

# Geomática

## y Procesos Urbanos

### Métodos y conceptos

#### Coordinadores

Dr. J. Guadalupe Martínez Granados

Dr. Ricardo Gómez Maturano

M. en C. Ma. De los Ángeles Martínez Ortega



EDITORIAL RESTATURO COMPÁS Y CANTO

# **GEOMÁTICA Y PROCESOS URBANOS. MÉTODOS Y CONCEPTOS**

**Coordinadores:**

**Dr. José Guadalupe Martínez Granados  
Dr. Ricardo Gómez Maturano  
Ma. en C. Ma. De los Ángeles Martínez Ortega**

**Autores:**

**Maripaz Carbajal Herrera  
Álvaro Flores Miranda  
Ricardo Gómez Maturano  
Irma López Pérez  
José Guadalupe Martínez Granados  
Ma. De los Ángeles Martínez Ortega  
Marielena Medina Ruiz  
Víctor Alfonso Reyes García  
Margarita Ruiz Camacho  
Cristy Monserratt Sánchez Ramos  
Laura Vázquez Nájera**



EDITORIAL RESTAURO COMPÁS Y CANTO

# GEOMÁTICA Y PROCESOS URBANOS. MÉTODOS Y CONCEPTOS

Primera edición: Diciembre, 2023

Fecha de publicación: 14 de diciembre 2023

© 2023. Coordinadores: Dr. José Guadalupe Martínez Granados, Dr. Ricardo Gómez Maturano y Ma. en C. Ma. De los Ángeles Martínez Ortega

© 2023. Editorial Restauro Compás y Canto

ISBN digital: 978-607-99572-5-4

Hecho en México

Disponible en: [www.editorialrestauro.com.mx](http://www.editorialrestauro.com.mx)

Correo electrónico: [contacto@editorialrestauro.com.mx](mailto:contacto@editorialrestauro.com.mx)

Dirección editorial: Héctor César Escudero Castro

Supervisión de producción: Diana Guadalupe González Oriani

Maquetación y diseño: David Odín Vargas López

Dictaminadores:

Dra. Aleyda Reséndiz Vázquez ([ORCID](#))

Dr. Jorge Fernando Cervantes Borja ([ORCID](#))

Reservados todos los derechos. No se permite la reproducción total o parcial de esta obra con fines lucrativos, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio sin autorización previa y por escrito de los autores y editores. La infracción de dichos derechos puede constituir un delito contra la propiedad intelectual.



# ÍNDICE

<b>Resumen del libro</b> .....	<b>1</b>
<b>Introducción a la Geomática. El aporte de los Sistemas de Información Geográfica en los estudios urbanos</b> <i>Ricardo Gómez Maturano, José Guadalupe Martínez Granados, Ma. De los Ángeles Martínez Ortega</i> .....	<b>2</b>
<b>Línea Temática 1: “Habitabilidad Urbana”</b>	
<b>Capítulo I. ¿Qué hay dónde me voy a quedar? Co-localización de negocios en los hoteles de Ciudad de México: análisis espacial y estadístico</b> <i>Víctor Alfonso Reyes García, Ricardo Gómez Maturano</i> .....	<b>15</b>
<b>Capítulo II. Habitabilidad Urbana: accesibilidad a la Educación. Comparación entre el Centro y la Periferia de la Zona Metropolitana del Valle de México</b> <i>Irma López Pérez</i> .....	<b>34</b>
<b>Capítulo III. La movilidad dentro de la planeación urbana y su relación con el desarrollo sostenible</b> <i>Ma. De los Ángeles Martínez Ortega</i> .....	<b>51</b>
<b>Capítulo IV. Regeneración urbana y la ausencia de un modelo de evaluación de sus resultados. Propuesta de evaluación de intervenciones de regeneración urbana a través de Sistemas de Actuación por Cooperación (SAC) en la Ciudad de México</b> <i>Álvaro Flores Miranda</i> .....	<b>71</b>
<b>Línea Temática 2: “Estructuras Urbanas”</b>	
<b>Capítulo V. Mortalidad por COVID-19 y segregación residencial</b> <i>Ricardo Gómez Maturano</i> .....	<b>92</b>

<b>Capítulo VI. Análisis multidimensional de la segregación residencial en la Zona Metropolitana de Acapulco</b> <i>Maripaz Carbajal Herrera</i> .....	<b>107</b>
<b>Capítulo VII. Transformaciones de suelos, el crecimiento urbano más allá de la ciudad. El caso de estudio de la Zona Metropolitana de Cuernavaca (ZMC)</b> <i>Cristy Monserratt Sánchez Ramos</i> .....	<b>124</b>
 <b>Línea Temática 3: “Sostenibilidad urbana y movilidad”</b>  	
<b>Capítulo VIII. ¿La ciudad impacta en el clima urbano? Descripción de la Isla de Calor urbana superficial en Bogotá</b> <i>Marielena Medina Ruiz, José Guadalupe Martínez Granados</i> .....	<b>140</b>
<b>Capítulo IX. ¿Dónde viajan más, en el centro o en la periferia? Análisis geoestadístico sobre la movilidad periférica de la Zona Metropolitana del Valle de México</b> <i>Margarita Ruiz Camacho</i> .....	<b>160</b>
<b>Capítulo X. Tiempo de viaje en el área de influencia del “Tren Suburbano”. Encuestas Origen-Destino 2007 y 2017</b> <i>Laura Vázquez Nájera</i> .....	<b>178</b>
<b>Semblanza de los autores</b> .....	<b>198</b>

## **Resumen del libro**

Este libro reúne una serie de trabajos, en su mayoría académicos, que ilustran la capacidad que tiene la geomática como ciencia, estableciendo como objetivo, desde su enfoque sistémico y multidisciplinario y junto con sus disciplinas afines, apoyar el análisis de problemas territoriales que requieren especial atención, pues estos son considerados como procesos urbanos que detonan importantes afectaciones para la calidad de vida urbana y humana. De hecho, un aporte innovador que ofrece el libro, es el de mantener un eje integrador entre los diferentes casos de estudio o de aplicabilidad, haciendo énfasis en la metodología cuantitativa desde el análisis estadístico y espacial -por medio del uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) que convergen en el ámbito de la Geomática-, e integrando conocimientos técnicos y científicos que permiten capturar, manipular y difundir la información geográfica, vinculando aspectos de investigación teórico-conceptual que apunten al desarrollo urbano.

En este tenor, el texto se divide en tres líneas temáticas que contienen los diferentes casos de estudio: la primera, trata de la “habitabilidad urbana” con temas de colocalización de negocios en hoteles, accesibilidad a la educación, comparando centro y periferia, la movilidad dentro de la planeación urbana, regeneración urbana y ausencia de modelos evaluativos; la segunda, aborda las “estructuras urbanas” en relación con el Covid-19, la segregación residencial, y las transformaciones de suelos; por último, la línea de “movilidad urbana y sostenibilidad” con temas de isla de calor urbana, movilidad en la periferia de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), y tiempo de viaje en el área de influencia del tren suburbano.

## **Introducción a la Geomática.**

### **El aporte de los Sistemas de Información Geográfica en los estudios urbanos**

*Ricardo Gómez Maturano<sup>1</sup>*

*José Guadalupe Martínez Granados<sup>2</sup>*

*Ma. en C. Ma. De los Ángeles Martínez Ortega<sup>3</sup>*

Este libro surge a partir de la necesidad de precisar, en términos urbanos, la importancia que tiene la geomática como aquella ciencia que compila diversos conocimientos técnicos, en su mayoría científicos, que permiten el estudio, análisis y diagnóstico espacial de los territorios, mediante técnicas especializadas que capturan y manipulan información en términos geográficos, y así, según los resultados procesados, poder tomar las mejores decisiones frente a las opciones de planeación, que potencialmente conllevarían a un mejor desarrollo urbano; esto posibilita el hecho de poder tomar decisiones en cuestión de política pública relacionada a los recursos naturales y, por qué no, también respecto de aquellos procesos urbanos que de hecho hoy en día deterioran más los ecosistemas (Alvares, 2012).

También se tiene como objetivo brindar, a manera de guía, una serie de métodos de estudio de los procesos urbanos, desde un enfoque deductivo a modo cuantitativo, con ayuda de la geoestadística y de los Sistemas de Información Geográfica (SIG); se ilustran de manera puntal, casos de estudio diferentes, los cuales pueden ser un punto de partida para las futuras investigaciones de todo aquel que desee consultar el libro. Se trata de una compilación de estudios urbanos, que muestran resultados especiales en cuanto al desarrollo de nuestras ciudades, y de los problemas que han devenido a raíz de dicho desarrollo, tales como la fragmentación, segregación, movilidad, climas urbanos, sostenibilidad, habitabilidad, salud desde el Covid-19, turismo, entre otras.

---

1 Profesor e investigador en el Instituto Politécnico Nacional, ESIA Unidad Tecamachalco, SEPI. Doctor en Urbanismo, UNAM. Maestro en Ciencias en la Especialidad de Arquitectura e Ingeniero Arquitecto, IPN. Correo: rgomezma@ipn.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8027-8648>

2 Ph.D. en el Instituto Politécnico Nacional, sección de posgrado. Doctor en Urbanismo Facultad de Arquitectura, UNAM. Maestro en Urbanismo UNAM. Licenciado en Sociología Facultad de Estudios Superiores Acatlán UNAM. Correo: jogugra@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6345-5166>

3 Maestra en Ciencias en Administración y Desarrollo de la Educación, Instituto Politécnico Nacional, ESCA Sto. Tomás. Correo: mmartinezo@ipn.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8483-9844>

La presente obra, está dirigida a toda la comunidad académica y científica que realice estudios de problemática urbana, en cuanto al desarrollo de la ciudad, y que desee consultar diversas metodologías de aplicación de la geomática; lo anterior, pensando en que con el paso del tiempo, debido a los procesos de expansión de las ciudades, se han dado una serie de efectos particulares en los territorios, indistintamente de su producción. Esto abre una ventana de estudios puntuales que van, desde una escala a nivel ciudad, hasta el ámbito regional, e incluso, pudiendo ser entre diferentes países en un grado comparativo, pudiéndose lograr mediante el uso asertivo de la geomática por medio de los SIG.

De hecho, un problema al que se enfrentan las ciudades actualmente, en cuestión de desarrollo a nivel de ciudad o urbano, es la constante evolución que tiene el actor social, tanto individual como colectivo, entendiendo a este último como la integración del Estado con las organizaciones nacionales (Monnet, 1999), ya que las mismas actividades que practican, con respecto al crecimiento, uso y transformación del suelo, derivan en importantes procesos urbanos que complican la habitabilidad; lo anterior emana de las decisiones que tienen la población y los planeadores en torno a excusas como “donde puedo vivir”, “donde puedo pagar” y “como me puedo desplazar en el espacio”. De esta manera, el territorio juega un papel importante en la elección al trascender escenarios políticos al interior de los países y de las naciones (Mena, *et al.*, 2006). Por lo tanto, en el estudio y análisis de los procesos urbanos, es necesario considerar los “tipos de actores geográficos” (Monnet, 1999) y la inestabilidad entre las sociedades en el tiempo y en el espacio. Es en estos aspectos donde cobra importancia la vinculación entre la geomática y los estudios urbanos, vistos desde la perspectiva del actor geográfico, de acuerdo al manejo y a las prácticas que lleva a cabo dentro del territorio; lo anterior, es observable a un nivel cuantitativo con base en datos estadísticos.

Es así que, en el manejo del territorio se considera *“tanto la planeación y el ordenamiento territorial en el sentido común de la palabra [el corpus de acciones emprendidas por gobiernos territorializados] como el manejo cotidiano de su entorno físico por el individuo [desde estrategias productivas o de acceso a recursos]”* (Monnet, 1999, p. 63), que se ven cada vez más deterioradas y con un sinnúmero de problemas que vale la pena estudiar y considerar en la futura planeación urbana.

El término “Geomática” refiere al estudio de la estructura y de aquellas propiedades que ofrece la información espacial a partir de métodos específicos de captura. Es un concepto moderno que surgió en el año 1969, siendo Bernard Dubuisson (reconocido topógrafo y fotogrametrista) quien lo definió

como una integración de todas las ciencias básicas con las nuevas tecnologías, encaminado al conocimiento de la tierra mediante ciencias aplicadas (Levi, 2006). Para este libro, se ha optado entonces por utilizar a la geomática como la integración de distintas tecnologías, tales como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) junto con el manejo, análisis y procesamiento de bases de datos estadísticos, territoriales y geográficos (Mena, *et al.*, 2006), que buscan estudiar a fondo esta problemática, la cual se refleja en la toma de decisiones de los actores del estado, que a su vez impactan a quienes viven la realidad de las ciudades.

Como toda disciplina, surge donde convergen otras disciplinas, así lo exponen Reyes & Monroy (2000) al afirmar que la geomática como tal, surge de la interacción de los SIG, la geografía y otras disciplinas que complementan el estudio espacial, como es el caso de la fotogrametría, la geodesia y la cartografía, haciendo posible la elaboración de estudios con datos espaciales. Este libro en particular, se enfoca hacia los procesos urbanos de la ciudad, a la planeación urbana desde los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y a la cartografía. Así mismo, el libro muestra diferentes estudios con diversos métodos, tanto de recolección de información, como de procesamiento, representación, sistematización y tratamiento de bases de datos estadísticos, los cuales tienen un lugar espacial en específico, es decir, su localización puntual que puede ser local, municipal, regional, nacional, o de diferente país.

La Geomática es entonces, una ciencia que favorece el análisis de procesos urbanos. A nivel conceptual, de acuerdo con diversos autores como Pagiatakis (2013), se infiere que su origen fue en Canadá, pues en dicho país se buscaba potenciar el uso de la electrónica, situación que llevó a la revolución de las ciencias como la de ilustración y levantamiento de datos en campo, esto de manera que se procesara y se tratara gran cantidad de información como en el caso de los datos estadísticos (Tapia, 2014). Por otro lado, Levi (2006) agrega que tiene que ver más allá del aspecto tecnológico al ser un sistema de pensamiento que busca orientar, desde lo conceptual y digital, soluciones de forma integral frente a la sociedad, partiendo desde un marco teórico y metodológico asociado al análisis espacial. Así pues, este término agrupa campos de conocimiento científico que estudia problemas a nivel transdisciplinar, analizando e infiriendo en soluciones para la sociedad con una relación espacio temporal.

Partiendo entonces de la riqueza conceptual que ofrece la geomática desde las formas de comprensión del espacio, esta se convierte en una fuente de recursos para estudiar y comprender lo que acontece en los territorios, indistintamente de su producción y, a partir de allí, proponer soluciones a necesidades específicas ya previamente localizadas. Como dice Verdusco

(2012), “este patrimonio conceptual” se compone desde que emerge con las distintas disciplinas, y tiene una importante posibilidad de apertura para poder aplicarse frente a la interacción con diversos marcos conceptuales. La geomática y los procesos urbanos, trabajan de la mano en este libro a partir de la localización de demandas por parte de los autores como miembros de la sociedad que se preocupa por comprender realidades complejas, buscando producir, utilizar y difundir el conocimiento plasmado en este libro.

Obras anteriores, han trabajado la geomática desde diversas áreas que se relacionan con algunas variables del urbanismo; sin embargo, existen temas selectos, como por ejemplo, aquellos en donde se busca integrar disciplinas que parten desde lo biológico hasta temas de red neural que evidentemente filtran y procesan información estadística, de fractales y de desarrollos de software, tal como se ve en la publicación de Pérez, *et al.*, (2012). O como es el caso de Poser & Dransch (2010) que abordan una variable urbana enfocada en poder estimar riesgos de inundación por medio del uso de la geomática. Por otro lado, se ve a Crydeerman *et al.*, (2014), quien emplea disciplinas afines con el urbanismo, como la topografía, que desde los estudios de los sismos, pueden ver el mapeo del movimiento de tierras, lo que sin duda podría vincularse con variables urbanas de movilidad, cambios de uso de suelo, entre otras. Finalmente con Egenhofer (1993), de quien podría decirse que es uno de los especialistas más antiguos en abordar el estudio de las relaciones espaciales que hoy en día sirven para poder interpretar el método más adecuado para los análisis de carácter urbano.

Dentro de esta lógica de afinidad con obras anteriores, es importante resaltar el panorama general del uso de la Geomática como ciencia, particularmente en los procesos urbanos. Para ello, se expone, en primer lugar, la imagen de un clúster de correlación entre palabras tomadas de documentos extraídos de Scopus, por medio del programa Vosviewer (herramienta que permite visualizar redes bibliométricas); en la Figura I.1, se puede apreciar esta concurrencia entre palabras afines del urbanismo con la geomática o los SIG. Entre ellas, se encuentran los análisis espaciales, la planeación urbana, la hidrología, el uso de suelo, el paisaje, el territorio, la vulnerabilidad, la fragmentación, bases de datos, accesibilidad, Covid-19 y la investigación.

En segundo lugar, tenemos un análisis bibliométrico que tiene como fin ver, a partir de datos numéricos, características bibliográficas en documentos publicados por el gremio académico y de investigación en la fuente oficial de Scopus, cuyo objetivo es observar qué tanto ha sido la producción científica de los conceptos anteriormente descritos.

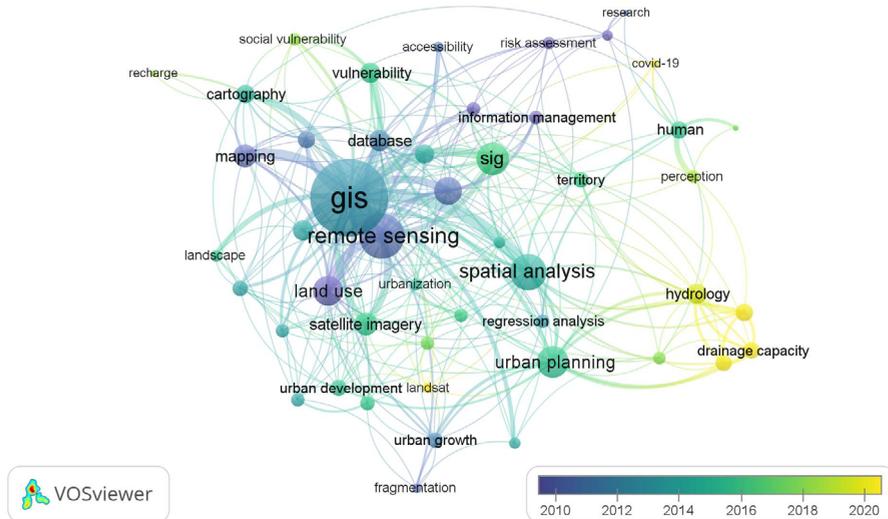


Figura I.1. Concurrencia de palabras clave de la geomática y los procesos urbanos.  
Fuente: elaboración propia, basada en búsqueda de datos en Scopus y Vosviewer.

En este tenor, desde la primera búsqueda se evidencia que existen 209 documentos particularmente enfocados a la geomática y los procesos urbanos, con una producción precaria desde 1986 hasta 1992. Solo fue desde el 2002 hasta el 2023 que se ve mayor demanda de investigaciones bajo este enfoque, iniciando con 10 hasta 23 documentos divulgados, lo cual indica el interés de la comunidad científica sobre la relevancia y diversidad que tiene la geomática de vincularse especialmente con esta área (Figura I.2).

#### Documents by year



Figura I.2. Artículos publicados desde 1983 hasta 2023. Fuente: elaboración propia, basada en búsqueda de datos en Scopus.

De manera complementaria, los países en donde se produce un alto nivel de divulgación son España con 28 documentos, Brasil que publica aproximadamente 25 documentos y Estados Unidos con 22. Por otra parte, aquellos cuya producción ha sido escasa son México con 6 documentos por año, y Colombia y Alemania con 2. Finalmente, se encuentran en un lugar intermedio, con producciones de aproximadamente 6 a 10 documentos, Chile, Argentina y Francia. Es así que en este espacio se abre la oportunidad de contribuir con la divulgación de la geomática, desde el urbanismo y/o la problemática urbana y en los procesos de la ciudad (Tabla I.1).

Figura I.2. Artículos publicados desde 1983 hasta 2023.

<b>País</b>	<b>Documentos</b>
España	28
Brasil	25
Estados Unidos	22
China	14
Francia	13
Indonesia	12
Argentina	7
Canadá	7
Chile	8
Portugal	7
México	6
Colombia	2
Alemania	2

Fuente: elaboración propia, basada en búsqueda de datos en Scopus.

Es así como se puede observar la relevancia de ubicar geográficamente aquellos territorios en donde ha predominado el uso de la geomática en los estudios de procesos urbanos que toman como recurso el uso de los SIG. Por eso, en este libro se busca generar curiosidad por indagar aún más en problemas que requieren importante atención y profundización.

El estudio de la ciudad y sus procesos urbanos, han permeado a diferentes escenarios de medición, a partir de los cuales, es posible identificar infinidad de problemas que requieren especial atención, yendo desde su análisis hasta su diagnóstico. Aquí la geomática concibe a la sociedad como el más importante beneficiario de estos estudios, y para comprender dichos problemas de tipo territorial, es necesario realizar un proceso de abstracción estadística

y geoespacial, donde el observador tenga un campo visual de las variables implícitas en términos espacio-temporales de los procesos que suelen ocurrir en un territorio, y así, integrar y construir aquellos elementos que permitan su modelación con los SIG.

Una vez descrita la importancia que tiene la geomática y su utilidad, particularmente en el proceso de comprensión de la ciudad, habría que considerar aquellos procesos urbanos puntuales a partir de los cuales se puede ver aplicada la geomática a distintos métodos de estudio, como líneas temáticas en cuestión urbana. En esta tónica, este libro expone X capítulos con metodología cuantitativa, mostrando diversos análisis espaciales que hacen evidente la aplicación del recurso geográfico por medio de los SIG, a partir de la comprensión, estudio, análisis y procesamiento de información en diferentes realidades geográficas o casos de estudio. Para ello, se clasifican entonces tres líneas temáticas en las que se pueden compilar los procesos urbanos elegidos y a su vez considerados pertinentes para este trabajo, dispuestas de la siguiente manera:

La primer línea se compone de los capítulos I al IV y están inmersos en el contexto de la habitabilidad urbana, entendida esta como el conjunto de condiciones físico espaciales que permiten tener calidad de vida en el territorio (Tarchópolus *et al.*, 2003). Su enfoque se refiere a la sinergia producida entre la disponibilidad, la calidad y la suficiencia de elementos físicos presentes en la ciudad o medio ambiente urbano, para que sea percibida por el ser humano que la habite, permitiéndole desarrollar sus funciones urbanas cotidianas (Navarrete *et al.*, 2021, p. 4). Entonces, es posible vislumbrar la habitabilidad urbana en esta línea temática, particularmente en la Ciudad de México y la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) a partir de la co-localización de patrones de negocios, el acceso al sistema dotacional educativo, incluso a partir de los proyectos de regeneración y el desarrollo sostenible.

La segunda línea, está conformada por los capítulos del V al VII y su enfoque está orientado hacia las diferentes estructuras urbanas, las cuales permiten observar la manera en la que se ha dispuesto el uso del suelo a partir de los asentamientos urbanos que se gestan en las ciudades, lo cual, deriva en procesos urbanos, que, dependiendo de su configuración y funcionamiento, permiten estudiar y analizar las ciudades desde distintos enfoques (Bourne, 1982), tales como la segregación residencial, los efectos del COVID-19, la gentrificación y la transformación del suelo. Estos enfoques difieren en la complejidad de los aspectos que las modifican, así como del contexto urbano de carácter económico, político, social y ambiental en el que se han desarrollado (Carter, 1995).

Por último, la tercera línea acota particularmente a dos escenarios, los cuales son la movilidad urbana y la sostenibilidad, y están constituidos por los capítulos del VIII al X. En primer lugar, el escenario de la movilidad, plasmada desde una perspectiva de estudio urbano, permite vislumbrar realidades socioeconómicas y espaciales donde se puede ver a lo largo del tiempo, a causa de la expansión de las ciudades, una limitación en cuanto a la relación de oferta y demanda a partir de la disponibilidad de infraestructura y medios de transporte, aunado al número de desplazamientos por individuo en el día (Montezuma, 2003). La movilidad urbana, con relación al transporte, permite identificar problemas importantes de desplazamiento, tipos de viaje, accesibilidad y no movilidad de diferentes sectores socioeconómicos. En segundo lugar, el aspecto que se aprecia es el desarrollo sostenible visto en la transformación de suelos y en las variables ambientales afectadas por los efectos del cambio climático, tal como la isla de calor urbana.

Es así que dentro de la línea de habitabilidad urbana, en el capítulo I, denominado *“¿Qué hay dónde me voy a quedar? Co-localización de negocios en los hoteles de Ciudad de México: análisis espacial y estadístico”*, Victor Alfonso Reyes y Ricardo Gómez Maturano, buscan mostrar la aglomeración de pequeños negocios que se encuentran alrededor de los grandes hoteles a partir de identificar estos patrones de co-localización de los grandes negocios, utilizando técnicas de análisis espacial con los Sistemas de Información Geográfica.

El capítulo II, se denomina *“Habitabilidad Urbana: accesibilidad a la Educación. Comparación entre el Centro y la Periferia de la Zona Metropolitana del Valle de México”* (ZMVM) donde Irma López Pérez, reflexiona sobre las modificaciones en las políticas públicas que permitieron la introducción de las tierras rurales al suelo urbano, situación que generó afectaciones en la habitabilidad urbana por la carencia de equipamientos y servicios; dicho estudio se realizó mediante cartografía elaborada con ArcGIS, comparando la habitabilidad urbana del centro con la de la periferia de la ZMVM, estableciendo como indicador, el acceso a la educación.

El capítulo III, denominado *“La movilidad dentro de la planeación urbana y su relación con el desarrollo sostenible”*, plantea de manera diferente la habitabilidad urbana, ya que Ma. de los Ángeles Martínez Ortega, considera imprescindible que la planeación del territorio, priorice la necesidad de los desplazamientos poblacionales; de este modo, debe estar estrechamente vinculada a la infraestructura y ello impactará directamente en la reducción del costo, del tiempo de traslado y en la fluidez del parque vehicular.

En el capítulo IV, Álvaro Flores Miranda, habla sobre la *“Regeneración urbana y la ausencia de un modelo de evaluación de sus resultados”*, estableciendo que dicha regeneración urbana integral, ha tenido un potencial de desarrollo para el reciclaje de las ciudades, mejorando con ello su habitabilidad con resultados aparentemente favorables; sin embargo, a pesar de que cuentan con metodologías de ejecución, carecen de métodos que evalúen los resultados en relación con los objetivos a corto, mediano y largo plazo en pro de la sostenibilidad urbana. Esto con ayuda de los SIGs.

Ahora bien, dentro de la segunda línea, correspondiente a las estructuras urbanas, en el capítulo V, Ricardo Gómez Maturano, habla sobre la *“Mortalidad por COVID-19 y segregación residencial”*. Aquí, se expone que a causa de dicha pandemia, hubo impactos urbanos evidentes en cuestión de desigualdad social. Por lo cual, resulta pertinente estudiar de manera exploratoria la relación entre la segregación residencial socioeconómica, a partir de la identificación y clasificación de grupos sociales, y la mortalidad por esta enfermedad, por medio de los SIG.

El capítulo VI, por su parte, aborda un *“Análisis multidimensional de la segregación residencial en la Zona Metropolitana de Acapulco”*. Aquí, Maripaz Carbajal Herrera, muestra que en México, los estudios de segregación residencial con el uso de SIG son recientes (de la primera década del siglo XXI) y se han enfocado en analizar la capital del país, algunas zonas metropolitanas y ciudades turísticas. En el caso de la Zona Metropolitana de Acapulco, aunque se sabe que presenta segregación residencial, no existe información cartográfica con SIG del fenómeno, así que este capítulo compila algunos datos geográficos.

Por otro lado, el capítulo VII, denominado *“Transformaciones de suelos, el crecimiento urbano más allá de la ciudad. El caso de estudio de la Zona Metropolitana de Cuernavaca (ZMC)”*, Cristy Monserratt Sánchez Ramos, muestra que la relación entre el crecimiento de las ciudades y la degradación de los hábitats ecológicos, constituye un elemento fundamental en la problemática ambiental; el capítulo indaga sobre esta relación entre el desarrollo de la ZMC y las transformaciones de suelos experimentadas entre el año 2002 y el año 2018, tomando como herramienta fundamental el uso de los SIG.

Por último, en la línea de movilidad y sostenibilidad urbana, en el capítulo VIII se plasma la preocupación por el cambio climático en relación con el aspecto urbano, por lo que se denomina *“¿La ciudad impacta en el clima urbano? Descripción de la Isla de Calor urbana superficial en Bogotá”* donde Marielena Medina Ruiz, muestra cómo el fenómeno de la Isla de calor urbana (ICU) impacta a la ciudad de Bogotá, pues esta, modifica las características físicas del suelo

urbano, lo que deriva en impactos climáticos negativos debido a la ocupación acelerada del suelo. Para este capítulo, fue fundamental localizar por medio de los SIG, el comportamiento de la ICU en el año 2018, ya que, entre los últimos cuatro años, el año 2018 ha sido el que registró, a nivel global, la más alta temperatura. Lo anterior se verifica mediante la comparación de los meses más cálidos y más fríos de cada año, a partir de datos de estaciones meteorológicas disponibles.

El capítulo IX, reflexiona sobre “¿Dónde viajan más, en el centro o en la periferia?” Análisis geoestadístico sobre la movilidad periférica de la Zona Metropolitana del Valle de México. Aquí, Margarita Ruiz Camacho, muestra un estudio descriptivo, que mediante un método cuantitativo y el uso de los SIG, permite entender la movilidad periférica de la ZMVM desde un enfoque socioeconómico, partiendo de la premisa señalada por Avellaneda & Lazo (2011), cuando afirman que la movilidad de una persona depende, entre otros factores, del nivel socioeconómico que posee.

Por último el capítulo X, denominado “Tiempo de viaje en el área de influencia del “Tren Suburbano”. Encuestas Origen-Destino 2007 y 2017”, Laura Vázquez Najera, vislumbra que desde el año 2008, el Tren Suburbano conecta a la Ciudad de México y cuatro municipios del Estado de México. Así que, para identificar los efectos en el tiempo de viaje en el área de influencia del tren, muestra el procesamiento de microdatos de las Encuestas Origen-Destino de los años 2007 y 2017, con la construcción cartográfica desde las herramientas disponibles en programas SIGs.

## Referencias

- Avellaneda, P. & Lazo, A. (2011). Aproximación a la movilidad cotidiana en la periferia pobre de dos ciudades latinoamericanas. Los casos de Lima y Santiago de Chile. *Revista Transporte y Territorio* N° 4, 47-58. <https://www.redalyc.org/pdf/3330/333027082004.pdf>
- Alvarez Icaza Longoria, P. (2012). Aplicaciones de geomática para la toma de decisiones. Realidad, datos y espacio. *Revista internacional de estadística y geografía*, 3(1), 90-99.
- Bourne, L. S. (1982). *Internal structure of the city*. Nueva York: Oxford University Press Disponible en : <https://archive.org/details/internalstructur00bour/page/n643/mode/2up>
- Carter, H. (1995). *The study of urban geography*. Nueva York: Halsted Press. Disponible en: <https://catalogue.nla.gov.au/catalog/792140>

- Cryderman, C., Mah, S. B., & Shufletoski, A. (2014). Evaluación de la precisión fotogramétrica de UAV para cálculos de mapeo y movimiento de tierras. *Geomática* , 68 (4), 309-317.
- Egenhofer, M. J. (1993). Un modelo para relaciones topológicas binarias detalladas. *Geomática* , 47 (3-4), 261-273.
- FREIRE-CUESTA, T. (2011). *Estimación del sellamiento de suelo en áreas de captación urbana y sus efectos en la escorrentía* [Doctoral dissertation, Tesis de Maestría en Geomática]. México, DF: Centro de Investigación en Geografía y Geomática” Ing. Jorge L. Tamayo” AC).
- Levi, S. (2006). Geografía humana y Geomática. *Boletim Goiano de Geografia*, 26(1), 12-29.
- Montezuma, R. (2003). Ciudad y transporte: la movilidad urbana. *Cuadernos de la CEPAL*. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/27823/S2003002\\_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/27823/S2003002_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Mena Frau, C., Gajardo Valenzuela, J., & Ormazábal Rojas, Y. (2006). Modelación espacial mediante geomática y evaluación multicriterio para la ordenación territorial. *Revista Facultad de Ingeniería-Universidad de Tarapacá*, 14(1), 81-89.
- Monnet, J. (1999). Las escalas de la representación y el manejo del territorio. *Territorio y Cultura: del campo a la ciudad. Últimas tendencias en teoría y método*, 63-70.
- Navarrete Chávez, M., Pérez Corona, J., & Escorza Castillo, H. (2021). *La habitabilidad urbana a partir del análisis del territorio*. <https://www.redalyc.org/pdf/948/94814774007.pdf>
- Pagiatakis, S. D. (15 de enero de 2013). *Encyclopedia of Environmentric Wiley Online Library*. Publicado en línea, doi. [10.1002/9780470057339.vnn121](https://doi.org/10.1002/9780470057339.vnn121).
- Pérez, J. A. Q. (Ed.) (2012). *Temas Selectos de Geomática: métodos y aplicaciones*. UNAM, Instituto de Geografía.
- Poser, K., & Dransch, D. (2010). Información geográfica voluntaria para la gestión de desastres con aplicación a la estimación rápida de daños por inundaciones. *Geomática* , 64 (1), 89-98.

- Reyes, C., & Monrry G. S. (noviembre de 2000). Sistemas y geomática. Memoria 3er. Seminario Internacional de Ingeniería de Sistemas, Ixtapa-Zihuatanejo, Guerrero, México, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México (FI-UNAM) y Academia Mexicana de Ingeniería A.C. (AMIAC), pp. 2-107 a2-112.
- Tarchópulos, D., & Ramos, O. L. C. (2003). Formas de crecimiento urbano en Bogotá: patrones urbanísticos y arquitectónicos en la vivienda dirigida a sectores de bajos ingresos. *Scripta Nova: revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. <https://raco.cat/index.php/ScriptaNova/article/view/60279>.
- Tapia-Silva, F. O. (2014). Avances en geomática para la resolución de la problemática del agua en México. *Tecnología y ciencias del agua*, 5(2), 131-148.
- Tian, T., Zhang, J., Hu, L., Jiang, Y., Duan, C., Li, Z., & Zhang, H. (2021). Risk factors associated with mortality of COVID-19 in 3125 counties of the United States. *Infect Dis Poverty. Infectious Diseases of Poverty*, 10(3), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s40249-020-00786-0>
- Verduzco, G. C. M. (2012). *Mediación entre modelos de conocimiento para la elaboración de proyectos geomáticos*. CentroGeo, Centro de Investigación en Geografía y Geomática.

