemplo: el medio ambiente urbano, la economía urbana, el equipamiento social. Por tanto, a este momento se le suma la recopilación de todas estas capas o sistemas de ciudad que ya existan.

En este sentido, lo primero es pensar en las capas que interaccionan y que configuran esto que llamamos ciudad de San José; son decisiones que devienen de lo pretendido de la renovación antes descrita y de los cinco criterios (*ambiente, espacial, sociales, productivos-económicos, normativas, políticas e institucionales*).

En cada uno de los criterios se elabora una matriz con las variables, las cuales, a su vez, se componen de indicadores, dependiendo de la ciudad analizada; sin duda, las variables pueden modificarse, pero, en todo caso, es un tiempo de observación de las condiciones estructurales de la ciudad en un momento dado (población, capacidad de los servicios urbanos, forma urbana, economía urbana, medioambiente).

Cada una de estas variables hace referencia a esas condiciones generales de la ciudad; puede haber instituciones responsables que atiendan esa capa o sistema específico; por ejemplo, los servicios de electricidad, agua potable o salud pública, por ello, la fuente de información corresponde a esas instancias. En este momento de estudio no hay una construcción de datos mediante fuentes primarias; por tanto, es el análisis de fuentes secundarias de instancias pertinentes en cada variable e indicador. Para el caso específico, la matriz elaborada fue la siguiente:

Cuadro 1. San José: criterios para la selección de renovación urbana, 2017

Criterios	Variable	Indicador	Estudio necesario o institución competente
Ambiental	Zonas de fragilidad ambiental	Mapa de Zonas de fragilidad	Indicadores de fragilidad ambiental (IFAS para Costa Rica)
	Calidad del aire	Medición de GEI	Ministerio de Ambiente y Energía
	Zonas de riesgo natural	Mapa de Zonas de riesgo natural	Comisión Nacional de Emergencias
	Capacidad y ubicación de acuíferos	Mapa de acuíferos y capacidades	Acueductos y Alcantarillados
	Zonas protegidas	Mapa de Zonas protegidos	Ministerio de ambiente
Espacial	Forma urbana o del amanzanamiento		Levantamiento del investigador*
	Disponibilidad de agua y residuos	Capacidad de los sistemas	Acueductos y Alcantarillados
	Equipamiento social (servicios sociales)	Cuántos, Dónde están y capacidad de población por atender	Levantamiento del investigador* Ministerio de Salud Ministerio de Educación Caja Costarricense del Seguro Social Acueductos y Alcantarillados empresas de servicios
	Transporte público	Cuántos, Dónde están y capacidad de población por atender	Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Consejo de Transporte público
	Edificaciones con valor histórico y espacios públicos	Ubicación	Ministerio de Cultura Levantamiento del investigador*
	Estado de las viviendas		Levantamiento del investigador*
	Rangos de población		Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
	Escolaridad		Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
Social	Ingresos		Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
	Empleabilidad		Ministerio de Trabajo Municipalidad de San José Instituto Nacional de Estadísticas y Censos Ministerio de Trabajo
	Zonas calientes (áreas identificadas con frecuencia de algún tipo de ilícitos)	Cuántos y Dónde están	Fuerza Pública, Ministerio de Seguridad Ministerio de Salud
	Problemas locales	Cuáles y Dónde está	Levantamiento del investigador*
	Ingresos familiares	Promedios	Encuesta Nacional de Hogares
Productivo-Económico	Actividades económicas predominantes		Levantamiento del investigador* Gobierno Local
	Usos de Suelo		Gobierno Local
Político-Institucional	Leyes vinculantes		Leyes
	Proyectos coyunturales		Levantamiento del investigador*

Fuente: Vargas *et al.* (2017: 8-11).

Este primer nivel de análisis permite identificar condiciones globales de la ciudad e, incluso, tipos de renovación posible; propiamente, en la zona de estudio (mapa 2), hay pautas que protagonizan y nos permiten caracterizar y dar paso al segundo momento; a saber: infraestructura urbana en buen estado, cercanía con diversos equipamiento social, acceso a servicios de transporte público, amanzanamiento adecuado, variedad de actividades turísticas-comerciales y culturales, baja intensidad de usos del suelo urbano, pérdida de usos habitacional, puntos de conflictos con vivienda informal, e indicadores de desarrollo distrital más bajos (distritos Hospital y Catedral) en comparación con el sector norte de la ciudad.

Análisis zonal

Esta escala es un mapeo que deviene de la comprensión de las condiciones del *análisis macro de la ciudad* y, sobre todo, busca una reducción del tamaño de la zona urbana de estudio; consiste en la elaboración de una base de datos procesada mediante sistemas de información geográfica (SIG), la cual registró: a) usos de suelos, b) áreas de los predios, c) áreas de las edificaciones, d) niveles o pisos, e) usos por piso, f) estado físico de las edificaciones, g) vacíos urbanos, h) espacios públicos, entre otras variables. Esta información recopilada en SIG nos permite tener todas las variables en cuestión en forma de gráficos, cuadros y mapas.

Además, se incluye toda aquella información de datos no existentes o que el investigador tiene la necesidad de levantar, como precisar la ubicación del transporte público, los espacios públicos, parqueaderos, bulevares, ciclo vías, hitos, nodos, entre otros sitios que considere fundamentales en la ciudad.

Todas estas variables juntas aportan para determinar la predominancia de alguna o algunas condiciones de priorización; estas zonificaciones las va delimitando quien investiga, por lo que no son demarcaciones definidas y, por el contrario, puede haber traslapes o cambios en su forma.

Como resultado de este análisis de la zona de estudio, se elaboró el mapa 3; esta delimitación de trabajo permite, además, una sección de características que ayuden en la priorización de un lugar de atención.

Mapa 3. San José: zonas homogéneas del análisis de la zona de estudio, 2017



Fuente: Vargas et al. (2017: 44).

El registro anterior no sólo reduce la escala de la etapa del *análisis macro de la ciudad*, en la que se trabajó con mapas e indicadores urbanos generales, sino que establece “zonas homogéneas en la práctica”⁹ en la zona de estudio; esta subdivisión caracteriza de forma precisa los problemas o atributos que afectan a determinado sector y a la naturaleza de la intervención que, como hemos señalado, hay diversas posibilidades de renovar. Esta etapa se puede resumir como “rasgos, trazos y geometrías abstractas de comunicación que recoge los aspectos tangibles e intangibles del espacio en una percepción única y manipulable” (Mejías 2008: 3). El mapa 3¹⁰ se interpreta de la siguiente forma según las zonas homogéneas definidas en ese momento:

- Marrón claro: uso comercial de baja escala con un buen estado de las edificaciones, vinculado con los bulevares peatonales de la avenida central, bulevar del barrio chino y calle 2 que articula la Estación al Pacífico con el centro de la ciudad.
- Rojo: uso comercial y de vivienda informal; presencia de personas en condición de calle; es un punto de alta concentración de parabuses lo que incide en un alto tránsito de personas.

⁹ lo que existe in situ que puede ser diferente de lo reglamentado.

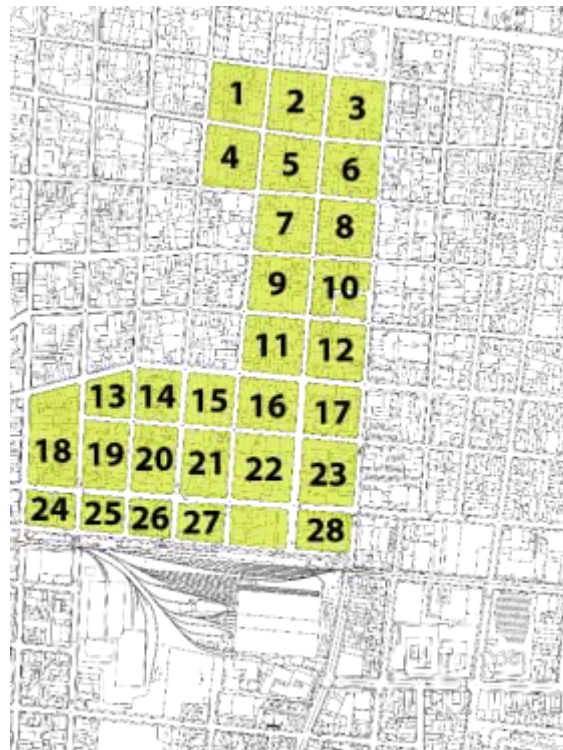
¹⁰ Este es solo un ejemplo, como se explica son mapas de trabajo de campo por lo que puede haber muchos a lo largo del estudio.

- c) Azul: es una zona mixta de baja escala, y en la que se ha visto el surgimiento de actividades culturales mediante arquitecturas adaptadas hacia teatros.
- d) Marrón oscuro: es una zona de uso mixto, con fraccionamientos de vivienda muy irregulares y en mal estado, con grandes fraccionamientos de uso comercial o pequeña industria y que su presencia se debe a la inmediatez de la estación del tren al Pacífico.

Con base en los estudios *Análisis macro de la ciudad* y *Análisis zonal*, se busca yuxtaponer las condiciones vistas y priorizar un lugar; esta delimitación dependerá de las condiciones que se desean atender y de los principios a instaurar sobre la ciudad. En el caso presentado, hay un interés por conectar la estación de tren al Pacífico y el Proyecto ciudad-gobierno con el centro de la ciudad hacia el norte, a fin de responder a la movilidad prevista y como se ha venido diciendo la ciudad para vivir, por lo que el detalle de la vivienda tiene un análisis particular, el cual se advierte en la siguiente escala.

En ese sentido, con la siguiente delimitación (mapa 4), se pretende atender de forma urgente la pérdida de población, vivienda informal y los problemas sociales en la zona roja, así como optimizar y mejorar los indicadores de intensidad de usos de suelo del centro de la ciudad; para ello, un objetivo estratégico es ofrecer vivienda a la población trabajadora del Proyecto ciudad-gobierno que aporten en el repoblamiento.

Mapa 4. San José: cuadrantes seleccionados para análisis focalizado, 2017



Fuente: Vargas *et al.* (2017: 53-54).

Análisis focalizado

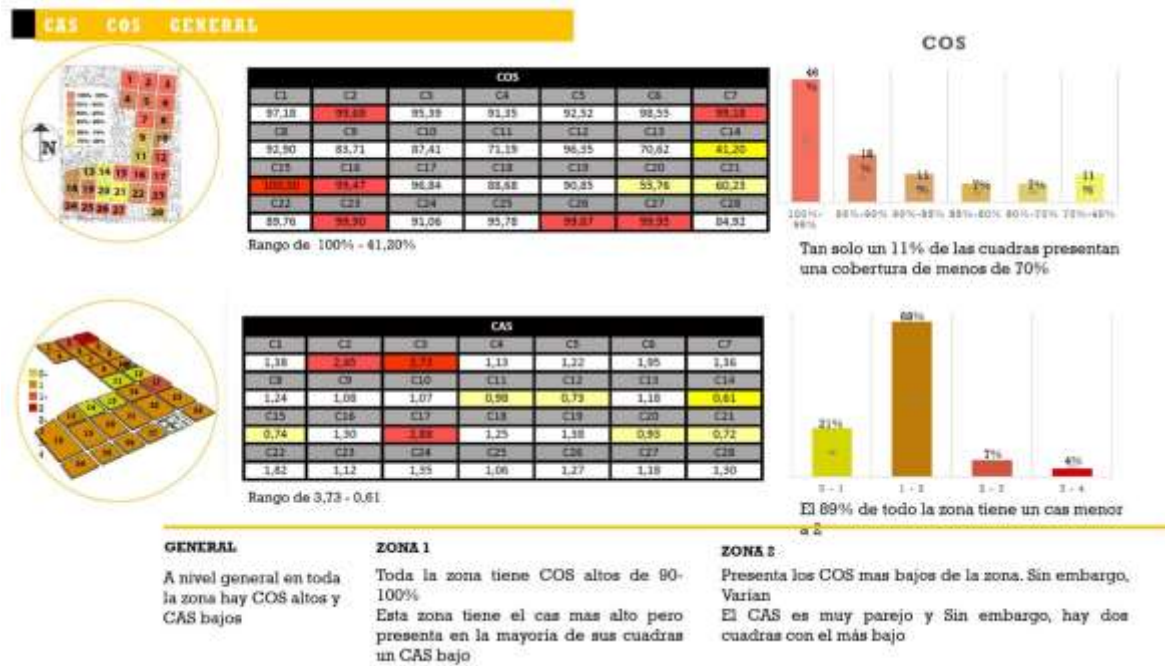
En un país como Costa Rica, es probable que cada sitio identificado requiera de mucho esfuerzo interinstitucional y de financiamiento para una intervención urbanística. Por esta razón, este tercer momento es un análisis cuantitativo que permite la escogencia de algunas cuadras de intervención del total de 28, delimitadas anteriormente. Este análisis focalizado tiene, a su vez, tres sub estudios, a saber: a) indicadores de suelo, b) variedad-concentración y c) mapeos específicos.

a) Indicadores de suelo

Con estos indicadores, hay un trabajo recorrido por diversos autores como González (2011 y 2012), Chavarría (2011), Cárdenas (2013), Torres (2006), entre otros; los cuales son definidos por Bazant (2008: 131) de la siguientes forma: a) COS = porcentaje o índice que la vivienda ocupa en planta baja (PB) dentro del lote, es decir, metros cuadrados construidos en PB; b) CUS o CAS = la construcción total que hay dentro del lote, ésta se expresa así: los metros cuadrados totales construidos dentro del lote divididos entre los metros cuadrados del lote. En la evaluación realizada se calculó una variante del CUS o CAS y en medir el área construida que está siendo ocupada; a esta variación, la definimos como coeficiente de intensidad de uso o CIU; era importante determinar las razones de la presencia de construcciones vacías.

El análisis de los anteriores coeficientes permite tener de forma comparada la intensidad de uso del suelo urbano en todas las cuadras, lo que viabiliza ir priorizando o considerado, al menos, las manzanas con más bajos indicadores como potenciales de intervención; señalamos que es una priorización momentánea, pues, como hemos ido mostrando a lo largo de esta propuesta metodológica, la intención es sumar y yuxtaponer todos los análisis posibles para precisar la intervención. La información se puede mostrar mediante cuadros comparativos, como el siguiente:

Cuadro 2. San José: comparación de indicadores de suelo según cuadrante, 2017

Fuente: Vargas *et al.* (2017: 56-63).

b) Variedad-concentración

El objetivo de este segundo análisis es identificar la cantidad de usos urbanos y las actividades que posee el área de estudio; esto, sin duda, se relaciona con la descripción de Vargas-Vargasy Lara-Álvarez (2020: 46) sobre la influencia de Jane Jacobs en el pensamiento urbano y su crítica a la mono funcionalidad.

En este sentido, se contabilizaron todas las actividades por cada lado de calle entre dos cuadrantes (fachadas opuestas) para conocer cuáles sectores pueden ser mono funcionales (una sola actividad o uso) y cuales áreas tienen más diversidad. Esta claridad permite tomar decisiones de uso y forma, en la mayoría de los casos, buscando mayor heterogeneidad de usos, actividades y usuarios. La representación de ese estudio es el siguiente:

Mapa 5. San José: concentración de actividades en la zona de análisis focalizado, 2017



Fuente: Vargas *et al.* (2017: 79).

c) Mapeos específicos

Como producto del momento *Análisis zonal*, se obtiene una base de datos con características de la zona de estudio, la cual, como se indicó, contiene: a) usos de suelos, b) áreas de los predios, c) áreas de las edificaciones, d) niveles o pisos, e) usos por piso, f) estado físico de las edificaciones, g) vacíos urbanos, h) espacios públicos, entre otras variables. De esta manera, se establecieron zonas homogéneas. Este momento de análisis tiene la función de una estadística comparada por cuadrantes urbanos en estudio, la cual se puede visualizar mediante mapas y gráficos; ejemplo de ello es la siguiente yuxtaposición de mapas.

Mapa 6. San José: conjunto de mapas sobre zona de análisis focalizado, 2017



Fuente: Vargas *et al.* (2017: 95-107).

La suma de indicadores de suelo, la variedad-concentración y los mapeos específicos inciden en que se seleccionen las cuadras con los números 5, 14, 15, 20, 21, 25 y 26. El cuadrante con número 5 se prioriza por los bajos indicadores de aprovechamiento del suelo y el mal estado de todas sus edificaciones, pese a que tenía en favor un número importante de actividades o usos al acercarse al uso comercial en el centro de la ciudad. Las cuadras agrupadas al sur son la suma de otros criterios, a saber: a) fraccionamientos arbitrarios, por ejemplo, grandes bodegas que ocupan la mayor parte del cuadrante y adosadas a estas pequeñas viviendas en fraccionamientos muy pequeños; b) mono funcionalidad de las grandes bodegas; c) mal estado de las edificaciones y de las viviendas; d) los más bajos indicadores de intensidad de uso de suelo; y e) la inmediatez a la estación al Pacífico y eventualmente a ciudad-gobierno lo que provocaría una necesidad de servicios que el lugar no ofrece.

Por todo ello, este sector se consideró fundamental, pero también bajo la proyección de la renovación adaptada al transporte público. Mediante la presencia de la estación al Pacífico, la intervención puntual sobre estas cuadras, el Proyecto ciudad-gobierno y el distrito tecnológico se proyectan estrechamente relacionados con el transporte público de pasajeros modalidad tren, que se ha modernizado lentamente pero que tiene proyecciones importantes como el Tren Eléctrico del Gran Área Metropolitana (Instituto Costarricense de Ferrocarril, 2020).

Propuesta volumétrica

Después de priorizar los siete cuadrantes, se procede a la etapa de diseño, la cual considera una proyección de población buscada en la renovación y su correspondiente necesidad espacial (para vivienda); es un juego con el CAS o los metros cuadrados totales necesarios divididos entre los metros cuadrados del cuadrante o del conjunto de cuadrantes.

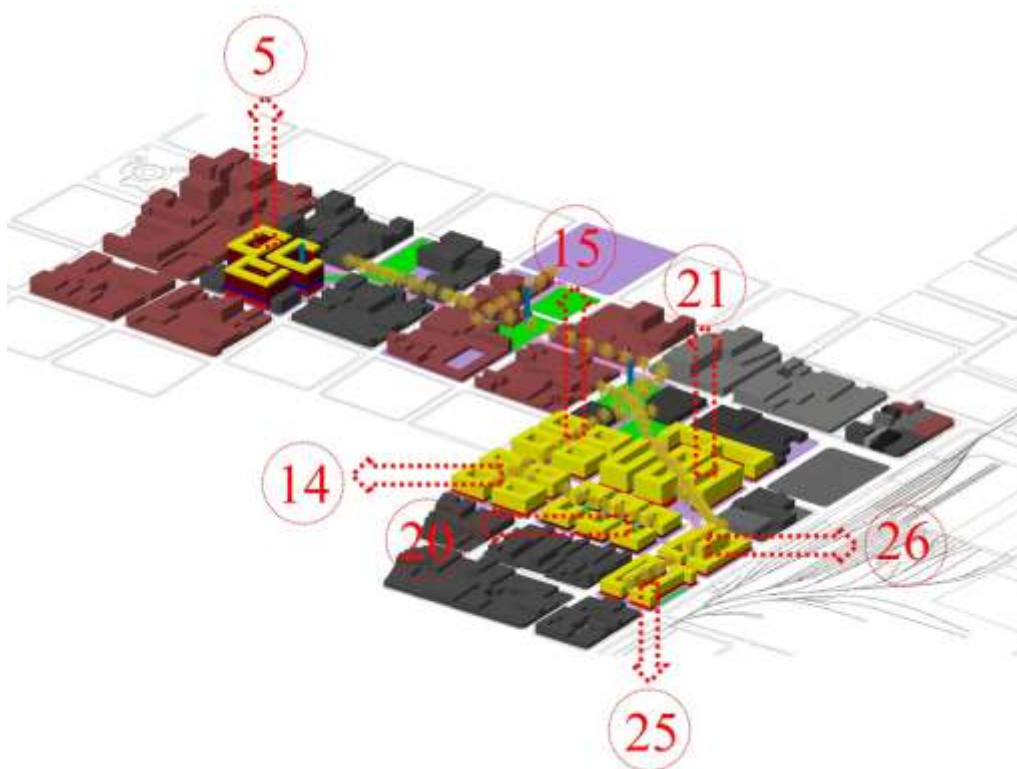
El mismo ejercicio se realiza con el área destinada a comercios, servicios, espacio público y equipamientos sociales; se consideran los números actuales más los que eventualmente serían necesarios según la proyección de personas; por último, la forma dependerá del perfil urbano buscado y de las formas arquitectónicas.