# Línea temática 1

## Habitabilidad urbana



## Capítulo I. ¿Qué hay dónde me voy a quedar? Co-localización de negocios en los hoteles de Ciudad de México: análisis espacial y estadístico

Víctor Alfonso Reyes García<sup>1</sup>

Ricardo Gómez Maturano<sup>2</sup>

### Introducción

El siguiente capítulo tiene como objetivo general, analizar los patrones de co-localización que se presentan en los hoteles de Ciudad de México (CDMX), es decir, conocer la aglomeración de negocios pequeños alrededor de los hoteles grandes (por la cantidad de personal ocupado). La hipótesis inicial es que los negocios grandes (por tamaño, total de clientes y de personal ocupado), que pueden ser considerados como tiendas ancla, generan sinergia con negocios pequeños que pueden ser afines (del mismo giro) o con actividades complementarias.

Además del objetivo de investigación, este trabajo apunta a mostrar diversas técnicas y herramientas de análisis espacial y estadístico, en concreto, aquellas relacionadas con el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y programas de manejo de datos estadísticos. En este sentido, se utilizaron diversos softwares comerciales y de código abierto para desarrollar la metodología.

El área de estudio es Ciudad de México (entidad) y las unidades de análisis son 137 hoteles. Los datos de los negocios son del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) 2019 (INEGI, 2019a). Además de los propios hoteles, se tomaron en cuenta poco más de 40 mil negocios para analizar los patrones de localización. La metodología se divide en análisis espacial y análisis estadístico. Lo primero fue seleccionar los 137 hoteles, después, se crearon áreas de servicios, que siguen la red vial y van cada 50 metros hasta 500 metros, en un SIG. Posteriormente, los cálculos estadísticos corresponden a Cocientes de Localización (CL) (para cada buffer), correlaciones entre los cocientes y la distancia (radio de las áreas de servicio), y finalmente, regresiones lineales, las cuales fueron graficadas con sus respectivas curvas teóricas.

Las teorías, las investigaciones y los estudios de localización económica tienen una larga tradición que pueden marcar su nacimiento desde hace dos siglos (s. XIX), con los modelos de J. von Thünen (1826). Posteriormente, en

---

1 Posdoctorante en el Instituto Politécnico Nacional, ESIA Unidad Tecamachalco, SEPI. Doctor en Urbanismo, Instituto de Geografía, UNAM. Licenciado y Maestro en Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. Correo: vrg3110@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8807-5722>

2 Profesor e Investigador en el Instituto Politécnico Nacional, ESIA Unidad Tecamachalco, SEPI. Doctor en Urbanismo, UNAM. Maestro en Ciencias en la Especialidad de Arquitectura e Ingeniero Arquitecto, IPN. Correo: rgomezma@ipn.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8027-8648>

el s. XX, comienza una época de formalización de las teorías de localización con los trabajos de Weber (1909), Hotelling (1929) y Christaller (1933). Estos trabajos son relevantes y se consideran como clásicos en la localización económica porque les dan el peso específico a las variables espaciales, con lo cual, se dejan de lado los estudios meramente económicos, como los hechos por Cantillon (1755), A. Smith (1776) y D. Ricardo (1817).

En concreto, Marshall (1890) y Jacobs (1969) plantean las economías de aglomeración, las cuales acentúan las ventajas de productividad y competitividad de los negocios que se localizan cercanos entre sí. Dichas economías se sustentan en tres mecanismos de interacción, primero está la alta capacidad de intercambio entre empresas, en segundo lugar, se encuentra la alta capacidad de la fuerza laboral y, por último, la alta capacidad en el sector económico y el espacio. En conjunto, todos los elementos le dan forma a la aglomeración o clúster, donde, también, juega un papel crucial la conexión que hay entre negocios, ya que la fuerza del clúster se determina por los vínculos entre empresas (Rojas *et al.*, 2000, Ken & Chan 2005; Bonet, 2009).

Las economías de aglomeración son fuerzas que los negocios utilizan para producir y generar más ganancias cuando se localizan en un mismo lugar, clúster, que si lo hiciera de forma aislada. Las aglomeraciones se dividen en dos: economías de localización y de urbanización. Ambas economías actúan en el espacio y en los negocios de manera combinada, pero tienen una diferencia en la delimitación (Garrocho, 2003; Garrocho & Flores, 2009).

Las economías de localización se presentan cuando empresas del mismo tipo o de actividades equivalentes están localizadas en la misma área, por ejemplo, las calles especializadas en el Centro Histórico de Ciudad de México. Por su parte, las economías de urbanización tienen su fuerza en la unión de negocios y la integración de la aglomeración, sin importar el sector de las actividades, de nueva cuenta, el Centro Histórico es un buen ejemplo de este tipo de clúster (Duch & Costa, 1998; Duch, 2005; Bonet, 2009; Pablo & Muñoz, 2009). Por lo visto en los ejemplos, en algunos casos hay una línea no muy clara entre ambos tipos de economías, así que es mejor solo llamarlas como economías de aglomeración.

La literatura, sobre todo la relacionada a Geografía económica y regional, reconoce que las aglomeraciones no recaen en una sola industria que es liderada por una o unas empresas, por el contrario, los clústeres se dan en múltiples actividades (Luo & Yang, 2016). Existen aglomeraciones competitivas en diversas escalas y diversos sectores, por ejemplo, entretenimiento en Hollywood, computación y tecnología en Silicon Valley (donde también juegan un papel clave las actividades de educación), automóviles de alta tecnología en el sureste de Alemania, incluso a menor escala las ya mencionadas calles

especializadas en Ciudad de México. Por lo tanto, son muy comunes los clústeres en sectores como el restaurantero, las ventas al por menor o las actividades hoteleras (Canina *et al.*, 2005).

Los alojamientos en zonas urbanas no se localizan al azar, conllevan una serie de estudios que sustentan sus decisiones (Barros, 2005). La localización óptima de los hoteles significa ventajas competitivas que ayudan a la atracción de suficientes clientes (viabilidad económica), con lo cual se disminuyen los riesgos potenciales y dan rentabilidad a largo plazo (Luo & Yang, 2016). También, contrario a lo que podría pasar con otros negocios, un hotel es difícil de re localizar o cambiar, ya que su localización está determinada por variables como las vías de comunicación, los equipamientos y la estructura urbana, que en ciertos casos pudo ser consecuencia de la llegada de un hotel; además, los servicios ofrecidos por un alojamiento únicamente pueden ser consumidos en el lugar (Lado & Fernández, 2019; Almeida *et al.*, 2018).

El sector alojamientos ha sido ampliamente estudiado desde diversas perspectivas, Luo & Yang (2016) analizan el papel que tienen las economías de aglomeración en la localización de hoteles con y sin categorías (estrellas), en China. Fang *et al.*, (2019) desarrollan un modelo espacial que ayuda a conocer las variables que determinan la localización de hoteles en un destino turístico de Hong Kong; en el modelo, por un lado, están nueve factores espaciales y por otro el número de hoteles. En este mismo sentido está el trabajo de Yang *et al.*, (2012) que realizan un modelo logit que incluye las características de localización y variables de las propias instalaciones del hotel; el trabajo es bastante robusto ya que analizan diferentes años y hoteles de diversas categorías. Canina *et al.*, (2005) hacen referencia a los beneficios de la co-localización de los hoteles, con especial hincapié en la dinámica que se da en los clústeres de los alojamientos. Lado & Fernández (2019) evalúan la eficiencia de los hoteles a partir de la localización de los alojamientos en áreas determinadas como turísticas. Las variables del análisis se seleccionaron con base en los modelos geográficos y económicos, en concreto, modelos de aglomeración.

### **Análisis espacial y estadístico de los hoteles**

La investigación tiene como área de estudio a Ciudad de México (entidad) en 2019, año en el que se levantó el último censo del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE).

Ciudad de México tenía 427 mil negocios formales en 2019, casi 10% del total Nacional (4.8 millones de unidades económicas). Por cantidad de negocios, los tres sectores más importantes en CDMX son el comercio al por menor (45.8%), los servicios de alojamiento y preparación de alimentos y bebidas (14.5%) y las manufacturas (7.6%). En cuanto al total de trabajadores, los servicios de apoyo a los negocios concentran 18.5% de los empleados,

en segundo lugar, el comercio al por menor (14.5%), seguido de los servicios financieros (9.4%) (INEGI, 2019b).

Ahora bien, CDMX contaba, en 2019, con 945 negocios de alojamiento temporal<sup>3</sup> y casi 44 mil empleados (promedio de 46 trabajadores por establecimiento). En el país, para el mismo sector, en 2019 existían 25 mil unidades y cerca de 500 mil empleados (INEGI, 2019b). Para saber si la ciudad está especializada en las actividades de alojamiento, se calculó el Cociente de Localización (CL). Los resultados muestran que los hoteles están subrepresentados en unidades económicas (CL 0.4) y en personal ocupado (0.6). Por lo tanto, en Ciudad de México, había menos negocios de los esperados en el sector alojamiento (60%) y 40% menos de trabajadores, cuando se comparan con todo el país.

Como un acercamiento inicial al uso de herramientas SIG, se realizaron mapas de negocios (totales y de densidad), que sirven para conocer la distribución de unidades económicas en la ciudad. Los mapas se elaboraron con la combinación de dos sistemas de información: ArcGIS y QGIS; los datos *shape* corresponden al Marco Geoestadístico Nacional 2020 (INEGI, 2020) y al DENUE 2019 (INEGI, 2019a).

Primeramente, para los mapas, se usaron métodos de representación que no siguen delimitaciones oficiales como pueden ser AGEB o alcaldías. Se optó por una malla hexagonal, realizada en QGIS con la herramienta *crear cuadrícula*. Los parámetros establecidos fueron que: 1) la extensión de la cuadrícula se limita a Ciudad de México, 2) la cuadrícula es en forma de hexágono, 3) los hexágonos tienen un radio de 1,075 metros y 4) el área es de 100 hectáreas.

En el caso del mapa de negocios totales (Figura 1.1), con la capa de negocios y con la herramienta *contar puntos* se obtuvo el total de puntos (cada punto es una unidad económica) por hexágono. Por default, QGIS genera un nuevo *shape* donde se crea un campo con los puntos contabilizados. Para la visualización y tematización final, además de la capa de área, se agregaron los datos de límites estatales, municipales y, como fondo, se utilizó el Continuo de Elevación Mexicano 2022 (INEGI, s.f.)<sup>4</sup>, al cual se le aplicó un sombreado. Para la tematización se buscaron paletas de colores contrastantes que diferencian las seis categorías de la variable total de negocios.

En la ciudad existen áreas donde se concentran los negocios ya que tienen vocación comercial y de negocios, incluso esta característica ha prevalecido a lo largo de los años. El sitio más importante, popular e histórico de aglomeración

3 Incluye hoteles, moteles, hostales, casas de huéspedes, campamentos, albergues, pensiones y casas amuebladas con servicios de hotelería.

4 Consultado en marzo de 2023: <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/>

de negocios es el Centro Histórico en la alcaldía Cuauhtémoc. En esta zona de la ciudad el total de negocios ronda entre los mil y seis mil negocios por área hexagonal<sup>5</sup>. Otra área caracterizada por alta cantidad de negocios es la Central de Abastos, en el oriente de la ciudad, con más de tres mil unidades económicas por hexágono (Figura 1.1).

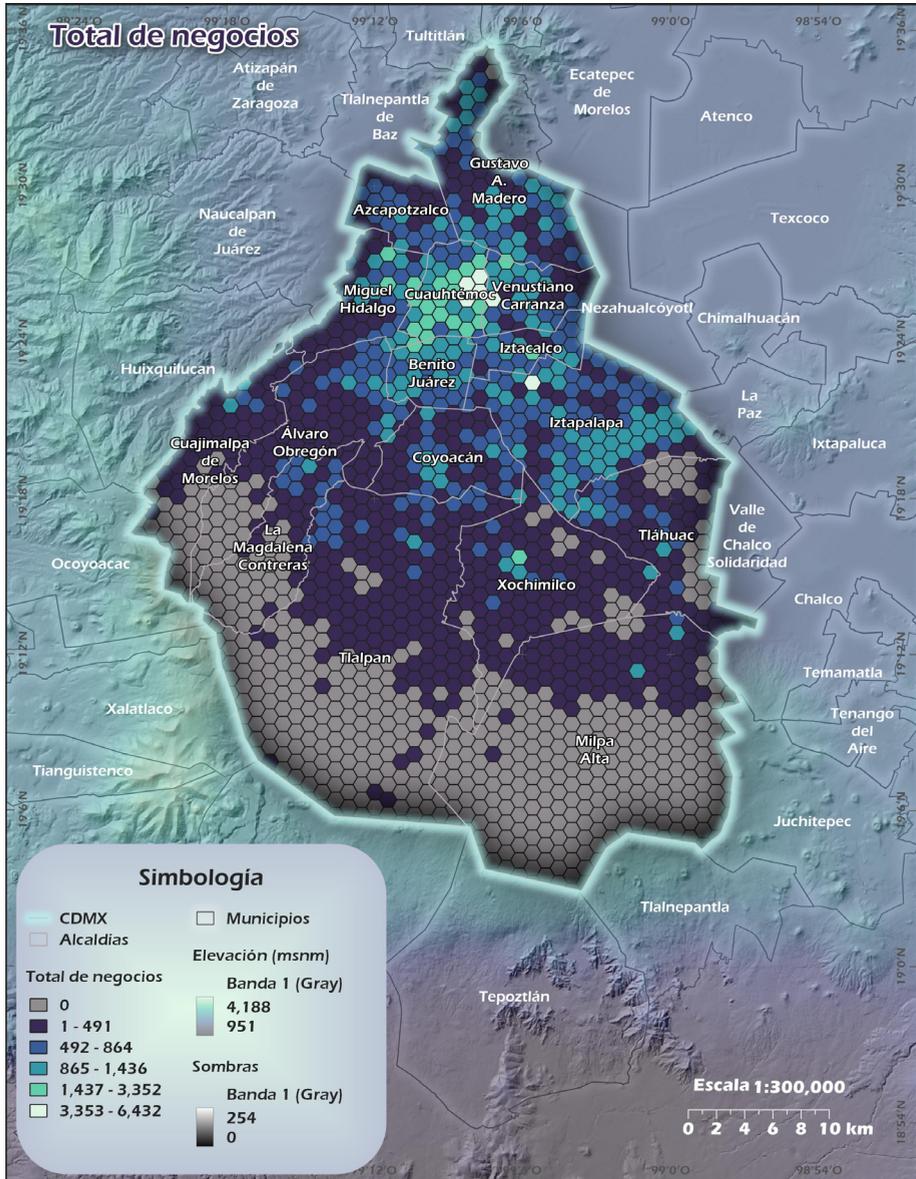


Figura 1.1. Negocios totales por área hexagonal en Ciudad de México, 2019. Fuente: Elaboración propia.

5 Para la visualización de los datos se realizaron hexágonos con la misma área (diez hectáreas), con excepción de las zonas de límite de CDMX donde los hexágonos se cortan como parte del proceso en el SIG.

En cuanto al mapa de densidad de empleos, en ArcGIS se hizo un *intersect* entre la capa de hexágonos y la de negocios, que contiene un campo con el promedio de empleados por negocios. Posteriormente, se realizó un *dissolve* para sumar los empleos por área; en el SIG se estableció que el campo de disolución fuera el identificador de cada hexágono y como estadístico se pidió la suma del personal ocupado. En este mismo *shape* se agregaron dos campos, en el primero se calculó el área de la geometría, esto porque hay hexágonos en los límites de la ciudad que son de menor tamaño. En el segundo campo se calculó la densidad de empleos a partir del área y el total de personal ocupado (empleados por hectárea) (Figura 1.2 densidad de empleos). La tematización del mapa sigue la misma lógica que el mapa anterior.

Respecto a la densidad de empleos en Ciudad de México, destaca un corredor norte-sur y este-oeste de alta densidad de negocios (más de 200 empleados por hectárea), delimitado por las avenidas Insurgente y Paseo de la Reforma, seguido de un área circundante donde la densidad disminuye a 150-250 empleos. También destaca un corredor, de menor tamaño, en el poniente de la ciudad en la zona de Santa Fe, caracterizada por ser un centro de negocios; los valores de personal ocupado superan los 100 trabajadores por hectárea. En el resto de la ciudad, en general, la densidad es menor a 50 empleos (Figura 1.2).

Después de contextualizar el área de estudio, la metodología se divide en dos etapas principales, por un lado, se realizaron procesos y cálculos espaciales con SIG. La segunda parte se enfocó en los cálculos estadísticos, los cuales se efectuaron en R project y Excel. La base de datos del DENU cuenta con información geográfica (coordenadas) para poder localizar de manera puntual cada uno de los negocios y el código de actividad de cada unidad económica, que sirvió como clasificador para poder conocer los patrones de co-localización (INEGI, 2019a).

Previo a los proceso y análisis, se seleccionaron los negocios en cuestión, en este caso los hoteles, para lo cual se tomaron tres criterios: 1) hoteles que estén en la clasificación SCIAN<sup>6</sup> con los códigos de actividad 721111 y 721112<sup>7</sup> (INEGI, 2018); 2) hoteles grandes (por personal ocupado); 3) se eliminaron aquellos negocios clasificados como hoteles, pero que en realidad se trataba de oficinas de gestión hotelera (el proceso se hizo con la revisión de cada dato de la base y la verificación con la herramienta de StreetView de Google Maps) (Google, s.f.).<sup>8</sup>

6 SCIAN es el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, un documento donde se encuentran clasificados todos los negocios formales de México, USA y Canadá.

7 Códigos del SCIAN que corresponde a hoteles con servicios complementarios y sin servicios complementarios.

8 Consultado en marzo de 2023: <https://www.google.com.mx/maps?hl=es-419&authuser=0>

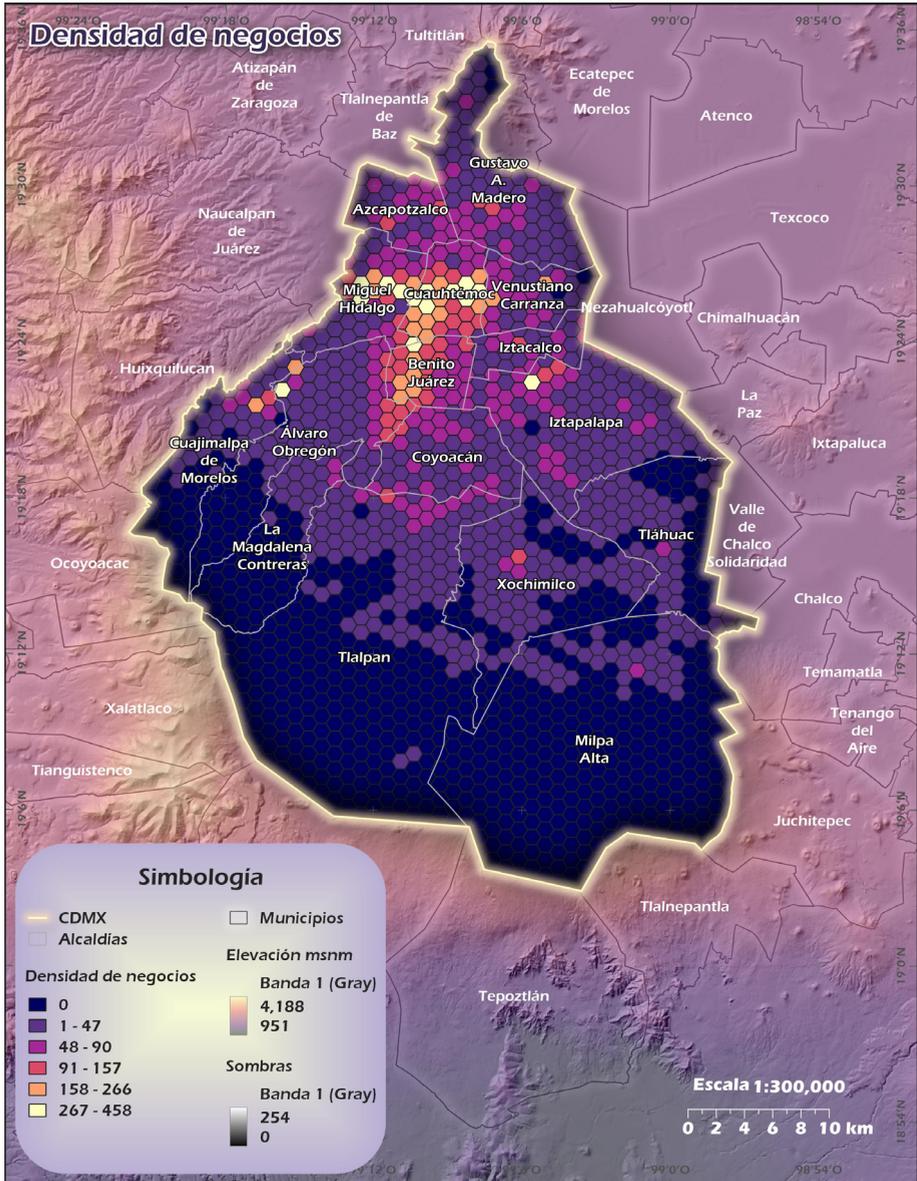


Figura 1.2. Densidad de empleos por área hexagonal (empleos por hectárea) en Ciudad de México, 2019. Fuente: Elaboración propia.

La selección final de hoteles quedó conformada por 137 unidades económicas, las cuales cuentan con poco más de 12 mil empleados, así que, en promedio, cada hotel tiene 91 trabajadores formales. Un dato a destacar es que, de los hoteles elegidos, ninguno se localiza en las alcaldías Tláhuac o Milpa Alta (áreas periféricas de la ciudad).

Con los 137 hoteles, en un ambiente SIG, se calcularon áreas de servicio (buffers) a partir de cada hotel. Las áreas se midieron a través de la red vial con un radio de 50 metros, de manera que se realizaron diez buffers de 0 a 500 metros. En los parámetros para las áreas de servicio se estableció que cada buffer fuera independiente, con lo cual quedaron *diez anillos* mutuamente excluyentes, así, se evita duplicar información. De igual manera, en ArcGIS se estableció que los propios buffers de cada hotel no se transponen con los de otras unidades que pueden localizarse a menos de 500 metros (por ejemplo, en la avenida Reforma hay áreas donde los hoteles están contiguos).

Con los buffers, divididos por el tamaño, se realizó un proceso de *intersect*, técnica que sirve para cruzar, entre sí, dos o más capas de información geográfica. Con dicha técnica, se cruzaron los datos de unidades económicas con los buffers, el resultado fue una *capa* de puntos (los negocios), que ya contaba con el número de área de influencia donde se localizaba. En la Figura 1.3 se presenta un ejemplo de diversos hoteles, en la colonia Nápoles, con sus respectivos buffers y la distribución del resto de unidades económicas que se localizan en su área de influencia.

Los resultados del *intersect* se exportaron de ArcGIS para posteriormente trabajar en R, en este último programa los datos se procesaron para poder manejar la información en tablas de contingencia (total de negocios por buffer). Debido al propio formato de la base del DENUE, que desagrega en poco más de mil códigos de actividades económicas a los negocios, fue necesario reducir la cantidad de categorías. Por lo tanto, las firmas con actividades similares se unieron en una misma<sup>9</sup>, por ejemplo: 1) fruterías y verdulerías; 2) tiendas de venta de textiles (ropa de tela) y de venta de productos de vestir hechos en piel; 3) tlalalerías y casas de materiales. Cabe mencionar que no todos los grupos de negocios se pudieron asociar debido al interés del análisis o la propia naturaleza de la actividad (Tabla 1.1).

---

9 Todas estas asociaciones se hicieron con base en la clasificación y códigos que maneja el SCIAN, y, a su vez, rige la información del DENUE.

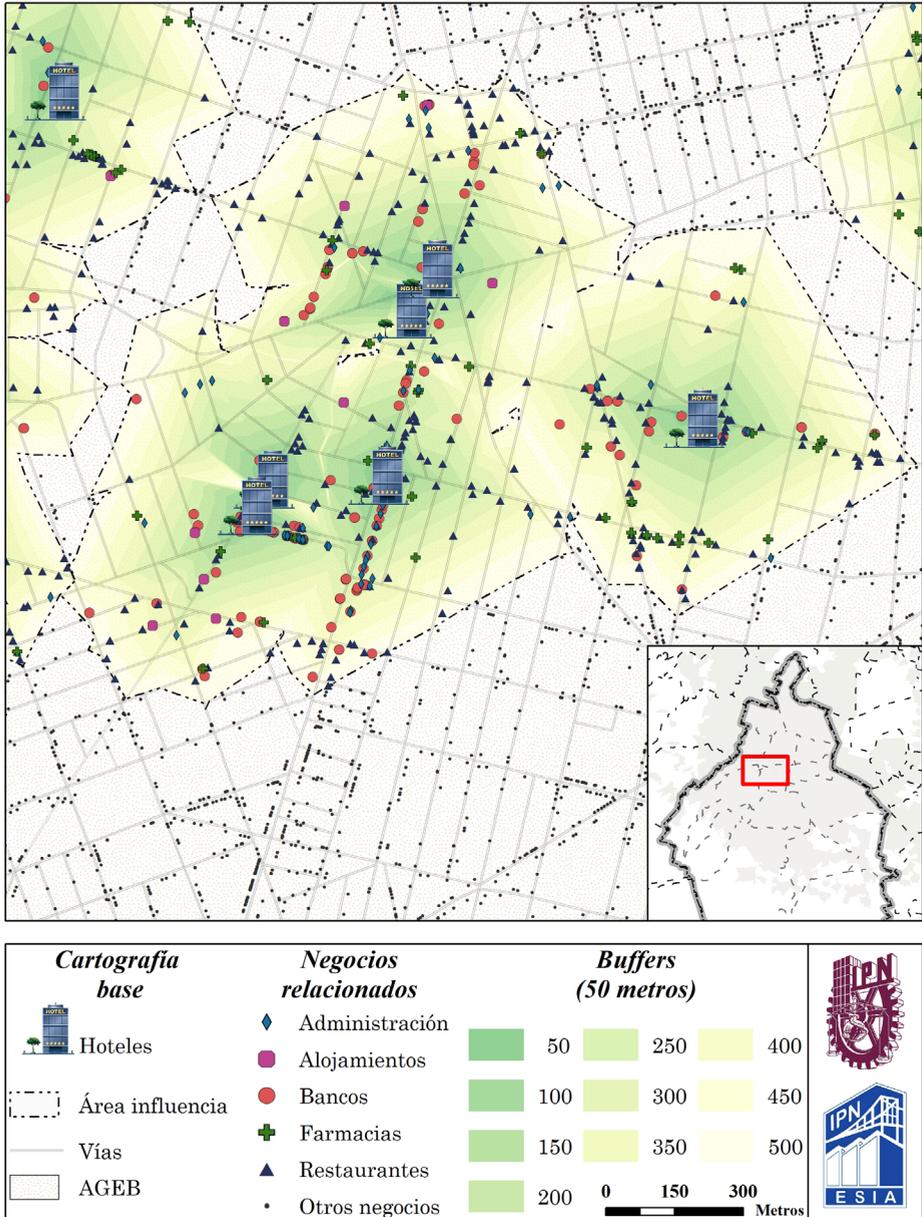


Figura 1.3. Áreas de servicio de los hoteles en Ciudad de México, 2019. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1.1. Agrupación de firmas para el análisis (ejemplo).

<b>Código SCIAN</b>	<b>Nombre</b>	<b>Código SCIAN</b>	<b>Nombre</b>
3118	Panaderías y tortillerías	43113-41114- 43115-46113- 46114	Recauderías
5411	Servicios legales	43212 - 43213 - 4632 - 4633	Tiendas de ropa
7224	Bares y centros nocturnos	4354 - 4662	Venta de equipo de oficinas y computación
7225	Restaurantes	5221 - 5222 - 5223 - 5224 - 5225	Bancos

Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se tuvieron los datos de negocios agregados en nuevos grupos, se presentó el problema de tamaño de población, es decir, las firmas con mayor cantidad de unidades en la ciudad, como tiendas de abarrotes (84 mil), restaurantes (56 mil) o salones de belleza (21 mil) (INEGI, 2019a), por probabilidad, iban a ser las más importantes en patrones de co-localización. Para resolver este problema se calcularon Cocientes de Localización (CL), así se evitó que las mismas firmas fueran representativas en todas las áreas de servicio. Con este cálculo se inició la segunda parte de la investigación que involucra el análisis estadístico.

Los Cocientes de Localización (CL) sirven como un indicador de sobrerrepresentación o subrepresentación, se emplea principalmente en actividades económicas, de manera que se puede conocer si un área o región está especializada en un sector productivo en específico. Los cocientes se deben calcular a partir de la comparación entre una entidad pequeña con respecto a una más grande, por ejemplo, se pueden calcular cocientes que involucren alcaldía o municipios/estado, estado/país, estados/región, incluso país/continente.

La principal razón para usar CL, más allá de su simpleza en el cálculo, es que la comparación entre sectores económicos y, posteriormente, entre entidades, elimina el sesgo que pueden generar valores absolutos/totales o relativos como los porcentajes. En este capítulo los cocientes se calcularon para cada grupo de negocios en cada buffer (área menor) contra el total de unidades económicas de cada grupo en la ciudad (área más grande). A continuación, se presenta la fórmula usada para los CL:

$$CL_{ij} = \frac{v_{ij}}{v} \frac{V_j}{V}$$

Donde:

$CL_{ij}$  = Cociente de localización del grupo de negocios  $i$  en el buffer  $j$ .

$v_{ij}$  = número de negocios del tipo  $i$  en el buffer  $j$ .

$v$  = total de negocios en el buffer  $j$ .

$V_j$  = número de negocios del tipo  $i$  en la ciudad.

$V$  = total de negocios en la ciudad.

Para contextualizar se plantea el ejemplo de los bancos en el buffer de 100 metros, el cálculo queda de la siguiente manera:

$$CL = \frac{126}{\frac{2,097}{\frac{8,202}{387,326}}} = 2.8$$

- 126 bancos en el buffer de 100 metros.
- 2,097 negocios totales en el buffer de 100 metros.
- 8,202 bancos en Ciudad de México.
- 387,326 negocios totales en Ciudad de México.

El cálculo de los CL se realizó en Excel con las tablas de contingencia procesada en R Project. Aun con la agrupación de firmas, el número de categorías era poco manejable y los resultados no eran intuitivos ya que había negocios que tenían CL muy altos, pero cuando se coteja el total de unidades del grupo, la sumatoria no supera, en cantidad, a los hoteles examinados (137 unidades). Por lo tanto, se realizó una segunda depuración de la tabla contingencia: para que una firma fuera considerada en el siguiente análisis debía tener como mínimo el doble de negocios que los hoteles (274 en todos los buffers); con esto se garantiza que la relación entre hoteles y firmas sea de al menos 2:1. Con el filtro quedaron 42 grupos de firmas.

Una vez que se redujo el grupo de firmas, se realizaron los cálculos finales: correlación y regresión lineal. La correlación se hizo entre el logaritmo de la distancia y los cocientes de localización, con esto se tuvo un primer acercamiento hacia la relación que puede existir entre ambas variables. Las correlaciones positivas nos indica la existencia de co-localización y sinergia. Debido a que, de nueva cuenta, manejar 42 tipos de negocios resulta poco factible, se seleccionaron los cinco negocios con más alta correlación.

Finalmente, con las cinco firmas elegidas, se calcularon regresiones lineales:  $CL \sim \log(\text{distancia})$ . Además de las regresiones, se graficaron las curvas teóricas de regresión para poder identificar los patrones de localización alrededor de los hoteles.

### Entonces... ¿Qué voy a encontrar cerca de mi hotel?

El primer resultado se obtuvo a partir de los cocientes de localización, que se calcularon para cada área de servicio (buffer) de 50 metros. Con los CL se puede saber qué tipos de negocios tienden a localizarse cerca de los hoteles, en un área de influencia de 500 metros radiales. En este sentido, los cocientes más altos indican una sobrerrepresentación, que puede traducirse en co-localización y sinergia de los hoteles con unidades económicas de menor tamaño.

Como se mencionó en la metodología, para saber qué negocios generan sinergia, se calculó la correlación entre los CL y el logaritmo de la distancia. Se seleccionaron los cinco grupos de negocios con la correlación más alta. En la Tabla 1.2 se muestran los resultados de los cocientes de localización de los cinco grupos de negocios con más alta correlación. Destacan los bancos como el grupo de unidades con el coeficiente de correlación más alto (0.93). Además, sobresalen los alojamientos, donde se incluyen también los hoteles (coeficiente 0.8), los resultados pueden dibujar un principio de economías de aglomeración, en específico, economías de localización que hablan de clústeres de negocios del mismo tipo o de giro similar, para este caso hablamos de aglomeración de sitios de alojamiento.

Tabla 1.2. Cocientes de Localización de los grupos de negocios con más alta correlación positiva.

Grupo de negocios	Cociente de Localización Buffers (metros)										Correlación
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
Bancos	4.1	2.8	2.3	2.4	2.7	2.2	2.1	1.5	1.7	1.4	0.93
Farmacias	2.7	2.8	1.3	1.8	2.1	1.0	0.9	1.2	0.7	0.7	0.87
Administración y apoyo	6.2	5.2	3.6	2.9	4.0	4.2	2.7	2.9	2.7	3.3	0.86
Alojamiento	36.0	6.7	4.8	3.6	4.7	3.2	4.0	2.2	2.3	2.7	0.80
Restaurantes	1.3	1.2	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	0.8	1.0	1.1	0.77

Fuente: Elaboración propia.

En contraparte, hay un grupo de negocios que se buscarían localizarse lejos de los hoteles, por lo que sus estrategias de localización deben atender otras necesidades, las causas pueden ser diversas y no es el objetivo de este documento. Cabe mencionar que los cinco grupos de negocios analizados tienen CL menores a uno (1), por lo que están subrepresentados en el área de influencia que ejercen los hoteles. Destaca que, en todos los casos, los cocientes aumentan conforme la distancia; con respecto a los hoteles, también se incrementa. Esto ayuda a confirmar que estos negocios buscan estar alejados de los hoteles grandes (Tabla 1.3).

Las tiendas de abarrotes tienen la correlación negativa más alta, mismo coeficiente que los talleres mecánicos (-0.93). En un análisis general, destacan tres grupos de negocios que podrían ser afines a los hoteles: abarrotes, panaderías y tortillerías, y lavanderías. Por ejemplo, la manufactura de panes y tortillas proveen de alimentos a los hoteles que ofrecen el servicio de restaurantes. En este mismo sentido, las lavanderías son un servicio complementario de los hoteles, que ayudan en cuestiones de limpieza. En ambos casos se podría interpretar que los hoteles tienen vínculos con empresas muy específicas, a gran escala, que se encargan de realizar estas actividades, por lo que no necesariamente deben localizarse cercanas (Tabla 1.3).

Tabla 1.3. Cocientes de Localización de los grupos de negocios con más alta correlación negativa.

Grupo de negocios	Cociente de Localización Buffers (metros)										Correlación
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
Lavanderías	0.1	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.5	0.8	-0.88
Educación básica	0.1	0.2	0.3	0.2	0.5	0.6	0.4	0.5	0.4	0.7	-0.88
Panaderías y tortillerías	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.6	-0.89
Talleres mecánicos	0.1	0.3	0.2	0.3	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.6	-0.93
Abarrotes y misceláneas	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	-0.93

Fuente: Elaboración propia.

Después de obtener los coeficientes de correlación, se calculó una regresión lineal entre los CL y la distancia, pero únicamente con aquellos negocios que tienen correlación positiva, para poder analizar la sinergia y co-localización. Además, se graficaron los cocientes y las curvas teóricas de regresión para observar el comportamiento de las unidades económicas en el área de influencia determinada para los hoteles.

Los hoteles están relacionados con negocios similares y complementarios, lo cual confirma los patrones de localización, así como también la sinergia y co-localización que generan con unidades más pequeñas. En primer lugar, están los sitios de alojamiento, los cuales no se limitan únicamente a otros hoteles, sino también a hostales o moteles, que se les considera de menor categoría. La sinergia y co-localización de estos negocios debe entenderse desde el punto de vista que, los hoteles de mayor tamaño no pueden brindar espacio para todos los huéspedes, además de que los precios pueden limitar el uso de uno u otro. En la curva de regresión se observa que los alojamientos se encuentran sobrerrepresentados, hasta 20 veces más, en el área de 50 metros a partir de cada hotel. Destaca que después del buffer de 350 metros los cocientes

disminuyen al mínimo, por lo que la distancia deja de ser significativa. Esta relación con otros alojamientos puede interpretarse como una economía de localización a escala local (debido al tamaño del área de influencia determinada), por lo que los alojamientos necesitan estar localizados lo más cercano posible entre sí (Figura 1.4).

También, hay tres grupos de negocios que se consideran como complementarios, ya que no son del mismo giro de los hoteles, pero brindan bienes y servicios que son necesarios para los huéspedes, y no tanto así los propios hoteles. Por un lado, están los bancos, de los cuales se entiende su co-localización porque los clientes necesitan dinero para poder gastar en las actividades que realicen durante su estancia, sobre todo si los clientes son extranjeros, ya que deben usar moneda local. Esta actividad en cierto punto se podría ver limitada por el uso directo de tarjetas de crédito o débito, pero no en todos los sitios se aceptan estas formas de pago (Figura 1.4).

Otro grupo, son las unidades económicas dedicadas a la Administración y apoyo a los negocios, las cuales se encargan de gestionar y proporcionar servicios administrativos, de logística y, principalmente, recursos humanos como servicios de limpieza, seguridad privada, reclutamiento y empleos en general. Estas actividades complementarias son de suma importancia, no solo para los hoteles, sino para otros negocios grandes (por la cantidad de empleados), ya que se encargan de canalizar al personal técnico/especializado que se requiere en los hoteles. Se debe aclarar que los negocios de apoyo no son exclusivos para los hoteles, pero los cocientes de localización nos indica la sinergia que generan ambos grupos de negocios (Figura 1.4).

Los restaurantes son un tipo de negocio complementario, hasta cierto punto afín con los hoteles, que se encargan de proveer alimentos a los huéspedes, incluso pueden brindar el servicio a los propios trabajadores de los hoteles. Según datos de la propia base del DENU, existen hoteles que no cuentan con servicio de alimentos, bajo esa lógica, los visitantes, sin importar el motivo de su visita, necesitan comprar comida. Cabe señalar que para la investigación no se hizo distinción entre restaurantes de comida rápida, para consumo dentro del local o para llevar, por lo que no se puede determinar qué tipo específico de restaurantes generan más sinergia con los hoteles (Figura 1.4).

En cuanto a las farmacias, podría parecer que no existe alguna relación entre estas y los hoteles, sobre todo si se toma a este tipo de negocios como unidades que únicamente venden medicinas. Pero, se debe entender que la gran mayoría de farmacias cuentan con venta de artículos personales como cepillo de dientes, papel higiénico, pasta dental, desodorante corporal, etcétera. Algunos de los productos mencionados no son proporcionados por los hoteles, por lo que se pueden conseguir en las farmacias, de aquí su importancia de co-

localización. También, en los últimos años, las farmacias han diversificado sus actividades, por lo que algunas sucursales ofrecen bebidas y golosinas, algo que se puede asemejar a un minimercado, sin que propiamente sean idénticos (Figura 1.4).

Por último, algo que destaca en las curvas teóricas de regresión de cuatro grupos de negocios, es que la distancia pierde importancia conforme aumenta, los cocientes más altos se presentan en los primeros buffers, máximo hasta 250 metros; después de dicha distancia, los cocientes disminuyen y, hasta cierto punto, se mantienen constantes. El único caso que no tiene el patrón anterior son los restaurantes, este tipo de unidades mantiene un CL que ronda uno (1) a lo largo de todas las áreas de influencia (Figura 1.4).

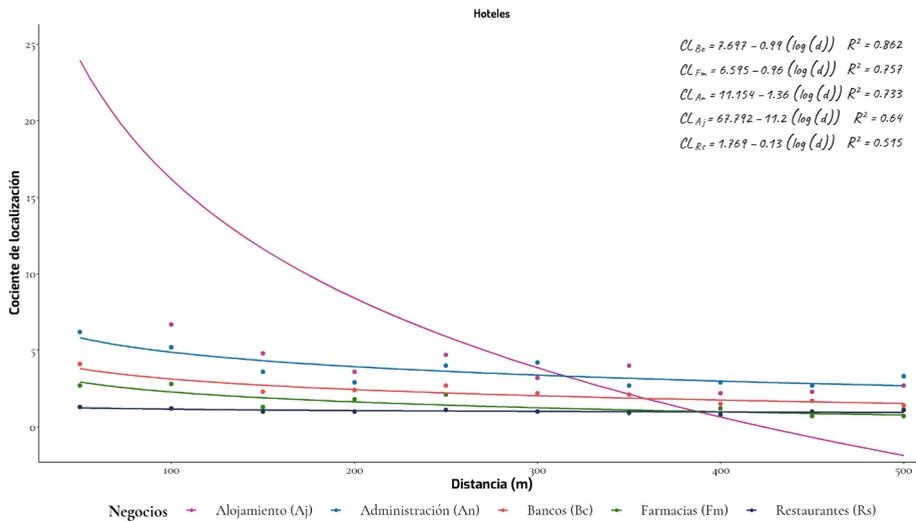


Figura 1.4. Curvas teóricas de regresión de los hoteles. Fuente: Elaboración propia.

Debido a que los cocientes de localización de los alojamientos son muy altos en los primeros 100 metros de área de influencia, en comparación con los otros cuatro grupos de negocios, se decidió graficar por separado las curvas teóricas de los negocios de administración y apoyo, los bancos, las farmacias y los restaurantes. En este sentido, en el patrón de co-localización se observa que estos cuatro conjuntos de unidades económicas tienen CL altos en los primeros 100 metros, posteriormente la cantidad de negocios disminuye constantemente hasta tener su mínimo a los 500 m. Aunque el objetivo del documento no es medir (un valor paramétrico) la fuerza de co-localización y sinergia, queda de manifiesto que la distancia es una variable que influye en la localización, de manera que estos grupos de negocios buscan estar cerca, o lo más cerca posible de los hoteles (Figura 1.5).

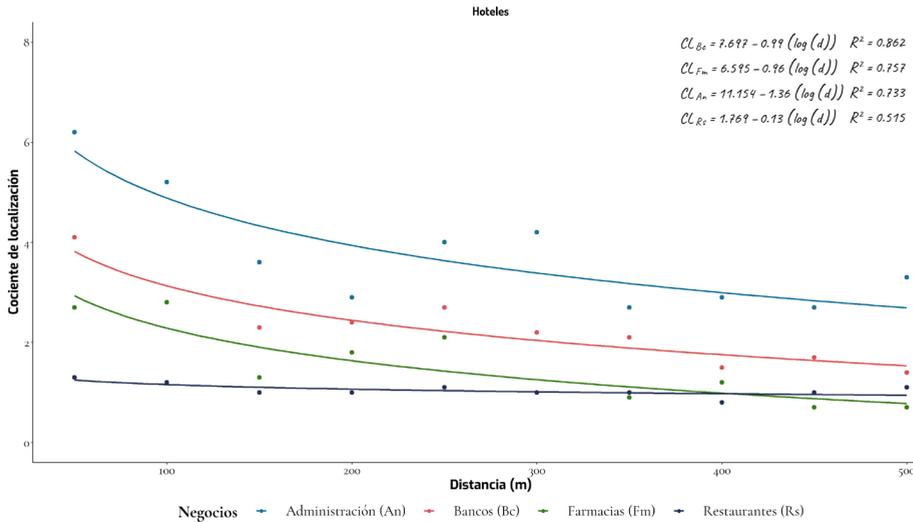


Figura 1.5. Curvas teóricas de regresión de los hoteles (sin los negocios de alojamiento). Fuente: Elaboración propia.

### Apuntes finales

Primeramente, a partir del uso de herramientas estadísticas y espaciales se desarrolló una metodología que ayudó a cumplir con los objetivos iniciales planteados en el estudio: conocer los tipos de negocios, de menor tamaño, que se co-localizan en el área de influencia de los hoteles de tamaño grande (por el total de personal ocupado que tienen).

Los patrones de localización de alrededor de los hoteles son muy específicos, por lo visto, se asocian a negocios afines, como otros alojamientos, pero también se relacionan con servicios complementarios que benefician a los huéspedes. Los hoteles tienden a aglomerarse ya que se benefician de esa condición, caso contrario a los que se localizan aislados, su co-localización les da acceso a otros proveedores de bienes y/o servicios (Sainz & Cáceres, 2013). Por ejemplo, las farmacias cuentan con artículos de higiene personal que no siempre son proporcionados por los hoteles. Los restaurantes se localizan cerca de los hoteles, sin importar las actividades que se realicen en la ciudad, los huéspedes deben comer, una alternativa es ingerir alimentos fuera de las propias instalaciones; también, los restaurantes brindan servicio de alimentos para los propios trabajadores del hotel. Canina *et al.*, (2005) concluyen que los negocios que se co-localizan pueden obtener beneficios de sus competidores, sin que ellos mismos tengan que invertir.

Los resultados de esta investigación muestran la fuerte relación que tienen los hoteles con otros tipos de alojamientos, lo cual concuerda con el trabajo de Luo & Yang (2016) quienes señalan que los hoteles (con o sin calificación de estrellas), buscan localizarse en sitios con alta aglomeración de hoteles, ya

que se ven atraídos por las externalidades de las economías de localización y urbanización. Aunque se debe considerar que la localización de hoteles cambia en diferentes sitios, como lo señalan Fang *et al.*, (2019), por lo tanto, es muy probable que los patrones sean distintos incluso en la misma ciudad, eso sin considerar comparaciones que involucren a la ciudad y la playa.

Los resultados de este trabajo podrían servir para los dueños de los negocios, en especial, aquellos que tienen unidades más pequeñas, *retail*, ya que, bajo estrategias definidas, pueden verse beneficiados por estar localizados cerca de un hotel. Por mencionar un escenario, los restaurantes pueden proveer del servicio de alimentos al hotel, para huéspedes y trabajadores, sin tener que usar un intermediario. En el caso de los dueños de hoteles, es probable, que, en épocas de alta demanda, deban tener alternativas de otros alojamientos cercanos que brinden la misma o casi la misma calidad que ellos, sin que el cliente tenga que verse afectado por el cambio. Yang *et al.*, (2014) reconocen que los alojamientos cumplen con una función primordial de la política pública del sitio donde se localizan. Así que, los hoteles son parte del desarrollo urbano en cada destino, además de estar vinculados a la infraestructura y el equipamiento a escala local (Almeida *et al.*, 2018).

Finalmente, se plantean diversas preguntas, que quedan abiertas para futuras investigaciones. La primera se refiere a temas de aglomeración en general, ¿existe un área mínima para poder considerar a un sitio como una aglomeración? La escala juega un papel clave en las economías de aglomeración, pero por lo visto en la teoría, no existe una definición espacial, cuantitativa, de lo que se puede considerar un clúster. Por ejemplo, una economía de aglomeración se refiere a: ¿las calles especializadas del centro histórico? ¿Las áreas de influencia que generan los hoteles? O se trata de áreas de mayor extensión como Silicon Valley. Tal como señalan Yang *et al.*, (2012), aún se debe analizar más a detalle diversos aspectos de las aglomeraciones, incluidos los relacionados a la escala y la zonificación.

Las dos preguntas restantes tienen que ver directamente con los hoteles, ¿los patrones de localización son iguales en otra ciudad de menor tamaño o en alguna otra ciudad del país? La segunda pregunta, ¿qué patrones se generan en sitios con mayor vocación turística como las playas?

### **Agradecimientos**

Este trabajo de investigación tuvo el financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), a través del programa de Estancias Posdoctorales por México 2022, modalidad Estancia Postdoctoral Académica Inicial 2022, bajo la dirección del Dr. Ricardo Gómez Maturano en la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura (ESIA) Unidad Tecamachalco del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Posdoctorante Dr. Víctor Alfonso Reyes García (CVU: 423474).

## Referencias

- Almeida, F., R., Macías, A., & Reina, E. S. (2018). *Patrones de localización y evolución hotelera: el caso de Torremolinos*. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles (79).
- Barros, C. (2005). Evaluating the efficiency of a small hotel chain with a Malmquist productivity index. *International Journal of Tourism Research* 7 (3): 173–184.
- Bonet, L. (2009). Las economías de localización en el sector cultural: una propuesta sobre factores conformadores de capitalidad cultural aplicado al caso de Barcelona. *Gestión Internacional* 13: 54–55.
- Canina, L. C., & Enz, J. H. (2005). Agglomeration effects and strategic orientations: Evidence from the US lodging industry. *Academy of management journal* 48 (4): 565–581.
- Cantillon, R. (1755). *Essay on the nature of general commerce*. Macmillan, Reino Unido.
- Christaller, W. (1933). *Die zentralen orte in süddeutschland*. Jena: Fischer, Alemania. Carlisle W. Baskin (trad.). Christaller, W. (1966). *Central places in southern Germany*. Prentice-Hall, EE.UU.
- Duch, N. (2005). *La teoría de la localización*. Barcelona. Universidad de Barcelona.
- Duch, N., & Costa, M. (1998). Localización Industrial. En Mella, J. (coord.). *Economía y Política Regional en España ante la Europa del siglo XXI*. Akal, España. pp. 73–86.
- Fang, L., Li, H., & Li., M. (2019). Does hotel location tell a true story? Evidence from geographically weighted regression analysis of hotels in Hong Kong. *Tourism Management* 72: 78–91.
- Garrocho, C. (2003). La teoría de interacción espacial como síntesis de las teorías de localización de actividades comerciales y de servicios. *Economía, Sociedad y Territorio* 4 (14): 203–251.
- Garrocho, C., & Flores, Z. (2009). Delimitación del centro tradicional de comercio y servicios de la Zona Metropolitana de Toluca. *Papeles de Población* 15 (61): 240–247.

- Hotelling, H. (1929). Stability and competition. *Economic Journal* 39.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2018). *Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte*, México: SCIAN 2018. INEGI, México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2019a). *Directorio estadístico nacional de unidades económicas* (DENUE). INEGI, México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2019b). *Censos Económicos 2014*. INEGI, México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2020). *Censo de población y vivienda 2020*. INEGI, México.
- Jacobs, J. (1969). *The Economies of Cities*. Random House, EE.UU.
- Ken, C., & Chan, E. (2005). Clusters: una alternativa para el desarrollo regional de pequeñas economías. *Revista de Investigación en Ciencias Sociales, Económicas y Administrativas*, Universidad de Quintana Roo, México.
- Lado, R., & Fernández, A. (2019). The impact of tourist destination on hotel efficiency: A data envelopment analysis approach. *European Journal of Operational Research*, 272 (2): 674–686.
- Luo, H., & Yang, Y. (2016). Intra-metropolitan location choice of star-rated and non-rated budget hotels: The role of agglomeration economies. *International Journal of Hospitality Management* 59: 72–83.
- Marshall, A. (1890). *Principles of economics*. MacMillan, Reino Unido.
- Pablo, F., & Muñoz, C. (2009). Localización empresarial y economías de aglomeración: el debate en torno a la agregación espacial. *Investigaciones Regionales* 15: 139–166.
- Ricardo, D. (1817). *Principios de economía política y tributación*. John Murray, Reino Unido.
- Rojas, P., Chavarría, H., Romero, S., & Sepúlveda, S. (2000). *Los complejos productivos: de la teoría a la práctica*. Cuadernos Técnicos 15, IICA, Costa Rica. pp. 9–15.
- Sainz, J., & Cáceres, E. (2013). La localización de los hoteles urbanos. El caso del distrito Puerto-Canteras en la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria. En I

Foro Internacional de Turismo Maspalomas Costa Canaria, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. pp. 671–696.

Smith, A. (1776). *La riqueza de las naciones*. William Strahan-Thomas Cadell, Reino Unido.

Von Thünen, J. (1826). *Der isolierte Staat*. Extraído de von Thünen, J. (1966). *Isolated state: an English edition of Der isolierte Staat*. Pergamon Press.

Weber, A. (1909). *Theory of the location of industries*. University of Chicago Press, EE.UU.

Yang, Y., Wong, K., & Wang, T. (2012). How do hotels choose their location? Evidence from hotels in Beijing. *International journal of hospitality management* 31 (3): 675–685.

Yang, Y., Luo, H., & Law, R. (2014). Theoretical, empirical, and operational models in hotel location research. *International Journal of Hospitality Management* 36: 209–220.

## **Capítulo II. Habitabilidad urbana: accesibilidad a la Educación. Comparación entre el Centro y la Periferia de la Zona Metropolitana del Valle de México**

Irma López Pérez<sup>1</sup>

### **Introducción**

Los problemas de habitabilidad urbana han sido un acontecimiento presente en diversas partes de América Latina, afectadas por distintos factores. Ejemplo de ellos es la ausencia de infraestructura urbana adecuada, equipamientos y servicios. En México estas condiciones comenzaron a tomar presencia a raíz de las modificaciones efectuadas a las políticas de vivienda en 1992 que permitieron a las tierras de propiedad social ser parte del suelo urbano, acontecimiento que impulsó al mercado inmobiliario a hacer inversiones en el desarrollo de una gran cantidad de viviendas en estas áreas que en su mayoría se encontraban localizadas lejos de la ciudad central, es decir, en las periferias; estas viviendas carecían de equipamientos, infraestructura y además, se encontraban alejadas de las zonas de trabajo (Fernandes, 2008; Álvarez, 2020; Salazar & Cox, 2014; Arreortua, 2016; Pereda & Piñero, 2021).

El objetivo de esta investigación es hacer un análisis comparativo entre los contornos que componen a la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) donde se evalúa la habitabilidad urbana por Área Geoestadística Básica (AGEB) Urbana, con la variable de educación que ha sido utilizada como indicador por otros autores en diversas investigaciones.

Después de un análisis bibliométrico elaborado con ayuda de Scopus, se concluyó que el desarrollo del tema era pertinente, ya que se ha tenido una constante y creciente publicación de documentos desde 2003 hasta 2022, año que alcanzó hasta 398 documentos, tal como se muestra la Figura 2.1. Además, México logra posicionarse dentro de la lista de los 15 países con más documentos como se representa en la Figura 2.2, demostrándose el interés e importancia del desarrollo de esta investigación.

Este proceso se desarrolló con apoyo del programa ArcGIS, que permitió representar los resultados de forma gráfica en mapas, donde se visibiliza la comparación entre contornos para evaluar la hipótesis de esta investigación donde se plantea que la habitabilidad urbana medida a partir de la variable de educación, se ve más afectada en la periferia que en el centro de la ZMVM.

---

1 Estudiante de Maestría en Ciencias en Arquitectura y Urbanismo. Ingeniero Arquitecto Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura Unidad Tecamachalco Instituto Politécnico Nacional. Correo: ilopezp1302@alumno.ipn.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3992-5740>

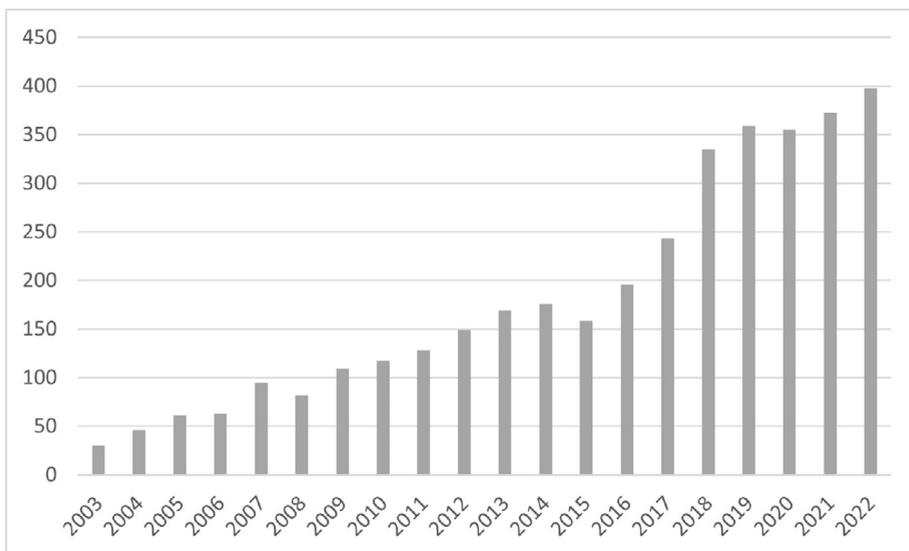


Figura 2.1. Número de documentos publicados por año sobre habitabilidad. Fuente: elaboración propia con base en datos Scopus.

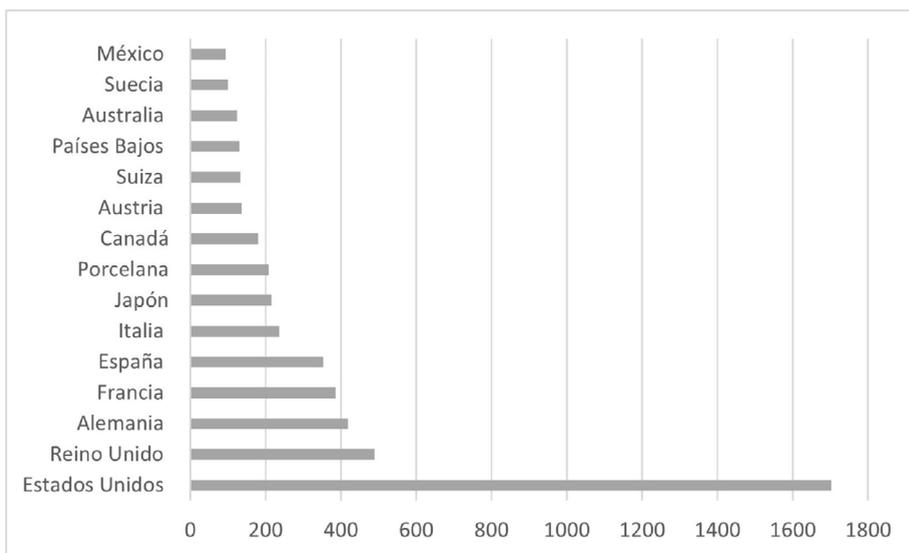


Figura 2.2. Número de documentos publicados por país. Fuente: elaboración propia con base en datos de Scopus.

### **Definición conceptual de habitabilidad urbana**

De forma conceptual, la habitabilidad urbana tiene una definición sumamente general, que no especifica las variables ni características particulares que la componen, como por ejemplo, Ospina (2017) describe que es “*una condición donde la vivienda está integrada físicamente a la ciudad*” (p. 115), donde es posible interpretar la relación de la vivienda con su entorno y lo que compone a este; posteriormente, explica que por “*integración física de la vivienda*” se entenderá en dos partes, una que implica los elementos físicos del interior y que estos permitan habitar, y otra al exterior donde se habla de la conexión con el entorno, como se especificó anteriormente.

Algo semejante ocurre con Landázuri & Mercado (2004), quienes dentro del concepto de habitabilidad identifican dos dimensiones: la interna, que trata de las condiciones dentro de la vivienda; y la externa, que se refiere a elementos del entorno urbano, como son, “*la conexión entre la vivienda y el vecindario donde se ubica e incluye porches, cocheras, fachadas, patios, banquetas, edificios, el barrio, etc.*” (p. 90).

Por otro lado, en el concepto de habitabilidad que maneja Salas (2008), este logra referirse completamente al exterior de la vivienda, y además menciona las variables que componen esta definición, considerándola como:

*Conjunto de equipamientos capaces de colmar las necesidades esenciales de cobijo que tienen todas las personas. Su satisfacción requiere que se cubran las urgencias residenciales del vivir: no sólo las que conciernen al mero cobijo individual, sino también a los espacios públicos, infraestructuras y servicios elementales que constituyen, en conjunto, un asentamiento propicio para la reproducción vital (p. 207).*

En conclusión, para el desarrollo de este capítulo se considera como habitabilidad urbana únicamente los elementos que involucran el exterior de la vivienda y el acceso que se tiene a equipamientos, servicios e infraestructura como se describe por Salas (2008) y por Fernandes (2008).

### **Indicadores que permiten la medición de la habitabilidad urbana**

La evaluación de la habitabilidad urbana se ha realizado con distintas dimensiones y variables, desde enfoques cuantitativos y cualitativos, a través de encuestas o entrevistas que logran identificar la percepción del entorno urbano por los habitantes. En esta revisión referencial solo se ubicaron dimensiones y variables de autores con investigaciones cuantitativas.

En este sentido, Galindo, Flores & Zulaica (2018) utilizaron las dimensiones socio-económica, habitacional, sanitaria, conectividad, accesibilidad y

educación. Así mismo, Zulaica & Celemín (2008) con la misma metodología utilizaron las dimensiones ambiental, pobreza, accesibilidad, habitacional, educación y salud, y servicios esenciales.

De otro modo, Ávila, Franco & García (2016) miden la habitabilidad con la dimensión “*condiciones del entorno*”, que refiere en primer lugar, a servicios públicos, siendo los indicadores: agua potable, energía eléctrica y drenaje sanitario; en segundo lugar, a características propias de la vivienda, como son los materiales de construcción, donde se incluye como indicador al tipo de piso de la vivienda; y por último, los bienes de la vivienda, donde sus indicadores son: la existencia de radio, televisión, refrigerador, lavadora, automóvil, computadora, teléfono, celular e internet.

Desde otro punto de vista, Ospina (2017) en su calificación de la habitabilidad urbana contempló las dimensiones: “*accesibilidad a servicios*” con los indicadores acueducto, alcantarillado, aseo, luz eléctrica y gas natural; “*accesibilidad a equipamientos*” con los indicadores educación, salud, seguridad, financiero-comercial, cultural-turístico, culto, y administración y servicios especiales; “*condiciones de riesgo*” y “*condiciones de entorno espacial*”, estas dos últimas dimensiones sin contemplar indicadores.

Por último, Cruz-Muñoz & Isunza (2017) efectuaron la evaluación de la calidad del hábitat con las dimensiones: “*redes de infraestructura*”, con las variables agua potable, drenaje, alcantarillado, energía eléctrica y alumbrado público; “*elementos básicos de equipamiento*” con las variables educación, salud y abasto de bienes básico de consumo; “*accesibilidad urbana*” con las variables vialidades y servicios de transporte público; y “*espacios abiertos públicos de convivencia*” con las variables parques, jardines y plazas.

En este orden de ideas, todos los autores citados con excepción de Ávila, Franco & García (2016), dentro de sus dimensiones o indicadores contemplan a la educación, por lo tanto, al ser un elemento importante y casi indispensable para la evaluación de la habitabilidad urbana, en esta investigación se analizará la habitabilidad urbana con respecto a la accesibilidad que se tiene al equipamiento de educación.

### **Identificación geoespacial de la variable Educación como parte de la evaluación de la habitabilidad en la ZMVM**

Para empezar, es importante identificar los métodos utilizados en la medición de la variable educación. Ospina (2017) en su investigación, evaluó este indicador respecto a la cantidad de equipamientos, su cobertura y su calidad, con apoyo del Plan de Ordenamiento Territorial de su zona de estudio. Por otro lado, Zulaica & Celemín (2008) y Galindo, Flores & Zulaica (2018)

generaron una fórmula para obtener el índice de condición de habitabilidad, donde utilizaron como indicadores “Porcentaje de población de 12 años o más con nivel de instrucción menor a primario completo”; y “Población de 6 a 11 años que asiste a la escuela”, “Población de 25 años y más con al menos un grado aprobado de educación superior” y “Población de 15 años y más analfabeta”, respectivamente.

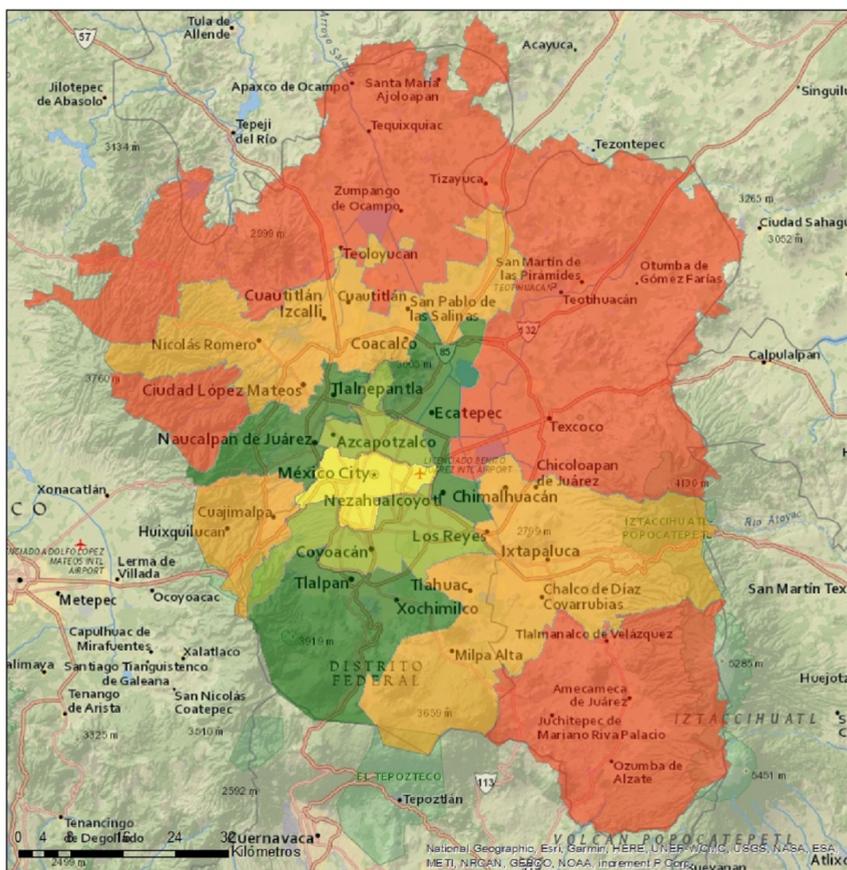
En este sentido, esta investigación se desarrolla a partir de la geografía cuantitativa centrada en componer zonas homogéneas, procesos de regionalización y generalización de ciertos aspectos, todo esto con objetividad y la posibilidad de replicar los modelos implementados en las metodologías; por lo tanto, se plantea la obtención de una clasificación de zonas con similares condiciones de habitabilidad urbana a partir de la variable de educación, con la identificación de las mejores y peores condiciones, con datos numéricos, es decir, de forma cuantitativa (Buzai & Montes, 2021).

Además, el tipo de análisis que rige este proceso metodológico, es un análisis espacial, puesto que *“intenta brindar explicaciones deductivas a la dimensión espacial de la realidad”* (Buzai & Montes, 2021, p. 27) y se explica con base en distintas teorías para cada análisis, es decir, como un sistema complejo (Buzai & Montes, 2021).

El geoproceso implementado en la metodología desarrollada en este capítulo, se fundamenta en la distribución espacial, dado que, se busca conocer la distribución de este fenómeno en el espacio geográfico para identificar un patrón.

La evaluación de la habitabilidad urbana a partir del indicador de educación, se realizó con la delimitación por contornos, lo cuales se dividen en cuatro y la ciudad central (Suárez & Delgado, 2007) como se muestra en la Figura 2.3; en este análisis comparativo se consideró el tercer y cuarto contorno como área periférica, y el primer y segundo contorno, junto con la ciudad central, como área céntrica.

El desarrollo de este estudio se efectuó con geoprocesos ejecutados en ArcGIS. Previo al comienzo, se hizo una descarga dentro del software, de archivos en formato shapefile con extensión shp del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del INEGI de Hidalgo, Estado de México y Ciudad de México (CDMX) que son las entidades que conforman la ZMVM correspondientes al año 2020/11, como lo muestra la Figura 2.4, que ejemplifica la descarga de archivos shp de Hidalgo.



## Simbología

### Contorno

<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 15px; background-color: yellow; border: 1px solid black;"></span> Ciudad Central	<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 15px; background-color: green; border: 1px solid black;"></span> Segundo	<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 15px; background-color: red; border: 1px solid black;"></span> Cuarto
<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 15px; background-color: lightgreen; border: 1px solid black;"></span> Primero	<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 15px; background-color: orange; border: 1px solid black;"></span> Tercero	

Figura 2.3. Delimitación de contornos de la ZMVM. Fuente: elaboración propia con base en datos de Suárez y Delgado (2007).