Por consiguiente, se lleva a un segundo punto en el diseño: la forma urbana y arquitectónica, lo cual dependerá de los criterios/estrategias/principios de diseño urbano; para el caso de estudio, hay una priorización de la escala humana, de la movilidad peatonal, de la primacía del espacio público y de la mezcla de usos y usuarios, por lo que toda la intervención debía responder a lo anterior.

En este apartado, es importante retomar que “los cuatro distritos centrales de San José son los de mayor valor promedio de suelo urbano de todo el país (Programa Estado de la Nación, 2014: 297); esto es positivo si en relación con el criterio de *Normativas, políticas e institucionales* se puedan establecer instrumentos de gestión de suelo en los que se utilice el valor del centro para subsidiar¹¹ formas de vivienda para diversos sectores.

Como tercer punto, el financiamiento es otra de las decisiones de diseño; quizá, es la condición que deba tenerse clara desde el origen del proyecto, como se discutió en el punto Lo pretendido de la renovación, pues el gestor de determinada acción sobre la ciudad incide en lo esperado. En el caso de estudio, se valoró la posibilidad de ser un proyecto gestado completamente por el gobierno local y por otras instancias públicas vinculadas con vivienda y asentamientos humanos o como segundo modelo alianzas público-privadas. A continuación, se presenta, a modo de ejemplo, uno de los modelos volumétricos/numéricos desarrollados sobre los siete cuadrantes priorizados.

Mapa 7. San José: propuesta volumétricos/numéricos sobre la zona de estudio, 2017



Fuente: elaboración propia.

¹¹ Las formas de subsidio no se desarrollan en este artículo; sin embargo, se analiza que, de la venta de algunas viviendas o comercios a precios de mercado, parte de su excedente se envíe a subsidiar los costos del proyecto, a fin de posibilitar el acceso a familias de ingresos menores.

El mapa anterior indica en color amarillo el incremento en altura del sector para vivienda, asignando buena parte del primer nivel de las cuadras intervenidas a espacio público y a la posibilidad de conexión peatonal fluida y adecuada entre los diferentes puntos o funciones de la ciudad. Mediante peatonalización, se buscó la unión de la intervención de las cuadras al sur y la estación al Pacífico con la cuadra 5 y el centro de la ciudad; para ello, se planteó también el vínculo con los espacios públicos existentes y los edificios patrimoniales que dieran pausas.

Conclusiones

La invitación de criterios busca considerar la ciudad en todas sus dimensiones, desde los elementos más técnicos, como la forma urbana, hasta otras condiciones más sensibles sobre diversos problemas sociales que nos acercan a otras áreas disciplinares en la planificación urbana, como sociología, demografía, economía, por citar algunas.

En esta reflexión se parte que la planificación de la ciudad debe ser inter y transdisciplinaria, pues los fenómenos intrínsecos de la urbanización no son propios de una disciplina, mucho menos en momentos donde las sociedades tienden a concentrarse y a complejizarse en ciudades. Esta propuesta busca nociones como la ciudad inclusiva consciente de los problemas de la urbanización en términos sociales, como: desigualdad, segregación, exclusión de vivienda y de servicio de movilidad y ambientales, entre otros.

En esta propuesta se elaboró un reglamento que explica los principios de renovación, someramente mostrados en este artículo, así como las posibilidades de financiamiento hasta principios de diseño urbano, considerando que debe haber dirección clara del modelo de territorio y ciudad, es decir, necesita normas e institucionalidad.

Desde el punto de vista metodológico, la experiencia de los niveles de análisis permite conocer de forma compleja la ciudad e identificar las necesidades más prontas por resolver. Por otro lado, el manejo de información mediante sistemas de información geográfica ofrece una infinita posibilidad de mezclar variables y de visualizarlas, lo cual fue clave.

El ejercicio tiene una fuerte inclinación por resolver la vivienda, las condiciones materiales, el hacinamiento e informalidad del lugar, así como la pérdida de población y la proyección de ciudad-gobierno.

De manera particular, en este caso hay variables que necesitan mayor inversión de tiempo o de otras áreas disciplinares para mejorar el resultado, como la dimensión *Productivos-Económicos*, pues, aunque se conocieron mediante el levantamiento de sitio las actividades del lugar y se consideran las proyecciones de ciudad-gobierno y del distrito tecnológico, así como las condiciones económicas de la población, no se propusieron actividades económicas específicas o formas de empleo que respondieran a esas condiciones.

El *Diagnóstico Cantonal de San José 2020 de la Municipalidad de San José* (Dirección de Desarrollo Urbano, 2020: 68) no existía al momento del levantamiento de información, sin embargo, confirma una valoración respecto a que “deben buscarse, los instrumentos legales, fiscales e institucionales correspondientes, que ayuden a la unión de varios predios vecinos para su desarrollo conjunto, y, por el otro, promover los modelos de renovación y densificación de las construcciones en los predios pequeños”.

Se considera fundamental que toda propuesta urbanística (incluida esta metodología) sea construida con las personas que viven en la ciudad y los barrios; por una condición de tiempo de indagación, este diálogo con la población fue básico, pero no por eso se debe omitir el señalamiento de la necesidad de comprensión de la comunidad, imaginarios, historias de vida, identidades, entre otras consideraciones esenciales para entender y hacer la ciudad.

Agradecimiento

A las personas colegas que formaron parte de la investigación, Greyty, Marco, Ramón, Andrés, Chelsea y Marianela.

Referencias

- Albet, A. (2019). Prólogo: revertir el discurso sobre la ciudad y lo urbano. En: Hernández, A., Vergara, C., Tutor, A., y Sala, E. (Coord.) *Neoliberal(urban)ismo: transformaciones socioterritoriales y luchas populares en Chile, España y México*. México: Universidad Autónoma de México.
- Amelia Rueda (12 de agosto de 2020) *Covid-19 expone miseria y desigualdad de cuarterías de San José*. San José, Costa Rica. Recuperado de: <https://www.ameliarueda.com/nota/covid-19-expone-miseria-y-desigualdad-de-cuarterias-ciudades-costarricenses>
- Andrade, P, y Bermúdez, D. (2010). *La sostenibilidad ambiental urbana en Colombia*. *Revista Bitácora Urbano Territorial*, 17(2),73-93. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=748/74816991004>
- Auclair, C. (2002). Indicadores urbanos, impactos en la conferencia de Estambul+5 y sus direcciones futuras. *Revista INVI*, 17(45),83 - 91. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=258/25804505>
- Bazant, J. (2008). Procesos de expansión y consolidación urbana de bajos ingresos en las periferias. *Revista Bitácora Urbano Territorial*, 13(2),117-132. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=748/74811925009>
- Cabrera-Jara, N., Orellana-Vintimilla, D., Hermida-Palacios, M. y Osorio-Guerrero, P. (2015). Evaluando la sustentabilidad de la densificación urbana. Indicadores para el caso de Cuenca (Ecuador). *Revista Bitácora Urbano Territorial*, 25(2),21-34. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=748/74846550004>
- Cárdenas, L. A. (2013). Metodologías de planificación y los nuevos enfoques de sustentabilidad. *Urbano*, 16(27),9-22. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=198/19836964004>
- Casgrain, A., y Janoschka, M. (2013). Gentrificación y resistencia en las ciudades latinoamericanas. El ejemplo de Santiago de Chile. *Andamios. Revista de Investigación Social*, 10 (22), 19-44.

- Chavarría, D. (2011). Repoblamiento inclusivo, vivienda de alta densidad y regeneración urbana para el distrito central del cantón de Goicoechea, San José. *REVISTARQUIS*, 1(1). Recuperado de: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/revistarquis/article/view/1293>
- Dirección de Desarrollo Urbano (2020). *Diagnóstico Cantonal 2020*, San José, Municipalidad de San José. Recuperado de: <https://www.msj.go.cr/SiteAssets/Carrusel/Diagn%C3%B3stico%20Cantonal%202020.pdf>
- El observador* (23 de julio de 2020). *11 cuarterías del cantón central de San José mantienen casos de COVID-19*. San José, Costa Rica. Recuperado de: <https://observador.cr/11-cuarterias-del-canton-central-de-san-jose-mantienen-casos-de-covid-19/>
- Gil S., B., y Briceño A., M. (2005). Intervención sobre la imagen urbana en centros tradicionales. Proyecto de renovación urbana: Funicular-Trolebús, Mérida, Venezuela. Fermentum. *Revista Venezolana de Sociología y Antropología*, 15 (44), 367-397.
- González, D. (2011). *Uso de suelo y ambiente interior*. *Arquitectura y Urbanismo*, XXXII (2), 9-15. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3768/376839862003>
- González, D. (2012). *Vivienda, teoría y práctica. Treinta años de experiencia académica en La Habana*. *Arquitectura y Urbanismo*, XXXIII(1), 91-104. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3768/376834405007>
- Harvey, D. (2001). *Espacios del capital: Hacia una geografía crítica*. España: Ediciones Akal.
- Hernández, A. (2009). Calidad de vida y medio ambiente urbano. Indicadores locales de sostenibilidad y calidad de vida urbana. *Revista INVI*, 24(65), 79-111. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=258/25811558003>
- Instituto Costarricense de Ferrocarril (2020). *Tren Eléctrico del Gran Área Metropolitana*. San José: Instituto Costarricense de Ferrocarril. Recuperado de: <http://www.incofer.go.cr/proyectos/>
- Jiménez, A. (2020) *Voz experta: Más allá de las cuarterías, una San José exclusiva y excluyente*. San José, Universidad de Costa Rica. Recuperado de: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2020/08/04/voz-experta-mas-alla-de-las-cuarterias-una-san-jose-exclusiva-y-excluyente.html>
- López-Morales, E., Arriagada-Luco, C., Gasic-Klett, I., Meza-Corvalán, D. (2015). Efectos de la renovación urbana sobre la calidad de vida y perspectivas de relocalización residencial de habitantes centrales y pericentrales del Área Metropolitana del Gran Santiago. *EURE*, 41 (124), 45-67.
- Marín, J. (Comp.) (2013). *La ciudad empresa: Espacios, ciudadanos y derechos bajo lógica del mercado*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones del CCC. Centro Cultural de la Cooperación Floreal Gorini.
- Mejías, R. (2008). Las técnicas de expresión básicas en el proceso de aprendizaje del diseño arquitectónico. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 8(2), 1-18. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=447/44713044011>
- Mercier, G. (2008). Dimensión cultural de la renovación urbana. Un análisis retórico del urbanismo contemporáneo. *Investigación y Desarrollo*, 16 (1), 82-117.
- Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (2017). *Índice de Desarrollo Social*. San José: Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. Recuperado de: <https://www.mideplan.go.cr/indice-desarrollo-social>
- Municipalidad de San José (2011). *Observatorio municipal*. San José: Municipalidad de San José. Recuperado de: https://www.msj.go.cr/informacion_ciudadana/SiteAssets/DIAGN%C3%93STICO%20CANTONAL.pdf
- Municipalidad de San José (2020). *Distrito de Innovación T24 inicia ecosistema de innovación e impacto para la ciudad de San José*. Recuperado de: <https://noticiassan jose.com/distrito-de-innovacion-t24-inicia-ecosistema-de-innovacion-e-impacto-para-la-ciudad-de-san-jose/>
- Nacif, N. (2016). Diseño de indicadores urbanos de sustentabilidad. El caso del Gran San Juan en Argentina. *Urbano*, (34), 6-15. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=198/19849706002>
- Navarrete, D. (2013). Formas y conceptos de la urbanización planetaria para una lectura de la ciudad latinoamericana. *Andamios. Revista de Investigación Social*, 10 (22), 69-90.

- Páramo P., Burbano A., y Fernández-Londoño D. (2016). Estructura de indicadores de habitabilidad del espacio público en ciudades latinoamericanas. *Revista de Arquitectura* (Bogotá), 18(2), 6-26. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2016.18.2.2>
- Pérez, Soraya (2011). El desarrollo sostenible en la planificación de ciudades de montaña. *Revista Geográfica Venezolana*, 52(1), 147-167. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3477/347730386008>
- Programa Estado de la Nación (2014) *Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. Ordenamiento territorial: implicaciones para el desarrollo humano Costa Rica*. San José, Programa Estado Nación.
- RepreTel (13 de setiembre de 2020). *Volvió el Covid-19 a las cuarterías de San José*. San José, Costa Rica. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=3oi30XAL4qc>
- Rojo, F. (2016). La gentrificación en los estudios urbanos: una exploración sobre la producción académica de las ciudades. *Cadernos Metrópole*, 18 (37), 697-719.
- Sánchez, R. (2014). Gentrificación. *Revista de Geografía Norte Grande*, (58), 5-6.
- Sendra P. y Sennett R. (2020). *Diseñar el desorden*. Madrid: Alianza Editorial
- Soja Edward W. (2008). *Postmetropolis. Estudios críticos sobre las ciudades y regiones*. Madrid: traficantes de sueños
- Sorando D. y Ardura Á. (2016). *First we take Manhattan*. Madrid: Ediciones Catarata
- Suárez G., C. (2010). Renovación urbana. ¿Una respuesta al pánico moral? *Territorios*, (22), 111-124.
- Tecnológico de Costa Rica (2021). *Acerca del GAM*. Cartago: Tecnológico de Costa Rica. Recuperado de: <https://tecdigital.tec.ac.cr/servicios/gam/?q=node/11>
- Torres, M. (2006). Recuperación de la renta urbana: Una tarea ética pendiente. *Revista INVI*, 21(58), 42-70. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=258/25805804>
- Vargas B., Thompson G., Arroyo M., Pendones R., Villalobos A., Soto C., Marianela S. (2017). *Distrito Curridabat: Renovación y Repoblamiento*. Recuperado de: https://unedaccr-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/bvargas_uned_ac_cr/EUZQ-Jm5GJJPjYAmcGasKFoBVF-eJbtX5efLN-zvMzYTCA?e=g8hGUS
- Vargas-Vargas, B. R. (2020). La transformación de un barrio capitalino: la experiencia desde los y las residentes del barrio Escalante junto con el comercio gastronómico. *Territorios*, (43), 1-22. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.7810>
- Vargas-Vargas, B., y Lara-Álvarez, A. (2020). Principios para la evaluación del espacio público: una propuesta metodológica. *AUS [Arquitectura / Urbanismo / Sustentabilidad]*, (28), 44-53. Recuperado de: <http://revistas.uach.cl/index.php/aus/article/view/6208>
- Verduzco, B., y Valenzuela, B. (2018). Los distritos urbanos gastronómicos y turísticos, conflictos y problemas de gestión pública. Guadalajara, México. *EURE*, 44 (132), 237-262.
- Yúdice, G. (2008). Modelos de desarrollo cultural urbano: ¿gentrificación o urbanismo social? *Alteridades*, 18 (36), 47-61.

Infraestructura verde. Conceptualización y análisis normativo de México

Green Infrastructure. Conceptualization and legal analysis of Mexico

Juana Amalia Salgado-López*

Roberto Galván-Benítez*

Recibido: junio 06 de 2021.

Aceptado: febrero 02 de 2022.

Resumen

La infraestructura verde es un elemento clave en la definición de un modelo territorial sustentable para proveer beneficios ambientales, sociales y económicos. Si bien en México hay esfuerzos crecientes por incorporar el tema en las políticas públicas urbanas principalmente a nivel municipal a través de la publicación de lineamientos y guías de infraestructura verde, a nivel nacional aún no se ha consolidado una política ni existe una ley específica que incorpore su definición. Por tanto, este trabajo analiza los orígenes del concepto a fin de encontrar elementos clave que nos permitan revisar el marco normativo vigente en el país y, con ello, ofrecer algunas apreciaciones que nos ayuden a considerar la infraestructura verde en el marco normativo en México como un instrumento de política ambiental y urbana, no sólo para hacer frente al cambio climático, sino como un instrumento de inclusión social y planeación participativa.

Palabras clave: infraestructura verde, sustentabilidad ambiental, análisis normativo, política ambiental.

Abstract

Green Infrastructure is a relevant element talking about a sustainable territorial model to provide environmental, social, and economic benefits. In Mexico, even though there are increasing efforts to incorporate the issue in urban public policies through the publication of guidelines and guides for green infrastructure, the policy has not been consolidated at the national level yet, nor is there a specific law incorporating its definition. Therefore, this paper analyzes the origins of the concept to find key concepts that allow us to review the current normative framework in the country and offer some insights that will help us consider Green Infrastructure in Mexico as an instrument of environmental and urban policy.

Keywords: green infrastructure, environmental sustainability, legal analysis, environmental policy.

*Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México. Correos electrónicos: amaliasalgado@hotmail.com, rgalvan@tlaloc.imta.mx

Introducción

Con el fin de reconciliar el crecimiento urbano, el bienestar social y la protección ambiental, se han incorporado estrategias de planificación de las ciudades como la infraestructura verde (IV), la cual es un elemento clave para la definición de un modelo territorial sustentable para proveer beneficios ambientales, sociales y económicos.

Si bien en México, hay esfuerzos crecientes por incorporar el tema en las políticas públicas urbanas, principalmente en el ámbito municipal, a través de la publicación de lineamientos y guías de infraestructura verde, como los casos de la Ciudad de México, Hermosillo o de León, a nivel nacional no se ha consolidado una política ni existe una ley específica que incorpore su definición. Además, estos esfuerzos aún son insuficientes y distan del avance de otros países en donde los planes de IV están incluidos en niveles diferentes de planificación del territorio y en acciones que definen una política clara de largo aliento, como en Alemania o en Australia, por ejemplo.

Los beneficios de la infraestructura verde son múltiples desde aspectos relacionados con recreación y ocio, protección y conservación del medio ambiente, acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, hasta el desarrollo del turismo y el crecimiento económico. El concepto es relativamente nuevo y con varias definiciones con elementos en común y que consideramos pueden enmarcar una posible política e incorporación en las leyes de México.

Por lo tanto, este trabajo analiza los orígenes del concepto a fin de encontrar conceptos clave que nos permitan revisar el marco normativo vigente en el país y, con ello, ofrecer algunas apreciaciones que nos ayuden a considerar la IV en México como un instrumento de política ambiental y urbana no sólo para hacer frente al cambio climático, sino como un instrumento de inclusión social y planeación participativa.

El texto está estructurado de la siguiente forma: en el primer apartado se realiza una revisión de la literatura para definir a la infraestructura verde y se identifican elementos de análisis y conceptos clave que nos ayudan a mirar el marco normativo internacional y nacional; el apartado dos analiza los acuerdos internacionales que se relacionan con la infraestructura verde y extraemos elementos que consideramos importantes para su implementación; en la sección tres identificamos el principal marco normativo de México que puede dar sustento a la implementación de la infraestructura verde en el país y advertimos sobre posibles elementos que deben considerarse para robustecerlo; finalmente, en la sección denominada consideraciones finales, retomamos los ejes conceptuales de desarrollo sustentable y planeación y exponemos la necesidad de contar con una definición en las leyes de México.