Titulo	Periodo	Formatos
- DENUE		
2010	2010	CSV 3.79 MB, SHP 6.69 MB
2011	2011	CSV 4.14 MB, SHP 8.55 MB
2012	2012	CSV 10.2 MB, SHP 14.8 MB
2013/07	07/2013	CSV 5.64 MB, SHP 12.1 MB
2013/10	10/2013	CSV 7.22 MB, SHP 14.9 MB
2015	2015	CSV 8.25 MB, SHP 22.8 MB
2016/01	01/2016	CSV 8.16 MB, SHP 18.9 MB
2016/10	10/2016	CSV 8.94 MB, SHP 22.6 MB
2017/03	03/2017	CSV 8.88 MB, SHP 22.6 MB
2017/11	11/2017	CSV 8.90 MB, SHP 21.9 MB
2018/03	03/2018	CSV 8.54 MB, SHP 22.0 MB
2018/11	11/2018	CSV 9.40 MB, SHP 22.2 MB
2019/04	04/2019	CSV 8.50 MB, SHP 22.0 MB
2019/11	11/2019	CSV 10.2 MB, SHP 23.2 MB
2020/04	04/2020	CSV 10.2 MB, SHP 23.2 MB
2020/11	11/2020	CSV 10.4 MB, SHP 23.9 MB
2021/05	05/2021	CSV 11.4 MB, SHP 24.9 MB
2021/11	11/2021	CSV 12.1 MB, SHP 25.3 MB
2022/05	05/2022	CSV 11.5 MB, SHP 25.3 MB
2022/11	11/2022	CSV 12.1 MB, SHP 25.3 MB

Figura 2.4. Ejemplificación de descarga de DENUE del Estado de Hidalgo desde INEGI. Fuente: portal del INEGI, captura del 20 de marzo de 2023.

Puesto que, este análisis se realizó por AGEB urbana, se llevó a cabo la descarga del Marco Geoestadístico de las entidades antes mencionadas, también del INEGI como lo muestra la Figura 2.5 que ejemplifica la descarga de archivos shp de CDMX. Las carpetas obtenidas de las descargas, fueron descomprimidas para poder trabajar con la información contenida. Para este análisis solo se trabajó con el archivo shp con terminación “a” seguida del número de entidad, es decir, 13a.shp, 15a.shp y 09a.shp que son los que contienen los polígonos de las AGEB urbanas. Estos archivos se analizaron en conjunto con una capa que contenía los contornos de la ZMVM descritos anteriormente.

The screenshot shows the INEGI website interface. At the top, there are navigation tabs: 'Temas', 'Programas de Información', 'Sistemas de Consulta' (highlighted), 'Infraestructura', and 'Acerca del INEGI'. A search bar is located on the right. Below the navigation, the page title is 'Mapas' with a link to 'Ver todos los mapas'. The main content area is titled 'Marco Geoestadístico. Censo de Población y Vivienda 2020'. It includes a small map thumbnail and technical details:

- Tema: Marco Geoestadístico
- Edición: 2020
- Desglose geográfico: Ageb
- Formato: Electrónico
- Proyección: Cónica Conforme de Lambert (CCL)
- Coordenadas: W 102°00' - N 12°00' / N 17°30' - N 29°30'

Below the details, there is a section for 'Formatos' with a list of download options for the SHP format. The 'Nacional' option is highlighted in green and shows a size of 2.89 GB. Other options include various states and Mexico City with sizes ranging from 35 MB to 103.7 MB.

Formato	Tamaño
Nacional	2.89 GB
Aguascalientes	35 MB
Baja California	65.1 MB
Baja California Sur	31.2 MB
Campeche	32.1 MB
Coahuila de Zaragoza	64.1 MB
Colima	27.6 MB
Chiapas	103.7 MB
Chihuahua	100.8 MB
Ciudad de México	79.3 MB

Figura 2.5. Ejemplificación de descarga de Marco Geoestadístico de CDMX desde INEGI. Fuente: portal de INEGI, captura del 20 de marzo de 2023.

En primer lugar, se hizo la vinculación de las carpetas de ubicación de los archivos shapefile desde ArcCatalog, para después abrir ArcGIS, donde se cargaron las capas de cada entidad correspondientes al DENUE, Marco Geoestadístico y la capa con la delimitación de contornos.

Posteriormente, para utilizar la herramienta de análisis fue necesario cambiar las unidades del sistema de coordenadas de los archivos shp del DENUE puesto que, se encontraba en “WGS84(DD)”. La modificación de unidades se realizó con la herramienta “Project” del submenú “Projections and Transformations”, del menú “Data Management Tools” de la caja de herramientas, donde se eligieron las condiciones “UTM”, “WGS 1984”, “Northern Hemisphere” y “WGS 1984 UTM Zone 14N”; es importante destacar que esta última opción se seleccionó respecto a la localización de la zona de estudio, por lo tanto, esta cambiará de acuerdo con el lugar donde se efectuó el análisis.

Para mantener únicamente la información del DENUÉ en los contornos, y eliminar la que se encontraba fuera de estos, se utilizó la herramienta “Clip”, que permite cortar la información de una capa a partir de los límites de otra. Después de ser ejecutada, la capa nueva con la información recortada se agregó automáticamente. Estos pasos se siguieron para cada capa de DENUÉ y Marco Geoestadístico de cada entidad.

El siguiente paso fue acceder a la tabla de atributos que permite visualizar la información que contiene cada capa, como el nombre de la actividad, nombre del establecimiento, entre otros; específicamente en las capas del DENUÉ. El conocimiento de esta información permitió identificar los elementos específicos con los que se iba a trabajar.

Los elementos de interés en este análisis fueron los relacionados al indicador *educación*. El siguiente paso consistió en separar esta información en una capa independiente a través de una selección por atributos. La Tabla 2.1 presenta las actividades relacionadas con la variable *educación* que contiene el DENUÉ y destaca las actividades consideradas para la ejecución de esta herramienta. Se eligieron solamente actividades de carácter público para poder hacer una mejor evaluación de accesibilidad, dado que, a estas actividades tienen acceso todos los habitantes de las AGEB urbanas.

Tabla 2.1. Nombre y código de actividades que se seleccionaron para análisis.

<b>Código</b>	<b>Nombre de actividad</b>	<b>Selección</b>
611111	Escuelas de educación preescolar del sector privado	No
611112	Escuelas de educación preescolar del sector público	Si
611121	Escuelas de educación primaria del sector privado	No
611122	Escuelas de educación primaria del sector público	Si
611131	Escuelas de educación secundaria general del sector privado	No
611132	Escuelas de educación secundaria general del sector público	Si
611141	Escuelas de educación secundaria técnica del sector privado	No
611142	Escuelas de educación secundaria técnica del sector público	Si
611151	Escuelas de educación media técnica terminal del sector privado	No
611152	Escuelas de educación media técnica terminal del sector público	Si
611161	Escuelas de educación media superior del sector privado	No
611162	Escuelas de educación media superior del sector público	Si

<b>Código</b>	<b>Nombre de actividad</b>	<b>Selección</b>
611171	Escuelas del sector privado que combinan diversos niveles de educación	No
611172	Escuelas del sector público que combinan diversos niveles de educación	Si
611181	Escuelas del sector privado de educación para necesidades especiales	No
611182	Escuelas del sector público de educación para necesidades especiales	Si
611211	Escuelas de educación técnica superior del sector privado	No
611212	Escuelas de educación técnica superior del sector público	Si
611211	Escuelas de educación superior del sector privado	No
611312	Escuelas de educación superior del sector público	Si
611411	Escuelas comerciales y secretariales del sector privado	No
611412	Escuelas comerciales y secretariales del sector público	No
611421	Escuelas de computación del sector privado	No
611422	Escuelas de computación del sector público	No
611431	Escuelas para la capacitación de ejecutivos del sector privado	No
611432	Escuelas para la capacitación de ejecutivos del sector público	No
611511	Escuelas del sector privado dedicadas a la enseñanza de oficios	No
611512	Escuelas del sector público dedicadas a la enseñanza de oficios	Si
611611	Escuelas de arte del sector privado	No
611612	Escuelas de arte del sector público	Si
611621	Escuelas de deporte del sector privado	No
611622	Escuelas de deporte del sector público	Si
611631	Escuelas de idiomas del sector privado	No
611632	Escuelas de idiomas del sector público	Si
611691	Servicios de profesores particulares	No
611698	Otros servicios educativos proporcionados por el sector privado	No
611699	Otros servicios educativos proporcionados por el sector público	Si
611710	Servicios de apoyo a la educación	No

Fuente: Elaboración propia con datos de DENUE 2020, INEGI

Una vez ejecutada la selección por atributos, se creó una nueva capa con esta información que se cargó de forma automática con los datos elegidos, y se eliminó la capa original de DENUÉ que contiene todas las actividades, para tener únicamente la capa con las actividades de educación. Este procedimiento se realizó de la misma forma con cada capa DENUÉ de cada entidad.

Para tener la información de las tres entidades en un solo layer, se seleccionó en la parte superior la pestaña “Geoprocessing” y se activó la herramienta “Merge”, herramienta que integra los elementos de cada capa para formar un solo conjunto en una sola capa, pero su ejecución está condicionada por usar capas con el mismo tipo de información geográfica, que en este caso contenían puntos.

En la primera ejecución se introdujeron las tres capas de DENUÉ, producto de la selección por atributos. La segunda ejecución incluyó las tres capas que contienen los polígonos correspondientes a las AGEB urbanas. El resultado fue una capa que contiene todas las actividades relacionadas a educación, y otra, con todas las AGEB urbanas en la ZMVM.

Para unificar en una sola capa la información de los puntos de DENUÉ y de las AGEB urbanas de la ZMVM, se utilizó la herramienta “Intersect” que, a diferencia de la herramienta “Merge”, permite hacer una intersección geométrica entre diferentes tipos de elementos e información; en este caso, la capa resultante mantuvo los puntos de las actividades del DENUÉ y asignó a cada una de ellas la AGEB urbana en la que se localizaba.

Para conocer el número de actividades educativas existentes por AGEB urbana, se agregó una columna en la tabla de atributos obtenida, en donde a cada celda se le colocó el número uno para fines prácticos y así poder ejecutar la herramienta “Dissolve” ubicada en la pestaña “Geoprocessing”; a partir de la columna “CVEGEO” (que es la clave de cada una de las AGEB urbanas), y de la columna nueva que contiene el número uno en cada celda, se eligió la opción “SUM” y se ejecutó la herramienta que dio como resultado una nueva capa con una nueva columna en la tabla de atributos donde se indica el número de actividades de educación por AGEB urbana.

Este dato se trasladó a la tabla de atributos de la capa resultante de la ejecución de la herramienta “Merge”, ya que es la capa que contiene los polígonos de las AGEB urbanas de la ZMVM a través de la herramienta “Join”.

Finalmente, se realizó una tematización de la columna que contenía el número de actividades por AGEB urbana, configurado con la opción “Quantities”

en cinco categorías, después se realizó la distribución y representación en “Layout View” para ser exportados como imágenes.

## Resultados

Los resultados fueron representados por la ZMVM como lo muestra la Figura 2.6 y por cada uno de los contornos que la integran, lo que permitió realizar una comparación de la evaluación de la habitabilidad urbana a partir de la variable de educación. Los mapas representan la cantidad de actividades de educación que hay en cada AGEB urbana clasificadas por una, dos, de tres a cuatro, de cinco a seis y más de siete.

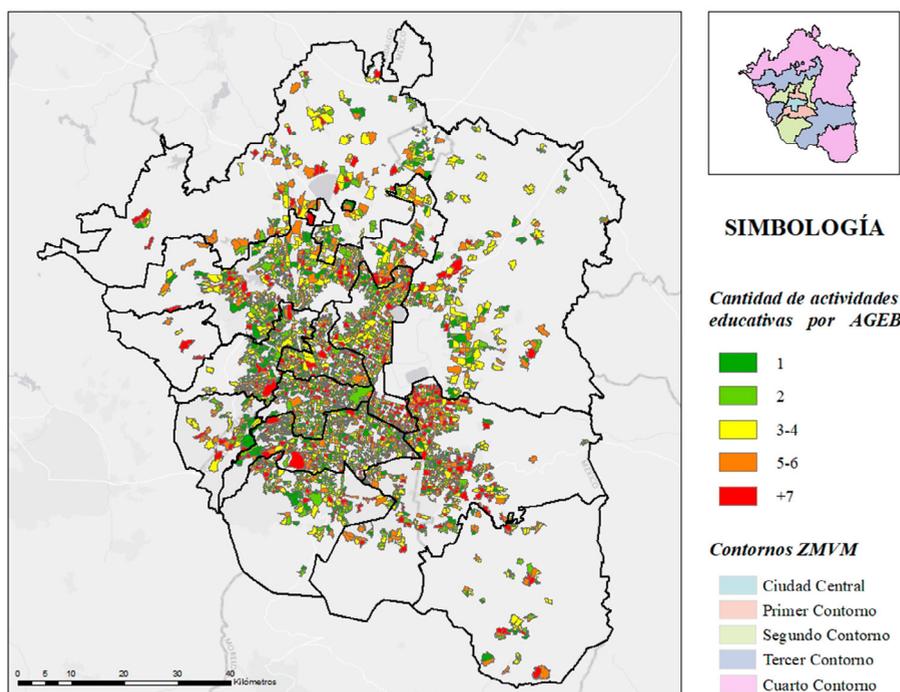


Figura 2.6. Actividades correspondientes a la variable *educación* en la ZMVM por AGEB urbana. Fuente: Elaboración propia.

La ciudad central representada en la Figura 2.7 es uno de los contornos de menor superficie, en el cual, se encuentran AGEB urbanas con más de siete actividades distribuidas por toda la superficie, aunque también, se presenta una cantidad considerable con una o dos actividades, que gracias a la distribución descrita anteriormente por las AGEB urbanas con mayor suministro se logra proporcionar este equipamiento a las AGEB urbanas colindantes con menor cantidad de actividades.

La categorización que menor presencia hace en este contorno es con cinco o seis actividades, aunque de forma general se tiene un equilibrio entre categorías, ya que la diferencia entre ellas no logra ser tan radical (Figura 2.7).

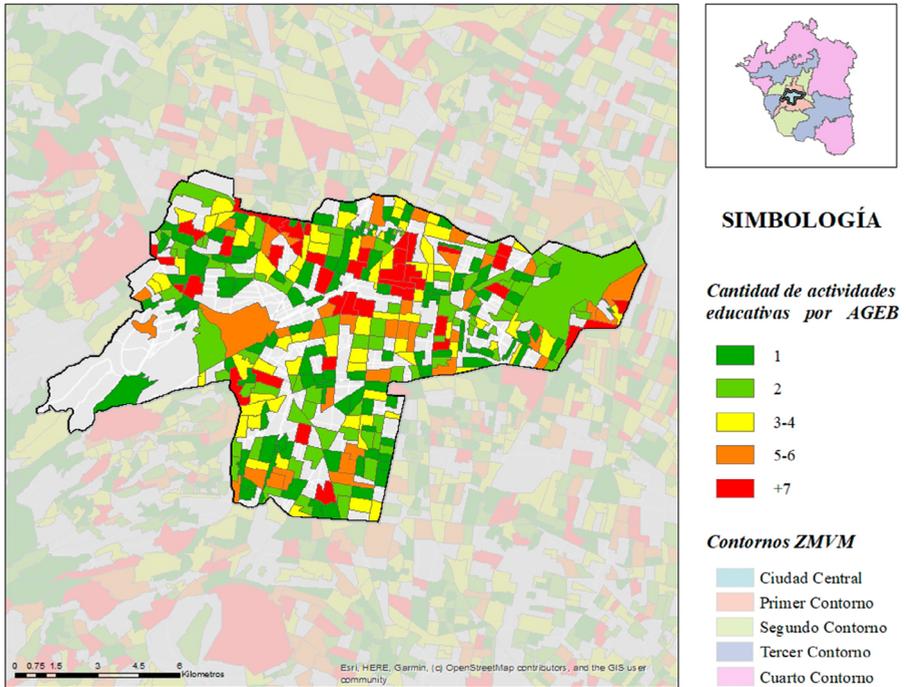


Figura 2.7. Actividades correspondientes a la variable *educación* en la ciudad central por AGEB urbana. Fuente: Elaboración propia.

De la misma forma, el primer contorno logra tener mayor cantidad de AGEB urbanas con más de siete actividades, y la mayor parte de ellas, tienen entre tres y seis; aunque son pocas las AGEB urbanas con una sola actividad, siguen presentes en este contorno, como se representa en la Figura 2.8. La distribución de la clasificación, también se muestra repartida de manera uniforme en ambas áreas del contorno, lo que permite un suministro más equitativo para las AGEB urbanas dentro de este, de forma similar que el contorno anterior, al poder tener acceso a este equipamiento con una movilidad a corta distancia.

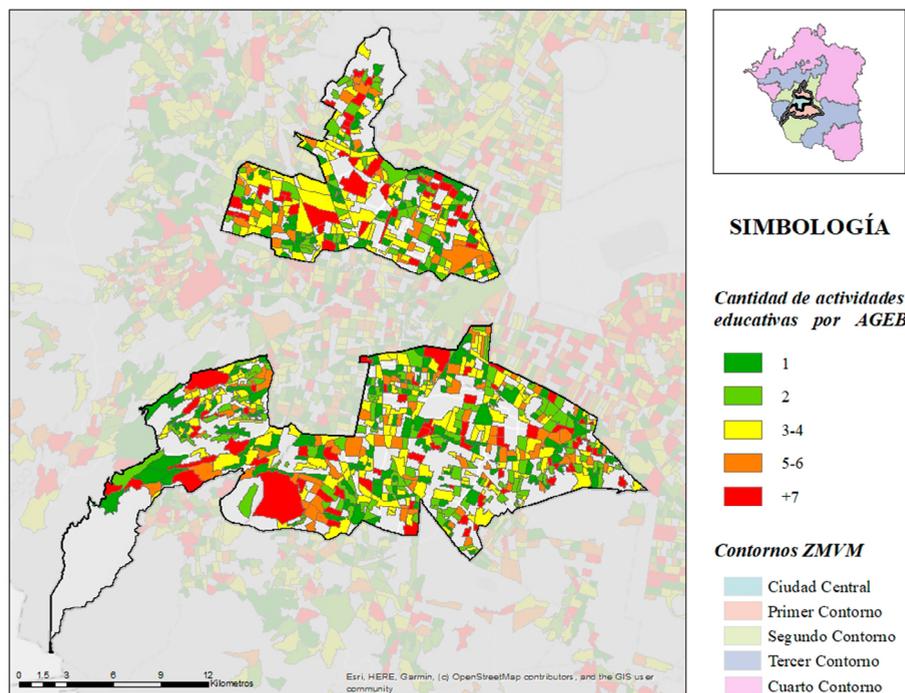


Figura 2.8. Actividades correspondientes a la variable educación en el primer contorno por AGEB urbana. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, el segundo contorno presenta un comportamiento distinto al identificado anteriormente en la ciudad central y el primer contorno, puesto que, en primer lugar, este contorno se divide en tres zonas separadas entre sí, y a pesar de que existen las AGEB urbanas con más de siete actividades en cada una de ellas, su distribución ya no es tan uniforme y existen partes del contorno donde logran ubicarse, pero no tienen otras AGEB urbanas con esta categorización cerca, lo que puede producir que las AGEB urbanas con menor cantidad de actividades tengan que recorrer distancias más largas, si quisieran satisfacer esta necesidad en otra que sí contara con la actividad educativa requerida.

Al mismo tiempo, la superficie del contorno de la zona poniente, puede identificarse como la que cuenta con mejor distribución de las actividades y, la ubicada en la zona sur, es la menos favorecida, ya que es la que contiene más AGEB urbanas con una o dos actividades, seguida por la superficie ubicada al norte, como se aprecia en el mapa de la Figura 2.9.

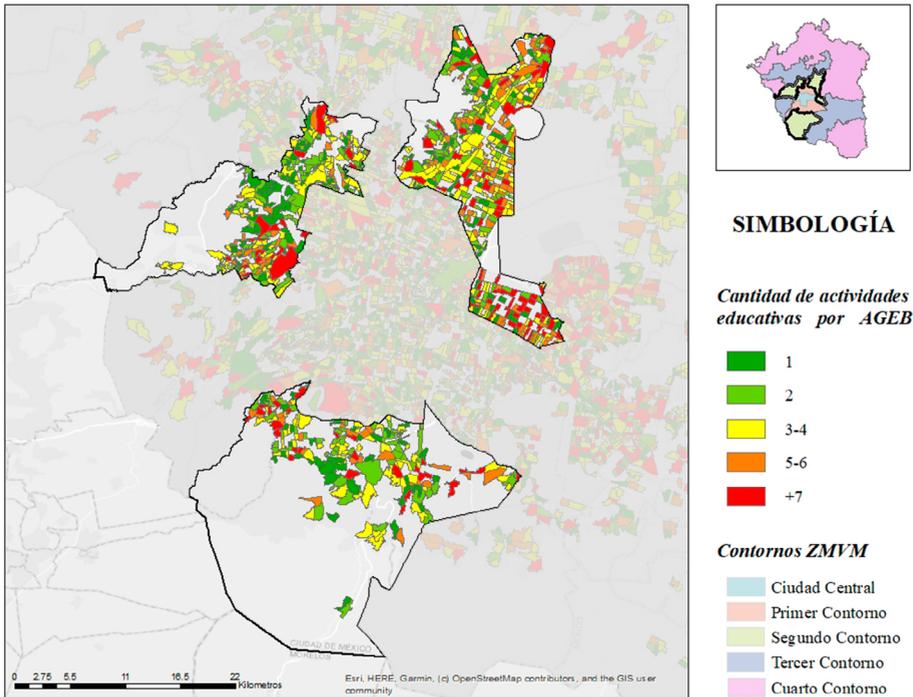


Figura 2.9. Actividades correspondientes a la variable *educación* en el segundo contorno por AGEB urbana. Fuente: Elaboración propia.

De la misma forma, el tercer contorno se divide en tres áreas apartadas entre sí, que muestran un contraste entre la superficie sur y la norte, ya que esta última, tiene mayor número de AGEB urbanas con más de siete actividades, y un menor número con una o dos, mientras que en la parte sur, se tiene menor presencia, pero distribuida al igual que la superficie intermedia entre ambas. En la parte norte se percibe que las AGEB urbanas con más de siete actividades, se emplazan más en los bordes cercanos al centro de la ZMVM, que a la periferia, como puede verse en el mapa de la Figura 2.10.

Por último, el cuarto contorno considerado ya periferia de la ZMVM, es el que cuenta con menor cantidad de AGEB urbanas con más de siete actividades; las identificadas se encuentran a largas distancias, y a pesar de estar dividido en tres áreas, el comportamiento es similar. El mayor número de AGEB urbanas alberga entre una y cuatro actividades, en donde si se quisiera hacer un traslado para satisfacción de este equipamiento entre AGEB urbana, las distancias serias aún más largas que las ubicadas en los otros contornos, esto debido a la gran dispersión y poco suministro identificado (Figura 2.11).

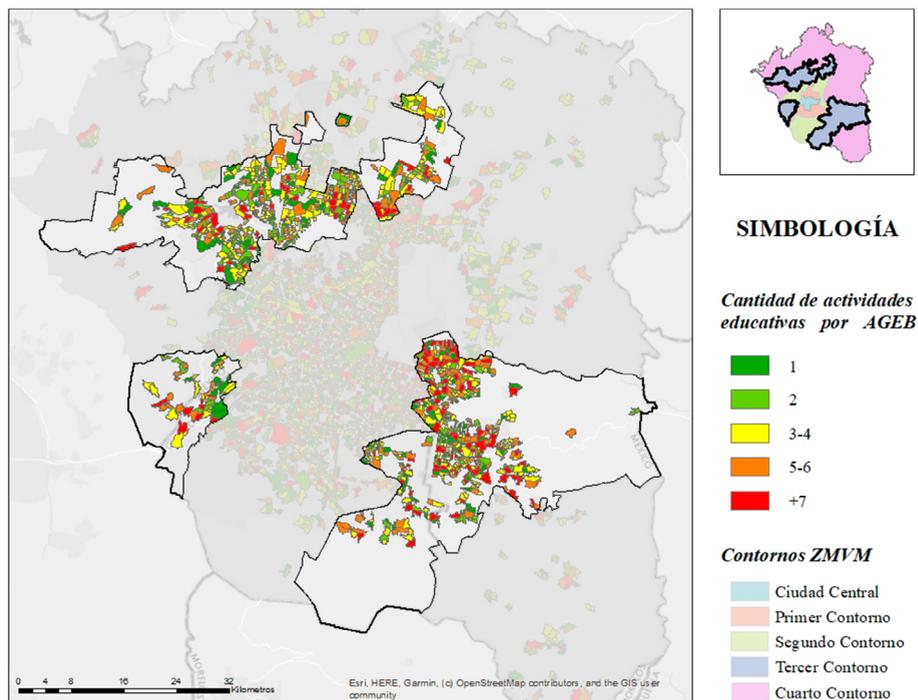


Figura 2.10. Actividades correspondientes a la variable *educación* en el tercer contorno por AGEB urbana. Fuente: Elaboración propia.

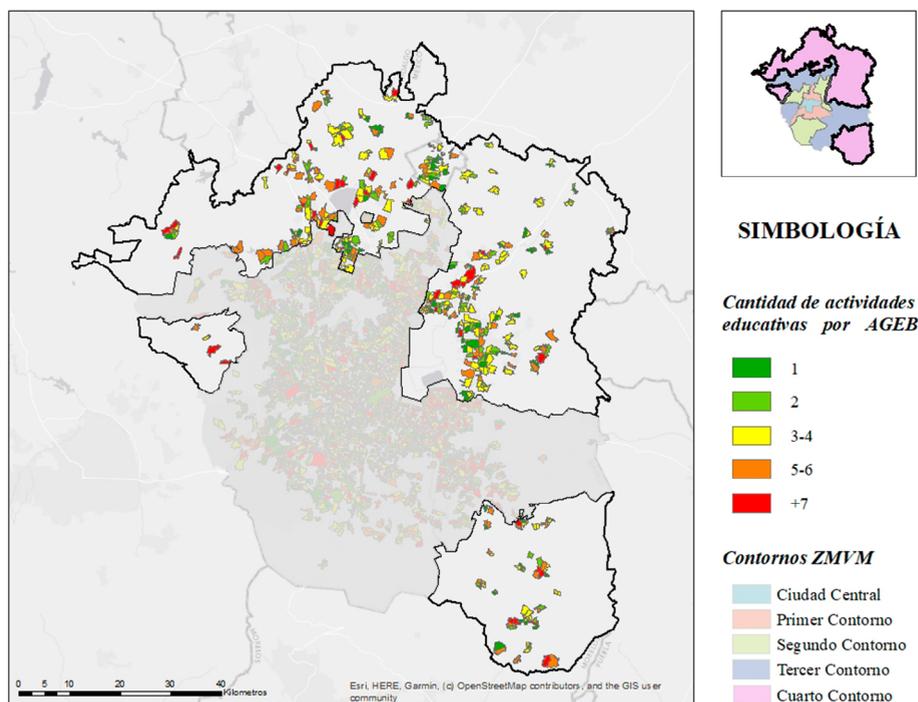


Figura 2.11. Actividades correspondientes a la variable *educación* en el cuarto contorno por AGEB urbana. Fuente: Elaboración propia.

### **Apreciaciones finales**

La revisión teórica permitió identificar la implementación del suelo rural al uso urbano, como uno de los factores que causan afectaciones en la habitabilidad urbana de los habitantes, a raíz de modificaciones en políticas públicas y reconocer que las zonas más afectadas fueron las periferias.

Por otra parte, la habitabilidad ha sido definida de distintas formas, pero principalmente desde distintas perspectivas, como es el interior y el exterior de la vivienda; incluso cuando es definida a partir del exterior, no siempre se usan elementos urbanos para describirla.

Este análisis midió la habitabilidad urbana a partir del indicador *educación* respecto a las AGEB urbanas con ayuda de las herramientas que proporciona el programa ArcGIS, y la información que proporciona INEGI en el Marco Geoestadístico (2020) y el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE, 2020); con esto, se obtuvieron mapas que de forma gráfica y con una escala de medición, representaron de forma general y específica, la comparación del área céntrica y el área periférica, con ayuda de los contornos que componen a la ZMVM, confirmando la hipótesis planteada inicialmente y comprobando que tal y como lo describen Fernandes (2008), Álvarez (2020), Salazar & Cox (2014), Arreortua (2016) y Pereda & Piñero (2021), la periferia es la más afectada, ya que los resultados demostraron que esta zona contiene pocas AGEB urbanas con más de 7 actividades educativas y están localizadas a lejanas distancias entre sí. Se identifica que el contorno más afectado es el cuarto considerado periferia de esta zona de estudio, y, el tercer contorno, que también entra en esta categoría, tiene una mejor habitabilidad urbana que el cuarto contorno, pero no mejor que los contornos del área céntrica.

De forma general, se afirma que el área céntrica y el primer contorno, cuentan con mejor habitabilidad con relación a la variable *educación* por distribución y cantidad de actividades identificadas.

Finalmente, esta investigación que se desarrolló con datos de 2020, identificó las zonas con mayor y menor oferta de servicio o equipamiento de educación; comparó el centro con la periferia de la ZMVM mediante la delimitación por contornos de forma transversal; y abre la posibilidad de realizar comparaciones de habitabilidad urbana con distintos indicadores y variables para poder identificar a profundidad las deficiencias de las viviendas en distintas zonas. Incluso este análisis comparativo podría ser efectuado como un estudio longitudinal para conocer y representar gráficamente la evolución de la habitabilidad urbana.

## Referencias

- Álvarez, J. G. C. (2020). Reconfiguración territorial y drama periurbano en la zona metropolitana del Valle de México. *Mirada Antropológica*, 15(19), 53-70.
- Arreortua, L. A. S. (2016). Política de vivienda en la zona metropolitana del valle de México: Entre la gentrificación y la segregación. *Estudios Geográficos*, 77(280), 357-365.
- Ávila Flores, O., Franco Sánchez, L. M., & García Benítez, M. (2016). LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD EN DOS ZONAS METROPOLITANAS DE LA MEGALÓPOLIS DE MÉXICO. In: El desarrollo regional frente al cambio ambiental global y la transición hacia la sustentabilidad. Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional, A. C., México. ISBN AMECIDER: 978-607-96649-2-3 UNAM: 978-607-02-8564-6
- Buzai, G. D., & Montes Galbán, E. J. (2021). Estadística Espacial: Fundamentos y aplicación con Sistemas de Información Geográfica. Universidad Nacional de Luján. Instituto de Investigaciones Geográficas.
- Cruz-Muñoz, F., & Isunza, G. (2017). Construcción del hábitat en la periferia de la Ciudad de México: Estudio de caso en Zumpango. *EURE (Santiago)*, 43(129), 187-207.
- Fernandes, E. (2008). Consideraciones generales sobre las políticas públicas de regularización de asentamientos informales en América Latina. *Eure (santiago)*, 34(102), 25-38.
- Galindo, E. L., Flores Domínguez, Á. D., & Zulaica, M. L. (2018). Evaluación de las condiciones de habitabilidad de la Ciudad de Puebla (México), mediante la construcción de un índice sintético. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI]. (2020). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas [DENUE]. Descarga masiva.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI]. (2020). Marco Geoestadístico.
- Landázuri, A., & Mercado, S. (2004). Algunos factores físicos y psicológicos relacionados con la habitabilidad interna de la vivienda. *Medio Ambiente y Comportamiento Humano*. Rasma.

- Ospina, D. E. (2017). Habitabilidad urbana en ciudades intermedias: Caso Manizales, Colombia. *GIGAPP Estudios Working Papers*, 4(60-65), 113-134.
- Pereda, V. S., & Piñero, A. C. (2021). Modos de habitar periurbano en Santiago de Chile: megaproyectos residenciales cerrados y transformaciones en la vida cotidiana. *Revista de Urbanismo*, (45), 87-107.
- Salas Serrano, J. (2008). Tugurización y necesidades de habitabilidad básica, rémoras de la cohesión social en Latinoamérica. *Pensamiento Iberoamericano*, (1), 207-230.
- Salazar Burrows, A., & Cox Oettinger, T. (2014). Accesibilidad y valor de suelo como criterios para una localización racional de vivienda social rural en las comunas de San Bernardo y Calera de Tango, Chile. *Revista INVI*, 29(80), 53-81. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-83582014000100003>
- Suárez, M., & Delgado, J. (2007). La expansión urbana probable de la Ciudad de México. Un escenario pesimista y dos alternativos para el año 2020. *Estudios demográficos y urbanos*, 22(1), 101-142. <https://doi.org/10.24201/edu.v22i1.1295>
- Zulaica, L., & Celemín, J. P. (2008). Análisis territorial de las condiciones de habitabilidad en el periurbano de la ciudad de Mar del Plata (Argentina), a partir de la construcción de un índice y de la aplicación de métodos de asociación espacial. *Revista de Geografía Norte Grande*, (41), 129-146.

## Capítulo III. La movilidad dentro de la planeación urbana y su relación con el desarrollo sostenible

Ma. De los Ángeles Martínez Ortega<sup>1</sup>

### Introducción

En América Latina han sido muy abundantes los recursos materiales y naturales, es por ello que la administración juega un papel importante para poder disfrutarlos, preservarlos y, por qué no, acrecentarlos en la medida de lo posible para garantizar a las futuras generaciones el goce y privilegio de crecer con ellos. Por lo tanto, es necesario partir del fortalecimiento de prácticas y decisiones políticas de gestión sostenible que redunden en importantes beneficios, no sólo por región, sino para la humanidad entera. El pretender tomar las riendas y ejercer el control, no es una tarea sencilla, sin embargo, debemos de diseñar estrategias que mejoren la gestión de los recursos, partiendo de la sensibilización y capacitación de los recursos humanos. Es pertinente, trabajar en la generación de información confiable, y desde luego, que llegue a los interesados, quienes serían los actores clave; así como el diseño de políticas y definición de alianzas que faciliten la cooperación para promover el uso eficiente de los recursos.