Metodología

Respecto a la metodología, en primer lugar, se revisó el origen del concepto, la definición y las características que componen la infraestructura verde, lo cual nos ayudó a identificar dos grandes categorías: planeación urbana y desarrollo sustentable. Para cada una de estas vertientes se identificaron los elementos que la componen, como características y conceptos claves que se vinculan con cada una de ellas. Esta categorización nos sirvió para analizar las leyes internacionales y nacionales en la materia; se revisaron los diferentes acuerdos internacionales que ha suscrito México, como: el Acuerdo de París, el Acuerdo de Escazú, la Convención de los Derechos Humanos, entre otros, y en cada uno identificamos un marco de acción que obliga a México a cumplir lo relacionado con la materia de infraestructura verde.

Posteriormente, revisamos el marco normativo nacional e identificamos que en la actualidad no hay ninguna ley que incorpore la definición de infraestructura verde; sin embargo, existe un marco legal que obliga a atender los temas relacionados con la planeación urbana y el desarrollo sustentable, ejes que se encuentran inmersos en la infraestructura verde. Por último, como parte de los resultados de este análisis, presentamos algunas consideraciones fundamentales que planteamos al final del trabajo.

Discusión: origen y definición de infraestructura verde

En los ambientes urbanos la necesidad de mantener ecosistemas que sostengan las actividades humanas es mucho mayor y no sólo en el sentido de actuar como soporte físico de instalaciones e infraestructura, sino también como fuente de recursos naturales y energía, lo cual contribuye al bienestar económico, social, ambiental y psicológico de las personas (Abramowicz y Stępniewska, 2020; Finewood et al., 2019; Fera y Santiago, 2017; Vásquez, 2016). En tal sentido, la ordenación del territorio se enfrenta al reto de integrar el espacio rural y el urbano, por lo que la infraestructura verde se ha visto como una vía que pone en valor el componente ambiental del territorio en la planificación y en el crecimiento de las demandas de uso de suelo para diversas actividades (Moreno *et al.*, 2014; Vásquez, 2016).

El término apareció por vez primera en Florida en 1994, en un informe que fue entregado al gobernador sobre las estrategias de conservación de la tierra para reflejar la idea de que los sistemas naturales son uno de los componentes más importantes de infraestructura (Firehock, 2010). De acuerdo con Valdés y Foulkes (2016), el término se oficializó en agosto de 1999 bajo la dirección de The Conservation Fund & USDA Forest Service, en cooperación con un grupo de trabajo local, estatal, agencias federales y organizaciones no gubernamentales que se unieron con la necesidad de desarrollar un programa para considerar los recursos naturales como parte integral de los planes y políticas locales, regionales y estatales.

Algunos autores consideran que tiene sus raíces en los siglos XVIII y XIX, derivada de dos ideas fundamentales: los parques unen espacios verdes para el beneficio de las personas y la preservación de las áreas naturales en beneficio de las personas y en la lucha contra la fragmentación del hábitat (Cantó, 2014).

Según Benedict y McMahon (2012), la infraestructura verde puede ser definida como una red interconectada de espacios verdes que conservan las funciones y los valores de los ecosistemas naturales y provee beneficios asociados a la población humana; a esta definición algunos autores agregan que es una red de espacios verdes urbanos, periurbanos, rurales y silvestres (Laforteza *et al.*, 2013; Moreno *et al.*, 2014). La infraestructura verde se basa en los principios de la protección y la valorización de la naturaleza y los procesos naturales, y en los beneficios que la sociedad puede obtener de la naturaleza (Cantó, 2014).

En un informe de 2013, la Comisión Europea (CE) definió la infraestructura verde como una red estratégicamente planificada de áreas naturales y seminaturales de alta calidad con otras características ambientales, que está diseñada y administrada para brindar una amplia gama de servicios ecosistémicos y proteger la biodiversidad tanto en entornos rurales como urbanos. Más aún, la CE añade que la infraestructura verde, al ser una estructura espacial que proporciona beneficios de la naturaleza a las personas, tiene como objetivo mejorar la capacidad de la naturaleza para ofrecer múltiples bienes y servicios ecosistémicos valiosos, como aire o agua limpios, lo cual implica una visión integral ecosistémica (Liquete *et al.*, 2015).

Esta visión ecosistémica implica una red de planificación estratégica y operativa de hábitats naturales y seminaturales conectados espaciotemporalmente que apoyan y mejoran la conectividad ecológica, un estado de conservación favorable y multifuncional del ecosistema a múltiples escalas (Svensson *et al.*, 2019). En algunos países europeos, como en la República Checa, esta red es definida como un Sistema Territorial de Estabilidad Ecológica, el cual implica un sistema interconectado, tanto natural como modificado y seminatural, que mantienen el balance natural y proporciona fuentes de material genético, apoya la estabilidad ecológica y la multifuncionalidad del paisaje (Skokanová y Slach, 2020). En otros países, como Estados Unidos, esta visión ecosistémica ha intentado incorporarse en políticas locales para monetizar los servicios de los ecosistemas con el objetivo de proteger mejor el medio ambiente (Matsler, 2019).

Desde esta visión integral, se incorpora a la sociedad; en tal sentido, la IV busca también la participación de distintos grupos de actores para fomentar el consenso y contribuir a la toma de conciencia de los beneficios de las soluciones basadas en la naturaleza (WWAP, 2018). Otros autores coinciden también en que la cooperación intercomunitaria y la colaboración de grupos de la sociedad civil, ciudadanos y sector privado son fundamentales para la implementación de políticas relacionadas con la IV (Eguia y Baxendale, 2019; Andersson *et al.*, 2019; Finewood *et al.*, 2019).

Al tomar en cuenta las anteriores argumentaciones, destacamos los siguientes elementos: la infraestructura verde plantea un enfoque integrador en el ordenamiento del territorio, creando nodos y enlaces de conexión que dan lugar a un sistema de infraestructura que busca tanto beneficios sociales como la preservación del ecosistema. Asimismo, con la intención de contribuir a la sensibilización del tema y generar consenso entre los diferentes actores, se busca incorporar a la población en la planificación de la infraestructura verde.

Planeación y desarrollo sustentable, ejes complementarios en la infraestructura verde

La infraestructura verde se puede analizar a partir de dos vertientes complementarias: 1) desde una visión territorial y de planeación urbana y desde una visión de desarrollo sustentable (Quiroz, 2018). Desde el eje de planeación urbana, podemos destacar cuatro características fundamentales: 1) es una red espacial, 2) es un espacio multifuncional, 3) es un espacio de intervención urbana multiescalar, y 4) es un espacio de inclusión y de cohesión social.

Es una red espacial porque al crear espacios verdes interconectados que generan y restauran vínculos para dar soporte y proteger procesos, funciones y beneficios que los espacios verdes individuales no pueden proporcionar solos (Benedict y McMahon, 2012; Quiroz, 2018). En su identificación, diseño y conservación de la red, es fundamental el concurso de varias disciplinas, como la planificación, la arquitectura del paisaje, la ecología, la biología de la conservación, la silvicultura o el transporte (Cantó, 2014).

Es un espacio multifuncional, pues potencia y mejora múltiples funciones y servicios para favorecer la capacidad del área verde urbana y para ofrecer diversos beneficios, creando sinergias y reduciendo conflictos (Andersson et al., 2019; De Kleyne et al., 2020; Phillips y Atchison, 2020; Quiroz, 2018). El enfoque multifuncional también se refiere a vincular áreas rurales circundantes, incluidas el área metropolitana, con áreas urbanas utilizando como corredor amortiguador las áreas periurbanas de transición (Vílcea et al., 2014). Asimismo, la IV se define como un instrumento multifuncional que aporta servicios ecológicos, económicos y sociales a la sociedad mediante la conservación de una red interconectada de espacios que mantienen el funcionamiento de los recursos naturales que hacen posible la vida en el territorio (Cantó, 2014).

En el eje multiescalar se vinculan diferentes niveles espaciales, desde regiones metropolitanas hasta comunidades aisladas de pequeña escala. Y la inclusión social se refiere a incorporar procesos de planificación participativa socialmente inclusivos, que favorecen la creación de confianza a través de la información, incorporación de conocimiento y la colaboración, atendiendo las necesidades de las diversas partes intervinientes (Eguia y Baxendale, 2019). Desde la perspectiva de algunos autores, la infraestructura verde crea cohesión social, debido a que las personas tienen la posibilidad de interactuar en los espacios verdes (Moreno et al., 2014; Vílcea et al., 2014). Los espacios

verdes urbanos pueden aumentar las oportunidades de participación social y cultural con los beneficios correspondientes, como la inclusión social, las conexiones comunitarias y la conservación de la cultura (Mumaw *et al.*, 2019), así como la resiliencia ambiental, el mantenimiento de lugares y la diversidad e innovación en la gestión de espacios verdes (De Kleyn *et al.*, 2020), mejorando el bienestar psicológico, emocional, social y material de las personas y, por lo tanto, la calidad de vida (Mensah *et al.*, 2016).

Para De Kleyn *et al.* (2020), la inclusión significa también contar con un proceso de quejas, rendición de cuentas, responsabilidad y cuestiones de justicia. La equidad está relacionada con el respeto por las opiniones de las partes interesadas, la coherencia y ausencia de sesgos, y la consideración de la distribución de costos y beneficios. La integración se asocia con las formas en que la ecologización urbana se incorpora a otros sectores (horizontal) u otros niveles (vertical) de toma de decisiones. Los beneficios de involucrar a los ciudadanos locales en la ecologización urbana, incluida su gobernanza, incluyen la oportunidad de desarrollar conjuntamente el conocimiento local a lo largo del tiempo, mejorar el bienestar y la conexión de la comunidad, recibir esfuerzos y recursos voluntarios, expandir los esfuerzos ecológicos a tierras privadas, vincularse con redes locales, así como implementar iniciativas de bajo riesgo donde los proyectos sean de bajo costo y pequeña escala (Coffey *et al.*, 2020).

Sobre la visión territorial y de planeación urbana, algunos autores, como Quintero y Quintero (2019), plantean que la IV potencia la relación entre el espacio público y la ciudad, entendiendo al éste como espacios de encuentro ciudadano, resultado de la materialización de las relaciones entre habitantes y entre el Estado y la ciudadanía. Si bien la IV puede potenciar dicha relación, también puede generar exclusión; en ese sentido, procesos como la gentrificación sirven como ejemplos de cómo la implementación mal planeada de una IV puede cambiar el acceso a beneficios al cambiar las estructuras demográficas del vecindario y, a su vez, dar lugar a resultados injustos a mediano o largo plazo, incluido el desplazamiento de los más vulnerables (Andersson *et al.*, 2019). Si bien la nueva infraestructura verde es importante para vecindarios más saludables y habitables, también puede conducir a aumentos localizados en los costos de vivienda, el valor de las propiedades y el capital privado dirigido a hacer que las áreas reflejen las preferencias de los residentes privilegiados (Anguelovski *et al.*, 2018).

Desde un enfoque de desarrollo sustentable, la infraestructura verde puede aminorar los problemas relacionados con agua, movilidad, espacio público y biodiversidad (Vásquez, 2016; Derkzen *et al.*, 2017; Quiroz, 2018). Es cada vez más reconocido que el diseño e implementación de la IV puede contribuir a la adaptación climática.

Los estudios de IV con una perspectiva de adaptación climática suelen centrarse sobre los dos problemas más desafiantes que enfrentan las ciudades de los extremos meteorológicos más frecuentes: calor e inundaciones. Los impactos de las olas de calor y las fuertes lluvias se magnifican en las zonas urbanas debido a la agrupación de personas y a

la actividad socioeconómica. La IV puede reducir el calor urbano y las inundaciones gracias a sus capacidades de sombra, evaporación, interceptación e infiltración (Derkzen *et al.*, 2017).

La dimensión espacial de los servicios ecosistémicos se analiza en relación con su aprovisionamiento y los beneficios recibidos, por ejemplo, Fisher *et al.*, (2009) distinguieron entre “áreas de producción de servicios” y “áreas de beneficios de servicios”. Asimismo, propusieron un esquema de clasificación de tres partes: “in situ” cuando los servicios se brindan en el mismo lugar que los beneficios recibidos; es “omnidireccional” cuando los servicios benefician al paisaje circundante sin un sesgo direccional específico; y, es “direccional” si los servicios se prestan para beneficiar a otra ubicación.

En su eje agua, la IV utiliza sistemas naturales o seminaturales, como las soluciones basadas en la naturaleza para proporcionar opciones de gestión de los recursos hídricos con beneficios equivalentes o similares a las infraestructuras convencionales. Además, contribuye a reducir riesgos, combinando infraestructuras grises y verdes, para la gestión del agua mediante la gestión de las infiltraciones, los flujos superficiales y, por consiguiente, la conectividad hidrológica entre los componentes del sistema y del transporte del agua a través de llanuras inundables (WWAP, 2018).

En cuanto a la adaptación al cambio climático, la IV contribuye al aumento de agua de recarga de acuíferos. En el proceso de la gestión del agua en las zonas urbanas y periurbanas, reduce los riesgos de anegamiento durante el pico de la precipitación, repercutiendo dentro o fuera de los límites de la ciudad. Asimismo, contribuye a que la ciudad reproduzca el ciclo del agua de manera sustentable, contribuyendo al abastecimiento de agua potable en zonas con escasez y al tratamiento adecuado de aguas residuales (Eguia y Baxendale, 2019).

La infraestructura verde urbana se utiliza cada vez más para gestionar y reducir la contaminación provocada por la escorrentía urbana. Los ejemplos incluyen muros verdes, jardines en azoteas y cuencas de infiltración o drenaje cubiertas de vegetación para contribuir al tratamiento de las aguas residuales y reducir la escorrentía de las aguas pluviales (WWAP, 2018). Por otro lado, permite la restauración de ecosistemas fragmentados por el paisaje urbano e influyan en su articulación con la biodiversidad, manteniendo las funciones ecológicas originales y la prestación de servicios ecosistémicos que éstos brindan (Quiroz, 2018; Honeck *et al.*, 2020). Entre las contribuciones que puede aportar la IV a la biodiversidad se encuentran: incremento de la biocapacidad, mejora de la calidad ambiental, control de la erosión, mejora y mantenimiento de las tierras agrícolas, protección, mantenimiento y mejora de hábitats naturales, biodiversidad y vida silvestre y mejora de la calidad del agua y del aire (Baró *et al.*, 2014; Baxendale y Buzai, 2019).

En particular, los árboles urbanos son considerados como “infraestructura crucial” que proporciona beneficios y valores tangibles que mejoran la calidad de vida, la seguridad y la salud pública (FAO, 2016). Estas revalorizaciones de los árboles urbanos han llevado a muchas ciudades de todo el mundo a tomar medidas importantes para promover la sostenibilidad y el bienestar a través de la ecologización de las ciudades. En este sentido, los bosques urbanos y los árboles que se toman para representarlos se están reconociendo como fundamentales para la habitabilidad, la resiliencia y la sostenibilidad de la ciudad (Phillips y Atchison, 2020).

La infraestructura verde es un nuevo marco ecológico que ofrece un enfoque estratégico para la conservación de la naturaleza necesario para la sustentabilidad ambiental, social y económica de un territorio. Bajo este marco, considera la conservación de la naturaleza en relación con el desarrollo de la tierra, la gestión del crecimiento de las ciudades y la planificación de la infraestructura construida en los territorios (Eguía y Baxendale, 2019). En este orden de ideas, se considera que la IV se apoya en la definición conceptual de la sustentabilidad como una pirámide, en donde los ecosistemas viables están en la base y sostienen al capital natural, al capital social y al ambiente construido (Williamson, 2003, en Vásquez, 2016).

Los espacios verdes contribuyen a mejorar la salud física al fomentar estilos de vida activos y crear condiciones localizadas que reducen las tasas de enfermedades asociadas con la contaminación del aire y del ruido. Los espacios verdes también pueden conducir a conexiones sociales más fuertes entre los residentes y las organizaciones del área al proporcionar un lugar de encuentro para desarrollar y mantener los lazos personales y la interacción regular.

A escala de paisaje y de región, algunos componentes o tipos de infraestructura verde corresponden a humedales, bosques, parques intercomunales, corredores ribereños y líneas de costa. Estos tipos de infraestructura verde son los que permitirían mantener o restaurar procesos ecológicos clave para el funcionamiento a largo plazo de los territorios y maximizar los beneficios sociales que se obtienen de ellos. A estas escalas, la IV ayuda a mantener o restablecer la integridad del paisaje, que corresponde al estado situación donde se hacen compatibles y maximizan la salud de los ecosistemas y el bienestar social.

Con el fin de sistematizar las características de la infraestructura verde y con ello tener elementos de análisis para la normatividad, se presenta la tabla 1, cuyos elementos se observarán en el análisis del marco normativo internacional y nacional.

Tabla 1. Ejes complementarios en la infraestructura verde

EJE	CARACTERÍSTICAS
Desde la planeación	Implica:
	• una red espacial (conectividad); • un espacio multifuncional (combina, potencia y mejora múltiples funciones y servicios); • un espacio de intervención urbana multiescalar (local, regional, metropolitano, nacional, transnacional) • un espacio de inclusión social (planeación participativa), por lo que es importante la participación de la población.
Desde una visión de Desarrollo Sustentable	Ofrece:
	• Protección de la biodiversidad y calidad ambiental de los recursos (incremento de la biocapacidad, mejora de la calidad del agua, etc.). • Adaptación al cambio climático (aumento de agua de recarga de acuíferos, mejora la permeabilidad ecológica, etc.). • Mitigación al cambio climático (reducción del efecto de calor de isla urbana, por ejemplo). • Mejoramiento de la salud física al fomentar estilos de vida activos y crear condiciones localizadas que reducen las tasas de enfermedades asociadas con la contaminación del aire y el ruido

Fuente: elaboración propia con base en la información documental.

Marco normativo internacional e infraestructura verde

En esta sección se hace un análisis del marco normativo internacional relacionado con la infraestructura verde a partir de la definición y de las características planteadas en las secciones anteriores. Se revisan los acuerdos y los tratados internacionales que han sido suscritos por nuestro país, con el fin de encontrar bases argumentativas para su incorporación en la legislación de nuestro país.

Acuerdo de París

Este acuerdo entró en vigor el 04 de noviembre de 2016, y fue celebrado en París en diciembre de 2015. La ONU (2015), en su 17º periodo de sesiones, estableció que las medidas ayudarían a combatir el cambio climático, al acceso equitativo del desarrollo sostenible, así como la radicación de la pobreza. Dicho acuerdo fue aceptado por más de 195 países, entre

ellos México; y tiene entre sus objetivos hacer todo lo posible para que la temperatura global del planeta no suba por encima de 1.5°C a finales del siglo; asimismo, su objetivo central es reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático hacia una economía baja en carbono para fortalecer los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) de la agenda 2030. A continuación, analizamos los artículos que se relacionan con la infraestructura verde:

El artículo 6, inciso 1, prevé lo siguiente:

1. Las Partes reconocen que algunas Partes podrán optar por cooperar voluntariamente en la aplicación de sus contribuciones determinadas a nivel nacional para lograr una mayor ambición en sus **medidas de mitigación y adaptación y promover el desarrollo sostenible y la integridad ambiental**.