En México, como una respuesta a la expansión poblacional, se planificó parte de la vivienda considerada como social, en la periferia de la Ciudad de México (CDMX) y zona conurbada. La movilidad de la población hacia sus centros de trabajo, sigue siendo su principal necesidad, ante ello se observó cómo la planeación urbana en relación al uso del transporte público, puede mejorar sus condiciones de vida al poder administrar mejor sus recursos materiales en consideración del costo y tiempo de traslados. También es una realidad que la infraestructura adecuada facilita mucho la movilidad en esas zonas. En este orden de ideas, el objetivo del presente capítulo consiste en señalar la relación entre planeación urbana, la movilidad como una necesidad social primaria, y su accesibilidad a través de la infraestructura adecuada. Como información objetiva, se consideraron los datos de la Encuesta origen-destino en hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), del 2017, en relación a los viajes del transporte masivo y la infraestructura presente, la cual debería facilitar la movilidad urbana, como una respuesta conveniente a la planeación urbana. Se aprecia que, contradictoriamente, no es común utilizar este transporte, ya que la movilidad es mayoritariamente peatonal, y, que no existe infraestructura suficiente para facilitar la conectividad. Se propone que la planeación urbana involucre la necesidad de los desplazamientos poblacionales, estrechamente vinculada a la infraestructura, y con ello impacte directamente en la reducción del costo en el tiempo de traslado y en la fluidez del parque

1 Maestra en Ciencias en Administración y Desarrollo de la Educación, Instituto Politécnico Nacional, ESCA STO. TOMÁS. Correo: mmartinezo@ipn.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8483-9844>

vehicular, incrementando la preferencia en el uso del transporte masivo. Se partió de la siguiente pregunta de investigación: ¿existen políticas públicas que garanticen la administración de los recursos materiales y humanos de una forma sostenible, apoyándose en la Planeación Urbana como eje orientador en la vinculación con la movilidad y la infraestructura urbana?

Como referencia se consideraron aspectos importantes señalados en la Planeación Urbana, sustentada en la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, Art. 41- Planeación, control y crecimiento de las zonas metropolitanas y conglomerados demográficos (Cámara de Diputados, H. Congreso de la Unión, 2024).

La Movilidad Urbana, considera a todos los desplazamientos con diferente medición espacio-temporal, llevada a cabo en el sistema Urbano (Gutiérrez, 2012). Por otro lado, se focaliza la accesibilidad como una respuesta natural a la Infraestructura, según el Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (PNOTDU) 2021-2024, teniendo un propósito específico para facilitar el desarrollo sostenible, actualmente considerado como indicador importante del bienestar. En este momento, semánticamente, se le considera como el hecho de satisfacer las necesidades humanas del presente, disfrutar de ello, y preservarlo para que las futuras generaciones puedan también disfrutar de esta condición. Todo ello basado principalmente en la intención de El Programa 8 del Desarrollo Urbano y Vivienda, programa de Mejoramiento Urbano y Vivienda que señala que se realizarán obras de rehabilitación y/o mejoramiento de espacios públicos. De esta forma la vivienda social, como un derecho humano, será una prioridad, acompañada de una serie de acciones para mejorar, ampliar y sustituir la vivienda, de ser necesario (PND, 2019-2024).

Se pretende vincular las variables *Planeación Urbana e Infraestructura Urbana* (independientes) y *Movilidad Urbana* (dependiente), (Figuras 3.1 y 3.2).

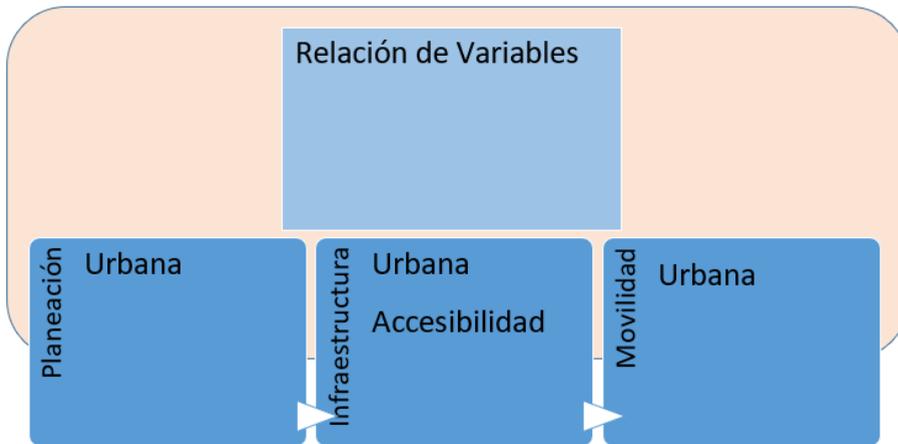


Figura 3.1. Relación de variables (independientes y dependiente). Fuente: elaboración propia con base en datos extraídos de Cámara de Diputados, H. Congreso de la Unión, 2024, Gutiérrez (2012) y PNOTDU (2021-2024).



Figura 3.2. Relación de variables (independientes y dependiente). Fuente: Elaboración propia con base en datos extraídos de Cámara de Diputados, H. Congreso de la Unión, 2024, Gutiérrez (2012) y PNOTDU (2021-2024).

El Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (PNOTDU) busca coadyuvar al logro de los principios señalados en la Agenda 2030; para ello, empata con diez de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), cuyo propósito específico va a ser la promoción directa de unir esfuerzos para erradicar la pobreza, proteger el planeta y garantizar la inclusión del individuo, promoviendo convivencia, paz y prosperidad (SEDATU, 2021) (Figura 3.3).

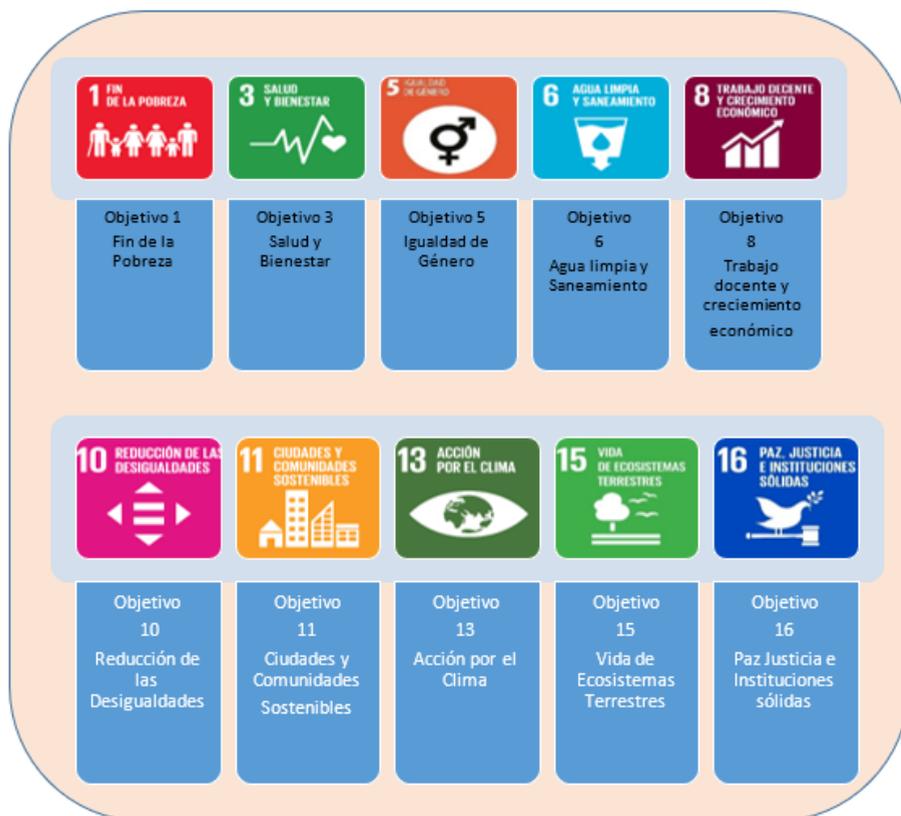


Figura 3.3. ODS-PNOTDU. Fuente: elaboración propia con base en datos extraídos de la página Naciones Unidas.

### Marco Teórico

El Desarrollo Humano, una de las preocupaciones más apremiantes de la sociedad. Hablar de desarrollo involucra una serie de aspectos, que en ocasiones son controversiales. El Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), citado por Tellería (2014) afirma que el desarrollo es la ampliación de las capacidades y las oportunidades de las personas, es por ello que se manifiestan de manera específica las concepciones de las variables consideradas en este estudio.

### Desarrollo Sostenible

El desarrollo sostenible, se va a perfilar por la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (Naciones Unidas, 2002). Sin embargo, es necesario recordar los elementos que interactúan directamente: Social, Económico y Medio Ambiente (Figura 3.4), todo ello soportado sobre una Educación Sostenible desprendida actualmente del ODS

4, que prioriza el garante de una educación inclusiva, equitativa y, desde luego, de calidad, garantizando las condiciones para tener un aprendizaje sostenible, correlacionando lo social, económico y medioambiental.



Figura 3.4. Elementos Fundamentales del Desarrollo Sostenible. Fuente: elaboración propia con datos de educación para el desarrollo sostenible (2023).

### **Planeación Urbana**

Lamudi (2003) define a la planificación urbana como un proceso que involucra al diagnóstico, a la propuesta y al impacto, al realizar la traza y transformación de los espacios urbanos considerando los aspectos sociales, culturales, demográficos, dimensionales y de organización; todo ello con la intención de generar ambientes sostenibles y que se adecuen a las necesidades de la sociedad (Lamudi, 2023). Esto empata con los objetivos del desarrollo sostenible, ya que el urbanismo ayuda a la integración de aspectos muy importantes de la vida cotidiana, buscando el desarrollo de las ciudades y servicios.

En México se tiene la *Guía metodológica de elaboración y actualización de programas municipales de desarrollo urbano* (PMDU) (Lamudi, 2023). La Tabla 3.1 nos indica las etapas para el proceso de planeación.

Tabla 3.1. Etapas del proceso.

<b>ETAPA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
I	Formulación del PMDU
II (FI)	Socialización (primera fase)
III	Aprobación del avance del programa
IV	Definición del PMDU
V (FII)	Socialización (segunda fase)
VI	Aprobación definitiva
VII	Publicación e inscripción en el Registro Público de la Propiedad
VIII	Gestión y ejecución del PMDU
IX	Monitoreo, seguimiento y evaluación
X	Corrección, actualización y/o modificación del PMDU

Fuente: elaboración propia con datos tomados de <https://www.lamudi.com.mx/>

### **Movilidad Urbana**

Conceptualmente se puede definir a la movilidad como la capacidad de las personas para desplazarse de un punto A a un punto B, dependiendo de los propósitos de cada individuo. Una definición de movilidad la presenta Motos (2019), la cual consiste en el diseño de parámetros que pueden medir el número de desplazamientos de individuos o mercancías en un entorno social, garantizando la accesibilidad, como el principal accionar de la movilidad a través de los distintos medios de transporte. Los desplazamientos humanos, como una necesidad, así como el derecho a la movilidad, cobran un sentido dentro de la dinámica social. Tomando como referencia el estudio realizado por el INEGI, EOD (2017) de los viajes de la ZMVM, en donde se ha manifestado una interrelación un tanto compleja, por la pluralidad de la población y el desmesurado crecimiento de esta. Ante ello, Insunza (2010) señaló la presencia exagerada de los conjuntos habitacionales en zonas complejas (Figura 3.5). Aspectos de mucha importancia como lo son el espacio, el tiempo, el gasto, el estrato socioeconómico, la edad, el género, la etnia, entre otros, inciden en la forma de los desplazamientos, todos estos factores ayudan a las políticas de transporte (Jirón, Carrasco & Rebolledo, 2020).

Ante los diferentes propósitos para realizar la movilidad urbana, Acuña (1983) identifica el consumo, el ocio, la escuela y la movilidad necesaria de la residencia-trabajo. Destacando este último propósito, Sobrino (2017) resalta que la concentración del empleo y el mercado laboral, generan un sinnúmero de viajes intermunicipales, promoviendo una actividad económica que caracteriza a la población.

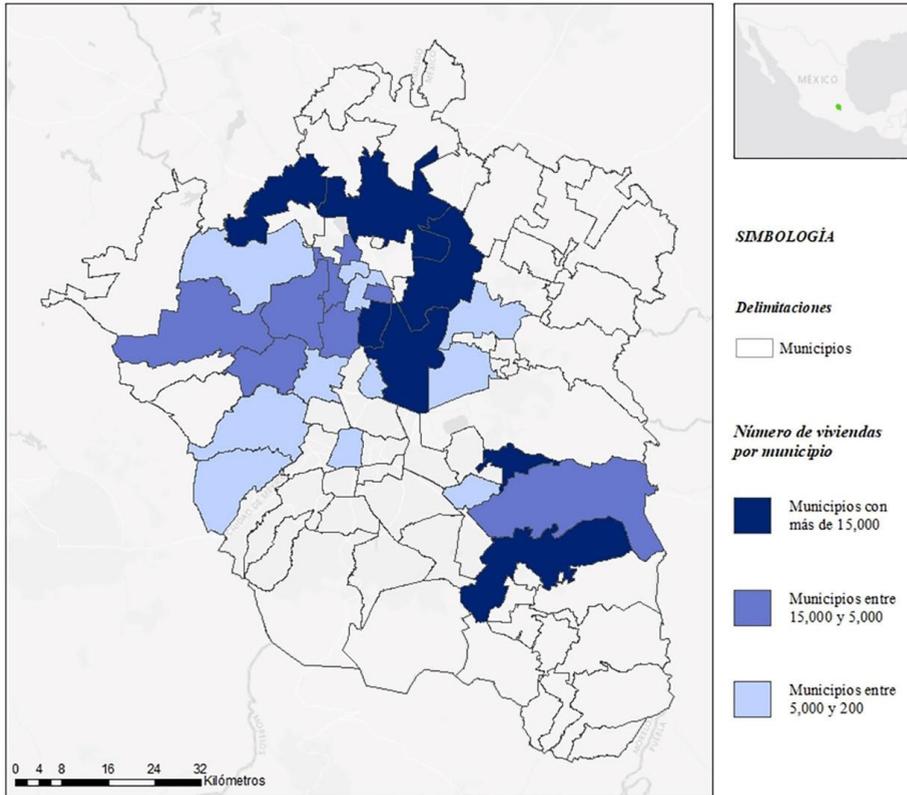


Figura 3.5. Número de vivienda por municipio de la ZMVM. Fuente: mapa elaborado por la alumna BEIFI Irma López Pérez, con datos del gobierno del Estado de México.

### **Infraestructura Urbana**

Autores expertos en el tema, como lo es Allen, definen la infraestructura urbana como un sistema de continuidad, que permite la conectividad y la accesibilidad al uso de diferentes tipos de transporte, lo que provoca una eficiente movilidad (Allen, 1999). Como apoyo, Santos & De Rivas (2011) especifican que una buena conectividad y accesibilidad, soportadas en una infraestructura óptima, facilitan el desarrollo y crecimiento urbano.

### **Densidad vial**

Se decidió considerar la referencia que hace el gobierno del Estado de Morelos, para definir lo que es la densidad vial, vista como el grado de infraestructura presente en un área o zona; y como resultado de esta densidad, se precisará si el área o zona, se encuentra bien articulada (Gobierno del Estado de Morelos citado en García Schilardi, 2017, p. 36).

### **Conectividad**

Se puede definir como el grado de relación entre municipios y alcaldías con sus vecinos, lo que promueve la movilidad urbana. Para Figueroa & Rozas

(2006) va a ser el resultado de la vinculación entre territorios y la interrelación de sus actividades, convirtiéndose en una red dentro de la cual se van a movilizar bienes, servicios, información y desde luego, individuos.

### Metodología

Fue una investigación de tipo deductiva (cuantitativa) y con corte transversal. Se realizaron agrupaciones por áreas geoestadísticas básicas (AGEB), para facilitar su ubicación a través de mapas temáticos y con información de la EOD 2017. Se utilizó como instrumento de análisis específico, el programa Arcmap para precisar los datos contenidos en los polígonos por distrito y señalados en los mapas. Se identificaron algunos aspectos específicos de la muestra estudiada, en relación con la movilidad urbana, a través de la detección del número y tipo de viajes. Complementando con tablas dinámicas en donde se aprecia: la modalidad y/o forma de desplazamiento, el tipo de transporte utilizado y la relación con la accesibilidad e infraestructura, para satisfacer la necesidad de los desplazamientos. Las variables analizadas fueron las que se plasman en la Figura 3.6 y en la Tabla 3.2.

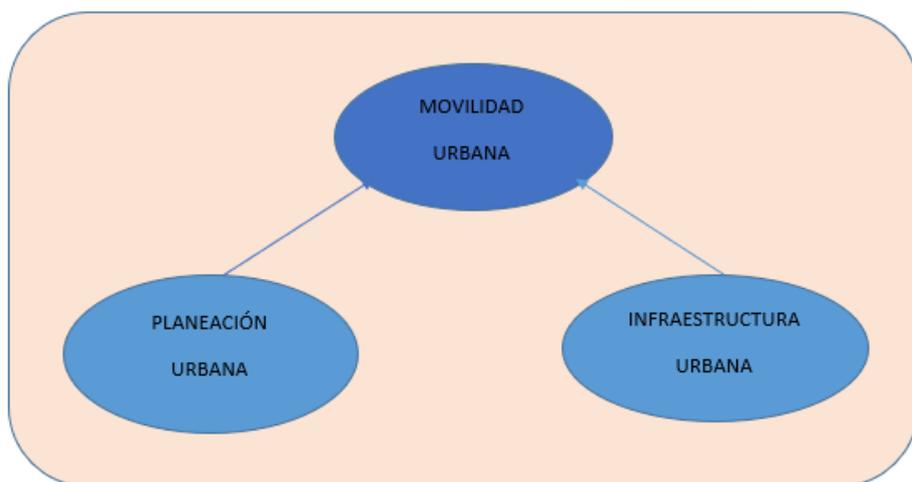


Figura 3.6. Modelo de Variables. Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.2. Variables.

VARIABLE	CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	PARÁMETRO DE MEDICIÓN
MOVILIDAD URBANA	Variable Dependiente: Capacidad de las personas para desplazarse de un punto A- B	ZMVM	-No. DE VIAJES  -TIPO DE TRANSPORTE	EOD 2017 Numérico
PLANEACIÓN URBANA		ZMVM	-ADMINISTRACIÓN PÚBLICA	Dicotómico Si -No

VARIABLE	CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	PARÁMETRO DE MEDICIÓN
INFRAESTRUCTURA URBANA	Sistemas de continuidad que favorecen la conectividad y el acceso entre diferentes modos de transporte, lo que condiciona una eficiente movilidad (Allen, 1999)	ZMVM	-ACCESIBILIDAD  -DENSIDAD	EOD 2017  Dicotómico Si-No  Índice Engel

Fuente: elaboración propia con datos de EOD 2017.

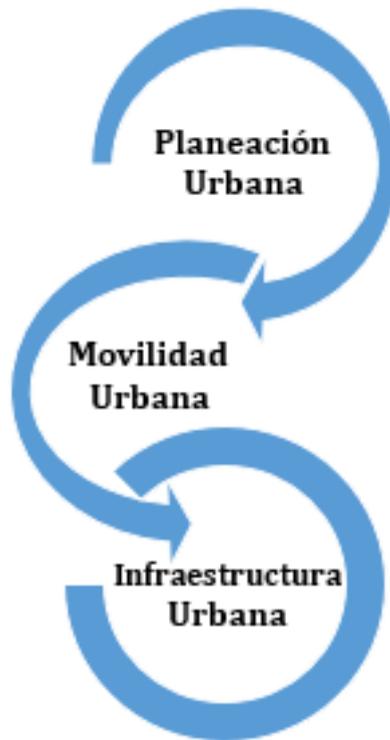


Figura 3.7. Correlación de Variables analizadas. Fuente: elaboración propia.

Tomando como referencia la EOD 2017 y respetando su metodología, se utilizó el “distrito” como la unidad geográfica en que se dividió la ZMVM. El total de distritos fue de 194, divididos entre la Ciudad de México (CDMX) (Tabla 3.3) y, Estado de México e Hidalgo (Tabla 3.4).

Tabla 3.3. Distritos de la CDMX.

001	Centro Histórico	019	El Rosario	037	Upiicsa	055	Molinos	073	El Molino Tezonco
002	Buenavista-Reforma	020	Industrial Vallejo	038	Central de Abastos	056	Santa Fe	074	Tláhuac
003	Tlatelolco	021	La Raza	039	UAM Izta-palapa	057	Observatorio	075	Mixquic
004	Morelos	022	Chapultepec	040	Escuadrón 201	058	Las Lomas	076	Santa Catarina
005	Moctezuma	023	Reclusorio	041	Parque Cerro de la Estrella	059	Cuajimalpa	077	Reclusorio Oriente
006	Balbuena	024	Ticomán	042	Lomas Estrella	060	San Lorenzo Acopilco	078	Desarrollo Urbano Quetzalcóatl
007	Obrera	025	Nueva Industrial Vallejo	043	Canal Nacional	061	San Bartolo-San Mateo	079	Buenavista Iztapalapa
008	Condesa	026	Instituto Politécnico	044	Coapa	062	Cerro del Judío	080	Santa María Xalpa
009	Nápoles	027	Tepeyac	045	Culhuacán CTM	063	Magdalena Contreras	081	San Miguel Teotongo
010	Vértiz Narvarte	028	La Villa	046	Campestre Churubusco	064	Villa Olímpica	082	Santa Martha Acatitla
011	Reforma Iztaccihuatl	029	Nueva Atzacolco	047	Viveros	065	Padierna	083	Juan Escutia
012	Palacio de los Deportes	030	San Felipe de Jesús	048	Pedregal de Santo Domingo	066	San Pedro Mártir	084	Santa Cruz Meyehualco
013	San Andrés Tetepilco	031	Deportivo los Galeana	049	Xotepingo	067	Pueblo del Ajusco	085	Ejército Constitucionalista
014	Portales	032	Bondojito	050	Ciudad Azteca	068	Tepepan		
015	Del Valle	033	San Juan de Aragón	051	Ciudad Universitaria	069	Noria		
016	Chapultepec-Polanco	034	Aeropuerto	052	Olivar de los Padres-San Jerónimo	070	Nativitas		
017	Panteones	035	Pantitlán	053	Las Águilas	071	Milpa Alta		
018	Tezozómoc	036	Zaragoza	054	Santa Lucía	072	Tulyehualco		

Fuente: elaboración propia con datos de la EOD 2017.

Tabla 3.4. Distritos del Estado de México e Hidalgo.

100	Localidades Pte. Chama-pa-Leche-ría	122	Tepotzot-lán-Villa del Carbón	144	Pueblo San Pablo de las Salinas	166	Base Aérea Sta Lu-cía-Cuautla-pan	188	Tallado-res-Central de Abastos Chicoloa-pan
101	CC Inter-lomas-Lomas de Tecama-chalco	123	Lago de Guadalupe	145	U.H. de San Pablo de las Salinas	167	Tecámac (cabecera)	189	Chicoloa-pan de Juárez
102	Club de Golf Lomas-Campo Militar Naucalpan	124	Industrial Cuamat-la-San Francisco Tepojaco	146	Guadalupe Victoria-Re-cursos Hidráulicos	168	Ciudad Cuauhté-moc	190	Sta. Ma. Nativitas
103	San José de los Leones	125	Indus-trial Tres Ríos-INFO-NAVIT Norte	147	San Cristóbal Ecatepec	169	Termoeléctrica del Valle de México	191	Lomas de Buena Vista-Sta. Rosa
104	San Rafael Chamapa	126	Centro Urbano-CC Cuautitlán Izcalli	148	La Pre-sa-Tulpetlac	170	San Salva-dor Atenco-Peaje Pirámides	192	Valle de los Reyes
105	Fracc Industrial Naucalpan Poniente	127	San Martín Obispo	149	Teleférico Ecatepec	171	Carr Pirámi-des-Tulan-cingo	193	Metro La Paz-Los Reyes
106	Naucalpan de Juárez -Centro y Lomas	128	La Quebra-da-Parques Industriales	150	Parques Industriales Ecatepec	172	Texcoco Norte-Te-pexpan	194	CEDIS San Grego-rio-Cerro El Elefante
107	Las Huer-tas	129	Industrial Sin Nom-bre-Buena-vista 2.a Secc	151	Villa de Guadalupe Xalostoc	173	Nuevo AICM	195	Geovillas de Ayot-la-Unión Antorchista
108	CC Lomas Verdes Cerro de Moctezu-ma	130	Tultitlán (centro)	152	Valle de Aragón	174	Texcoco Centro-Cha-pingo	196	Ixtapaluca centro-Aco-zac
109	Cd Satélite Poniente	131	Melchor Ocampo-Jo-yas de Cuautitlán	153	Bosques de Aragón	175	San Miguel Tlaixpan	197	Pueblos de Ixtapaluca
110	CC Cd Satélite-Ind-ustrial Alce Blanco	132	Coyote-pec-Teoloyu-can	154	Granjas Indepen-dencia	176	El Sol	198	CC Sendero y Galerías Ixtapaluca

111	Condados de Atizapán-México Nuevo	133	Huehuetoca	155	Valle de Aragón 3.a Secc	177	Juárez Pantitlán-Mercado de Carne	199	CC Sendero Valle de Chalco-Santiago
112	Periférico Barrientos-Mundo E	134	Tequiquiac-Apaxco	156	CC Center Plazas-Nueva Aragón	178	Mercado Pirules	200	Alfredo Baranda
113	Zonas Industriales Tlalnepantla	135	Zumpango	157	Héroes de la Independencia-San Agustín	179	Ayuntamiento de Nezahualcóyotl	201	Xico
114	Zona Industrial Tabla Honda y San Pablo Xalpa	136	Tultepec (cabecera)	158	La Costeña-Olímpica Jajalpa	180	Benito Juárez	202	San Miguel Jacalones
115	Fracc Industrial Barrientos	137	Central de Abastos Tultitlán-Santiago Teyahualco	159	Jardines de Sta. Clara-Súper Plaza Ecatepec	181	Metropolitana	203	Chalco de Díaz Covarrubias
116	Club de Golf Hacienda	138	Chilpan-Buenavista Tultitlán	160	Multiplaza Aragón-Cd Azteca	182	La Perla	204	San Martín Cuautlapan
117	U.H. Adolfo López Mateos-Central de Abastos Atizapán	139	TAD San Juan Ixhuatepec	161	Jardines de Morelos	183	CC Plaza Neza	205	San Gregorio-Tlalmanalco
118	Emiliano Zapata-Lomas de San Miguel	140	Lázaro Cárdenas-Lomas de Tepeolulco	162	Central de Abastos Ecatepec	184	Parque Industrial Izcalli	206	Industrial Chalco-Tenango del Aire
119	Vista Hermosa	141	Coacalco (cabecera)	163	Héroes Tecámac y Ecatepec	185	San Lorenzo-Xochitenco	207	Tramo Amecameca-Cuautla
120	Villa Nicolás Romero	142	Villa de las Flores-Héroes Coacalco	164	Los Héroes Tecámac-Bosques y Jardines-	186	CC Patio Chimalhuacán-Barrio La Rosita		
121	Cahuacán-Himno Nacional	143	Potrero-La Laguna	165	Ojo de Agua	187	Barrio Labradores-Jardines Acuitlapilco		
Distrito de Hidalgo									
300	Tizayuca								

Fuente: elaboración propia con datos de la EOD 2017.

El tamaño de la muestra considerada fue de 66,625 viviendas (EOD, 2017), (Figura 3.8). Cabe resaltar que en el estudio se pudieron haber reflejado los viajes realizados entre semana y en sábado; sin embargo, para este caso, únicamente se consideraron los viajes realizados entre semana.

CARACTERÍSTICAS	EOD 2017
<b>Cobertura geográfica</b>	16 alcaldías de la Ciudad de México, 59 de los municipios conurbados del Estado de México y un municipio del estado de Hidalgo
<b>División de la cobertura geográfica</b>	194 distritos: agrupaciones de áreas geoestadísticas básicas (AGEB)
<b>Tamaño de la muestra</b>	66,625 viviendas
<b>Viajes captados</b>	Entre semana

Figura 3.8. Datos del Estudio. Fuente: elaboración propia con datos de la EOD 2017.

## Resultados

Es importante resaltar que se consideraron únicamente los viajes entre semana, y para observarlos de manera objetiva, se utilizó como instrumento de análisis directo, el programa Arcmap, con el cual, se precisaron en mapas, los datos contenidos en los polígonos de cada distrito.

En la Figura 3.9 se señalan los viajes realizados por distrito de origen.

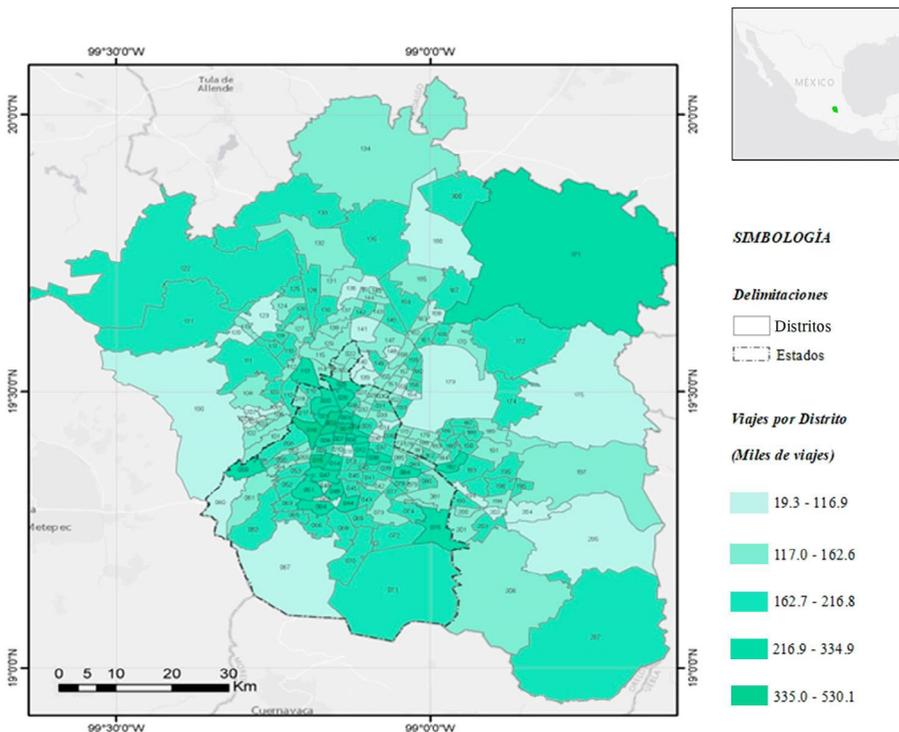


Figura 3.9. Viajes por distrito. Fuente: mapa elaborado por la alumna BEIFI Irma López Pérez, con datos de la EOD 2017. Nota: los nombres de los distritos se encuentran en las Tablas 3.3 y 3.4.

Como estrategia y por las condiciones de los datos, se decidió excluir los viajes que no especificaron el distrito. Se observa una mayor movilidad en los distritos del centro (Centro Histórico, Buenavista-Reforma, Del Valle, Chapultepec-Polanco) y poniente.

A través de un geoproceso, se aprecia un mayor número de viajes en las alcaldías Gustavo A. Madero, Iztapalapa, Cuauhtémoc y en el Municipio de Ecatepec de Morelos, coincidiendo en la agrupación por “distritos”. También se presentan un menor número de viajes en la Zona Norte y suroeste de la ZMVM (Figura 3.10).

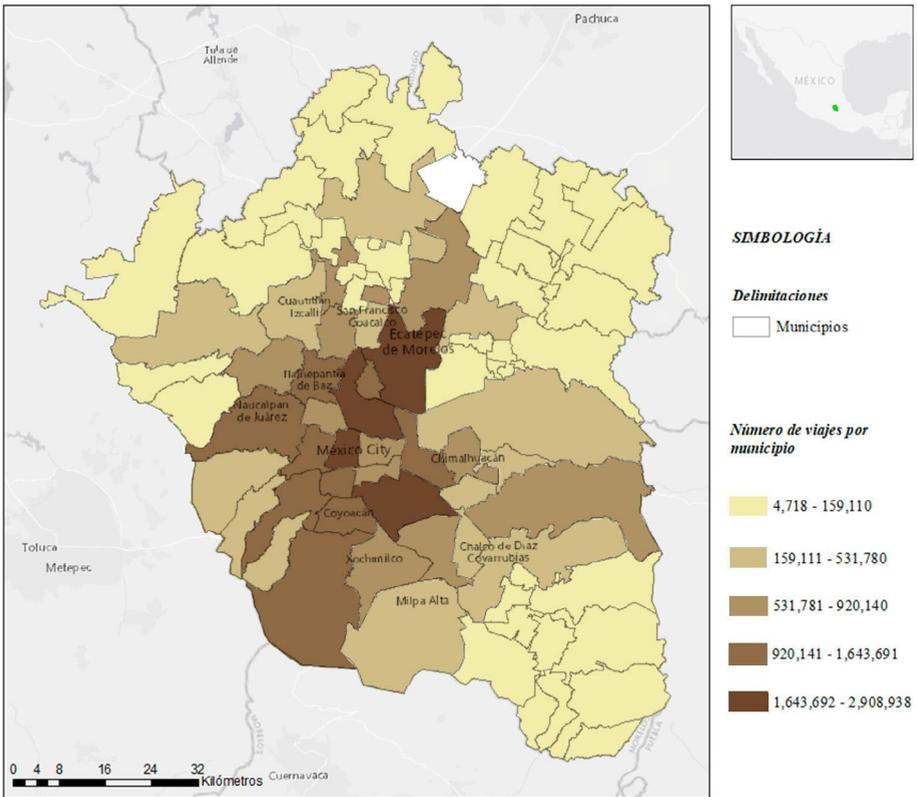


Figura 3.10. Mapa Origen-Destino por municipio ZMVM. Fuente: mapa elaborado por la alumna BEIFI Irma López Pérez, con datos de la EOD 2017.

También se analizó el tipo de transporte utilizado, lo cual se puede observar en la Tabla 3.5 y en la Figura 3.11.

Tabla 3.5. Modo de transporte.

Millones de viajes			
Modo de Transporte	ZMVM*	CDMX	Municipios Conurbados de Estado de México y Tizayuca
Transporte público	15.57	8.62	6.88
Transporte privado	7.29	4.06	3.17
Bicicleta	0.72	0.24	0.48
Exclusivamente caminando **	11.15	4.50	6.62
Otro modo de transporte ***	0.04	0.02	0.02
<b>Total</b>	<b>34.56</b>	<b>17.30</b>	<b>17.09</b>

Nota: \* La suma por área geográfica puede ser menor que el total, debido a que se excluyen 154 mil viajes con origen no especificado. \*\* Incluye todos los viajes que se realizan caminando sin haber usado algún medio de transporte e independientemente de su duración. \*\*\* Incluye trajinera, lancha, patineta, entre otros. Fuente: elaboración propia con datos de la EOD 2017.