El artículo 7 se refiere a:

1. Por el presente, las Partes **establecen el objetivo mundial relativo a la adaptación, que consiste en aumentar la capacidad de adaptación, fortalecer la resiliencia y reducir la vulnerabilidad al cambio climático con miras a contribuir al desarrollo sostenible** y lograr una respuesta de adaptación adecuada en el contexto del objetivo referente a la temperatura que se menciona en el artículo 2.
2. Las Partes reconocen que la adaptación es un desafío mundial que **incumbe a todos, con dimensiones locales, subnacionales, nacionales, regionales e internacionales, y que es un componente fundamental de la respuesta mundial a largo plazo frente al cambio climático y contribuye a esa respuesta, cuyo fin es proteger a las personas, los medios de vida y los ecosistemas**, teniendo en cuenta las necesidades urgentes e inmediatas de las Partes que son países en desarrollo particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático.

Por su parte, el artículo 12 considera:

Las Partes deberán cooperar en la adopción de las medidas que correspondan para mejorar la educación, la formación, la sensibilización y participación del público y el acceso público a la información sobre el cambio climático, teniendo presente la importancia de estas medidas para mejorar la acción en el marco del presente Acuerdo (ONU, 2015).

Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe. Acuerdo de Escazú

Fue adoptado en Escazú, Costa Rica, y aprobado en Nueva York, el 26 de septiembre de dos mil diecinueve, en su 74° periodo de sesiones de la Asamblea General de la ONU. Este acuerdo es de carácter vinculante para México y tiene como objetivos: 1) garantizar la implementación plena y efectiva en América Latina y el Caribe de los derechos de acceso a la información ambiental, la participación pública y el acceso a la justicia en asuntos ambientales; 2) crear y fortalecer las capacidades y la cooperación contribuyendo a la

protección del derecho de cada persona, de las generaciones presente y futuras, a vivir un medio ambiente sano y al desarrollo sostenible (CEPAL, 2019). De dicho acuerdo se desprenden algunas disposiciones normativas relacionadas con la infraestructura verde, por ejemplo:

El artículo 1 prevé la obligación de los estados de garantizar el acceso a las personas en la participación pública en los asuntos relacionados con el medio ambiente; textualmente señala:

El objetivo del presente Acuerdo es garantizar la implementación plena y efectiva en América Latina y el Caribe de los derechos de acceso a la información ambiental, participación pública en los procesos de toma de decisiones ambientales y acceso a la justicia en asuntos ambientales, así como la creación y el fortalecimiento de las capacidades y la cooperación, contribuyendo a la protección del derecho de cada persona, de las generaciones presentes y futuras, a vivir en un medio ambiente sano y al desarrollo sostenible (CEPAL, 2019).

Esto se relaciona con los proyectos de infraestructura verde, ya que los responsables del desarrollo de estos proyectos deben y tienen la obligación de escuchar a las personas interesadas o posibles beneficiadas, facilitándoles el acceso a la información y participación en la toma de decisiones en dichos proyectos, particularmente se desarrolla con el componente de planeación participativa. En este sentido, previo a la ejecución de los proyectos de infraestructura verde se debe dar dicha participación a las personas, así como durante y después, porque estos proyectos se relacionan con el agua y el medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de las personas.

Por consiguiente, y con fundamento en lo dispuesto en el artículo 2, inciso b, se prevé la competencia de toda institución pública que ejerce los poderes, la autoridad y las funciones en materia de acceso a la información, como:

- Los órganos, organismos o entidades independientes o autónomos de propiedad del Estado o controlados por él que actúen por facultades otorgadas por la Constitución o por otras leyes.
- Las organizaciones privadas cuando reciban fondos o beneficios públicos, directa o indirectamente, o que desempeñen funciones y servicios públicos (CEPAL, 2019).

Además de lo previsto en el numeral citado, en su inciso d), también se prevé que por “público” se entiende una o varias personas físicas o jurídicas y las asociaciones, organizaciones o grupo constituidos por esas personas que son nacionales o están sujetas a la jurisdicción nacional del Estado Parte, en este caso México. Sin embargo, al invertir en el país, algunas organizaciones, asociaciones o grupos internacionales se sujetan a su régimen jurídico. Por lo tanto, tanto las personas físicas como las morales que desarrollen proyectos

de infraestructura verde deben someterse a estas disposiciones previstas en el Acuerdo de Escazú de carácter obligatorio (vinculante). En consecuencia, a preverlos en sus proyectos de carácter obligatorio y públicos (CEPAL, 2019).

Asimismo, del Acuerdo de Escazú podemos retomar algunos principios para los proyectos de infraestructura verde, como: principio de igualdad y principio de no discriminación; principio de transparencia y principio de rendición de cuentas; principio de no regresión y principio de progresividad; principio de máxima publicidad; principio de soberanía permanente de los Estados sobre sus recursos naturales y principio pro-persona.

Declaración Universal de los Derechos Humanos

Esta declaración fue aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas, en París, el 10 de diciembre de 1948, en su resolución 217-A. Consideramos que dichas disposiciones tienen relación con los proyectos de infraestructura verde; en específico, el numeral 25, pues establece que todas las personas tienen derecho a la salud, al bienestar y a los servicios sociales necesarios (ONU, 1948).

Convención Americana sobre los Derechos Humanos

Esta convención fue suscrita en San José, Costa Rica, del 7 al 22 de noviembre de 1969. De esta Convención retomamos los numerales 1 y 2. En el 1 se establece la obligación de los Estados Partes de respetar los derechos y las libertades reconocidos y a garantizar su libre y pleno ejercicio a toda persona que esté bajo la jurisdicción del Estado Mexicano, incluyendo a los estados y municipios, así como a las comunidades y pueblos indígenas de nuestro país, sin discriminación por raza, color, sexo, idioma, religión, opiniones políticas o de otra índole, origen nacional o social, posición económica, nacimiento o cualquier otra condición social. Es decir, en todos los proyectos de infraestructura verde o ambiental se debe prever, respetar, proteger y garantizar el goce de estos derechos humanos, como no ser discriminado de la inclusión de los proyectos por creencias religiosas o condición social (OEA, 1969).

En su artículo 2, se prevé que, cuando los derechos y las libertades de las personas no estén reconocidos, entonces los Estados Parte deben iniciar un proceso legislativo de derecho interno, es decir, armonizar sus leyes en la materia con el objeto de que sean ejercidos por las personas; por ejemplo, el derecho de reunión, señalado en el artículo 15 de la Convención citada, reconoce el derecho de asociación pacífica y sin armas; éste sólo puede ser limitado por interés de seguridad nacional, seguridad, orden público, protección a la salud, entre otros (OEA, 1969).

Otro artículo afín es el 16, el cual aborda el derecho de asociación, es decir, toda persona puede asociarse libremente con fines sociales; consideramos que esta disposición se relaciona con las infraestructuras, pues las personas pueden asociarse con fines sociales, como es el derecho a un medio ambiente sano y los derechos al agua y al saneamiento, solicitando que en dichos proyectos de infraestructura se cumpla con agua suficiente, salubre, asequible y suficiente para una sostenibilidad de dichos proyectos, antes durante y después de haberlos ejecutado (OEA, 1969).

Por último, retomamos lo dispuesto en el numeral 23 sobre los derechos políticos, donde en el punto 2, inciso a), se señala que las personas tienen derecho a participar en la dirección de los asuntos públicos o por medio de representantes elegidos libremente. Al respecto, opinamos que todas las personas beneficiadas de estos proyectos de infraestructura verde tienen derecho a participar cuando sean desarrollados por las autoridades e, incluso, por los particulares; por ello, es recomendable que todo proyecto de este tipo sea consultado previamente con los beneficiarios y se les invite a tomar parte de éstos de común acuerdo (ver tabla 2).

Tabla 2. Análisis sobre los ejes de infraestructura verde y los acuerdos internacionales

Eje	Tratados internacionales
Planeación	○ Acuerdo de París: Adaptación al cambio climático desde una dimensión multiescalar (art. 7). Incorporación de la participación (art. 12). ○ Acuerdo de Escazú: Incorporación de la participación (art. 1) ○ Convención Americana de los Derechos Humanos: Derecho a la no discriminación de la inclusión de proyectos (art. 1).
Desarrollo Sustentable	○ Acuerdo de París Combatir el cambio climático y acceso equitativo de desarrollo sostenible (art. 6. 7 y 12). ○ Acuerdo de Escazú: Protección del medio ambiente y desarrollo sustentable (art. 1) ○ Convención Americana de los Derechos Humanos: Respeto y garantía de los derechos humanos (derecho a un medio ambiente sano, derecho al agua y al saneamiento, etc.)

Fuente: elaboración propia con base en la documentación (OEA, 1969).

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

En la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas se adoptó la agenda 2030 para un Desarrollo Sostenible, la cual consiste en un plan de acciones a favor de las personas, del planeta y de la prosperidad. Se plantean 17 objetivos y 169 metas de carácter integrado e indivisible que abarcan aspectos económicos, sociales y ambientales.

La agenda tiene una vigencia de 15 años. Al respecto, los Estados parte se comprometieron a implementar los medios necesarios con las alianzas centradas, especialmente en las necesidades de las más pobres y vulnerables. De los 17 objetivos señalados en los presentes ODS, consideramos que ocho tienen relación, transversalidad e indivisibilidad con las infraestructuras verdes; a saber: objetivo 3, Salud y bienestar; objetivo 6, Agua limpia y saneamiento; objetivo 7, Energía asequible y no contaminante; objetivo 9, Industria innovación e infraestructura; objetivo 11, Ciudades y comunidades sostenibles; objetivo 13, Acción por el clima; objetivo 15, Vida de ecosistemas terrestres; y objetivo 17, Alianzas para lograr los objetivos.

Los anteriores objetivos de Desarrollo Sostenible son indivisibles e integrales con un enfoque en derecho humano al acceso, a la disposición y al saneamiento de agua, así como al derecho humano a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de las personas; por tales motivos, consideramos que se relacionan con infraestructura verde y agua. Por ejemplo: en materia de agua y saneamiento, el objetivo 6, que habla sobre garantizar su disponibilidad, se relaciona con infraestructura verde e, incluso, sugiere la posibilidad de instalar una planta de tratamiento de aguas residuales.

En materia de medio ambiente y acciones para hacer frente al cambio climático, destacan los ODS 9, 11, 13 y 15, los cuales buscan adoptar medidas para combatir el cambio climático y sus efectos; la infraestructura verde es un elemento de planificación importante para tales efectos.

Análisis del Marco Normativo Nacional

En este apartado se analiza el marco normativo mexicano con la intención de identificar qué leyes pueden servir como referencia para abordar la infraestructura verde, así como para identificar vacíos legales y áreas de oportunidad.

Ley General de Asentamientos Humanos y Desarrollo Territorial y Urbano

Esta Ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de noviembre de 2016 y su última reforma fue el 6 de enero de 2020. En su artículo 1, se establece que las normas básicas y los instrumentos de gestión son de observancia general con pleno respeto a los derechos humanos y el Estado tiene la obligación de promoverlos, respetarlos, protegerlos y garantizarlos plenamente (DOF, 2016).

Asimismo, en este artículo se señala la concurrencia de las autoridades y se fijan los criterios de sus respectivas competencias para la planeación, garantizando en todo momento la protección y el acceso equitativo a los espacios públicos. En su fracción V, se encuentra el fundamento a la planeación participativa: “propiciar mecanismos que permitan la participación ciudadana en particular para las mujeres, jóvenes y personas en situación de vulnerabilidad, en los procesos de planeación y gestión del territorio con base en el acceso a información transparente, completa y oportuna”. Se encuentra reforzado por el principio de participación democrática y transparencia, previsto en la fracción V del artículo 4 (DOF, 2016).

En cuanto al derecho a asentamientos humanos sustentables, resilientes, saludables, productivos, equitativos, justos, incluyentes, democráticos y seguros, se encuentra establecido en el artículo 2. Asimismo, en el artículo 4 encontramos más argumentos que pueden dar sustento a un enfoque de desarrollo sustentable e infraestructura verde; por ejemplo, se plantean los principios de resiliencia, seguridad urbana y riesgos (fracción VIII), y sustentabilidad ambiental (fracción IX) (DOF, 2016).

Respecto a las competencias, la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) es la entidad nacional de conducir la política de asentamientos humanos, así como el ordenamiento territorial; cada nivel de autoridad tiene diferentes competencias (ver tabla 3).

Tabla 3. Competencias en materia de asentamientos humanos, desarrollo urbano y ordenamiento territorial

Nivel	Formulación de la política	Legisla	Implementa acciones	Sanciona
Nacional	SEDATU		SEDATU en coordinación con los gobiernos estatales, municipales y las Demarcaciones Territoriales, y con la participación de los sectores social y privado	SEDATU
Subnacional	Entidades Federativas	Entidades Federativas	Entidades Federativas coordinan acciones con la SEDATU y otros municipios	Entidades Federativas
Local (municipal)	Municipios		Municipio	Municipio

Fuente: elaboración propia con base en la Ley de Asentamientos Humanos y Desarrollo Territorial y Urbano (DOF, 2016).

La Ley considera instancias de participación a través de los Consejos Nacional, Estatal y Municipal, los cuales pueden conocer y opinar en materia de ordenamiento territorial y desarrollo urbano dependiendo de la escala en donde se conformen.

Por otro lado, los instrumentos de planeación que se relacionan con la infraestructura verde son los cuatro considerados en el art. 23: la estrategia nacional de ordenamiento territorial; los programas estatales de ordenamiento territorial y desarrollo urbano; los programas de zonas metropolitanas o conurbaciones; y los planes o programas municipales de desarrollo urbano.

Ley de Planeación

Fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el cinco de enero de 1983; su última reforma fue publicada en el mismo diario el 16 de febrero de 2018 (vigencia hasta el 1 de diciembre de 2024). El artículo 2º señala que la planeación debe llevarse a cabo como

un medio para el eficaz desempeño de la responsabilidad del Estado sobre el desarrollo equitativo, incluyente, integral, sustentable y sostenible del país, con perspectiva de interculturalidad y de género, y deberá tender a la consecución de los fines y objetivos políticos, sociales, culturales, ambientales y económicos contenidos en la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*.

Asimismo, la planeación nacional de desarrollo se define como la ordenación racional y sistemática de acciones en materia de regulación y promoción de la actividad económica, social, política, cultural, de protección al ambiente y aprovechamiento racional de los recursos naturales, así como de ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y desarrollo urbano.

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

Esta ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988; asimismo, su última reforma se publicó en éste el cinco de junio de 2018. En su artículo 1 señala que es reglamentaria de las disposiciones de carácter constitucional, en lo referente a la preservación y a la restauración del equilibrio ecológico, la protección al ambiente; por tanto, es de orden público e interés social y su objetivo es propiciar el desarrollo sustentable.

Además, en esta ley encontramos todo lo vinculado al eje de desarrollo sustentable que forma parte de la infraestructura verde; por ejemplo, en el artículo 1 se plantea todo lo relacionado con la preservación y la protección de la biodiversidad; la prevención y el control de la contaminación del agua, aire y suelo, y se garantiza la participación corresponsable de las personas en la preservación y protección del medio ambiente.

Respecto a la distribución de competencias y de coordinación, se encuentra en el artículo 4, pues establece que la federación, las entidades federativas y los municipios deben ejercer sus atribuciones en lo relacionado con lo previsto en el artículo 1, el cual ya se mencionó, además de aplicar los instrumentos de la política. Asimismo, en este artículo, en la fracción VII, se establece la regulación del aprovechamiento sustentable y la prevención y el control de la contaminación de las aguas de jurisdicción estatal, así como de las aguas nacionales que tengan asignadas. Mientras que en la fracción XV se prevé la promoción de la sociedad en lo referente al ambiente.

En cuanto a las competencias de las entidades federativas se encuentran fundamentadas, principalmente, en el artículo 7, fracción I, que señala que la formulación, la conducción y la evaluación de las políticas ambiental son de carácter estatal; es decir, en su jurisdicción estatal. Y en la fracción VIII se establece la regulación del aprovechamiento sustentable y la prevención y control de la contaminación de las aguas de jurisdicción estatal; así como de las aguas nacionales que tengan asignadas. Por su parte, en la fracción XIII se señala la vigilancia del cumplimiento de las normas oficiales mexicanas expedidas por la federación. Aunque no se ha señalado, las infraestructuras verdes deben estar sometidas a la vigilancia por parte de las autoridades en materia de Normas Oficiales Mexicanas para la preservación y la restauración del equilibrio ecológico.

Los Programas de Ordenamiento Ecológico se encuentran considerados en el artículo 19 BIS, así como su escala territorial (general del territorio, regional, local y marino). La formulación, el contenido y el procedimiento de cada programa se encuentran establecidos del artículo 20 BIS 1 al 20 BIS 7.

Por otro lado, los instrumentos económicos para incentivar el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental y acciones para la protección, la preservación o restauración del equilibrio ecológico se encuentran en los artículos 21 y 22.

En relación con la multifuncionalidad que debe contener todo proyecto de infraestructura verde, la encontramos en el art. 23, fracción II; a saber: “en la determinación de los usos del suelo, se buscará lograr una diversidad y eficiencia de éstos y se evitará el desarrollo de esquemas segregados o unifuncionales, así como las tendencias a la suburbanización extensiva”.

De acuerdo con el artículo 88, fracción III, para mantener la integridad y el equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, se debe considerar la protección de suelos y áreas boscosas y selváticas y el mantenimiento de caudales básicos de las corrientes de agua, así como la capacidad de recarga de los acuíferos; por lo tanto, este artículo considera la protección del medio ambiente y el desarrollo sustentable.

En este sentido, en el art. 92 se considera que, con el propósito de asegurar la disponibilidad del agua y abatir los niveles de desperdicio, las autoridades competentes promoverán el ahorro y el uso eficiente del agua, el tratamiento de aguas residuales y su reutilización. Por otro lado, el artículo 98 aborda la preservación y el aprovechamiento sustentable del suelo, y se consideran algunos criterios:

- I. El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas.
- II. El uso de los suelos debe hacerse de manera que éstos mantengan su integridad física y su capacidad productiva.
- III. Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos.

En este apartado cabe mencionar también la normatividad asociada a las Áreas Naturales Protegidas (ANP), las cuales se encuentran definidas en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente; en su artículo 3, se establece que las ANP son consideradas como zonas del territorio nacional, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente ley; aunque no estén denominadas como infraestructura verde, los Programas de Manejo de las ANP's definen zonas de uso público o reconocen asentamientos humanos y regulan el tipo de infraestructura que debe haber en esas zonas (artículo 66, fracción de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente).

Ley General de Cambio Climático

Esta ley fue publicada en el Diario Oficial de Federación el 06 de junio de 2012; asimismo, su última reforma se publicó en éste el 13 de julio de 2018. Es reglamentaria de las disposiciones de la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos* en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

En su artículo 2 se garantiza el derecho a un medio ambiente sano y se establece la concurrencia de las facultades en los diferentes órdenes de gobierno para elaborar y aplicar la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero (DOF, 2012).

En cuanto al ámbito de competencias, el artículo 5 señala que la federación, las entidades federativas, el Distrito Federal (ahora Ciudad de México) y los municipios tienen atribuciones para la mitigación y la adaptación al cambio climático. Por otra parte, esta ley crea el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), el cual es un organismo

público descentralizado de la administración pública federal y tiene como objetivo coordinar y realizar estudios de investigación en materia de cambio climático, protección al ambiente y preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como emitir recomendaciones sobre las políticas y acciones en mitigación o adaptación al cambio climático, entre otras más (art. 15) (DOF, 2012).

Sobre esta ley nos gustaría destacar dos artículos relacionados con la infraestructura verde: el artículo 33, el cual prevé las políticas públicas para la mitigación, pues es importante promover la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable y el derecho a un medio ambiente sano a través de la mitigación de emisiones; y el artículo 48, que establece las atribuciones del presidente de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, como las previstas en la fracción V; entre éstas, firmar, en su carácter de representante de la autoridad nacional designada conforme al mecanismo de desarrollo limpio, las cartas de aprobación de proyectos emitidos, a fin de determinar que promueven el desarrollo sustentable del país (DOF, 2012).