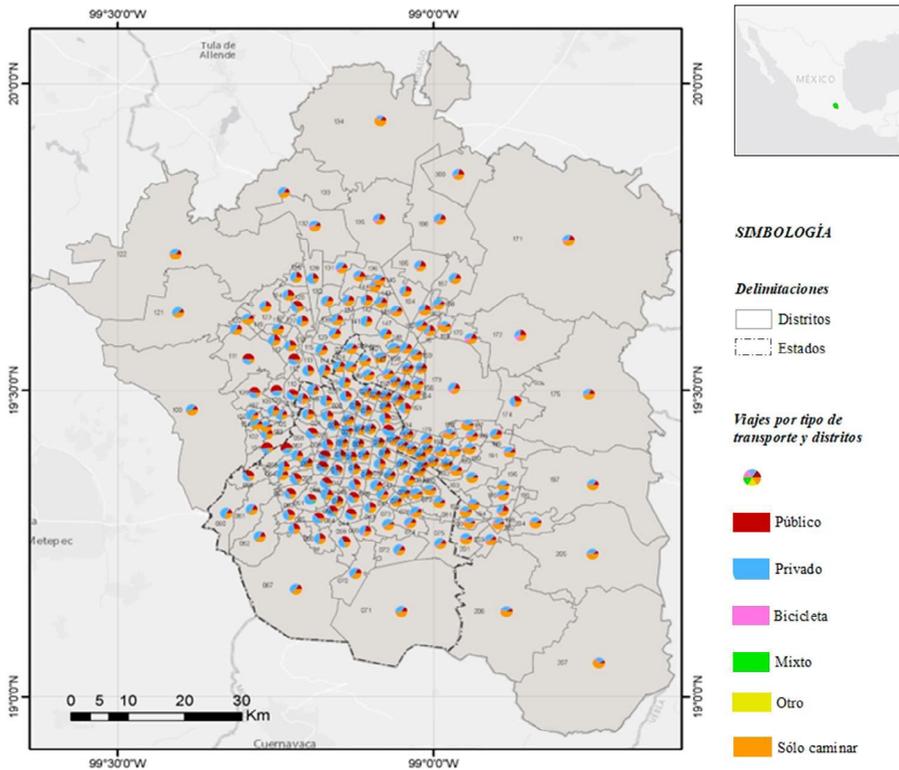


Figura 3.11. Tipos de transporte por distrito. Fuente: mapa elaborado por la alumna BEIFI Irma López Pérez, con datos de la EOD 2017. Nota: Los nombres de los distritos se encuentran en las Tablas 3.3 y 3.4.

Como puede observarse, un 45% utiliza el transporte público y paradójicamente un 32% se desplaza caminando.

Tomando en consideración los resultados obtenidos, es claro que la mayoría se desplaza caminando y pocos utilizan el transporte público. Para entender esto, se realizó una correlación con la Infraestructura, para poder visualizar este hecho.

Auxiliándose de la densidad vial y la conectividad, se visualizó lo reflejado en las Figuras 3.12 y 3.13.

En el mapa de la Figura 3.12 se puede evidenciar que las alcaldías y municipios que tienen buena densidad se ubican en la zona centro de la Ciudad de México (Benito Juárez, Coyoacán, Iztacalco, Cuauhtémoc y Miguel Hidalgo) y en algunas alcaldías y municipios que la rodean (Álvaro Obregón, Iztapalapa, Venustiano Carranza, Azcapotzalco, Tlalnepanltla de Baz, principalmente).

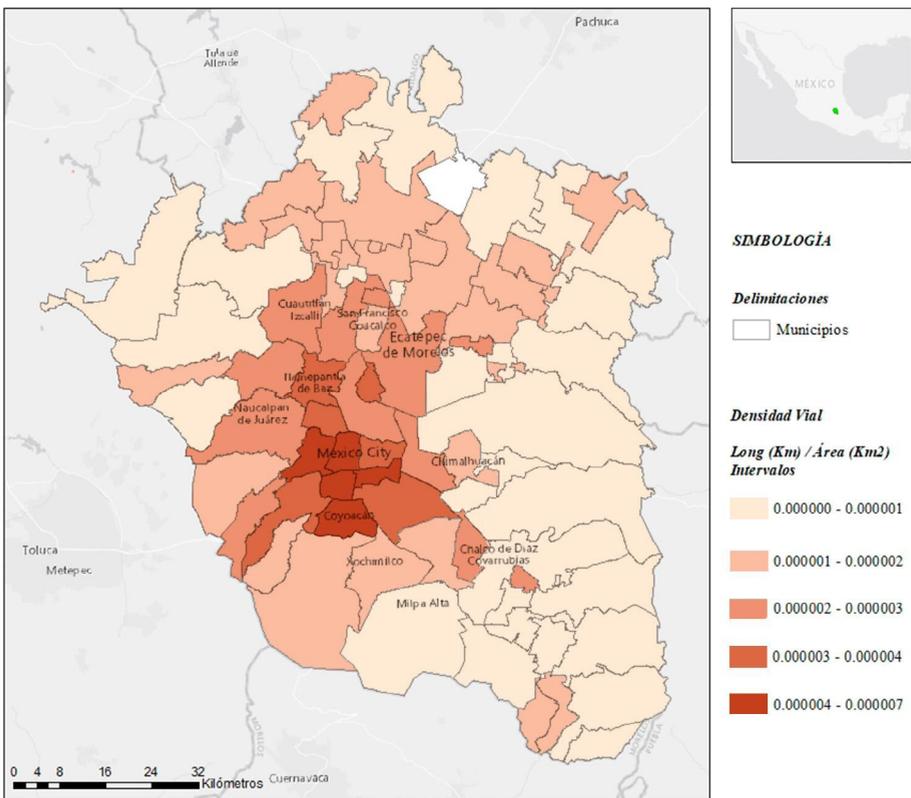


Figura 3.12. Densidad vial. Fuente: mapa elaborado por la alumna BEIFI Irma López Pérez, con datos de la EOD 2017.

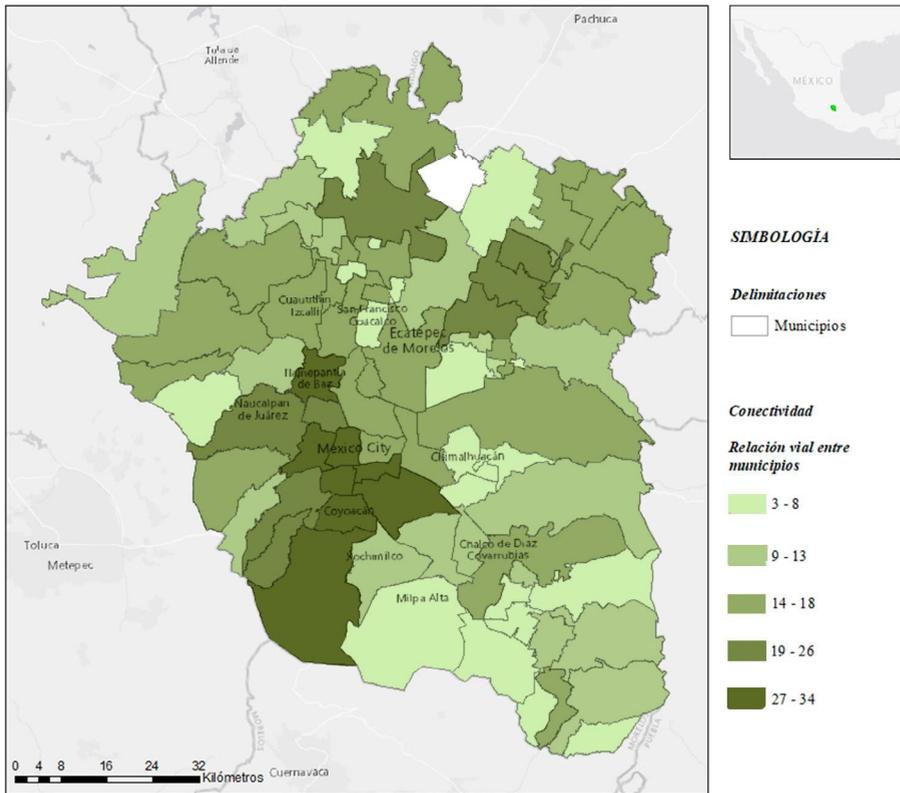


Figura 3.13. Conectividad entre municipios. Fuente: mapa elaborado por la alumna BEIFI Irma López Pérez, con datos de la EOD 2017.

Es necesario precisar que la densidad vial no siempre va a estar relacionada con la conectividad, ya que esta, se refiere a infraestructura vial dentro de una zona (alcaldías y municipios) y la conectividad es la infraestructura vial que se relaciona con otras alcaldías y municipios vecinos.

También se puede observar que algunos municipios fuera de la zona centro, cuentan con una densidad mejor, en contraste con los municipios que los rodean siendo Ozumba, Tepetlixpa, Apaxco y Nopaltepec; esto se traduce en que en el interior de dichos municipios, se presenta mejor infraestructura vial en comparación con los municipios que los rodean.

### Conectividad

Analizando el mapa de la Figura 3.12, con en el índice Engel y la densidad vial, nuevamente las alcaldías de la zona centro presentan una mayor conectividad, siendo estas Coyoacán, Benito Juárez, Iztacalco, Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo, Iztapalapa y Tlalpan. Aunado a esto, el único municipio que observa mayor conectividad es Tlalnepanitla de Baz.

También se detectaron algunos municipios emplazados al norte de la ZMVM con buena conectividad, aunque en menor grado comparado con la zona centro, de manera específica, Zumpango, Acolman, Teotihuacán y San Martín de las Pirámides.

### **Discusión**

En Colombia se realizó un estudio exploratorio, para analizar cómo se presenta la Planeación Urbana, centrándose en la movilidad sostenible, la gobernabilidad, el transporte y su infraestructura. Desafortunadamente se presenta una situación muy similar en México, en donde, aunque existe una normatividad clara para facilitar la planeación urbana, como una política pública, no existe una articulación puntual en donde se resuelva el problema de la necesidad y/o derecho a desplazarse de acuerdo a las necesidades poblacionales, González, C (2011) precisa que:

*“los nuevos proyectos tanto de transporte como de infraestructura (estos últimos en mayor grado), han carecido de un instrumento de planificación de la movilidad de soporte a la toma de decisiones. En lo que a la movilidad sostenible se refiere, mientras los proyectos de transporte constituyen un avance al potenciar el transporte público optimizado, los proyectos de infraestructura favorecen un modelo de movilidad orientado al uso generalizado del vehículo privado que incrementa sus externalidades negativas en la ciudad. La carencia de una planificación adecuada contribuye al debilitamiento de la gobernabilidad local, dado que dificulta una efectiva participación ciudadana en la toma de decisiones”* (González, 2011).

Aspectos tan importantes como lo deberían de ser: la planeación urbana vinculada directamente a las necesidades territoriales; el papel que juegan las instituciones para buscar la sostenibilidad en la movilidad, evitando la congestión en algunos puntos; y la movilidad peatonal exagerada en otros puntos; son aspectos que Herce (citado por Grande, 2021) denomina para el enfoque de planificación de transporte basado en la respuesta a la demanda (2009).

En un estudio realizado para analizar la situación de movilidad urbana sostenible en las capitales del Triángulo Norte (Guatemala, El Salvador y Honduras) (Grande, 2021), se manifiesta una condición latente en México, centro y sur de América. Desafortunadamente, aunque existen normatividades claras para facilitar el proceso de la Planeación Urbana, no se visualiza una política pública clara que permita una movilidad urbana sostenible.

### Conclusiones e impacto de la investigación

Se percibe contradictoriamente, que no es común utilizar el transporte público, que su movilidad en la mayoría es peatonal, que no existe infraestructura suficiente para facilitar la conectividad. Es por ello que existe la pretensión de que la planeación urbana se involucre en garantizar los desplazamientos poblacionales estrechamente vinculados a la infraestructura, impactando directamente en el desarrollo sostenible (menor costo y tiempo en los traslados y fluidez del parque vehicular).

Uno de los principales propósitos de la Planeación es conseguir el tan anhelado deseo de lograr la paz, justicia y desde luego construir instituciones sólidas, que trabajando de manera integrada se vaya logrando erradicar la pobreza, cuidar nuestro medio ambiente y desde luego, garantizar que todo ser humano, sin distinción de género, etnia, estrato social, gocen de paz y prosperidad.

Agradecimientos: Al Instituto Politécnico Nacional (IPN) por su apoyo para la realización del proyecto SIP clave 20221625 “La Administración de los Recursos Materiales y Naturales, su repercusión en el Desarrollo humano: Planeación, Infraestructura, vivienda y movilidad urbana”; del cual deriva este trabajo.

### Referencias

- Acuña, B. (1983). Migración y fuerza de trabajo en la frontera norte de México. *Estudios Fronterizos*, 1(2), 13-57.
- Allen, S. (1999). *Points+lines: diagrams and projects for the city*. New York: Princeton Architectural Press.
- Cabrera-Arana, G., Velásquez-Osorio, N., & Orozco-Arbelaez, A. (2015). Movilidad: Aporte para su discusión. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 33(3). <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v33n3a13>
- Cámara de Diputados. H. Congreso de la Unión. (2024). *Ley Orgánica de la Administración Pública Federal*. CDMX: Cámara de Diputados. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx>
- Figuroa, O., & Rozas, P. (2006). *Conectividad, ámbito de impacto y desarrollo territorial: análisis de experiencias internacionales*. CEPAL, 56.
- García Schilardi, M. (2017). Evaluación de la dimensión operativa del transporte colectivo en el área metropolitana de Moendoza, Argentina. *Perspectiva Geográfica*, 29-44.

- González, C. (2011). Proyectos de transporte e infraestructura y su contribución a la movilidad sostenible y la gobernabilidad local: El caso de Cali, Colombia. *Revista Entorno Gráfico*.
- Grande, C. (2021). Movilidad Urbana socialmente sostenible, un modelo no explorado para las capitales del Triángulo Norte. *Movilidad Urbana socialmente responsable*, 451-478.
- Gutiérrez, A. (2012). ¿Qué es la movilidad? Elementos para (re)construir las definiciones básicas del campo del transporte. *Bitácora Urbano Territorial*, 21(2), 61-74.
- INEGI (2017). *Encuesta Origen-Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México*. INEGI, SETRAVI, UNAM México. <https://www.inegi.org.mx/programas/eod/2017/>
- INEGI (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html#Microdatos>
- INEGI (2021). Encuesta Nacional De Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2020
- Insunza, G. (2010). Política de vivienda y movilidad residencial en la Ciudad de México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 25(2), 301-302.
- Izquierdo, J. M. C., & María, J. (2008). Estudios sobre movilidad cotidiana en México. *Scripta Nova*, 12(273).
- Jirón, P., Carrasco, J.-A., & Rebolledo, M. (2020). Observing gendered interdependent mobility barriers using an ethnographic and time use approach. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 140, 204-214. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.08.018>
- Lamudi (julio de 2023). *Lamudi.com.mx*. Obtenido de <https://www.lamudi.com.mx/>
- Lizárraga Mollinedo, C. (2006). Movilidad urbana sostenible: un reto para las ciudades del siglo XXI. *Economía, sociedad y territorio*, 6(22), 283-321.
- Motos Cascales, G. (2019). *Análisis de indicadores de movilidad urbana sostenible*. Colombia: Universidad Politécnica de Cartagena.

- Naciones Unidas (2002). *Informe de la Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible*. Johannesburgo (Sudáfrica): Naciones Unidas. Obtenido de <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N02/636/96/PDF/N0263696.pdf?OpenElement>
- Naciones Unidas. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Presidencia de la República (2019). *Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*. CDMX: Presidencia de la República.
- Santos, L., & De Rivas, J. (2011). Ciudades con atributos: conectividad, accesibilidad y movilidad. *Ciudades*, (11), 13-32.
- SEDATU (2021). *Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021-2024*. CDMX, SEDATU.
- SEDESOL, CONAPO, I. (2018). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015*. INEGI. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/702825006792.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825006792.pdf)
- Sobrino, J. (2017). Patrones de dispersión intrametropolitana en México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 22(3), 1-3.
- Tellería, J. (2014). ¿Seguimos hablando de desarrollo? El paradigma del desarrollo humano del PNUD como saber-poder. *Nómadas*, 241-251.
- UNESCO, Organización de las Naciones Unidas para la educación, la Ciencia y la Cultura. (2016). *Desglosar el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 Educación 2030*.

## **Capítulo IV. Regeneración urbana y la ausencia de un modelo de evaluación de sus resultados. Propuesta de evaluación de intervenciones de regeneración urbana a través de Sistemas de Actuación por Cooperación (SAC) en la Ciudad de México**

Álvaro Flores Miranda<sup>1</sup>

### **Introducción**

La Regeneración Urbana Integral (RUI) es una intervención que cuenta con la evidencia suficiente del por qué es necesaria y cómo funciona en nuestras ciudades. Aunque ya se ha practicado en muchas de ellas y son numerosas las guías para su abordaje, no existe una forma única de llevarla a la práctica para garantizar su éxito; asociado a esto, hay poco material disponible que evalúe este proceso dirigido a la sostenibilidad, es decir, cubriendo características fundamentales como son lo físico, económico, social y ambiental (Roberts & Sykes, 2008).

De acuerdo con Rubio & Ureña (2021), gran parte de las evaluaciones realizadas sobre las actuaciones de regeneración urbana, son a posteriori y se centran en el grado de ejecución física de las intervenciones, siendo mucho menor el número de evaluaciones de la efectividad de esas intervenciones enfocadas en la calidad de vida de los habitantes y en la mejoría de los aspectos que propiciaron la vulnerabilidad de los barrios donde se ha actuado tras identificar la necesidad de su regeneración (Huub & Beckersb, 2012; citado en Rubio & Ureña 2021).

Desde sus inicios hasta el día de hoy, el concepto de regeneración urbana ha ido evolucionando, de un modelo basado en el crecimiento económico que atendía exclusivamente a la dimensión física, a un concepto integral que pretende llegar a una sostenibilidad urbana (Alonso, 2018; citado en Bustos, 2020), asociado a esto, clasificarle dentro de una categoría de entre las diversas intervenciones urbanas, ha sido confuso, ya que está relacionado con una serie de conceptos parecidos que comparten similitudes terminológicas y que además comienzan con el prefijo “re” como son: rehabilitación, revitalización, recomposición, entre otras, donde todas tienen significados distintos que delimitan su acción y temporalidad.

Aunado a esta ambigüedad semántica, existe en Latinoamérica una carencia de propuestas prácticas, a diferencia de Europa, en países como España, en donde ya existen diversas propuestas de evaluación, como la desarrollada por Agustín Hernández Aja, denominada *“Recuperando la ciudad,*

1 M. en C. por el Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación ESIA-Tec. Licenciado en Arquitectura por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Facultad de Arquitectura UAEH. Correo: afloresm2200@alumno.ipn.mx ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9989-3968>

*estrategia para el diseño y la evaluación de planes y programas de regeneración urbana integrada*”, documento que detalla el proceso de cómo se aborda este tipo de intervención, cuyo principal objetivo es el de establecer una estrategia que facilite el desarrollo e implementación de la regeneración urbana integral, ayudando a construir una ciudad sostenible, mayormente cohesionada y equitativa (Córdoba, 2021).

Existen diversos motivos por los cuales la RUI tiene un gran potencial de desarrollo, entre los más importantes encontramos la desindustrialización de las hoy en día áreas centrales de la ciudad y, por otra parte, el propósito de detener o disminuir el incremento de las periferias; la primera (desindustrialización) debido a que las ciudades pasaron de ser grandes centros de producción industrial a centros de servicios y consumo de la mano de un adoctrinamiento capitalista, originando espacios subutilizados propicios a regenerar; la segunda (no incremento del suelo urbano), debido a que es una constante en las ciudades Latinoamericanas, ya que por una parte, se presentan zonas de asentamientos informales con déficit de servicios e infraestructura urbana, pero también se observan zonas consolidadas y bien dotadas de servicios, donde los atractivos como las urbanizaciones cuidadas, los edificios institucionales, las fuentes de empleo y los comercios, configuran una estampa urbana deseable para toda la ciudad.

En esa misma línea las nuevas políticas están siendo encaminadas a la sostenibilidad, priorizando el no incremento del suelo urbanizado, en favor de la recuperación de tejidos urbanos existentes. Es ahí donde el sector inmobiliario ha visto un área de oportunidad posibilitando el reciclaje de grandes áreas específicas de la ciudad, que, de acuerdo a diversas características como su escala, la movilización de recursos, la participación de diversos actores en su recuperación, las actividades que albergan y el mercado al que van dirigidos, posibilita el catalogarles como megaproyectos de regeneración.

Para que un megaproyecto pueda constituirse adecuadamente es indispensable la participación de tres actores: el público, el privado y el social (Figura 4.1) creando una sinergia donde cada uno actúa, promueve y reacciona respectivamente, y donde ya existe un marco normativo que regula el desarrollo de esta estrategia, pero donde aún no se cuenta con una herramienta para evaluarlos y conocer resultados cuantificables sobre sus beneficios o fracasos, a sabiendas de que el uso de este instrumento de intervención es común en nuestra ciudad.

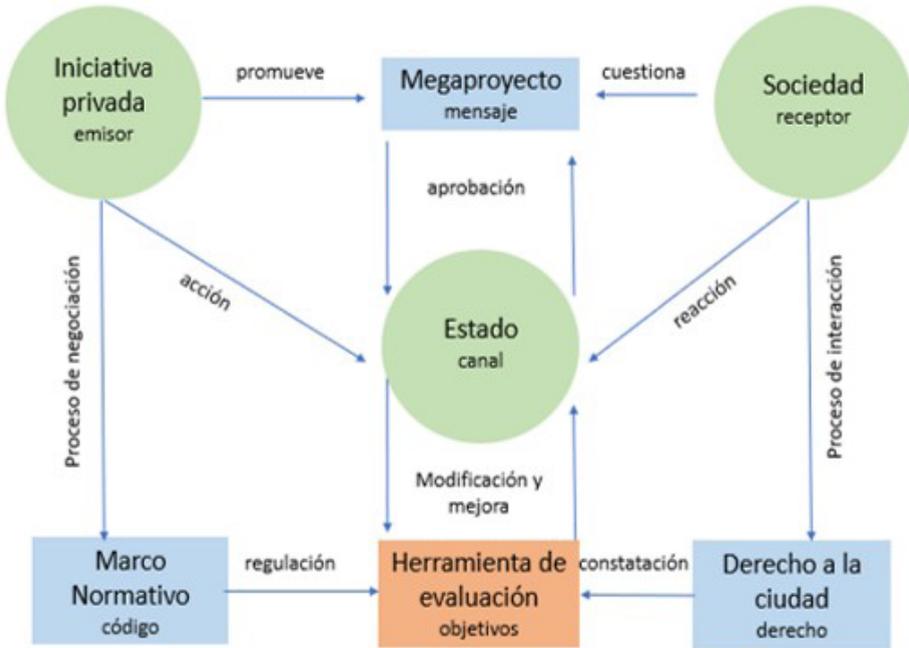


Figura 4.1. Desarrollo de megaproyectos. Fuente: elaboración propia con base en Olmedo (2021).

Existen diversas metodologías para llegar al megaproyecto de regeneración, sin embargo, es deseable que existan de igual manera herramientas para medir y conocer el grado de satisfacción percibido por los usuarios con la ejecución de estas intervenciones. En conformidad con Orduña (2013) & Rubio (2021) además del aspecto físico, los principales ejes de evaluación de los proyectos de RUI, son el medioambiental, el social y el económico (Tabla 4.1).

Tabla 4.1. Principales aspectos a evaluar de megaproyectos de RUI.

<b>Principales aspectos a evaluar</b>	
<b>Físico</b>	Infraestructura, equipamiento, espacio público, equilibrio poblacional.
<b>Medioambiental</b>	No incremento del suelo urbano, reducción de la movilidad, reducción de consumo energético, etc.
<b>Social</b>	Habitabilidad, confort, mejora en la calidad de vida, equidad y mezcla de usos de suelo.
<b>Económico</b>	Canalización de inversión privada y pública, la reactivación económica de la zona

Fuente: Elaboración propia.

El propósito entonces de esta investigación es ofrecer orientación basada en la teoría para evaluar la puesta en práctica de este tipo de intervención, con la intención de conformar una herramienta fundamentada en el análisis estadístico y espacial, asistido por los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para comprobar la hipótesis inicial, que es: el diseñar un modelo de evaluación de megaproyectos de RUI brindará resultados cuantificables sobre la utilización de dicha intervención, propiciando así su perfeccionamiento en aspectos en los cuales se puede mejorar.

### **La regeneración y la evolución de su enfoque**

Las intervenciones de regeneración urbana han estado presentes en nuestras ciudades desde mediados del siglo XX. El término surge en Gran Bretaña con la intención de recuperar áreas en proceso de desindustrialización, y con el paso del tiempo, el concepto ha modificado su enfoque, así como a los agentes que promueven y participan en dicha intervención.

Lo que actualmente se concibe en Latinoamérica como regeneración urbana integral (RUI) llevó un largo proceso de evolución del término, si bien el reciclamiento de las ciudades ha sido continuo desde sus inicios, en la década de los 50's se llevó a cabo a gran escala, dando cabida a la primera generación de regeneración, con la desocupación de instalaciones industriales e infraestructura portuaria vastas superficies de suelo intraurbano quedaron desocupadas, muchas veces con ubicaciones céntricas, a las cuales las autoridades tuvieron que encontrarles otros usos. Por lo tanto el ejercicio de reciclaje urbano cambió, de ritmo y de naturaleza, generando políticas denominadas de regeneración urbana (Rodríguez-Malta, 2001; citado en Paquette 2020).

La segunda generación de regeneración en los años 70's y 80's se enfocó en la rehabilitación de viviendas y espacio público, y en los 90's se puede ver una tercera generación donde se consolida el término regeneración con una alianza entre el sector público y privado, brindándole un nuevo enfoque relacionado al capitalismo y al sector inmobiliario (Gibson & Prathers, 1977).

La cuarta generación en la tendencia de regeneración, tuvo su origen a finales de los años 90's y principios del siglo XXI, esta parte desde un enfoque de revitalización, donde el concepto de regeneración se consolidó con actuaciones a nivel ciudad o barrio (Rubio & Ureña, 2021); dicho enfoque centrado en la revitalización, tiene como consecuencia acciones que no implicaría una acción integral, sino que serían acciones físicas temporales e inmediatas, además de centrarse posteriormente en programas para hacer atractivos los centros históricos y redensificarlos, lo que impidió considerar como una iniciativa de regeneración urbana, ya que su objetivo principal fue la puesta en valor turístico, cultural y el desarrollo inmobiliario intensivo respectivamente (Paquette, 2020).

Por último, la quinta generación, que es la actual RUI, surge nuevamente en el Reino Unido, con la firma en 2007 de la Carta de Leipzig sobre la Ciudad Europea Sostenible y del Tratado de Lisboa. Esta recibe un significativo impulso de países anglosajones, poniendo énfasis en la necesidad de desarrollar políticas que favorezcan el desarrollo urbano integrado, implementando acciones destinadas a revertir el declive urbano, orientándose además, a aspectos socioeconómicos y medioambientales, prestando especial atención a las áreas urbanas más desfavorecidas y a una organización territorial equilibrada (Bustos, 2020). En el contexto latinoamericano, esta generación se consolida en la cumbre Hábitat III celebrada en Quito en el año 2016, donde se deja un precedente con la “Nueva Agenda Urbana” alentando a las ciudades a comprometerse con la urbanización sostenible (Figura 4.2).



Figura 4.2. Evolución generacional del término Regeneración Urbana. Fuente: elaboración propia con base en Rubio-Ureña 2021.

Como se puede apreciar, con la evolución en el enfoque del término, se ha logrado diferenciar la regeneración de otras intervenciones de características similares, por esta razón la RUI se considera, en correspondencia con lo planteado por Bustos (2020), como una compleja combinación de factores sociales, económicos, ambientales, de planeación y gestión; es decir, un concepto que va más allá de los objetivos económicos y físicos, para abordar la inclusión, la creación de riqueza, el desarrollo sostenible, la gobernanza urbana, la salud y bienestar, la prevención del delito, las oportunidades educativas, la libertad de movimiento, la calidad ambiental, y el buen diseño (ODPM, 2003; citado en Bustos, 2020).

#### **Aproximación a otros estudios sobre evaluación de la regeneración urbana**

En relación a investigaciones previas asociadas con el tema de la evaluación de la regeneración, se han considerado como referencia, los trabajos señalados en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2. Otras perspectivas sobre la evaluación de la regeneración.

TEMA	AUTORES	VARIABLES	PAÍS
Evaluación de la efectividad en la regeneración urbana de nuestras ciudades. Lecciones aprendidas	Rubio y Ureña, 2021	Evaluación / regeneración	España
Barrios y Sostenibilidad. La aplicación de criterios sociales, medioambientales y económicos en el diseño y evaluación de procesos de regeneración urbana sostenible en ciudades europeas	Orduña. 2016	Evaluación/ regeneración/ sostenibilidad	España
Estrategia para el diseño y la evaluación de planes y programas de regeneración urbana integrada	Hernández, 2016	Evaluación/ regeneración	España

Fuente: Elaboración propia.

Rubio & Ureña (2021) abordan el tema desde un marco generalizado donde hacen hincapié en la falta de evaluaciones de regeneración, además de mencionar aspectos claves a evaluar de la intervención y dividen dichas propuestas en tres metodologías, la metodología basada en sistemas de indicadores, la metodología de métodos numéricos o analíticos y la metodología de comparación entre casos similares de barrios intervenidos, concluyendo que los análisis propuestos, hasta ahora, se basan en componentes subjetivos dando resultados que podrían no ser representativos de una realidad.

La propuesta del cómo abordar esta investigación, es mediante indicadores obtenidos de los objetivos planteados por el instrumento de intervención denominado Sistemas de Actuación por Cooperación (SAC), permitiéndonos catalogarle, de acuerdo a esta característica, como una evaluación desde un enfoque clínico, como se verá más adelante. La dificultad de realizar una propuesta como esta, radica en la obtención de datos estadísticos específicos de la zona y el mantener un equilibrio en cuanto a los factores evaluados.

En cuanto a lo expuesto por Orduña (2013) y por Hernández (2015), ellos plantean una estrategia que va desde lo general a lo particular, constituyendo herramientas que permiten monitorear los objetivos perseguidos en los procesos de regeneración urbana para su análisis, dividiendo la propuesta en cuatro áreas, estas a su vez se subdividen en 21 categorías, llegando hasta una particularidad con más de 100 indicadores, lo cual le permite una flexibilidad y especificidad para áreas que requieren más atención que otras, las propuestas culminan con un diagnóstico representado por una gráfica que detecta la satisfacción de los usuarios con el proyecto en general.

A diferencia de estas, lo que se plantea para esta propuesta es el uso de datos estadísticos y Sistemas de Información Geográfica (SIG), con ello se podrá realizar un diagnóstico de la zona intervenida sin recurrir, en primera instancia, a la opinión particular del usuario, sino que se pretende explotar información previamente recopilada por el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) y así agilizar el análisis, evitar caer en subjetividades, y además, se propondrían, después de este diagnóstico, estrategias que equilibren cada campo, enfocándose hacia una sostenibilidad de la zona intervenida.

### **Los SAC como megaproyectos de RUI**

Evaluar un megaproyecto de RUI podría considerarse complejo, por ello, comúnmente se acota dicha apreciación a un aspecto físico, y no a la integralidad de la intervención.

Esta propuesta de evaluación está enfocada sobre una configuración reciente para intervenir la ciudad denominada SAC; los SAC, de acuerdo a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Ciudad de México (SEDUVI), son un instrumento previsto en la Ley de Desarrollo Urbano, que busca articular la acción de los sectores públicos, social y privado, para la realización de proyectos y obras específicas, que generen beneficios directos al entorno urbano (SEDUVI, 2016).

Sirven para orientar el desarrollo urbano hacia una ciudad sustentable, próspera, participativa, habitable y equitativa, que potencie las vocaciones productivas y fomente la inversión para alcanzar un patrón de ocupación eficiente que induzca la redistribución de la población, mejore la infraestructura pública, aproxime el empleo y los hogares a las redes de transporte público, y propicie la equidad territorial.

Para evaluar de manera objetiva y con una perspectiva científica, el evaluador podrá construir su propio método. Teóricos como Yves Meny y Jean Claude Thoening, proponen que sea a partir de cuatro enfoques, que son el descriptivo, clínico, normativo y experimental. De acuerdo a sus particularidades, el enfoque clínico es el que mide la efectividad de la política con base en los objetivos de la misma y la califica con sus normas particulares (Guerrero, 1995).

Por lo tanto, el enfoque para la propuesta de evaluación es el clínico, debido a que se consideran los objetivos previamente establecidos por el instrumento de la política pública, es oportuno señalar que dependiendo del enfoque, la metodología empleada puede variar sustancialmente. Por ende, de acuerdo a lo planteado por la SEDUVI, surgen los primeros indicadores para la formulación de la herramienta en cuanto al aspecto físico:

1. Aumento y redistribución de la población: consiste en comprobar si efectivamente la población se distribuyó eficazmente después de haber implementado el SAC en la zona.
2. Incremento y mejora de infraestructura: verificar si se logró el mejoramiento o aumento de la infraestructura pública en la zona intervenida.
3. El cambio o incremento de la actividad económica en la zona, además del interés del sector privado por invertir en ella (también se podría considerar la movilización de individuos de sus hogares a sus puestos de trabajo como aproximar el empleo a los hogares) para propiciar esta equidad en todos los sectores poblacionales.

Existen hasta el momento cinco SAC en la Ciudad de México (CDMX), siendo el SAC Granadas una zona que ha despuntado en los procesos de regeneración debido al gran número de inversión privada impulsada por el sector empresarial, además de los nuevos atractivos que ofrece, se ha consolidado como una zona exclusiva de la ciudad, que servirá como el área ideal para desarrollar esta investigación.

Particularmente para catalogar a una intervención como un megaproyectos de RUI deberá cumplir con ciertas características como son: ser una operación de renovación urbana de gran escala, estar orientada a la transformación física y funcional de un área estratégica relegada por el declive de los usos funcionales para adaptarla a los nuevos requerimientos de acumulación y consumo que plantea el capitalismo en su fase actual (Cuenya, 2020), y por último e indispensable, contar con la participación de tres actores para su configuración y creación, que son el sector público, privado y social; el SAC Granadas, al cumplir con todas ellas nos ha permitido clasificarlo dentro de esta categoría (Figura 4.3).