Por último, en el transitorio tercero, se señala que las dependencias y las entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, las entidades federativas y los municipios deberán implementar las acciones necesarias en mitigación y adaptación, de acuerdo con sus atribuciones y competencias para alcanzar las metas aspiracionales y los plazos indicativos (DOF, 2012).

Ley de Aguas Nacionales

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 01 de diciembre de 1992, y reformada el 29 de abril de 2004; su última reforma se publicó en el mismo diario el 6 de enero de 2020. Esta Ley es el instrumento normativo secundario de carácter federal y reglamentario de lo mandado en el artículo 27, párrafo sexto de la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos* en materia de agua y saneamiento. Tiene por objeto regular la explotación, el uso o el aprovechamiento de las aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes (artículo 1 de la LAN) (DOF, 1992).

Asimismo, esta ley no cuenta con una definición de infraestructura verde y, por tanto, no hay instrumentos específicos; sin embargo, podemos encontrar algunos elementos que pueden servir de base para el diseño de una política pública sobre el tema.

Sobre las atribuciones a nivel nacional en materia de agua y bienes públicos inherentes, destacan las previstas en el numeral 9, fracciones X, XIII y XX, particularmente. En este sentido, la fracción X establece las atribuciones de la Comisión Nacional de Agua, las cuales se observan en la tabla 4.

Tabla 4. Aspectos relacionados con la IV en la Ley de Aguas Nacionales

Artículo	Aspectos relacionados con IV y autoridad responsable a nivel nacional
9. “X. “Apoyar, concesionar, contratar, convenir y normar las obras de infraestructura hídrica que se realicen con recursos totales o parciales de la federación o con su aval o garantía, en coordinación con otras dependencias y entidades federales, con el gobierno del Distrito Federal, con gobiernos de los estados que correspondan y, por medio de éstos, con los gobiernos de los municipios beneficiados con dichas obras, en los casos establecidos en la fracción anterior”	Apoyar, concesionar, contratar, convenir y normas obras de infraestructura hídrica
9. XIII. “ Fomentar y apoyar los servicios públicos urbanos y rurales de agua potable, alcantarillado, saneamiento, recirculación y reúso en el territorio nacional , para lo cual se coordinará en lo conducente con los Gobiernos de los estados, y a través de éstos, con los municipios. Esto no afectará las disposiciones, facultades y responsabilidades municipales y estatales, en la coordinación y prestación de los servicios referidos.”	Apoyo a servicios públicos urbanos y rurales de agua potable, alcantarillado, saneamiento, recirculación y reutilización.
9. XX. “Expedir títulos de concesión, asignación o permiso de descarga a que se refiere la presente Ley y sus reglamentos, reconocer derechos y llevar el Registro Público de Derechos de Agua.	Expedición de títulos de concesión, asignación o permiso de descarga

Fuente: elaboración propia con base en la Ley de Aguas Nacionales (DOF, 1992).

En cuanto a la política hídrica, el 14 BIS 5, fracción I, establece que “el agua es un bien de dominio público federal, vital, vulnerable y finito, con valor social, económico y ambiental, cuya preservación en cantidad y calidad y sustentabilidad es tarea fundamental del Estado y la sociedad, así como prioridad y asunto de seguridad nacional”.

Los elementos básicos de la política hídrica nacional, entre otros, se encuentran previstos en artículo 14 BIS 6, en su fracción 1, el cual establece que “la planificación hídrica incluye los ámbitos local, estatal, cuenca hidrológica, región hidrológica-administrativa y nacional”.

En este mismo tenor, la planificación y la preservación hídrica están previstas en el artículo 15 de la misma LAN: “la planificación hídrica es de carácter obligatorio para la gestión integrada de los recursos hídricos, la conservación de recursos naturales, ecosistemas vitales y el medio ambiente”.

Resultados y conclusiones

La infraestructura verde tiene poco tiempo de existir; por lo tanto, en algunos países, como México, aún no se cuenta con un marco conceptual y legal dentro de los instrumentos normativos y menos una armonización jurídica en la materia. Sin embargo, con la intención de tener bases conceptuales, se revisó tanto su origen como las diferentes definiciones, encontrándose elementos en común que nos permitieron identificar dos ejes analíticos complementarios: un enfoque de planeación y otro ligado al desarrollo sustentable.

El enfoque de planeación implica: una red espacial (conectividad), un espacio multifuncional (combina, potencia y mejora múltiples funciones y servicios), un espacio de intervención urbana multiescalar (local, regional, metropolitano, nacional, transnacional) y un espacio de inclusión social (planeación participativa), por lo que es importante la participación de la población.

El desarrollo sustentable ofrece: protección de la biodiversidad y calidad ambiental de los recursos (incremento de la biocapacidad y mejora de la calidad del agua, etc.), adaptación al cambio climático (aumento de agua de recarga de acuíferos, mejora la permeabilidad ecológica, etc.), mitigación al cambio climático (reducción del efecto de calor de isla urbana, por ejemplo) y mejoramiento de la salud física al fomentar estilos de vida activos y crear condiciones localizadas que reducen las tasas de enfermedades asociadas con la contaminación del aire y del ruido.

Para los estudios urbanos ambientales, la IV es una oportunidad para analizar cómo se relaciona lo ambiental y lo urbano en un mismo territorio; en tal sentido, estos dos ejes (planeación y desarrollo sustentable) no deben concebirse separados, pues su imbricación posibilitaría una forma distinta de la política pública en el territorio, por lo que su implementación no tiene una localización urbana o ambiental determinada; esto es, concebir al territorio y la población que los ocupa sin detrimento de su entorno natural.

Estos ejes nos sirvieron para revisar los diferentes acuerdos internacionales que México ha firmado, así como a recuperar elementos que proveen argumentos para su incorporación en la normativa del país. Del Acuerdo de Escazú, destacamos la participación y el acceso a la información a la población, los cuales son aspectos sustantivos en la planeación participativa que requiere el desarrollo de proyectos y políticas vinculadas con la infraestructura verde. Aunado a ello, en los instrumentos normativos, es necesario incorporar a la IV como un instrumento de inclusión social y tener controles para evitar procesos de gentrificación. Por su parte, el Acuerdo de París aporta una visión de desarrollo sustentable y un marco de acciones necesarias que cada país debe tener para fortalecer una política sólida en el tema.

Sobre el análisis del marco normativo en México, acentuamos que, aún sin tener una ley específica sobre la materia, existen diferentes leyes que ofrecen un marco de actuación; por ejemplo, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente plantea las atribuciones mínimas indispensables para implementar acciones en materia de desarrollo

sustentable a través de la IV; y la Ley de Asentamientos Humanos proporciona el marco de actuación para el ordenamiento del territorio y el desarrollo urbano. Sin embargo, son insuficientes, mientras no se incorpore una definición de infraestructura verde y se establezcan roles y funciones claros para el desarrollo de una política urbano ambiental a nivel nacional; por tanto, consideramos que sí debe incluirse en el marco normativo nacional, con directrices a nivel municipal para que logre implementarse en el territorio, lo que comprendería no sólo una ley nacional que reconozca el tema, sino una armonización en leyes estatales y municipales.

Finalmente, la definición de IV debe tener un enfoque integrador en el ordenamiento del territorio, que establezca nodos y enlaces de conexión para lograr tanto beneficios sociales como la preservación del ecosistema. Asimismo, con la intención de contribuir a la sensibilización del tema y generar consenso entre los distintos actores, es fundamental su incorporación a la población en la planificación de la infraestructura verde. De modo que con su reconocimiento e incorporación en la normativa se podrá avanzar en la implementación de las infraestructuras verdes en diferentes escalas territoriales y se podrá contar con políticas públicas más sólidas y de largo alcance.

Referencias

- Abramowicz, D. y Stępniewska, M. (2020). Public Investment Policy as a Driver of Changes in the Ecosystem Services Delivery by an Urban Green Infrastructure, *Quaestiones Geographicae. Sciendo*, 39(1), pp. 5–18. Recuperado de: <http://10.0.9.174/quageo-2020-0001>.
- Andersson, E., Langemeyer, J., Borgström, S., McPhearson, T., Haase, D., Kronenberg, J., Barton, D., Davis M., Naumann, S., Röschel, L. y Baró, F. (2019). *Enabling Green and Blue Infrastructure to Improve Contributions to Human Well-Being and Equity in Urban Systems*, BioScience. Oxford University Press / USA, 69(7), pp. 566–574.
- Anguelovski, I., Connolly, J. Masip, L. y Pearsall, M. (2018). Assessing green gentrification in historically disenfranchised neighborhoods: a longitudinal and spatial analysis of Barcelona, *Urban Geography. Routledge*, 39(3), pp. 458–491. doi: 10.1080/02723638.2017.1349987.
- Baró, F., Chaparro, L., Gómez-Baggethun, E., Langemeyer, J., Nowak, D. J., y Terradas, J. (2014). Contribution of ecosystem services to air quality and climate change mitigation policies: the case of urban forests in Barcelona, Spain. *Ambio*, 43(4), 466–479. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0507-x>
- Baxendale, C. A. y Buzai, G. D. (2019). Modelos urbanos e infraestructura verde en ciudades de América Latina. Análisis en la ciudad de Buenos Aires. (2019). *Revista Huellas*, 23(2). Recuperado de: <http://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/huellas>
- Benedict, M. y McMahon, E. (2012). *Green infrastructure: linking landscapes and communities*. Washintong, United States of America, Island press.
- Cantó, M. (2014). La planificación y gestión de la infraestructura verde en la Comunidad Valenciana, *Revista Aragonesa de Administración Pública*. Departamento de Presidencia y Relaciones Institucionales, (43), pp. 215–234.
- CEPAL (2019). *Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe*. Acuerdo de Escazú. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 26 de septiembre de 2019, Escazú, ONU-CEPAL. Recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43595/1/S1800429_es.pdf

- Coffey, B., Bush, J., Mumaw, L., De Kleyn, L., Furlong, C. y Cretney, R. (2020). Towards good governance of urban greening: insights from four initiatives in Melbourne, Australia, *Australian Geographer*. Routledge, 51(2), pp. 189–204. doi: 10.1080/00049182.2019.1708552.
- Derkzen, M. L., van Teeffelen, A. y Verburg, (2017). Green infrastructure for urban climate adaptation: How do residents' views on climate impacts and green infrastructure shape adaptation preferences?, *Landscape and urban planning*. Elsevier, (157), pp. 106–130.
- Eguia, S. y Baxendale, C. (2019). Infraestructura verde, concepto y enfoque integrador en la práctica del ordenamiento territorial, *Revista Fronteras* (9).
- FAO (2016). *Directrices para a silvicultura urbana y periurbana*. Roma: FAO
- Feria, J. y Santiago, J. (2017). Naturaleza y ciudad. Perspectivas para la ordenación de la infraestructura verde en los planes territoriales metropolitanos en España, *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (74), pp. 117–141.
- Finewood, M. H., Matsler, A. M. & Zivkovich, J. (2019). *Green Infrastructure and the Hidden Politics of Urban Stormwater Governance in a Postindustrial City*, *Annals of the American Association of Geographers*. Taylor & Francis Ltd, 109 (3), pp. 909–925.
- Firehock, K. (2010). *A short history of the term green infrastructure and selected literature*. Green Infrastructure Center, Inc., Charlottesville, VA. 6pp. Recuperado de: www.gicinc.org/PDFs/GI%20History.pdf
- Fisher B., Turner R.K., Morling P. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 68: 643–653.
- Honeck, E., Sanguet, A., Schlaepfer, M., Wyler, N. y Lehmann, A. (2020). *Methods for identifying green infrastructure*, *SN Applied Sciences*, 2(11), p. 1916. doi: 10.1007/s42452-020-03575-4.
- De Kleyn, L., Mumaw, L. y Corney, H. (2020). From green spaces to vital places: connection and expression in urban greening, *Australian Geographer*. Routledge, 51(2), pp. 205–219. doi: 10.1080/00049182.2019.1686195.
- DOF (1992). Ley de Aguas Nacionales. *Diario Oficial de la Federación*, 1 de diciembre de 1992, Ciudad de México.
- DOF (2012). Ley General de Cambio Climático. *Diario Oficial de la Federación*, 6 de junio de 2012, Ciudad de México.
- DOF (2016). Ley General de Asentamientos Humanos y Desarrollo Territorial y Urbano. *Diario Oficial de la Federación*, 28 de noviembre de 2016, Ciudad de México.
- Laforteza, R., Davies, C., Sanesi, G., Konijnendijk, C. (2013). Green Infrastructure as a tool to support spatial planning in European urban regions, *iForest-Biogeosciences and Forestry*. Italian Society of Silviculture and Forest Ecology (SISEF). doi: 10.3832/for0723-006.
- Liquete, C., Kleeschulte, S., Dige, G., Maes, J., Grizzetti, B., Olah, B., & Zulian, G. (2015). *Mapping green infrastructure based on ecosystem services and ecological networks: A Pan-European case study*. *Environmental Science & Policy*, 54, 268–280.
- Matsler, A. M. (2019). Making “green” fit in a “grey” accounting system: The institutional knowledge system challenges of valuing urban nature as infrastructural assets, *Environmental Science & Policy*, 99, pp. 160–168. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.05.023>.
- Mensah, C. A., Andres, L., Perera, U., y Roji, A. (2016). Enhancing Quality of Life through the Lens of Green Spaces: A Systematic Review Approach, *International Journal of Wellbeing*, 6, pp. 142–163. doi: 10.5502/ijw.v6i1.445.
- Moreno, O., Lillo, C. y Gárate, V. (2014). La infraestructura verde como espacio de integración, XI Simposio de la Asociación Internacional de Planificación Urbana y Ambiente (UPE 11), La Plata
- Mumaw, L., Maller, C. y Bekessy, S. (2019). Assessing and strengthening community capacity building in urban biodiversity conservation programs, *Cities and the Environment*, 12(2), p. Article 4.
- OEA (1969). *Convención Americana Sobre Derechos Humanos (Pacto de San José)*. Organización de los Estados Americanos, 22 de noviembre de 1969, San José, OEA. Recuperado de: https://www.oas.org/dil/esp/tratados_b-32_convencion_americana_sobre_derechos_humanos.htm
- ONU (2015). *El Acuerdo de París*. Organización de las Naciones Unidas, 12 de diciembre de 2015, París, ONU.

- ONU (1948). La Declaración Universal de Derechos Humanos. Organización de las Naciones Unidas, 10 de diciembre de 1948, París ONU. Recuperado de: <https://www.un.org/es/about-us/universal-declaration-of-human-rights>
- Phillips, C. y Atchison, J. (2020). Seeing the trees for the (urban) forest: more-than-human geographies and urban greening, *Australian Geographer*. Routledge, 51(2), pp. 155–168. doi: 10.1080/00049182.2018.1505285.
- Quintero G., L. y Quintero G., J. (2019). Infraestructuras verdes vivas: características tipológicas, beneficios e implementación, *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 12 (23), pp. 1-20, doi: 10.11144/Javeriana.cvu12-23.ivvc
- Quiroz, D. E. (2018). *Implementación de infraestructura verde como estrategia para la mitigación y adaptación al cambio climático en ciudades mexicanas, hoja de ruta*. Ciudad de México: SEDATU/SEMARNAT/GIZ.
- Skokanová, H. y Slach, T. (2020). *Territorial System of Ecological Stability as a regional example for Green Infrastructure planning in the Czech Republic*, Landscape Online. Hochschule fur Wirtschaft und Umwelt Nuertingen-Geislingen, (80), pp. 1–13.
- Svensson, J. Andersson, J., Sandström, P., Mikusiński, G. y Gunnar, B. (2019). *Landscape trajectory of natural boreal forest loss as an impediment to green infrastructure*, Conservation Biology. John Wiley & Sons, Ltd, 33(1), pp. 152–163. doi: <https://doi.org/10.1111/cobi.13148>.
- Valdés, P. y Foulkes, M. D. (2016). La infraestructura verde y su papel en el desarrollo regional aplicación a los ejes recreativos y culturales de resistencia y su área metropolitana, *Cuaderno urbano. Espacio, cultura, sociedad*. Universidad Nacional del Nordeste, 20(20), pp. 45–70.
- Vásquez, A. E. (2016). Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile, *Revista de Geografía Norte Grande*. Pontificia Universidad Católica de Chile, (63), pp. 63–86.
- Vílcea, C., Avram, S. y Negreanu, Ș. (2014). The role of green infrastructure in promoting societal health and well-being in the metropolitan area of craiova city, *Proceedings of the International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM*. STEF92 Technology Ltd., (3), pp. 493–499.
- WWAP (2018). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018: Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua*. París: UNESCO.

Reutilización de residuos orgánicos de infusiones para remover un colorante disuelto en fase acuosa

Reuse of organic waste from infusions to remove a dissolved dye in aqueous phase

Eduardo Campos-Medina*

Carolina Garduño-Urbina*

Recibido: marzo 03 de 2021.

Aceptado: noviembre 12 de 2021.

Resumen

En este trabajo de investigación se estudió la remoción de un colorante disuelto en fase acuosa empleando como biosorbente residuos orgánicos de infusiones. El colorante utilizado fue el azul de metileno y el biomaterial fue remanente de té verde. El experimento de biosorción fue tipo batch; las concentraciones de las soluciones sintéticas del colorante azul de metileno fueron 5, 10, 20, 30, 40, 50 mgL⁻¹. Se tomaron 10 mL de cada solución y pusieron en contacto con 10 mg del biomaterial en tubos de ensayo. Las muestras del tratamiento fueron recolectadas en periodos de 5 minutos; posteriormente, se emplearon los equipos de espectrofotometría de ultravioleta y el equipo digestión DQO hach para determinar el porcentaje de remoción del colorante y establecer la reducción de la variable de control la Demanda Química de Oxígeno (DQO). Los resultados mostraron que a los 5 minutos de contacto se genera la máxima remoción de colorante azul de metileno. El proceso de tratamiento generó excelentes resultados para concentraciones bajas del contaminante, que fueron casi del 99% de eficacia. El porcentaje de eficiencia de la disminución del colorante estuvo en función de la concentración del colorante. Se concluyó que la biosorción del colorante se puede realizar utilizando residuos orgánicos de infusiones. El proceso de biosorción se ajustó al modelo teórico de isoterma de Freundlich con un coeficiente de Pearson ($r^2 = 0.998$).

Palabras clave: biosorción, azul de metileno, isoterma de adsorción.

Abstract

In this research work, the removal of a dye dissolved in the aqueous phase was studied using organic waste from infusions as a bio sorbent. Methylene blue was the dye used and remnants of Green tea were the biomaterials. The bio sorption experiment was a batch type, the concentrations of the synthetic solutions of colorant dye were 5, 10, 20, 30, 40 y 50 mgL⁻¹. 10 mL of each solution were taken and they were put in contact with 10 mg of biomaterial in test tubes. The treated samples were collected in periods of 5 minutes. Later on, the ultraviolet spectrophotometry and hach equipment were used to determine the colorant removal degree and to establish the control variable reduction the oxygen chemical demand. The results demonstrated that after 5 minutes of contact the maximum dye removal of blue methylene was executed. The process of this treatment yielded excellent results for low concentrations of the pollutant giving as a result 99% of efficiency. The percentage of effectiveness on diminishing the colorant concentration. It was concluded that bio sorption of the dye can be performed using organic residues from infusions. The bio sorption process was fitted to the theoretical Freundlich isotherm model with a Pearson coefficient ($r^2=0.998$).

Keywords: bio sorption, methylene blue, isotherm.