Algo a destacar, es el rol que juega el mercado inmobiliario como agente en la reestructuración urbana. La importancia, además de estudiar un espacio como este, es el conocer el actual desarrollo urbano de la CDMX, que por un lado muestra cómo el mercado inmobiliario dinamiza y dicta el desarrollo de una ciudad, y por otro deja clara la ausencia de herramientas que faciliten el informar a la población sobre los resultados de este tipo de intervención, ya que hasta el momento, no se cuenta con resultados certeros sobre el cumplimiento de sus objetivos y los beneficios o problemáticas urbanas que se generan en la zona.

DELIMITACIÓN SAC GRANADAS EN ALCALDÍA MIGUEL HIDALGO

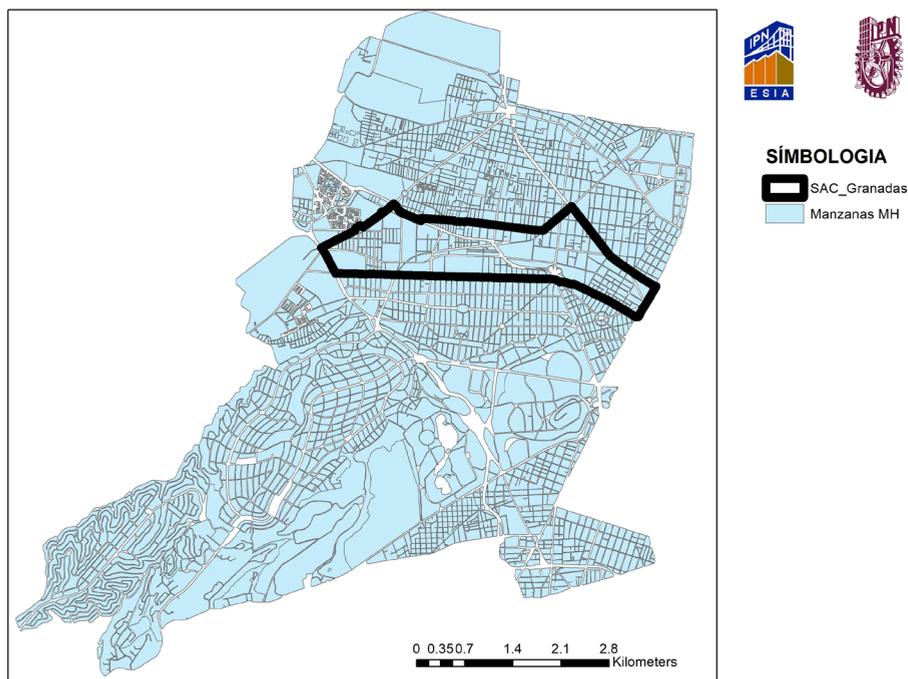


Figura 4.3. Delimitación del SAC Granadas dentro de la alcaldía Miguel Hidalgo.

Fuente: Elaboración propia.

### Desarrollo de la propuesta de evaluación

De acuerdo a lo expuesto por Hernández (2014), esta investigación se considerará como un estudio de carácter cuantitativo descriptivo. Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis; es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan estas (Hernández, 2014).

Por otra parte, se le cataloga dentro de la geografía cuantitativa, ya que de acuerdo con lo establecido por Buzai & Montes (2021), el uso de SIG relacionados a datos estadísticos, generará un notable impacto sobre los resultados obtenidos de esta investigación respecto a propuestas tradicionales, convirtiendo a las técnicas estadísticas y computacionales en herramientas del análisis geográfico. Aunado a lo anterior, dentro de la geografía cuantitativa se propone el uso de un análisis espacial, debido a que se realiza un estudio con datos distribuidos sobre la superficie terrestre, entrelazando técnicas matemáticas basadas en relaciones numéricas y estadísticas, mediante inferencias de datos que constituyen muestras representativas, además desde

un punto de vista tecnológico, el uso de SIG ubica la propuesta dentro de una escala humana con la posibilidad de integrar variables sociales y naturales que ocurren sobre una superficie terrestre delimitada (Buzai & Montes, 2021).

El principio geográfico sobre el cual actúa esta investigación derivada del análisis espacial, es el de la asociación espacial, que de acuerdo a Buzai & Montes (2021), compara distintas distribuciones espaciales en variadas distancias de vecindad. La forma más clara es el análisis visual que se puede lograr con la superposición cartográfica de distribuciones espaciales.

Esta investigación pretende conformar una herramienta que facilite la evaluación de los megaproyectos de RUI en la CDMX, manipulando datos estadísticos y representándolos a través del uso de SIG, permitiéndonos llegar a un análisis espacial para identificar si existe una asociación espacial entre la delimitación de polígonos de SAC y el desarrollo urbano sostenible de la zona delimitada, corroborando el cumplimiento de objetivos planteados por los SAC.

El desarrollo propuesto de la herramienta de evaluación estará dividido en cuatro grandes campos:

1. Físico.
2. Social.
3. Económico.
4. Medioambiental o sustentable.

El presente desarrollo metodológico se ha enfocado únicamente en el campo número uno, es decir, el medio físico de la intervención de RUI, como ya se ha mencionado, gran parte de las evaluaciones se centran en este campo debido a que es un factor catalizador de las demás áreas, sin embargo, el propósito general es llegar a la evaluación integral.

El proceso en este primer campo, se abordó con la información obtenida de los censos realizados por el INEGI en 2010 y 2020, y con la asistencia del software ArcGIS, herramienta de los Sistemas de Información Geográfica (SIG); se realizó una comparativa que plasmó el incremento o disminución de diversos indicadores relacionados con los objetivos propuestos por el SAC Granadas, ya sea población, infraestructura, o servicios, entre otros.

El primer paso fue acceder a la página web del INEGI para buscar las bases de datos de los censos del 2010 y 2020 de la CDMX, delimitando la información a la alcaldía Miguel Hidalgo (MH), donde se encuentra el polígono de intervención SAC Granadas, para después descargar el shapefile<sup>2</sup> de esta

---

2 Shapefile formato sencillo y no topológico que se utiliza para almacenar la ubicación geométrica y la información de atributos de las entidades geográficas.

alcaldía, eliminando información no útil para esta investigación. Los indicadores propuestos surgieron, como ya se había mencionado, de los objetivos planteados por la SEDUVI para el SAC, y se ligaron mediante el Software ArcGIS, lo que permitió organizar, analizar y recopilar la información estadística sobre una base geográfica proveniente de ambos censos, esto con el objetivo de realizar una comparativa de la población e infraestructura de la zona, para mapearlo y generar el razonamiento espacial que sirvió para corroborar o refutar la hipótesis planteada.

Una vez obtenido el “shapefile”, se vinculó al programa ArcCatalog la carpeta que contiene la capa de información sobre la alcaldía MH en formato .shp, esta se exportó mediante la herramienta “Add Data” al ArcMap (esta tipología de archivo plasma únicamente información geográfica de la zona mediante puntos, líneas y polígonos).

Posteriormente para la información estadística de los censos 2010 y 2020, se vinculó a ArcCatalog con el mismo procedimiento del “shapefile”, pero ahora la información era en formato .xls, donde se reflejó toda la información numérica relacionada a los indicadores cuantificables de lo que se pretendía comparar.

Después, se procedió a revisar la información contenida en la tabla de atributos de cada uno de los “shapefiles”, ya que posteriormente se realizó una unión de ambos mediante la herramienta “join”, en este caso, la columna guía fue la denominada con el encabezado CEVEGO.

Una vez vinculada la información geográfica con la información estadística, se procedió a realizar un “join” entre la información del censo 2010 y 2020, obteniendo una tabla de atributos con los datos necesarios en ambos periodos de tiempo.

Tras realizar la primera comparación sobre el objetivo de aumentar la población residente dentro de la zona, se aplicó la siguiente fórmula para conocer la tasa de crecimiento poblacional:

$$r = \left( \frac{Pt - Po}{Po} \right) 100$$

Donde:

$r$  = Tasa de crecimiento poblacional

$Pt$  = Población 2020 (POBTOT20)

$Po$  = Población 2010 (pobtot10)

100 = Porcentaje

Para insertar dicha fórmula en el programa ArcMap, fue necesario situarse sobre tabla de contenido en la capa realizada con el “join” de datos de 2010 a 2020; con un clic derecho se abrió la tabla de atributos y en el menú de la tabla se seleccionó el icono “table options”; posterior a eso, se eligió de las opciones desplegadas “Add file” y en el sub menú se generó un nuevo campo que se denominó, en este caso, “incremento poblacional”; sobre la opción “type” se seleccionó “double” y en el campo “field properties” que desplegó “precisión” y “scale”, se ajustó con las cantidades 15 y 6 respectivamente, las cuales ayudaron con la precisión de decimales en nuestra operación.

Una vez realizado este procedimiento, se situó sobre el campo añadido “incremento poblacional” al final de la tabla de atributos, y con el cursor sobre el encabezado, con un clic derecho sobre el mouse, se desplegó el menú donde se seleccionó “field calculator”, lo cual permitió el uso de la fórmula del “incremento poblacional”, con la finalidad de conocer el porcentaje de aumento de habitantes en las colonias delimitadas por el SAC; en este submenú, se seleccionó, como indica la fórmula, la población total del año 2020 “POBTOT20”, menos la población total del 2010 “pobtot10”, entre la población total de 2010 “pobtot10”, multiplicando este resultado por 100,  $((POBTOT20-pobtot10)/pobtot10)*100$ , el resultado plasma el incremento poblacional dentro del área delimitada y, por último, se tematizó para representar en el mapa dicho aumento o disminución (Figura 4.4).

### **Primeros efectos cuantificables de la evaluación de megaproyectos de RUI**

Uno de los principales propósitos de los proyectos de regeneración urbana es mejorar la calidad de vida en áreas urbanas vulnerables, por lo cual la evaluación de su impacto tiende a comparar los cambios en la calidad de vida de los residentes respecto a su estado previo a la ejecución del proyecto, aunque esta comparación en ocasiones no resulta completamente fiable, puesto que la transformación puede que se deba a otras circunstancias distintas al proceso de regeneración urbana (Rhodes y Tyler & Brennan, 2005, citado en Rubio & Ureña, 2021), por ello es fundamental plantear la evaluación como algo primordial, teniendo en cuenta que la elección correcta de indicadores relacionados a la RUI, impactará directamente sobre la fiabilidad de la evaluación.

Aunado a la selección de indicadores, la representación de procesos y resultados mediante el uso de SIG, es contundente para el desarrollo de este estudio, ya que al relacionar la información estadística de los censos de los años 2010 y 2020 del INEGI, se logra el propósito de representar gráficamente las mejoras físicas y cambios ocurridos en esta temporalidad dentro de la zona denominada SAC Granadas; el uso de datos numéricos y estadísticos contribuye a la precisión de la herramienta, pero además se deja abierta la posibilidad de trabajar a futuro con técnicas cualitativas para medir otras características que no lograron ser valoradas con la información estadística recabada.

Dentro del aspecto físico se evaluó la evolución e incremento poblacional, como primer objetivo planteado específicamente por los SAC, el cual enuncia la SEDUVI de la siguiente manera:

1. Aumentar la población residente dentro de la zona y decremento de población flotante.

Los resultados preliminares arrojan que el polígono denominado como SAC Granadas ha tenido un incremento poblacional importante, a diferencia de otras zonas en la alcaldía Miguel Hidalgo, como se muestra en la Figura 4.4.

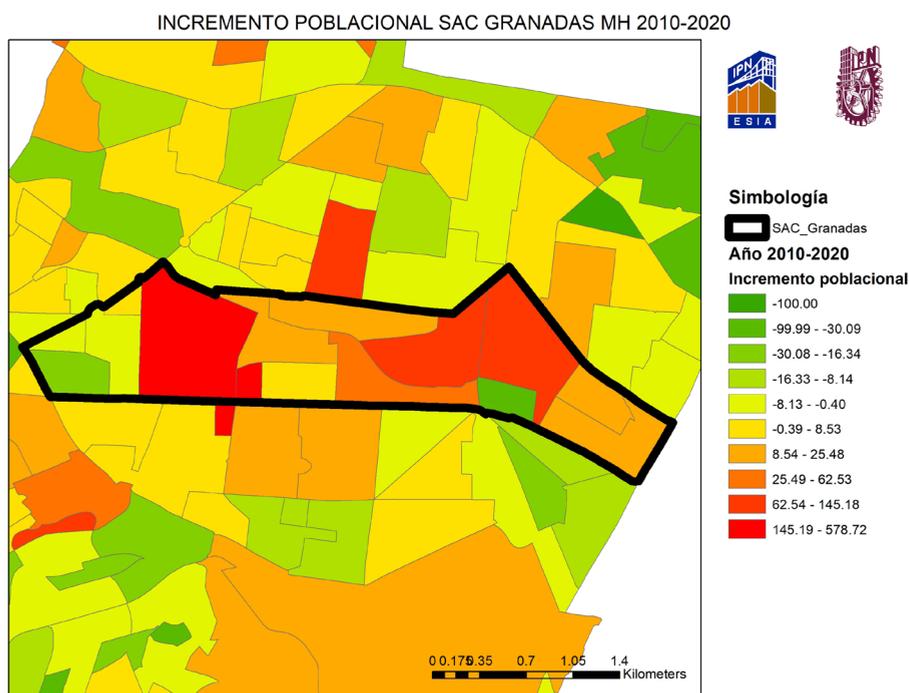


Figura 4.4. Incremento poblacional 2010-2020 en SAC Granadas alcaldía Miguel Hidalgo CDMX. Fuente: Elaboración propia.

Esto confirma que efectivamente el primer objetivo propuesto por esta intervención se cumplió al encontrar hasta un 578.72% más de población residente, lo que demuestra también el surgimiento de un nuevo núcleo poblacional en la alcaldía, ya que la sociedad de un determinado estrato social está acogiendo este tipo de intervención.

Aunado a esto no se puede omitir que este incremento inédito en la zona que se podría considerar como “controlado”, conseguiría traer consigo repercusiones y problemas sociales que aumentan el riesgo de una catástrofe en el peor de los escenarios, que alejaría a la intervención de conseguir una condición cercana a la sostenibilidad.

Asimismo, el mapa brinda más información que únicamente la del incremento poblacional, ya que se observa que en zonas contiguas al polígono se está generando también este incremento poblacional, lo que lleva al surgimiento de nuevas incógnitas, tales como si la delimitación del polígono fue la correcta o si la implementación de este instrumento ha flexibilizado la normativa de otras áreas, por la gran demanda que se produjo debido al beneficio que generó para el sector inmobiliario.

El segundo indicador evaluado en relación a los objetivos planteados, es sobre el incremento y mejora de infraestructura; este se abordó con información geográfica previamente descargada del “shapefile” de la alcaldía Miguel Hidalgo, para esto, el polígono del SAC ya había sido creado, así que se cargó sobre una nueva capa con la información de la alcaldía y se procedió a la delimitación del parque ferrocarril de Cuernavaca (FFCC) y parque Lago Alberto. Se inició creando un “shapefile” nuevo con el nombre de cada parque y se cargó desde “ArcCatalog”, posteriormente se activó el editor y se seleccionó “start editing”; en la barra de edición se seleccionó “create features”, y en el submenú donde aparece la capa con el nombre FFCC Cuernavaca, se seleccionó crear polígono, del cual emerge un puntero que nos permitió crear el polígono; dando doble clic en el último punto del polígono y en el menú editar, se seleccionó “stop editing”, para finalizar.

Una vez realizado lo anterior, el geoproceto para conocer la accesibilidad a espacios públicos, es el denominado “análisis de localización”, el cual fue realizado mediante un “buffer”, que en el ámbito de los SIG, es una zona de influencia, es decir, un polígono que encierra el área de dominio, resultante de dar una determinada distancia en torno a un objeto o polígono geográfico, utilizándose frecuentemente para procesos de análisis espacial.

Para este indicador, definiremos la accesibilidad al espacio público, como la búsqueda de la inclusión de todos los ciudadanos a los espacios públicos y privados, debiendo ser integral y garantizar no sólo la mera accesibilidad, sino también la circulación, utilización, orientación, seguridad y funcionalidad (Olivera, 2006, citado en Ipiña, 2019). Aunado a esto, la clasificación de los espacios públicos evaluados, se realizó con lo que la NOM-001-2021 de la SEDATU plantea sobre espacios públicos en asentamientos humanos. Tabla 4.3.

Tabla 4.3. Clasificación del espacio público por la escala de servicio que brindada.

Área	Clasificación	Distancias a la población directamente beneficiada*	
		Distancia máxima de la vivienda a un solo espacio público (aislado) $D_1$	Distancia máxima de la vivienda a cada espacio público cuando son dos o más (incorporados al sistema) $D_2$
0.01 a 2 ha	A-1	400 metros	500 metros
2 a 5 ha	B-2	600 metros	800 metros
5 a 10 ha	C-3	800 metros	1,200 metros
10 a 50 ha	D-4	2,000 metros	2,500 metros
más de 50 ha	E-5	12 kilómetros	

NOTA: Las distancias máximas se consideran medidas en terreno plano. El municipio o gobierno podrá modificar estas distancias de acuerdo con el caso particular de cada espacio y justificándolo con la fotografía en la que se encuentra y el gasto energético que representan sus recorridos

Esta clasificación se refiere al área de influencia de un espacio público como resultado de su oferta en área, servicios y equipamiento. Se reconoce que existen otros factores simbólicos, cualitativos y patrimoniales que pueden aumentar significativamente la influencia del espacio público en su esfera y trascender el nivel que le asigna esta clasificación.

De acuerdo a lo anterior y a las características de los espacios evaluados, que son el parque lineal Ferrocarril de Cuernavaca y el parque Lago Alberto, la clasificación que les corresponde es A1, que al estar próximos conforman un sistema, el cual amplía su radio de influencia a 500 m.

Como antecedente se menciona que el polígono intervenido era una zona industrial, por lo cual, el aprovechamiento de las vías del tren y sus márgenes para transformarlo en un parque lineal, es una opción conveniente si lo que se pretende dentro de la regeneración es la reutilización y re potencialización del suelo; el resultado es una área de influencia con un radio de 500m, representado en la Figura 4.5.

El mapa nos muestra que la mayor parte de la población está dentro del área de influencia de los nuevos parques, sin embargo, hay zonas no cubiertas, además de que al analizarlo de acuerdo a la densidad poblacional de la zona, no cumple la recomendación de 9.00 m<sup>2</sup> por habitante que propone la Organización Mundial de la Salud (OMS); conjuntamente, el incremento poblacional exponencial con el que cuenta la zona, ha disminuido la posibilidad de cumplir con el objetivo planteado.

Definitivamente es necesario, por lo tanto, continuar con el desarrollo de esta propuesta de evaluación para determinar si se está cumpliendo con los objetivos de esta modalidad de intervenir la ciudad. Hasta el momento son cinco SAC los desarrollados en la ciudad, pero se espera que incrementen si la aceptación por parte de la sociedad aumenta, pues también resulta ser una opción muy atractiva para el mercado inmobiliario, ya que se están generando ganancias para el sector privado a través de esta intervención, lo que nos demuestra, una vez más, que el sector económico lleva la batuta en cuanto a la construcción y regeneración de nuestra ciudad.

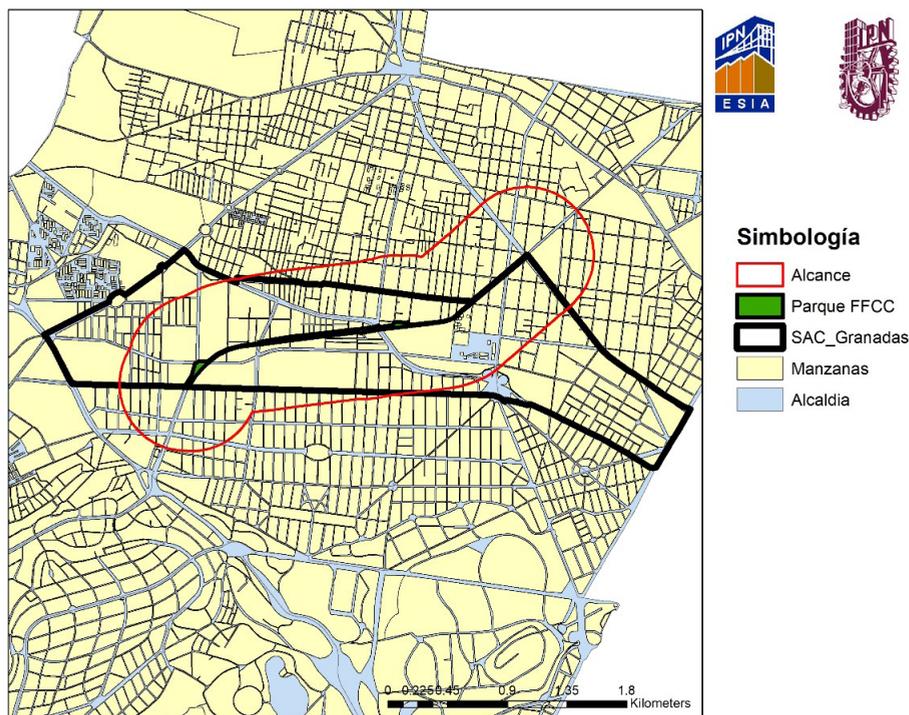


Figura 4.5. Accesibilidad al espacio público SAC Granadas, alcaldía Miguel Hidalgo CDMX. Fuente: Elaboración propia.

### La importancia de implementar un modelo de evaluación de megaproyectos de RUI

La tendencia de la RUI se dirige a los megaproyectos, es decir, a la intervención de zonas a gran escala, implementada principalmente por el sector inmobiliario para generar un beneficio económico más que para resolver los problemas actuales de la ciudad.

Existen una cantidad limitada de metodologías en otras latitudes para evaluar la RUI, sin embargo, el contexto socio cultural e idiosincrasia de cada

país, no permitirá implementar metodologías externas como tal, pero sí podrán servir como un precedente que ayude a consolidar una herramienta específica para México, facilitando la participación ciudadana e interinstitucional.

Bajo ninguna argumentación científica o política puede ser homogéneo el significado de la calidad de vida para todas y cada una de las ciudades del mundo. El derecho a la identidad, a la diferencia y a la diversidad no es negociable. Significando ello que la replicabilidad de las experiencias exitosas debe hacerse con responsabilidad (León, 2013).

Por ello, para garantizar el éxito del modelo de evaluación propuesto, es importante acotar escalas, temporalidad e indicadores determinantes en el proceso de evaluación. En algunas otras propuestas, los indicadores básicos suelen enfocarse en varios aspectos, siendo el más contundente el entorno físico, valorando por ejemplo, la calidad y cantidad del espacio público en la zona, las características de la vivienda o la dotación de servicios existentes, sin embargo, se minimizan aspectos relacionados a la vida pública, como por ejemplo la calidad de vida, aspectos demográficos, sociales y económicos, lo cual es primordial en esta propuesta para llegar a una integralidad (Navarro, Echaves & Moya, 2015a, citado en Rubio & Ureña, 2021).

Otro factor clave del enfoque actual de regeneración, es incluir al usuario desde la planeación, ejecución del proyecto y entrega del mismo, para así incrementar las posibilidades de éxito, asegurando que este tipo de intervenciones produzcan una apropiación por parte de la población beneficiada y en el mejor de los escenarios la institucionalización por parte del estado.

Considerar estos factores determinantes, podría incrementar las posibilidades de éxito de los programas de intervención; la implicación de profesionales encargados de la gestión de los procesos en todas sus fases, es también uno de ellos, debido a que favorecen a una conveniente planificación que traerá consigo la consideración de su realidad geográfica, por ello, evaluar tendría que ser un complemento imprescindible de los megaproyectos de RUI, con el cual se obtenga información sobre los rendimientos y logros obtenidos planeados o no, de las áreas intervenidas.

Es relevante señalar que existe la posibilidad de crear efectos adversos o los deseables asociados a este tipo de intervención, en los cuales, una vez realizado el proceso de regeneración urbana en barrios con vivienda social, se produce gentrificación, esto es común cuando los barrios intervenidos son relativamente centrales, al contrario de lo sucedido al intervenir barrios periféricos (Leal, 2004; Leal & Sorando, 2013 citado en Rubio & Ureña, 2021). Podría suceder que la centralidad facilite el contagio de barrios consolidados

cercanos de estratos medios a altos y viceversa, mientras que en la periferia se dificulta por ser mayormente de estratos bajos y que además es menos posible que la regeneración ocurra en estas áreas periféricas, ya que carece de atractivo para el sector inmobiliario, estos efectos adversos aún no son descritos debido a que la investigación no concluye, sin embargo es un objetivo más describirlos y enfocarse no únicamente en las bondades y beneficios de la intervención sino también dar a conocer aspectos negativos o no planeados.

Además, es importante hacer notar que el neoliberalismo ha favorecido la presencia del capital privado como líder en los procesos de transformación y mejora de la ciudad degradada (Nabarro, 1980), es decir el sector privado está liderando la creación y renovación urbana, y si bien existen instancias y normas que regulan y guían en el proceso de planeación de proyectos, no existe un instrumento que califique sus resultados y evidencie en donde se puede mejorar.

Por último, las nuevas tecnologías como los SIG aportarán una mejoría en la evaluación de dichas intervenciones, arrojando una gran cantidad de información y datos que de la mano de técnicas cuantitativas podrían generar una evaluación integral de diversos aspectos. El tratamiento digital de la información urbana con SIG, genera una novedosa visión de la realidad, una nueva perspectiva para las ciencias que requieren de representar un componente espacial y que tradicionalmente no era posible o se dificulta por la escala y la obtención de información estadística para su vinculación.

## Referencias

- Bustos, P. M. (2020). Trayectoria, evolución y configuración de la regeneración urbana en Chile: del higienismo a la equidad territorial. *Revista*, 180, 75-90.
- Buzai, G. D., & Montes, G. E. (2021). *Estadística espacial: fundamentos y aplicación con sistemas de información geográfica*. Impresiones Buenos Aires Editorial.
- Córdoba, H. R. (2021). Regeneración urbana en Tudela de Navarra, el caso de Lourdes Renové. *Ciudad y territorio estudios territoriales*, 53(209), 847-854.
- Cuenya, B. (2020) *Grandes Proyectos Urbanos: Conceptos clave y casos de estudio*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Diener, E., & Such, E. (1997). Measuring quality of life: economic, social and subjective indicators. *Social indicator research*, 189-2016.

- Fernández, G. J. (2011). Recuperación de los estudios del futuro. *Ciudad y territorio estudios territoriales*, 11-32.
- Gibson, F., & Prathers, J. (1977). *Does Anything Work? Evaluating Social Programs*. Beverly Hills (EEUU). Sage Publications.
- Guerrero, A. J. P. (1995). La evaluación de políticas públicas: enfoques teóricos y realidades en nuevos países desarrollados. *Gestión y política pública*, vol. IV, 47-115.
- Hernández, A. A. (2015). Recuperando la ciudad. Estrategia para el diseño y la evaluación de planes programas de regeneración urbana integrada. Madrid: Instituto Juan de Herrera (IJH).
- Hernández, S. R. (2014). *Metodología de la Investigación*. Sexta edición Mc Graw Hill Education, Interamericana.
- Ipiña, G. O. I. (2019). Accesibilidad y sensibilización ciudadana en el espacio público. *Bitácora Urbano Territorial*, 29 (1): 155 - 161.
- León, A. S. (2013). *Indicadores de tercera generación para cuantificar la sostenibilidad urbana. ¿Avances o estancamiento?* EURE, 173-197.
- Montes, L. P. (2001). *El ordenamiento territorial como opción de políticas urbanas y regionales en América Latina y el Caribe*. Chile: Naciones Unidas, CEPAL.
- Nabarro, R. (1980). *The Town Planning Review*. Liverpool University Press, Vol. 51, No. 1: 25-38.
- Orduña, G. M. A. (2013) Barrios y Sostenibilidad. La aplicación de criterios sociales, medioambientales y económicos en el diseño y evaluación de procesos de regeneración urbana sostenible. Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo. V Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo, Barcelona-Buenos Aires.
- Paquette, V. C. (2020). Regeneración urbana un panorama latinoamericano. *Revista INVI*, 38-62.
- Pérez, L. R. (2019). *Producción de la ciudad en tiempos de globalización. Impactos socioterritoriales de los megaproyectos*. Bitácora Urbano Territorial, 13-22.

Roberts, P., & Sykes, H.(2008). Urban Regeneration, a handbook. SAGE Publications Ltd, London EC1y 1SP.

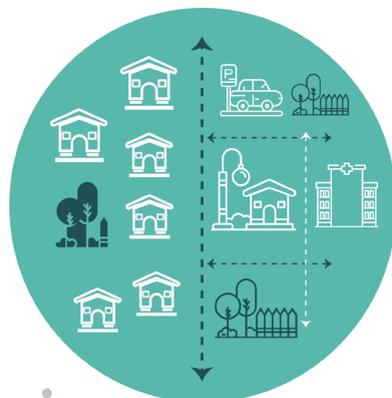
Rodrigues, M. R. (2001). *Régénération urbaine: variations sud-européennes. L'Information Géographique*, 321-339.

Rubio, H. E., & Ureña, F. J. (2021). Evaluación de la efectividad en la regeneración urbana de nuestras ciudades, lecciones aprendidas. *Ciudad y territorio estudios territoriales*, 47-64.

Secretaria de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Ciudad de México (SEDUVI) (2016). [http://www.data.seduvi.cdmx.gob.mx/portal/docs/SAC/Seduvi\\_SAC\\_pdf.pdf](http://www.data.seduvi.cdmx.gob.mx/portal/docs/SAC/Seduvi_SAC_pdf.pdf)

# Línea temática 2

## Estructuras Urbanas



## Capítulo V. Mortalidad por COVID-19 y segregación residencial

Ricardo Gómez Maturano<sup>1</sup>

### Introducción

La actual pandemia de COVID-19 ha infectado a nivel mundial a más de 308,458,509 personas y causado alrededor de 5,492,595 defunciones; en el caso de México hasta el 11 de enero del 2020 se infectaron más de 4,170,066 de personas y causado 300,574 defunciones (Secretaría de Salud, 11 de enero 2022). A la par de esto, Brown, Lewis & Davis (2021) señalan que se ha mantenido en algunos medios de comunicación un discurso de que el COVID-19 es “un gran igualador”, en el que la posición social no afectaría la vulnerabilidad.

Sin embargo, a medida que la pandemia se continúa desplegando, se han hecho evidentes desigualdades sociales en los casos confirmados y las muertes. Por ejemplo, en México en lo que se refiere a la letalidad, en los municipios pobres no urbanos la letalidad era un 74% superior a la de los municipios ricos y un 18% superior a la de los municipios pobres urbanos, es decir, en cuanto mayor es la pobreza, mayores son la letalidad y la mortalidad (Hernández, 2021). Este y otros estudios han despertado el interés en la comunidad de investigadores y el público en general, puesto que los factores sociales, como la desigualdad social, la pobreza y la segregación pueden exacerbar la pandemia en el mundo, y en México también. Por ejemplo, Brown, Lewis & Davis (2021) en un estudio sobre la segregación residencial racial y la vulnerabilidad al COVID-19 en Estados Unidos demostraron que la carga de la pandemia no se ha distribuido por igual.

En particular sobre la segregación residencial, Ezell, Griswold, Chase & Carver (2021) señalan que “la pandemia en curso es otra situación en la que una calamidad aparentemente natural se ve agravada por sistemas históricamente arraigados de desigualdad socioespacial”. Es decir, los factores que contribuyen a los dispares efectos del COVID-19 son raciales, étnicos y socioeconómicos, y son parte de una historia expansiva y continua de política social opresiva y geopolítica marginadora. Esta historia se caracteriza por las desigualdades espaciales generadas institucionalmente, forjadas a través de procesos de segregación residencial y planificación urbana negligente.

---

1 Profesor e Investigador en el Instituto Politécnico Nacional, ESIA Unidad Tecamachalco, SEPI. Doctor en Urbanismo, UNAM. Maestro en Ciencias en la Especialidad de Arquitectura e Ingeniero Arquitecto, IPN. Correo: rgomezma@ipn.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8027-8648>

### **Ciudad y mortalidad por COVID-19**

En la búsqueda de establecer la relación entre la ciudad y la mortalidad, se han desarrollado estudios sobre todo en el mundo anglosajón; al respecto, Tian, Zhang, Hu, Jiang, y Duan, Li & Zhang (2021) buscaron factores de riesgo asociados con la mortalidad en 3,125 condados de los Estados Unidos. En este trabajo encontraron que influyen: la densidad, el porcentaje de la fuerza laboral que conduce sólo al trabajo, el porcentaje de la fuerza laboral que tenía más de 30 minutos de viaje, el porcentaje de adultos que informaron dormir menos de 7 h en promedio, la población residente, el porcentaje de hispanos, la población femenina, y el índice de segregación.

Asimismo, se develaron disparidades en cuanto a raza y etnia en las poblaciones infectadas. Estos autores señalan que en otros estudios, se habla de que los negros eran propensos, y los entornos de vida de las minorías raciales/étnicas estaban más aglomerados, lo que dificultaba el distanciamiento social. Sin embargo, en su estudio encontraron que los hispanos eran más vulnerables (estos datos se justifican porque hay una mayor investigación que estudia la disparidad racial en la mortalidad). Por otro lado, el índice de segregación entre blancos y no blancos reveló la disparidad racial en la salud, lo que lleva a diferencias en el estado de salud no solo a nivel individual sino también a nivel comunitario. Valores más altos en el índice de segregación indicaron un estado de salud deficiente, lo que puede aumentar la mortalidad (Tian, Zhang, Hu, Jiang, y Duan, Li & Zhang 2021).

En resumen, a mayor segregación de la población hispana, había una mayor probabilidad de riesgo de muerte en todos los condados infectados; y en el mismo sentido, que a valores más altos en el índice de segregación, había un mal estado de salud, lo que podía aumentar la mortalidad (Tian, Zhang, Hu, Jiang, y Duan, Li & Zhang, 2021).