*Universidad Autónoma del Estado de México, México. Correo electrónico: ecamposm@uaemex.mx

Introducción

La contaminación ambiental afecta a nuestro planeta; este escenario puede definirse como la incorporación de sustancias químicas al ambiente en concentraciones altas que causan efectos nocivos en los seres humanos, animales y vegetales (Beltrami, 2001). La contaminación del ambiente tiene varias manifestaciones como la del agua, que puede ser por compuestos artificiales tanto orgánicos como inorgánicos; dichos materiales afectarían al olor, color, turbiedad, temperatura del agua; asimismo, algunos agentes biológicos, como bacterias, hongos, protozoarios, algas y virus, provocan la generación de enfermedades en los seres vivos que habitan y coexisten en el medio ambiente (Mercado, 2012).

El origen de la contaminación es muy variado, pero algunos causantes son: a) los desechos urbanos e industriales, b) los drenados de la agricultura y de minas, c) la erosión, d) los derrames de sustancias tóxicas (accidentes o intencionales), e) los efluentes de plantas depuradoras, f) los subproductos de procesos de depuración, g) la ruptura de drenajes, entre otros (Jiménez, 2001). En cada una de estas condiciones, la afectación en los cuerpos de agua puede apreciarse a simple vista, específicamente en las variables de color y olor.

A la par de este problema, se busca que las soluciones puestas sobre la mesa se vinculen con el desarrollo sostenible. Este caso particular de investigación se empalma con el manejo sustentable de los residuos que se generan dentro de las mismas urbes, cuyo uso sustentable involucra la intervención tanto de las autoridades municipales de servicios de limpia como de los distintos órdenes de gobierno responsables del desarrollo económico y social, de la protección al ambiente y la salud, de la educación y desarrollo científico y tecnológico, de energía, y otras, además de los sectores de la sociedad (Cortinas de Nava, s/f).

El planteamiento fue manipular los residuos orgánicos de infusiones señalados como té, ya que debido a su naturaleza son una fuente de carbono que puede reutilizarse para investigaciones científicas. Este proyecto se fundamenta en que Canadá, México y Estados Unidos en conjunto generan aproximadamente 265 millones de toneladas anuales de residuos orgánicos. De esta cantidad, en los sectores residencial y comercial se desvían cerca de 75 millones de toneladas por medio de actividades como digestión anaeróbica y compostaje industriales, en tanto que 190 millones de toneladas se envían a disposición final. Canadá y Estados Unidos registran en forma individual una tasa de desvío de residuos orgánicos para aprovechamiento de 32%, en comparación con la tasa en México de 7% (SEMARNAT, 2011).

De ahí, este diseño toma el terreno de desarrollo sustentable y gira en torno al reúso de estos residuos orgánicos que pueden ser empleados en la búsqueda de soluciones de la remoción de contaminantes disueltos en agua residual. Esta idea empieza a desarrollarse y aplicarse en investigaciones científicas, debido a que las sustancias contaminantes vertidas por el hombre tienen características químicas específicas. Asimismo, en este siglo XXI, se demanda que los métodos de remoción sean más amigables con el medio ambiente.

El problema de contaminación del agua, abordado en este estudio, en las últimas tres décadas se han reportado métodos de decoloración biológica, física y química, por industrias específicas, como la papelera y la textil. De manera específica, en diversas investigaciones y propuestas se han desarrollado procesos de tratamiento para la eliminación de colorantes de aguas residuales, tales como: a) degradación foto catalítica (Sohrabi y Ghavam, 2008), b) degradación sonoquímica (Abbasi y Asl, 2008), c) ultrafiltración mejorada micelar (Zaghibani, Hafiane y Dhahbi, 2008), d) membranas de intercambio catiónico (Wu, Liu, Chu y Suen, 2008), e) degradación electroquímica (Fan, Zhou, Yang, Chen y Yang, 2008), f) degradación químico-biológica (Sudarjanto, Keller-Lehmann y Keller, 2006), g) tratamiento foto solar-Fenton acoplado con proceso biológico (García *et al.*, 2008) y h) tratamiento biológico (Lodha y Chaudhari, 2007).

De entre estas numerosas técnicas de eliminación de colorantes, la biosorción es el procedimiento de elección y ha generado excelentes resultados, ya que puede ser utilizado para eliminar diferentes tipos de colorantes disueltos en fase acuosa. Esto inclina la reutilización en general de los residuos orgánicos de manera sustentable y ha generado numerosas investigaciones sobre el desarrollo de adsorbentes más baratos y efectivos. En estos estudios se han utilizado materiales naturales, residuos orgánicos de desechos de materiales de la agricultura para remover sustancias disueltas en el agua (Jain, Gupta y Suhas, 2003).

Por citar algunos casos, Crominski da Silva y Teixeira de Abreu Pietrobelli (2019) utilizaron la biomasa de la extracción del aceite de semilla de chía, con la finalidad de remover al colorante textil reactivo amarillo B2R de soluciones acuosas en un sistema por lotes. Este material orgánico como residuo no requirió un tratamiento previo; el proceso de biosorción respondió muy bien a una temperatura de 303 °K y un tiempo de contacto de hasta 60 min; los resultados mostraron una prometedora aplicación altamente práctica en aguas residuales de industrias textiles. El proceso de biosorción se concluyó efectivo por cinética, termodinámica y estudios de equilibrio. El estudio teórico de adsorción de isoterma indicó la capacidad de biosorción máxima de 70.95 mg g⁻¹ y un parámetro de heterogeneidad de 1.2785; ambos sugieren una buena capacidad de eliminación de contaminantes por biosorbente y un ligero grado de heterogeneidad de la superficie del biosorbente (Crominski da Silva y Teixeira de Abreu Pietrobelli, 2019).

Por su parte, Khalid y Taha (2015) compararon la paja de trigo y carbón activado como biosorbentes; los experimentos se realizaron por lotes utilizando un agitador mecánico, y la temperatura fue al ambiente. Se emplearon soluciones sintéticas del colorante azul de metileno a las concentraciones de 5, 20, 30, 50, 70 y 90 mgL⁻¹, de cada una de las soluciones el pH fue ajustado a los valores de 2.5 a 10.5. El biomaterial tuvo un pretratamiento químico ácido con una solución diluida de ácido sulfúrico para incrementar su capacidad de biosorción. Los tiempos de contacto fueron en periodos de 30 minutos hasta

llegar a los 180 minutos. El experimento se realizó a diferentes dosis (0.1-1g) del biomaterial; los resultados mostraron que, para la paja de trigo modificado, el modelo teórico de isoterma que se ajusta en cuanto a la biosorción es el de Freundlich, y, para el carbón activado, el de Langmuir (Khalid y Taha, 2015).

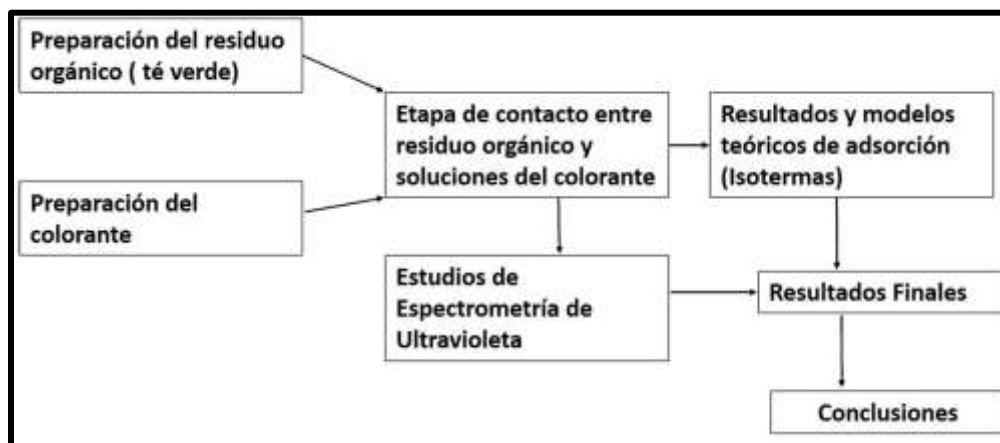
Del mismo modo, Brungesh *et al.* (2015) utilizaron residuos orgánicos de haba de la India para remover Cr(VI) disuelto en fase acuosa; este biomaterial tuvo un pretratamiento químico con la finalidad de incrementar su capacidad de biosorción. Los tiempos de contacto fueron durante 30 minutos hasta llegar a los 180 minutos y la variable control de los experimentos fue el pH. Al término del estudio experimental, se determinó que la eliminación máxima del Cr(VI) fue del 99.8% a un valor de pH de 1 y los resultados generados mostraron que la biosorción se ajustó al modelo teórico de isoterma de Freundlich (Brungesh *et al.*, 2015).

Además, Pandhare, Trivedi, Pathrab y Dawande (2013) realizaron un estudio de remoción de Cd(II) y Pb(II) empleando residuos de hojas de un árbol perteneciente a la familia Meliaceae conocido como Neem. El estudio se realizó en un sistema continuo con diferentes tiempos de contacto; las cuantificaciones de los iones señalados mostraron que la capacidad de adsorción incrementó con la disminución de la concentración del Cd (II) y Pb (II) (Pandhare *et al.*, 2013).

Metodología

En este apartado se describen las etapas de las actividades desarrolladas en la investigación; de manera resumida, se presenta en la figura 1.

Figura 1. Diagrama de las etapas de la investigación



Fuente: elaboración propia.

A continuación, se muestra del desglose de las diferentes etapas por las cuales se efectuó la investigación.

- a) Preparación del residuo orgánico a emplearse de manera natural y lavado con alcohol etílico.

En cuanto a este punto, a continuación, se enumeran las actividades:

- Secado: en este tratamiento se utilizaron residuos orgánicos de té verde, los cuales se secaron por 7 días a los rayos del sol a temperatura ambiente; posteriormente, se terminaron de deshidratar a 70 °C por 5 horas en una estufa del laboratorio.
- Tamizado: una vez seca la biomasa, se pasó por una malla de 40 mesh a fin de tener un tamaño de partícula homogéneo. Posteriormente, el biomaterial se lavó en repetidas ocasiones con alcohol etílico al 98%.

- b) Preparación del colorante: se pesaron 0.5 gr del colorante y se transfirieron a un matraz aforado de 1 L con la finalidad de preparar una solución madre de 500 mgL⁻¹. Posteriormente, mediante diluciones, se prepararon soluciones de 5, 10, 20, 30, 40, 50 y 60 mgL⁻¹ del mismo compuesto, con las cuales se preparó la curva patrón con la que se trabajó el equipo de espectrometría de ultravioleta en un intervalo de 200 a 900 nm. Con estos datos, se generó una ecuación de la recta con un coeficiente de correlación (r^2) con un valor de 0.98 y esto estableció el punto de referencia para la determinación de la cantidad de colorante removido de las soluciones que se puso en contacto con el biomaterial.

- c) Etapa de contacto entre residuo orgánico y soluciones del colorante. En este punto se desglosa:

- Tiempo de contacto: de cada una de estas soluciones del colorante, se tomaron 10 mL de muestra (con valores de pH a un intervalo de 6.5- 7.3 y temperatura ambiente) y se pusieron en contacto con la biomasa del té verde (100 mg) en tubos de ensayo. Mediante agitación mecánica (por medio de un rotor mecánico a 60 rpm), se llevó a cabo la adsorción; los tiempos de contacto fueron de 5, 10, 15, 20, 25, 30 minutos; este proceso se realizó por triplicado.
- d) Estudio de espectrometría de ultravioleta: una vez llevada a cabo la adsorción, para cada una de las soluciones se procedió a la separación del biomaterial, mediante filtración. La solución resultante contenía el colorante no adsorbido por el biomaterial, a estas soluciones se les determinó la cantidad de colorante disuelto. Se

realizó midiendo la absorbancia de las muestras resultantes en un equipo de espectrofotometría de ultravioleta Perkin Elmer Lambda 25. Dicha absorbancia fue transformada a concentración a través de la correspondiente ecuación de la recta generada de la curva de calibración que el mismo equipo generó de soluciones patrones del colorante a diferentes concentraciones.

- e) Modelos teóricos de adsorción: el estudio de los modelos teóricos de la adsorción, en este caso una biosorción, ayuda a entender el comportamiento del analito (colorante) con respecto a la superficie del material. Es decir, la interpretación de cómo el colorante se adhiere a la superficie de los compuestos orgánicos que constituyen al té verde. Con el modelo de Langmuir, el argumento teórico señala que el contaminante se adsorbe sobre el biomaterial formando una monocapa en una superficie homogénea (Rivas, Nuñez, Longoria, y Gonzalez, 2014). Por el contrario, con el modelo de Freundlich, la argumentación señala que el analito se adsorbe formando una monocapa pero con la diferencia de una superficie heterogénea (Rivas *et al.*, 2014).

Con estas interpretaciones y con los datos que se obtuvieron, se calcularon las respectivas isothermas teóricas de los autores de Langmuir y Freundlich después del fenómeno de adsorción. Las fórmulas de cada uno de los modelos son las siguientes:

- Modelo de la isoterma de Langmuir:

$$q_e = \frac{Q_o b C_e}{1 + b C_e}$$

Donde:

q_e = Cantidad de soluto adsorbido por peso unitario de adsorbente (mgg^{-1})

Q_o = Cantidad de soluto adsorbido que forma una monocapa por peso unitario de adsorbente (mgg^{-1})

b = Constante empírica (Lmg^{-1})

C_e = Concentración en equilibrio (mgL^{-1})

- Modelo de la isoterma de Freundlich:

$$\text{Log } q_e = \text{Log } K_f + \frac{1}{n} \text{Log } C_e$$

Dónde:

q_e = Cantidad de soluto adsorbido por peso unitario de adsorbente (mgg^{-1})

K_f = Constante de Freundlich (mgg^{-1})

$1/n$ = Coeficiente de Freundlich

C_e = Concentración en equilibrio (mgL^{-1})

- f) Resultados finales: de las soluciones que se filtraron de los tiempos de contacto se recolectaron y se determinó la variable de la Demanda Química de Oxígeno (DQO), siguiendo la metodología de la norma oficial mexicana NMX-AA-030/1-SCFI-2012, (Fondo por la Comunicación y Educación Ambiental, 2013), con el fin de valorar el grado de disminución del colorante en el agua que fue tratada por el proceso de biosorción (Borrero, 2012).

Con los resultados experimentales de la DQO, se estableció el porcentaje de remoción; sin embargo, debido a la transversalidad del sector hídrico, existen diversas normas aplicables al tema de investigación desarrollado. Conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria, en tanto que las Normas Mexicanas (NMX) son de aplicación voluntaria.

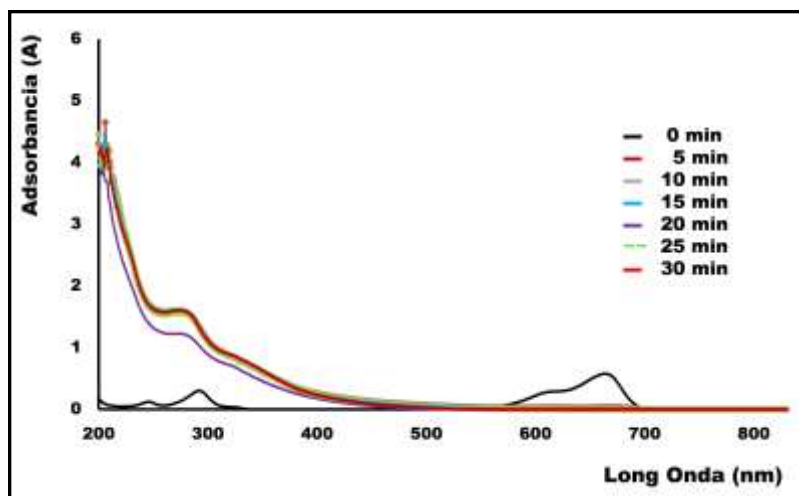
Debido a que México no cuenta con alguna normatividad específica que se encargue de regular la cantidad de color en los efluentes provenientes de industria, principalmente, en la industria textil, existe una preocupación por eliminar el color de las aguas residuales (Alamillo, 2013). En 2002, la Secretaría de Salud dio a conocer la NOM-201-SSA1-2002 “Productos y servicios de hielo y agua para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias”, donde se explica que estos productos no pueden tener más de 15 unidades de color verdadero en la escala de platino cobalto (SSA, 2002).

Resultados y discusión

Espectros de remoción del colorante azul de metileno

Para realizar esta actividad, se colocaron las muestras de las soluciones sintéticas del colorante en tubos de ensayo y agregaron a cada tubo 100 mg de la biomasa; posteriormente, se procedió al respectivo proceso de adsorción. Finalizada esta actividad, se realizaron filtraciones por gravedad para recuperar las biomásas manipuladas de todos los tiempos de tratamiento y de todas las concentraciones de las soluciones recolectadas; después, fueron llevadas al equipo de espectrofotometría de ultravioleta para determinar el porcentaje de remoción. La solución correspondiente a la concentración de 5 mgL^{-1} se muestra en la figura 2.

Figura 2. Espectro de remoción del colorante azul de metileno a 5 mgL^{-1}

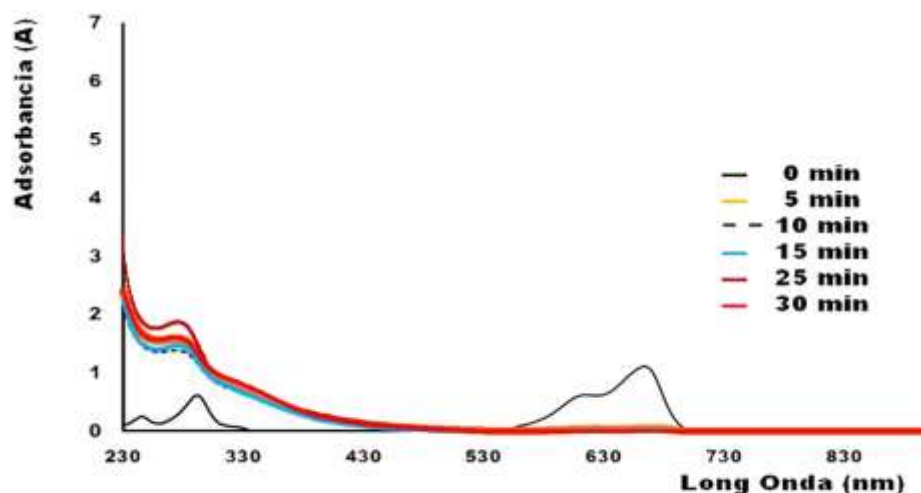


Fuente: elaboración propia.

En la figura 2 se puede apreciar en color negro del colorante (5 mL^{-1}) sin proceso de adsorción. En el rango de 600 y 700 nm se aprecia un pico que corresponde al colorante. Las posteriores ondas de color corresponden al tiempo de tratamiento; se puede apreciar que el pico señalado (660 y 700 nm) ha desaparecido, lo cual indica que parte del colorante ha sido adsorbido. Sin embargo, se puede apreciar también que el rango de 400 a 200 nm tiene otras especies químicas diferentes al colorante, debido a que el residuo de té verde fue tratado con alcohol propiciando la liberación de otras sustancias químicas que contenía el residuo de té verde.

En la figura 3 se muestra el espectro de la solución tratada de concentración de 10 mgL^{-1} y se puede apreciar el pico característico del azul de metileno a (660-700 nm) sin tratamiento de remoción que corresponde a los 0 minutos. Los colores de las demás ondas que corresponden a los minutos de 5 a 30 minutos de tratamiento y muestran claramente la remoción del colorante. Esto se corroboró ya que en todas estas ondas no aparece el pico correspondiente del colorante azul de metileno.

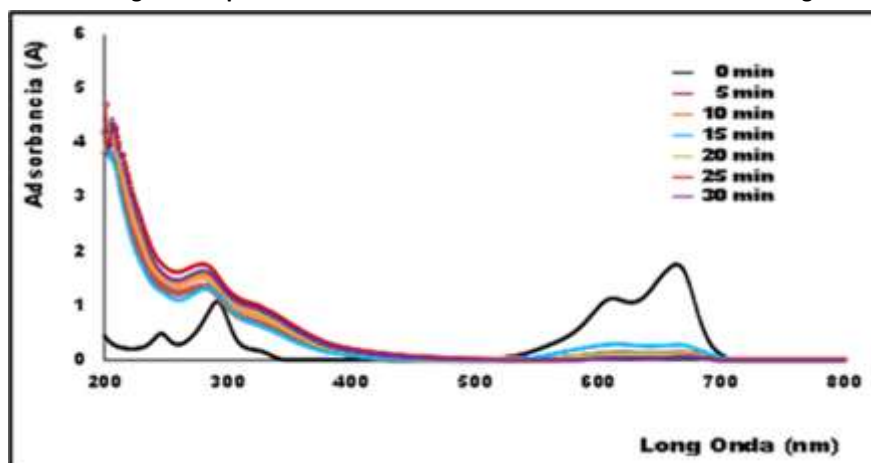
Figura 3. Espectro de remoción del colorante azul de metileno a 10 mgL^{-1}



Fuente: elaboración propia.

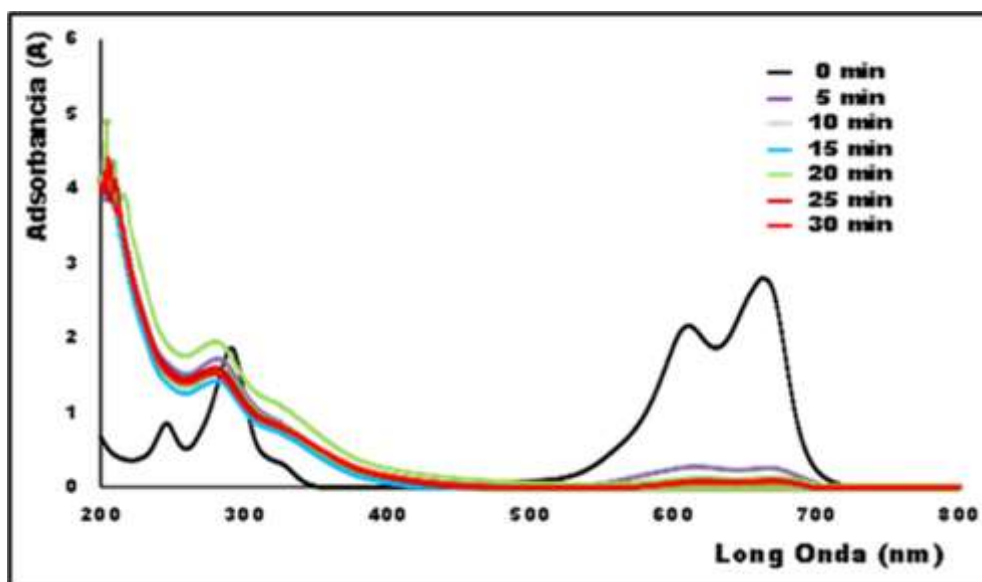
En la figura 4 (concentración colorante 20 mgL^{-1}) se aprecia que, conforme aumenta la concentración del colorante, la remoción va disminuyendo, lo cual se establece con la altura de cada una de las ondas de los diferentes tiempos de tratamiento. Este mismo comportamiento se observó en la figura 5 que corresponde a la concentración de 30 mgL^{-1} .

Figura 4. Espectro de remoción del colorante azul de metileno a 20 mgL^{-1}



Fuente: elaboración propia.

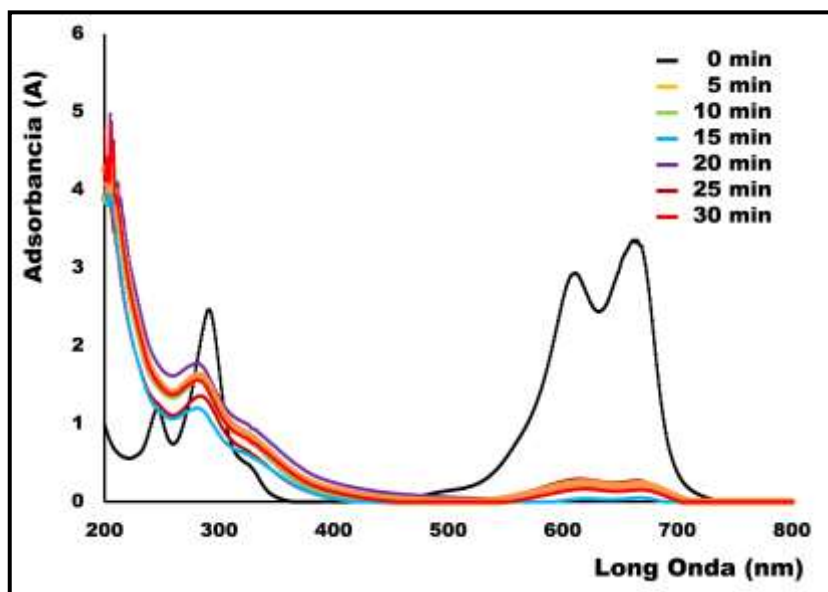
Figura 5. Espectro de remoción del colorante azul de metileno a 30 mgL^{-1}



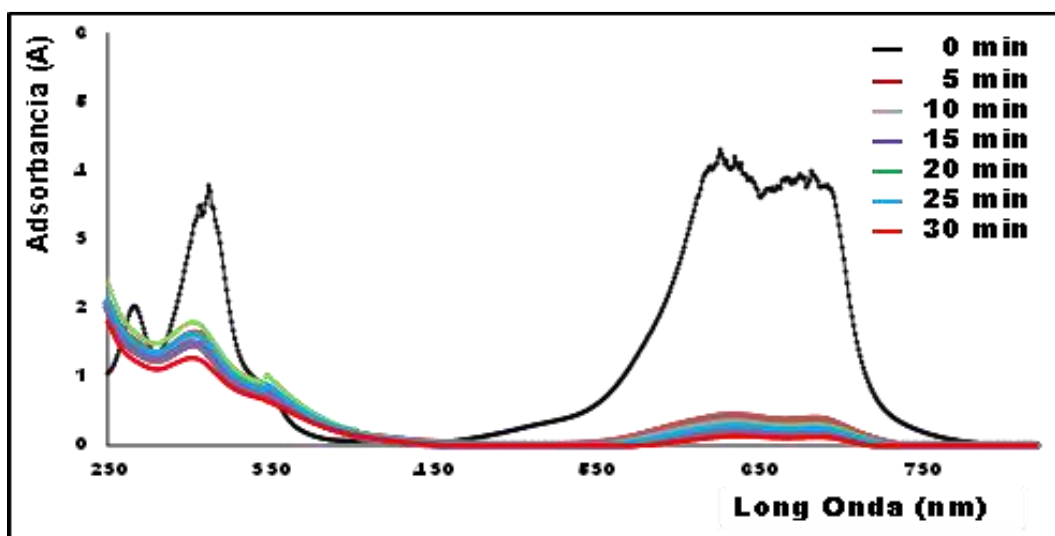
Fuente: elaboración propia.

En la figura 5 se observa nuevamente el comportamiento del proceso de remoción, es decir, al aumentar la concentración del colorante, el porcentaje de remoción sufre una disminución en eficiencia. Este mismo comportamiento se observó en las soluciones de 40 y 50 mgL^{-1} , que corresponden a las figuras 6 y 7.

Figura 6. Espectro de remoción del colorante azul de metileno a 40 mgL^{-1}

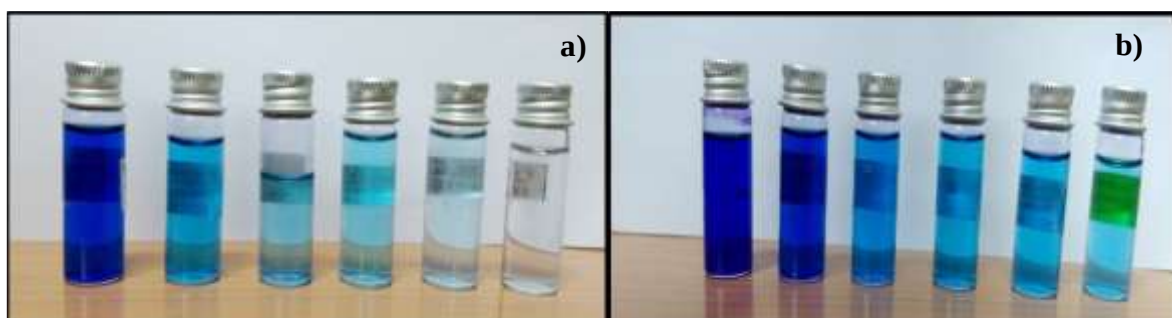


Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Espectro de remoción del colorante azul de metileno a 50 mgL^{-1} 

Fuente: elaboración propia.

Estos resultados constataron la remoción del colorante después del tratamiento de biosorción; a simple vista se pudo apreciar la disminución del color, lo cual se corroboró mediante las imágenes de la figura 8a y 8b que corresponden a las concentraciones de 30 y 50 mgL^{-1} . Los frascos con la solución del colorante sin tratamiento se ubican del lado izquierdo y los del lado derecho son los de diferentes tiempos de tratamiento. Se aprecia que, conforme aumentó el tiempo de contacto, la coloración disminuyó gradualmente.

Figura 8a. Frascos con colorante de 30 mgL^{-1} Figura 8b. Frascos con colorante de 50 mgL^{-1} , en el tiempo cero y con tiempos de tratamiento

Fuente: elaboración propia.

Determinación del porcentaje de remoción después del contacto

Los porcentajes de remoción generados se muestran en la tabla 1; esta fase experimental se realizó por triplicado y se indica la media de dichos resultados.

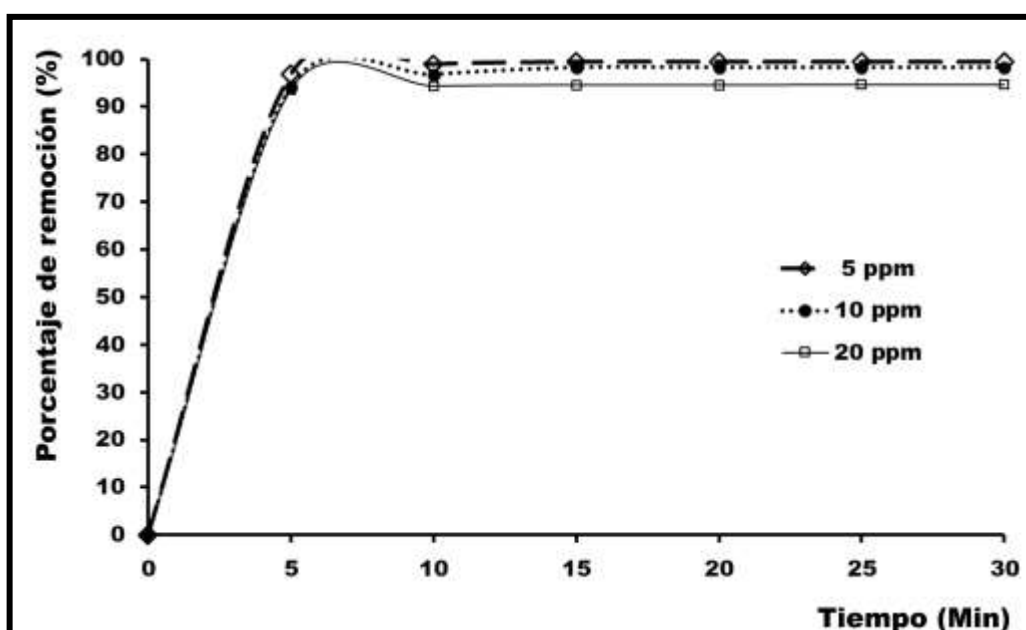
Tabla 1. Resultados de remoción del colorante azul de metileno con el biomaterial

Concentración/solución inicial	Tiempo (min)	Concentración de colorante en el agua (mg.L ⁻¹)	% Porcentaje de remoción
5 ppm	5	0.16	96.8
	10	0.1	99
	15	0.075	99.5
	20	0.1	99.5
	25	0.125	99.5
	30	0.15	99.5
10 ppm	5	0.289	94.22
	10	0.319	96.81
	15	0.255	98.3
	20	0.34	98.3
	25	0.425	98.3
	30	0.51	98.3
20 ppm	5	0.3165	92.37
	10	0.557	94.93
	15	0.807	95.87
	20	1.076	95.96
	25	1.3325	96.7
	30	1.599	96.7
30 ppm	5	0.3815	91.8
	10	0.507	91.04
	15	0.6195	94.51
	20	0.808	95
	25	0.825	95.26
	30	0.99	95.26
40 ppm	5	0.41	93.67
	10	0.896	94.43
	15	0.8235	94.62
	20	1	94.62
	25	1.185	94.67
	30	1.422	94.67
50 ppm	5	0.4815	90.37
	10	0.777	92.23
	15	0.807	94.62
	20	1.036	94.82
	25	1.275	98.9
	30	1.509	94.97
60 ppm	5	0.485	90.3
	10	0.747	92.53
	15	1.0065	93.29
	20	1.312	93.44
	25	1.64	93.44
	30	1.968	93.44

Fuente: elaboración propia.

De estos resultados se realizaron las respectivas gráficas de remoción que muestran el grado de reducción en la concentración del colorante azul de metileno en función del tiempo de tratamiento. En la figura 9 se graficaron los porcentajes de remoción de las concentraciones de azul de metileno a 5, 10 y 20 mgL⁻¹. Se puede apreciar claramente que a los 5 minutos para las tres concentraciones se alcanza casi el 100% de remoción y, posteriormente, se tiende a pequeños incrementos en cuanto al valor de porcentaje de remoción, siendo el 5 mgL⁻¹ en el que se alcanzan porcentajes cercanos al 100%.

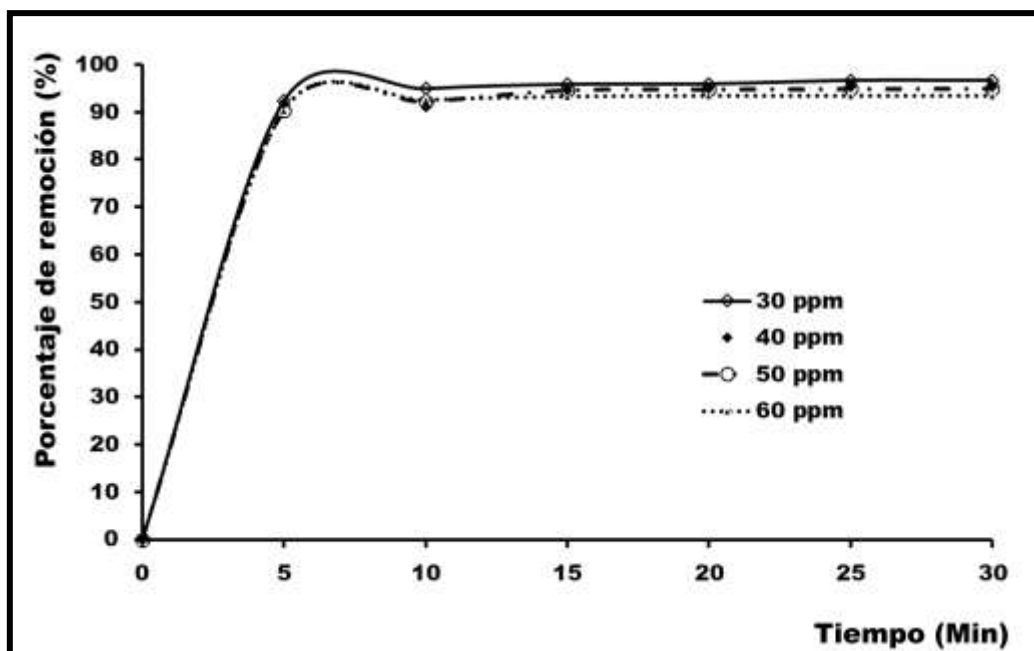
Figura 9. Porcentaje de remoción del colorante a las concentraciones de 5, 10 y 20 mgL⁻¹ de azul de metileno



Fuente: elaboración propia.

De igual manera, en la figura 10 se muestran las gráficas de remoción del colorante a las concentraciones de 30, 40, 50 y 60 mgL⁻¹ de azul de metileno.

Figura 10. Porcentaje de remoción del colorante a las concentraciones de 30, 40, 50 y 60 mgL⁻¹ de azul de metileno



Fuente: elaboración propia.

En la figura 10 se muestran los porcentajes de remoción calculados; se sitúan por arriba del 90% de eficiencia. Si se comparan todas las eficiencias, se estableció que, conforme aumenta la concentración del colorante en solución, la eficiencia de remoción disminuye. La propuesta de explicación es que en los primeros 5 minutos se saturan los sitios de unión o de afinidad que existen en el biomaterial y el colorante.

Análisis de isotermas de Langmuir y Freundlich

Con los datos generados de los porcentajes de remoción, se calcularon las variables correspondientes de las isotermas, para lo cual fue necesario determinar los valores de “C_e” (concentración del analito, azul de metileno) disuelto en fase acuosa y de “q_e” que es la (cantidad del analito adsorbida en la superficie del biomaterial).

La variable “q_e” se determinó restando la concentración original de cada una de las soluciones con las concentraciones restantes presentes en la solución resultantes del proceso de remoción. El resultado es multiplicado por un factor de 0.1 que implica el volumen de alícuota de la muestra y el peso de la muestra del biomaterial. La variable “C_e” es la concentración del contaminante disuelto en fase acuosa después del fenómeno de contacto. Los resultados se muestran en la tabla 2, que únicamente corresponden a la isoterma de Langmuir.

Tabla 2. Resultados para isoterma de Langmuir

Concentración de solución del colorante (mgL ⁻¹)	C _e (mgL ⁻¹)	q _e (mgg ⁻¹)
5	0.025	0.4975
10	0.17	0.983
20	0.466	1.953
30	0.99	2.901
40	1.896	3.8104
50	2.59	4.741
60	3.931	5.6069

Fuente: elaboración propia.

Con los resultados obtenidos de la isoterma de Langmuir, se calcularon los logaritmos de cada uno de los valores y se generaron los valores de la isoterma de Freundlich, lo cual se muestra en la tabla 3.

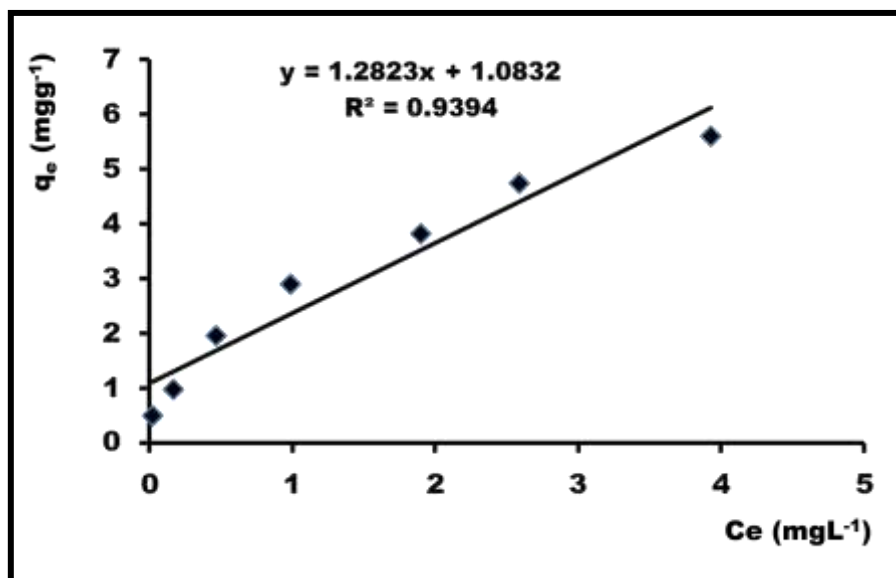
Tabla 3. Resultados para la isoterma de Freundlich

Concentración de solución del colorante (mgL ⁻¹)	Log C _e	Log q _e
5	-1.60205999	-0.30320691
10	-0.76955108	-0.00744648
20	-0.33161408	0.29070224
30	-0.00436481	0.46254773
40	0.277838333	0.58097057
50	0.413299764	0.67586996
60	0.594503044	0.74872281

Fuente: elaboración propia.

De los resultados de las tablas 2 y 3 se graficó la correspondiente linealización de isothermas. En la Figura 11 se muestra la isoterma de Langmuir, obteniéndose la ecuación de la recta, así como su coeficiente de correlación (r^2).

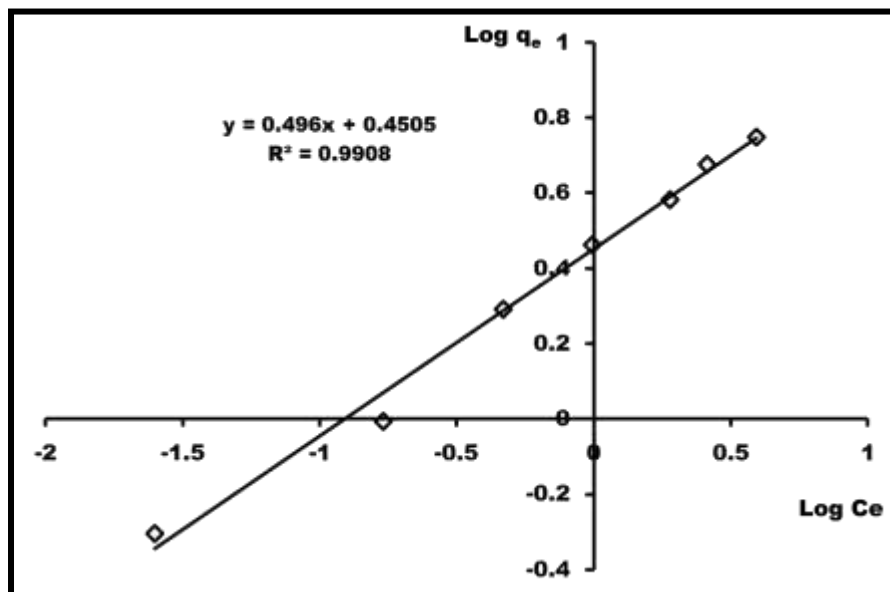
Figura 11. Isoterma de Langmuir



Fuente: elaboración propia.

En esta isoterma se muestra la línea de tendencia y el coeficiente de correlación con un valor de 0.9394 que en sí es un resultado cuyo significado es que existe una cierta relación directa entre la concentración del analito en fase acuosa (C_e) y el biomaterial que lo retiene en la superficie. En la figura 12 se observa la isoterma de Freundlich, en la cual también generó la línea de tendencia correspondiente y el coeficiente de correlación.

Figura 12. Isoterma de Freundlich



Fuente: elaboración propia.

De estas dos gráficas se realizó una comparación entre los resultados de los correspondientes coeficientes de correlación. El resultado mostrado en la isoterma de Langmuir fue de 0.9394, el de la isoterma de Freundlich alcanzó un valor de 0.9908. Estadísticamente, se descarta que el fenómeno de adsorción se ajustara a la isoterma de Langmuir, ya que su valor no se acerca al $0.99 \approx 1$. Caso contrario al 0.9908 de la isoterma de Freundlich; esto indicó que la adsorción del colorante se ajustó a dicho modelo teórico. Con este resultado se establece que el proceso de adsorción del colorante azul de metileno sobre el biomaterial forma una monocapa (Rivas *et al.*, 2014) sobre su superficie, siendo, a su vez, que ésta es totalmente heterogénea.

De los modelos de Langmuir y Freundlich se determinan las capacidades máximas de remoción, siendo Q_o (cantidad del soluto adsorbido por peso unitario de adsorbente) y K (energía de adsorción) para la isoterma de Langmuir. Para Freundlich, se consideraron K_f (constante de Freundlich) y $1/n$ (Coeficiente de Freundlich), para lo cual se tomaron en consideración las dos ecuaciones de las rectas generadas de los datos de regresión. En el modelo de Langmuir se tiene:

$$Y = 1.2823x + 1.0823$$

De esta ecuación se toma como la pendiente “ m ” a 1.2823 y a “ b ” a 1.0823, entonces

$$m = 1.2823 \text{ y } b = 1.0823$$

$$Q_o = \frac{1}{m} = \frac{1}{1.2823} = 0.821 \text{ mg/g}$$

$$k = \frac{1}{bQ_o} = \frac{1}{0.821} = 1.14 \text{ L/mg}$$

Para el modelo de Freundlich, se tiene la ecuación:

$$y = 0.496x + 0.4505$$

De esta expresión se toman como “*m*” a 0.496 y a “*b*” como 0.4505, entonces tomando estos valores $m = 1/n$ y $K_f = 10^b$. Se sustituyen los valores correspondientes y se tiene:

$$m = \frac{1}{n} = 0.496$$

$$K_f = 10^{0.4505} = 2.82 \text{ mg/g}$$

Finalmente, se compararon los dos valores de máxima capacidad de adsorción del analito (colorante azul de metileno) sobre el adsorbente (residuos orgánicos), esto se muestra como Q_0 contra K_f . Esto implica contrastar 0.821 mg/g con 2.82 mg/g, y con ello se estableció que tiene mayor magnitud de retención el modelo de Freunlich.

Resultados de la Demanda Química de Oxígeno

Los resultados de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) se muestran en la tabla 4. Como se puede apreciar, la remoción del colorante en función del tiempo de tratamiento de la concentración del colorante va decreciendo y, por consecuencia, los valores de la DQO y el porcentaje de remoción también disminuyen. Esto se estableció deduciendo las proporciones de las eficiencias de remoción; el 99% corresponde a bajas concentraciones del colorante (5ppm) y el 92 % generado recae para la alta concentración del colorante (60 ppm), lo cual indicó que los sitios activos (Leyva, Díaz, Guerrero, Mendoza y Aragón, 2004) de la biomasa se saturan rápidamente debido a las concentraciones altas del colorante. No obstante, todas las concentraciones de las soluciones sintéticas del colorante son bajas, pero se establece que el tratamiento, que es la biosorción, tiene excelentes resultados a bajas concentraciones del contaminante.

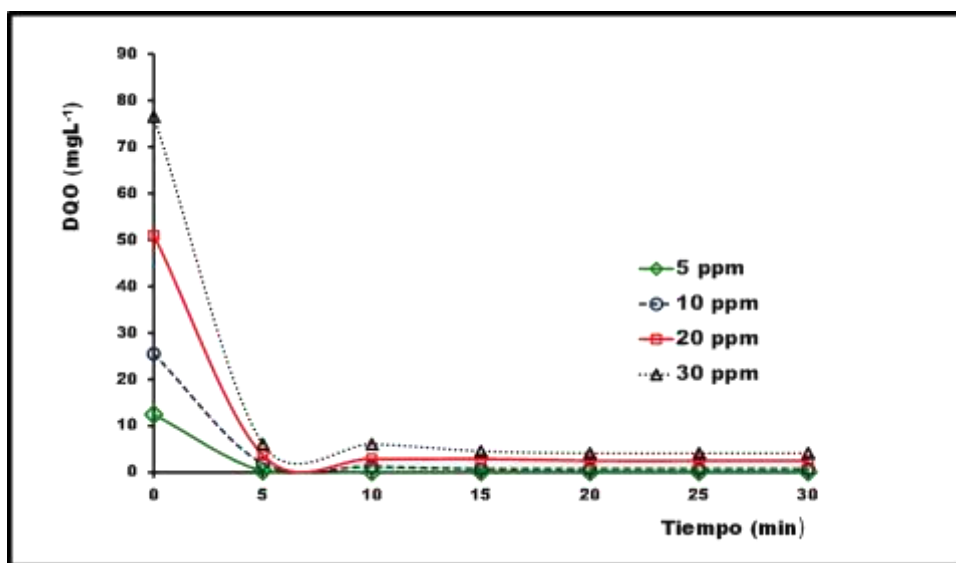
De la tabla 4, se trazaron las gráficas correspondientes a la variable DQO, con la finalidad de analizar la proporción de reducción del colorante en función del tratamiento. La razón de decrecimiento de cada solución del colorante se puede visualizar en las figuras 13 y 14.

Tabla 4. Resultados de la DQO de las soluciones tratadas

Concentración/ solución inicial	Tiempos	DQO	Porcentaje de remoción %
5 ppm	0	12.5	0
	5	0.32	97.5
	10	0.13	99
	15	0.13	99
	20	0.13	99
	25	0.13	99
	30	0.13	99
10 ppm	0	25.51	0
	5	1.96	93.5
	10	1.27	95
	15	0.77	97
	20	0.77	97
	25	0.77	97
	30	0.77	97
20 ppm	0	51.02	0
	5	3.75	92.7
	10	2.95	94.2
	15	2.95	94.2
	20	2.55	95
	25	2.55	95
	30	2.55	95
30 ppm	0	76.53	0
	5	6.12	92
	10	6.12	92
	15	4.59	94
	20	4.17	94.5
	25	4.17	94.5
	30	4.17	94.5
40 ppm	0	102.2	0
	5	8.48	91.7
	10	6.74	93.4
	15	6.43	93.7
	20	6.43	93.7
	25	6.43	93.7
	30	6.43	93.7
50 ppm	0	127.55	0
	5	12.76	90
	10	12.24	90.4
	15	8.9	93.4
	20	8.8	93.1
	25	8.8	93.1
	30	8.8	93.1
60 ppm	0	153.06	0
	5	15.3	90
	10	12.74	91.7
	15	12.24	92
	20	12.24	92.3
	25	12.24	92.3
	30	12.24	92.3

Fuente: elaboración propia.

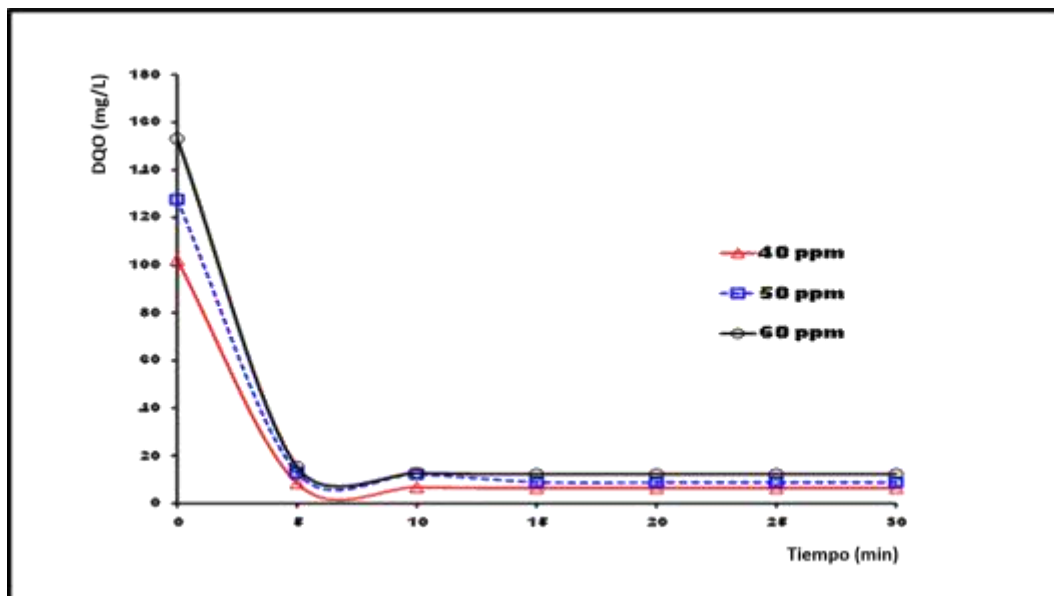
Figura 13. Demanda Química de Oxígeno (concentraciones 5, 10, 20 y 30 mgL⁻¹)



Fuente: elaboración propia.

En la figura 13 se aprecia que en las bajas concentraciones del colorante (5, 10, 20, 30 mgL⁻¹) durante los primeros cinco minutos se alcanza la máxima remoción de las moléculas del colorante por la atracción que ejerce la biomasa. Después de este tiempo, el porcentaje de remoción permanece constante, lo cual significa que los sitios activos ya han sido ocupados por las moléculas del colorante.

Figura 14. Demanda Química de Oxígeno (concentraciones 40, 50 y 60 mgL⁻¹)



Fuente: elaboración propia.

En la figura 14 se muestra el comportamiento de las últimas concentraciones del colorante. En las concentraciones de 40, 50 y 60 mgL⁻¹ la remoción presentó una conducta igual a las primeras concentraciones; es decir, a los primeros cinco minutos se alcanza casi la mayor remoción del colorante; después, el porcentaje de remoción crece muy poco. Este planteamiento se relacionó con el valor de la DQO, que disminuyó en los primeros minutos; posteriormente, el comportamiento fue casi constante.

Conclusiones

A partir del análisis y de la discusión de los resultados obtenidos en la presente investigación, se determinaron las siguientes conclusiones:

- El porcentaje de remoción del colorante fue casi del 99% de eficiencia a bajas concentraciones. El incremento de la concentración del colorante propició el decremento de la eficiencia del proceso de tratamiento.
- El comportamiento de abatimiento de eficiencia se corroboró mediante el análisis de los espectros de ultravioleta del colorante y de los resultados del parámetro de la DQO.
- La biosorción del colorante con la superficie de la biomasa siguió un modelo teórico de isoterma de Freundlich, es decir, se adhirió formando una monocapa sobre una superficie heterogénea. Esto se estableció comparando los resultados generados de los coeficientes de correlación de los dos modelos teóricos de isotermas señalados en la investigación. El mejor resultado de coeficiente fue de 0.9908 para el modelo de isoterma señalado.
- De acuerdo con los datos obtenidos, se requieren más de 5 minutos de tiempo de retención para obtener la máxima remoción de colorante azul de metileno a sus concentraciones experimentales.

Referencias

- Abbasi, M. y Asl, N. R. (2008). Sonochemical degradation of Basic Blue 41 dye assisted by nanoTiO₂ and H₂O₂. *Hazard Mater*, 942-947.
- Alamillo, V. (2013). *Remoción de Colorantes Orgánicos azul índigo y Tartrazina, en Solución Acuosa, empleando Nanopartículas de Hierro aportadas en Piedra Volcánica de Óxido de Hierro (Tezontle)*, (Tesis de Licenciatura), Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México. Recuperado de: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/14391>
- Beltrami, C. R. (2001). *La contaminación el equilibrio ecológico*. Buenos Aires: Longseller.
- Borrero, F. (2012). *Determinación de la Demanda Química de Oxígeno en aguas naturales o de desperdicios*. Recuperado de: <https://sites.google.com/site/portafolioelectronicochem350/laboratorio/determinacion-de-la-demanda-quimica-de-oxigeno-en-aguas-naturales-o-de-desperdicios>.

- Brungesh, K. V., Nagabhushana, B. M., Raveendra, R. S., Hari Krishna, R., Prashantha, P. A., y Nagabhushana, H. (2015). Adsorption of Cr(VI) from Aqueous Solution onto a Mesoporous. *Environmental y Analytical Toxicology*, 1-7.
- Cortinas de Nava, C. (s/f) *Manejo Sustentable de Residuos*. Recuperado de: http://www.ceja.org.mx/IMG/PyGA_Art_Cristinas_Cortinas.pdf.
- Crominski da Silva, D. C. y Teixeira de Abreu Pietrobelli, J. M. (2019). Residual biomass of chia seeds (*Salvia hispanica*) oil extraction as low cost and ecofriendly. *Environmental chemical ingeneering*.
- Fan, L., Zhou, Y., Yang, W., Chen, G. y Yang, F. (2008). Electrochemical degradation of aqueous solutions of Amaranth azo dye on ACF under potentiostatic model. *Dyes Pigments*, 440-446.
- Fondo por la Comunicación y Educación Ambiental (2013). *NMX-AA-030/1-SCFI-2012*. Recuperado de: <https://agua.org.mx/biblioteca/nmx-aa-0301-scfi-2012-analisis-de-agua-medicion-de-la-demanda-quimica-de-oxigeno-en-aguas-naturales-residuales-y-residuales-tratadas-metodo-de-prueba-parte-1-metodo-de-reflujo-abierto-cancela-a-la-nmx/>
- García, J., Perez, L., Oller, I., Maldonado, M. I., Torrades, F. y Peral, J. (2008). Pilot plant scale reactive dyes degradation by solar photofenton and biological processes. *J. Photochem. Photobiol. A.*, 205-214.
- Jain, A. K., Gupta, V. K. y Suhas, B. A. (2003). Utilization of industrial waste products as adsorbents for the removal of dyes. *J. Hazard Mater.*, 31-42.
- Jiménez, B. E. (2001). *Contaminación Ambiental en México*. Colegio de Ingeniería Ambiental, México: Limusa
- Khalid, M. M. y Taha, A. H. (2015). Adsorption of Reactive Blue Dye onto Natural and Modified Wheat Straw. *Chemical Engineering y Process Technology*, 1-6.
- Leyva, R., Díaz, P. E., Guerrero, R. M., Mendoza, J. y Aragón, A. (2004). Adsorción de Cd(II) en solución acuosa sobre diferentes tipos de fibras de carbón activado. *Revista Sociedad Química de México*, 196-202.
- Lodha, B. y Chaudhari, S. (2007). Optimization of Fenton biological treatment scheme for the treatment of aqueous dye solutions. *J. Hazard Mater*, 459-466.
- Mercado, P. (2012). *Tratamiento de agua alimentados con energía solar: electrocoagulación adsorción contra fotoquímico-adsorción* (Tesis de Maestría), Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México
- Pandhare, G. G., Trivedi, N., Pathrabe, R. y Dawande, S. D. (2013). Adsorption of cadmium (ii) and lead (ii) from a stock solution using neem leaves powder as a low-cost adsorbent. *International Journal of Innovative Research in Science*, 5752-5761.
- Rivas, C. F., Nuñez, O., Longoria, F. y Gonzalez, L. (2014). Isoterma de langmuir y freundlich como modelos para la adsorción de componentes de ácido nucleico sobre WO₃. *SABER. Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, 43-49.
- SEMARNAT (2011). *Caracterización y gestión de residuos orgánicos de América del Norte*. Recuperado de: <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/CD003593.pdf>
- Sohrabi, M. R. y Ghavam, M. (2008). Photocatalytic degradation of Direct Red 23 dye using UGV/TiO₂: effect of operational parameters. *J. Hazard Mater*, 1235-1239.
- SSA (2002). *Norma Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2002. Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano envasados y a granel. Específicamente sanitarias*. Recuperado de: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom201ssa12.html>
- Sudarjanto, G., Keller-Lehmann, B. y Keller, J. (2006). Optimization of integrated chemical-biological degradation of reactive azo dye using response surace methodology. *J. Hazard Mater*, 160-168.
- Wu, J. S., Liu, C. H., Chu, K. H. y Suen, S. Y. (2008). Removal of cationic dye methyl violet 2B from water by cation exchange membranes. *J. Membr. Sci.*, 239-245.
- Zaghbani, N., Hafiane, A., y Dhahbi, M. (2008). Removal of Safranin T from wastewater using micellar enhanced ultrafiltration. *Desalination*, 348-356.