Otro estudio desarrollado por Porter, Desai, George, Coughlin & Moore (2021) demostraron que, en la ciudad de Nueva York, distritos como el Bronx exhibieron el mayor número de hospitalizaciones y muertes, estas ocurrieron a pesar de tener densidades de población más bajas, una población general más joven y un número adecuado de camas de hospital en comparación con los más ricos como Manhattan. La mortalidad parece estar más relacionada con la segregación residencial, que a factores que se pensaban aún más determinantes como la alta densidad, una población envejecida y servicios médicos insuficientes.

Abundando en lo anterior, las disparidades raciales identificadas en las primeras 7 semanas de la pandemia, persistieron en los meses siguientes y después de la reapertura en todo el Estado. Los condados con un porcentaje

mayor de residentes negros, tenían tasas de mortalidad mensual marcadamente más altas a pesar de las fluctuaciones en la incidencia, en comparación con los condados con menos residentes negros. Además, los condados en el cuartil más alto de mortalidad desde la reapertura, tendieron a mostrar una mayor proporción de residentes negros, residentes masculinos, sin educación, consumidores de tabaco y residentes con un nivel de pobreza más bajo en comparación con aquellos en los cuartiles de mortalidad más bajos. Para los condados con la mayor proporción de residentes negros, las probabilidades de experimentar una mortalidad más alta fueron 20 veces mayores en comparación con los condados más diversos (Porter, Desai, George, Coughlin & Moore, 2021).

Han surgido teorías fisiológicas para los resultados dispares en COVID-19, en particular, una expresión diferencial entre razas, con una respuesta inmune proinflamatoria más grande durante la infección. Las desigualdades estructurales y los sesgos sistémicos anteriores a la pandemia, también han cobrado fuerza como explicación de las marcadas diferencias en la incidencia y mortalidad. Las personas con ingresos más bajos tienen más probabilidades de tener “empleos esenciales” determinados por el Estado, como servicio de alimentos, supermercados, trabajadores sanitarios y servicio al cliente minorista/en la tienda, por lo tanto, estos trabajadores corren un mayor riesgo de exposición a través del contacto común con la población general, en comparación con alguien de nivel socioeconómico más alto, que puede trabajar en una oficina independiente (Porter, Desai, George, Coughlin & Moore, 2021).

En particular sobre la segregación residencial y racial, Brown, Lewis & Davis (2021) encontraron que, en la ciudad de Washington DC, los afroamericanos representan 46% de la población, pero constituyen el 75% de las muertes relacionadas con el virus. Esto lo explican por dos razones, afecciones de salud preexistentes y los afroamericanos tienen más probabilidades de tener ocupaciones en la primera línea. En mayor profundidad, en los resultados, los investigadores señalan que los vecindarios afroamericanos y económicamente desfavorecidos recibieron menos pruebas por cada 1000 residentes en comparación con los vecindarios blancos y económicamente favorecidos.

En la misma tendencia un estudio de Yu, Q., Salvador, C. E., Melani, I., Berg, M. K., Neblett, E. W., & Kitayama, S. (2021) de 100 áreas metropolitanas en los Estados Unidos, encontraron que a una mayor segregación racial se asoció una mayor incidencia y muertes por COVID-19. Y esta asociación fue más pronunciada para las ciudades segregadas racialmente y que también tenían una alta desigualdad de ingresos. En general, se puede identificar que en la literatura emergente en el mundo anglosajón se encuentra que la segregación racial y económica son determinantes en el impacto que tiene la pandemia.

Los resultados de las investigaciones anteriores son consistentes con la teoría de la causa fundamental. De acuerdo a Brown, Lewis & Davis (2021) esta teoría, plantea que las razas marginadas y las poblaciones económicamente desfavorecidas, tienen más probabilidades de sufrir nuevas enfermedades y es menos probable que tengan acceso a suficientes recursos para preservar la salud. En particular, habla de que el privilegio de los recursos acumulados determina la capacidad de evitar algunos daños. Como se ha demostrado con la pandemia, los recursos clave como el conocimiento, el dinero, el poder, el prestigio y las conexiones sociales beneficiosas pueden utilizarse sin importar cuáles sean los factores de riesgo y de protección en una circunstancia determinada (White, Hao, Yu & Thorpe, 2021).

En mayor profundidad, White, Hao, Yu & Thorpe (2021) señalan en su estudio, que las estructuras racistas, como la segregación residencial, pueden desempeñar un papel en la capacidad de los negros en áreas segregadas, para llevar a cabo con éxito el distanciamiento requerido para prevenir la propagación. En particular, su estudio encuentra que la segregación puede tener un efecto en la movilidad y contribuir a las tasas de exposición y la incidencia, por ejemplo, el informe sobre comportamientos laborales muestra que, en comparación con aproximadamente el 30 % de los trabajadores blancos que podrían trabajar desde casa si fuera necesario, solo el 19,7 % de los trabajadores negros y el 16,2 % de los trabajadores latinos podrían hacerlo. Este déficit en las oportunidades de empleo en el hogar, junto con una sobrerrepresentación de las poblaciones negras en campos de “empleos esenciales”, así como en las industrias de servicios y hospitalidad, puede explicar el por qué (durante y después de la relajación de las restricciones de COVID-19 y el regreso del empleo en estos campos) se aprecia un aumento elevado de la movilidad en los condados segregados, ya que se requirieron viajes más largos para realizar el trabajo fuera de las áreas de vivienda segregadas. A esto se suma que estas áreas a menudo se ven privadas de los recursos necesarios, y desde luego, en la obtención de productos básicos; así, las explicaciones adicionales de los efectos presentados, pueden relacionarse con los recursos fuera de las áreas segregadas que vuelven a estar disponibles una vez que disminuyen los requisitos de quedarse en casa.

Estas causas fundamentales operan en gran medida a través de la segregación residencial racial, un mecanismo institucional de racismo que representa la separación física de las residencias por raza y está vinculado a las oportunidades económicas; así, el riesgo de enfermedad asociado con la segregación, no se debe intrínsecamente a vivir junto a personas de una raza o condición económica específica, más bien, las asociaciones son el resultado de la concentración de la desventaja social y la desinversión sistemática en comunidades marginadas (Brown, Lewis & Davis, 2021).

En comparación con los Estados Unidos, donde la segregación residencial según condición étnica y racial es muy marcada, las ciudades latinoamericanas presentan un panorama distinto, donde los estudios se han concentrado en lo socioeconómico (Sabatini, 2006). La importancia de la segregación residencial en Latinoamérica para Rodríguez & Arriagada (2004) está en las adversidades que se le imputan cuando su raíz es socioeconómica, es decir, cuando se trata de segregación residencial socioeconómica. A grandes rasgos, esta actúa como mecanismo de reproducción de las desigualdades socioeconómicas; al aislar a los pobres, genera un contexto cotidiano sólo de pobreza y pares pobres, estrechando sus horizontes de posibilidades, sus contactos y sus probabilidades de exposición a ciertos códigos, mensajes y conductas funcionales a una movilidad social ascendente.

Por lo tanto, a diferencia de los estudios anglosajones, donde la segregación residencial racial está relacionada con una mayor mortalidad por COVID-19 (Tian, Zhang, Hu, Jiang, y Duan, Li & Zhang, 2021; Porter, Desai, George, Coughlin & Moore, 2021; Brown, Lewis & Davis, 2021; Yu, Salvador, Melani, Berg, Neblett, & Kitayama, 2021), en el caso de Latinoamérica, los estudios deben explorar cómo la segregación residencial socioeconómica puede llegar a explicar la mortalidad por COVID-19. Entendiendo que en el fondo, la segregación residencial racial y la segregación residencial socioeconómica, son explicadas por el privilegio de los recursos acumulados que señalan White, Hao, Yu & Thorpe (2021), los cuales son: el conocimiento, el dinero, el poder, el prestigio, las conexiones sociales beneficiosas, y que estas causas fundamentales operan en gran medida a través de la concentración espacial de la desventaja social y la desinversión sistemática en comunidades identificadas por Brown, Lewis & Davis (2021).

### **Segregación residencial y mortalidad en la CDMX**

En este estudio se exploró la relación entre la segregación residencial socioeconómica y la mortalidad por COVID-19. Para lo cual, el estudio precisa de decisiones de orden metodológico (Préteceille, 2000) vinculadas a tres cuestiones fundamentales: I) la definición de las categorías o grupos sociales; II) la elección de medidas estadísticas; y III) la decisión de qué unidades espaciales utilizar.

Un primer elemento, fue precisar los grupos sociales. Se estableció que en los estudios de la segregación residencial socioeconómica se recogen cuatro posturas según Gómez & Kunz (2020), las que utilizan indicadores institucionales, las que operan con una sola variable proxy de la segmentación socioeconómica, las que utilizan la variable de categorizar las ocupaciones y las que manejan los estudios de mercado, tanto su clasificación, como su metodología. Al respecto, este estudio retoma esta última, y para clasificar los

Niveles Socioeconómicos (NSE), se realizó un ponderado a partir del jefe de familia, este se elaboró utilizando los datos de los Censo General de Población y Vivienda para el 2000 y 2010, y fue construido en el laboratorio de micro datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (Tabla 5.1).

Tabla 5.1. Niveles socioeconómicos del Área Metropolitana de la Ciudad de México y su valor ponderado para el año 2010.

<b>Nivel socioeconómico</b>	<b>Porcentaje %</b>	<b>NSE</b>	<b>Valor del ponderado para el año 2010</b>
A/B	6.1	Alto	999.0 y más
C+	12.2	Medio alto	830.5 - 999
C	16.4	Medio	612.5 - 830.5
D+	38.2	Medio bajo	252.0 - 612.5
D	18.8	Bajo	87.0 - 252
E	8.3	Muy bajo	0 - 87

Fuente: elaboración propia con base en el ponderado calculado en laboratorio de microdatos del INEGI para los Censos del año 2010; y los niveles socioeconómicos propuestos por la AMAI (López, 2009).

En cuanto al segundo aspecto, la elección de medidas estadísticas. Es fundamental en primer lugar hacer algunas precisiones, la segregación residencial se conceptualizó de acuerdo a Sabatini & Sierralta (2006, p. 170) como una relación espacial, es decir, la de separación o proximidad territorial entre personas o familias pertenecientes a un mismo grupo social, como sea que este se defina. Así también, la segregación se estudió por medio de una de las dos dimensiones objetivas de la segregación residencial, el aislamiento, este mide la homogeneidad o el grado de exposición (Sabatini, Cáceres, Sierralta, & Robles, 2008).

La tercera precisión metodológica, concierne a las unidades espaciales a analizar para este estudio, esta fue una escala meso Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB). La escala de este análisis se debe a que es la configuración espacial que proporciona el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que más se acerca al tamaño de una colonia o un barrio. Esto es acorde a Rodríguez (2013, p. 104) quien señala que en EE.UU. la mayoría de los investigadores norteamericanos optan por esta escala, ya que es similar a la de un vecindario, donde se da interacción primaria y es una entidad espacial significativa tanto en términos sociológicos como para las personas que los habitan.

El análisis de la mortalidad por COVID-19 se obtuvo de dos fuentes, por un lado, las muertes por alcaldía se encontraron dentro del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE) de la Ciudad de México en el apartado

del registro civil (portal de datos abiertos de la CDMX, 2021) y por otro lado, la población total 2020 del censo del INEGI (2020), con estos datos se calculó las muertes en la CDMX por cada 100,000 habitantes por alcaldía.

A partir de la revisión bibliográfica se encontró la relación entre mortalidad por COVID-19 y la segregación residencial (Porter, Desai, George, Coughlin & Moore, 2021), así a una mayor segregación racial se asoció con la incidencia y las muertes (Yu, Salvador, Melani, Berg, Neblett & Kitayama, 2021), en particular esto se midió con el índice de segregación (Tian, Zhang, Hu, Jiang y Duan, Li & Zhang, 2021).

En este estudio, se utilizó como índice de segregación residencial el grado de homogeneidad por AGEB, así se crearon mapas temáticos de los diferentes niveles socioeconómicos con el esquema de tipología de barrios por su homogeneidad de acuerdo a Gómez & Kunz (2020). Barrio con presencia (el 20 por ciento de los residentes son del NSE estudiado); enclaves no aislados (entre el 20 y 50 por ciento de los residentes son del NSE estudiado); enclaves (entre el 50 al 70 por ciento de los residentes son del NSE estudiado); y en el último nivel está la máxima de homogeneidad, que en los estratos altos crea ciudadelas y en los bajos guetos (más del 70 por ciento son del NSE estudiado) (Gómez & Kunz, 2020).

El primer mapa analiza la distribución de las familias de mayores ingresos (AB), en él se puede apreciar una herradura de las familias de altos ingresos que se forma en las cercanías de las avenidas Insurgentes hacia el sur de la ciudad en las Alcaldías: Coyoacán, en las colonias de Jardines del Pedregal, San Ángel, Guadalupe Inn; en Benito Juárez, en las colonias del Valle, Nápoles, Narvarte; hasta llegar a la Alcaldía Cuauhtémoc, en colonias Condesa, Roma, Juárez; y sobre Avenida Reforma, en la Miguel Hidalgo, en las Colonias Polanco, Lomas de Chapultepec, Bosques de las Lomas, y hasta llegar a Santa Fe en Cuajimalpa. En las demás colonias de la ciudad están ausentes, los enclaves de este nivel socioeconómico no existen en la región Noreste y se intensifican hacia el suroeste de la CDMX (Figura 5.1).

El segundo es un mapa de calor sobre la mortalidad por COVID 19, en donde los colores oscuros muestran que existe una mayor incidencia de muertes al Noreste, en las Alcaldías de Iztapalapa, Iztacalco, Venustiano Carranza, Gustavo A. Madero y Azcapotzalco, llegando a tener hasta 380 muertes por cada 100,000 habitantes; después se puede observar una franja de colores grises donde disminuyó la mortalidad en medio de la CDMX, en las Alcaldías de Cuauhtémoc, Coyoacán y Xochimilco, teniendo en promedio 310 muertes por cada 100,000 habitantes; y por último, las zonas más claras en una delegación central como Benito Juárez y una periférica como Cuajimalpa, donde la mortalidad es menor a 200 muertes por cada 100,000 habitantes (Figura 5.2).

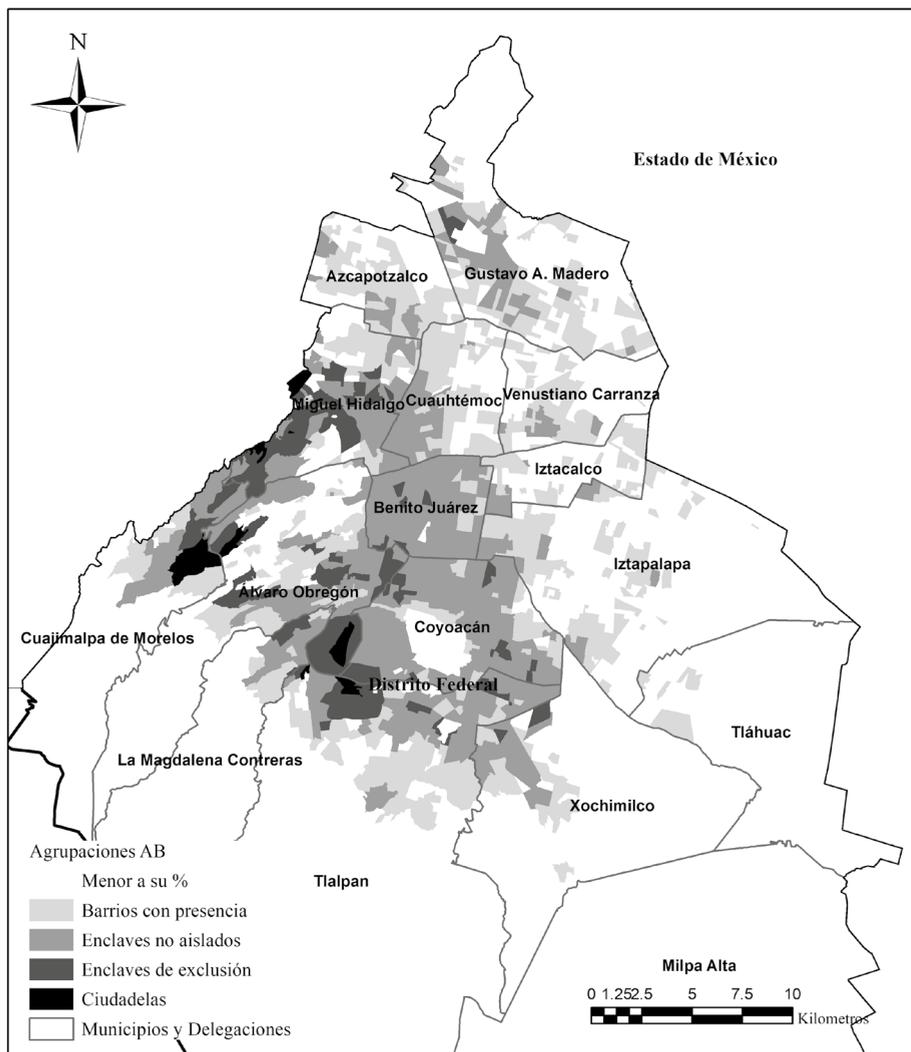


Figura 5.1. Distribución de las familias de mayores ingresos (AB). Fuente: datos de los jefes de familia clasificados en el laboratorio de micro datos del INEGI a nivel AGEB realizado con los datos del Censo de Población y Vivienda del año 2010.

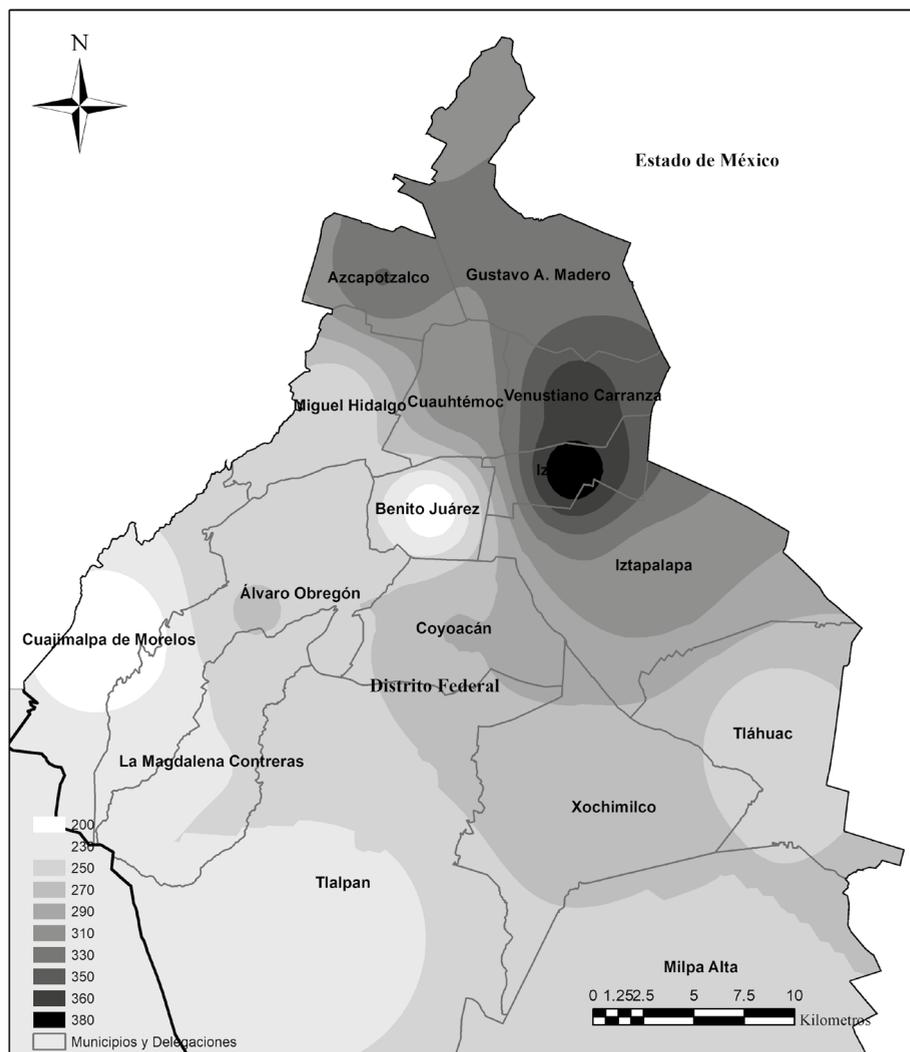


Figura 5.2. Mapa de mortalidad por COVID-19. Fuente: datos por COVID-19 obtenidos del portal de datos abiertos de la Ciudad de México, Secretaría de Salud, certificados de defunción (2020), con la colaboración de Alex R. Cerón Becario BEIFI.

La relación de los dos primeros mapas se puede encontrar en que la mortalidad por COVID-19 se presentaba con una menor intensidad, es decir, entre 200 y 250 muertes por cada 100,000 habitantes, en las Alcaldías donde se localizan con mayor intensidad la homogeneidad de las familias de los niveles socioeconómicos de mayores ingresos (AB), siendo estas Benito Juárez, Miguel Hidalgo, Coyoacán y Cuajimalpa, teniendo como casos muy particulares una reducción significativa de muertes dentro de la Alcaldía Benito Juárez.

Las primeras Alcaldías, Benito Juárez y Miguel Hidalgo, son las de mayor densidad poblacional en la Ciudad de México, sin embargo, se puede ver que tenían una menor mortalidad. Así que se muestra lo encontrado por Porter, Desai, George, Coughlin & Moore (2021) en la ciudad de Nueva York, donde las bajas densidades no estaban relacionadas con una menor mortalidad; en este caso a mayor homogeneidad de los estratos de mayores ingresos, se presentaba una menor mortalidad.

Por otro lado, la mortalidad en la Alcaldía Benito Juárez, que es la que tenía una mayor homogeneidad de los estratos altos, era la mitad respecto a las Alcaldías que no tienen presencia de estos grupos como Venustiano Carranza, Iztacalco, Iztapalapa y Gustavo A. Madero. Es decir, mientras en una se presentaban 200 muertes por cada 100,000, en las alcaldías que no había presencia de este grupo, llegaban a 400 muertes por cada 100,000, el doble.

Otro elemento que puede explicar las diferencias, en las Alcaldías con una mayor homogeneidad del nivel socioeconómico más alto, es que estas personas no trabajaban en los llamados “empleos esenciales”, por lo cual, durante la pandemia podían trabajar en una oficina totalmente independientes, como lo señalaron Porter, Desai, George, Coughlin & Moore (2021).

Por último, son en las Alcaldías con mayor homogeneidad de estratos altos, donde se acumulan las personas con los recursos clave identificados por White, Hao, Yu & Thorpe (2021) como el conocimiento, el dinero, el poder, el prestigio y las conexiones sociales.

El tercer mapa analiza la distribución de las familias con ingresos medios (C), en él se puede ver que se forma una diagonal que separa el oriente y el poniente de la ciudad, como si fuera un muro que inicia en el norte, en la alcaldía Azcapotzalco, en la parte oriente de las Alcaldías Miguel Hidalgo, Cuauhtémoc, Benito Juárez, Coyoacán, Tlalpan y Xochimilco. Estas familias forman enclaves no aislados y barrios con presencia, en la parte central de la ciudad, abriendo algunas colonias al poniente y al oriente de la ciudad (Figura 5.3).

Al relacionar este último con el mapa de calor sobre la mortalidad por COVID-19, se muestra que la mortalidad presentaba una intensidad media (entre 270 y 310 muertes por cada 100,000 habitantes) en las Alcaldías donde se localizan, con una mayor intensidad, la homogeneidad de las familias de niveles socioeconómicos medios (C), formando la misma diagonal de gris medio que separa el oriente y el poniente de la ciudad, que se localiza en la parte oriente de las Alcaldías Azcapotzalco, Miguel Hidalgo, Cuauhtémoc, Coyoacán, Tlalpan y Xochimilco. Es decir, la distribución de las familias de rentas medias coincide con la distribución de la intensidad media de la mortalidad por COVID-19.

Los estratos medios, pueden tener una menor mortalidad por sus comportamientos laborales, como se encontró en los estudios de White, Hao, Yu & Thorpe (2021), ya que estos trabajadores podrían laborar desde casa, si fuera necesario, en comparación con los más pobres que sí tendrían que acudir físicamente a su trabajo, por considerarse esencial su empleo en la industria de servicios y salud.

Otro elemento que puede explicar esta menor mortalidad, es que las personas de estratos medios podrían realizar viajes menos largos desde las áreas donde viven hasta su trabajo, al tener una mejor localización en la CMDX, en las Alcaldías de la ciudad central y el primer contorno. También las zonas donde viven cuentan con los recursos necesarios, como los proveedores de productos básicos, por lo cual podían quedarse en casa o en su entorno inmediato.

El cuarto mapa analiza la distribución de las familias de ingresos bajos (D), en él se pueden apreciar dos patrones: en el primero se forma una diagonal en el oriente de la ciudad, en las Alcaldías de Azcapotzalco, Gustavo A. Madero, la zona oriente de Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Iztacalco, Iztapalapa; el segundo patrón es en las periferias de las Alcaldías que colindan con las zonas rurales de la Ciudad de México, Tláhuac, Xochimilco, Tlalpan, Magdalena Contreras, Álvaro Obregón y Cuajimalpa (Figura 5.4).

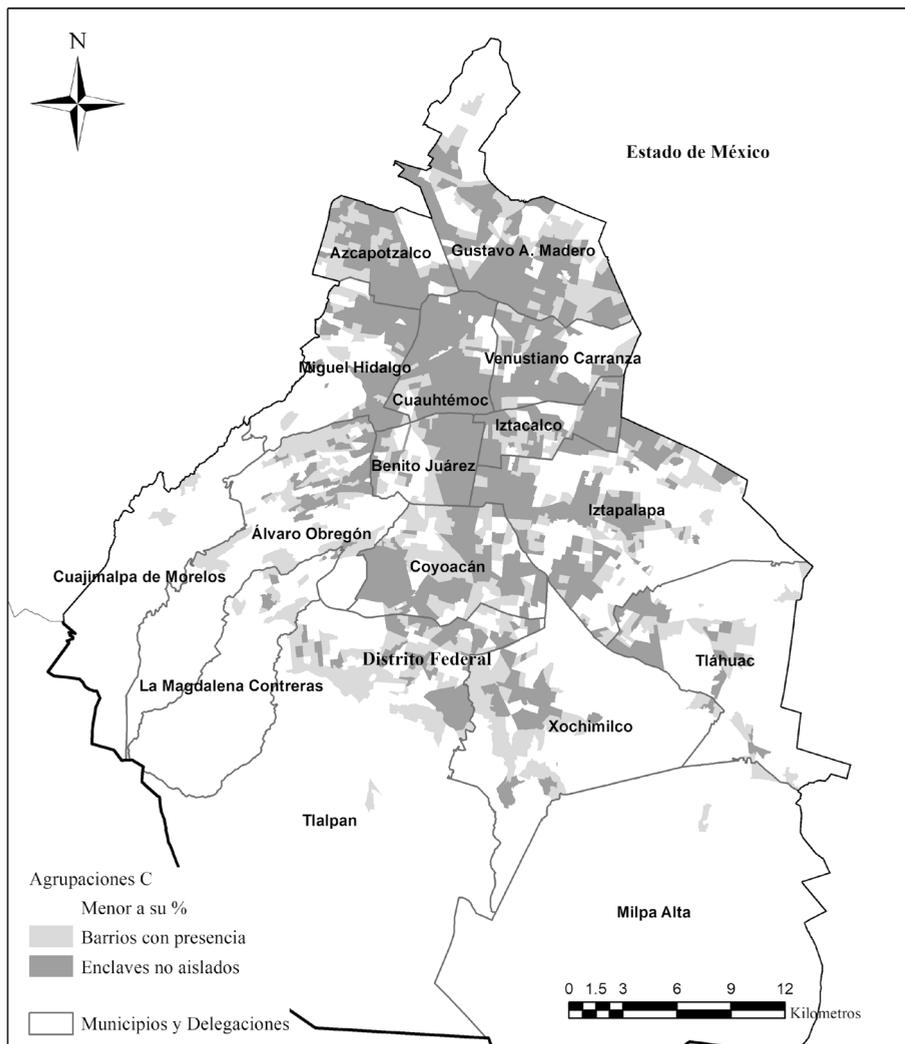


Figura 5.3. Distribución de familias con ingresos medios (C). Fuente: datos de los jefes de familia clasificados en el laboratorio de micro datos del INEGI a nivel AGEb, realizado con datos del Censo de Población y Vivienda del año 2010.

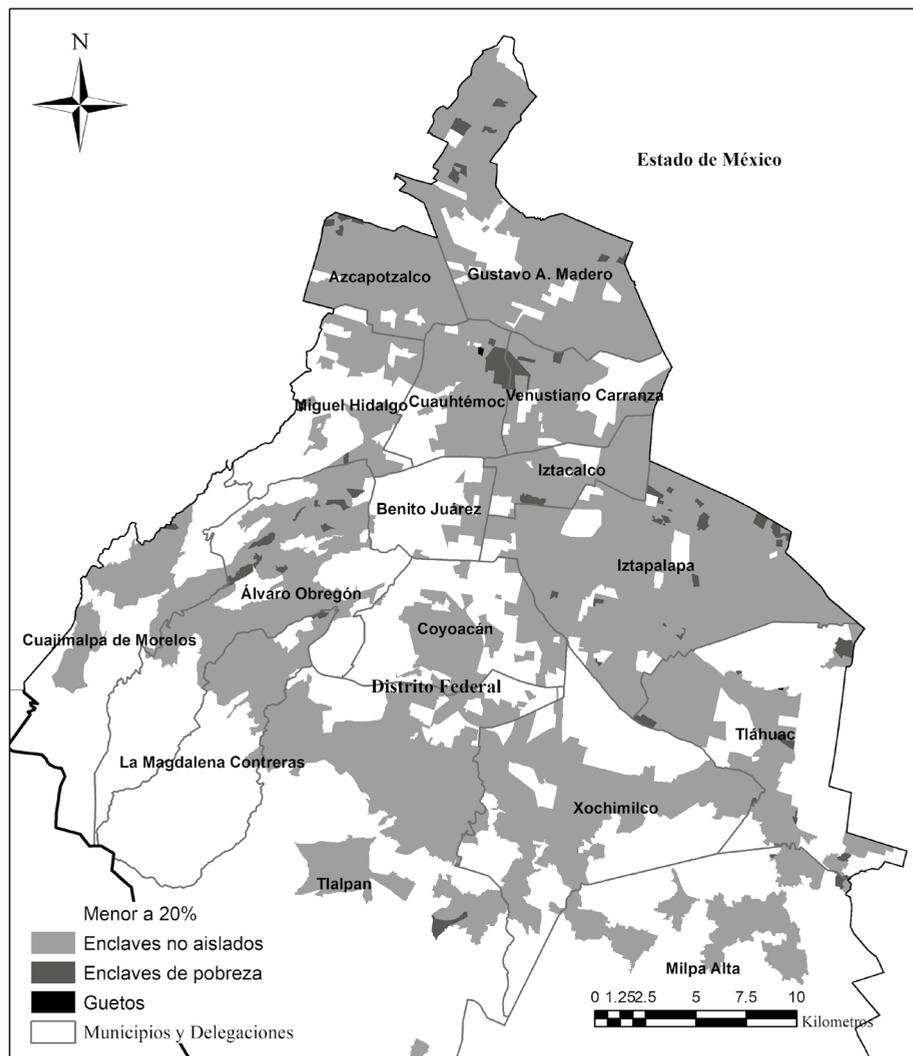


Figura 5.4. Distribución de familias con ingresos medios bajos (D). Fuente: datos de los jefes de familia clasificados en el laboratorio de micro datos del INEGI a nivel AGEb, realizado con datos del Censo de Población y Vivienda del año 2010.

Este último mapa, muestra no solo la localización segregada de los estratos más bajos, sino también, las zonas rurales del sur y del oriente, donde históricamente, en la Ciudad de México, se han concentrado las desventajas sociales y la desinversión sistemática; espacios carentes de equipamientos urbanos, de salud, educación, abasto, servicios urbanos e infraestructura. Por lo cual, las estructuras clasistas que operan a través de la segregación residencial, pudieron desempeñar un papel en la capacidad de las personas de menores ingresos en las áreas segregadas para llevar a cabo con éxito el distanciamiento social.

Además en estos territorios periféricos se presentan las personas con menos grados de estudios en espacios sin oferta de estudios universitarios; personas con menor capacidad de ingresos en territorios carentes de trabajo bien remunerado; personas que no participan de los espacios de poder de la democracia capitalista; personas que viven en territorios estigmatizados por ser espacios de pobreza y carentes de relaciones sociales beneficiosas, en zonas de alta homogeneidad, en un contexto de pobreza.

### **Discusión y conclusiones**

La actual pandemia del COVID-19 que ha afectado al mundo, nos muestra que a pesar de ser un nuevo fenómeno, manifiesta las antiguas raíces de la desigualdad social y territorial, contrario a ese discurso de los medios que hablaban de un “gran igualador”. Los resultados de este estudio muestran que no solo las desigualdades sociales, raciales, étnicas, económicas, están asociadas a una mayor mortalidad, sino también las espaciales.

Los estudios de segregación, por un lado, mostraron que algunos otros factores de la ciudad, que al principio se pensaban relevantes como la densidad, los adultos mayores y los servicios médicos, no fueron tan contundentes para explicar la mortalidad por COVID-19. En este sentido, parecen ser más importantes los elementos preexistentes de salud y el tipo de empleos que pueden estar más expuestos a pandemias. Esto al final apuntó a la Teoría de las causas fundamentales que, de acuerdo a White, Hao, Yu & Thorpe (2021), son los recursos acumulados, que estos sí determinan la capacidad de afrontar cualquier evento, estos son el conocimiento, el dinero, el poder, el prestigio y las conexiones sociales beneficiosas.

En este sentido, la segregación residencial parece ser el mecanismo institucional de la teoría de las causas fundamentales, que de acuerdo a Brown, Lewis & Davis (2021), los efectos nocivos no se deben intrínsecamente a vivir junto a personas de una condición económica específica, sino al resultado de la concentración de la desventaja social y la desinversión sistemática en algunos territorios.

En el caso de la Ciudad de México, el mapa de calor sobre la mortalidad por COVID-19, mostraba una menor intensidad de muertes por pandemia, donde se localizan con mayor presencia, la homogeneidad de las familias de los niveles socioeconómicos de mayores ingresos. En una dinámica espejo, se presentaba una intensidad media de la mortalidad, donde se localizan con mayor intensidad, la homogeneidad de las familias de los niveles socioeconómicos medios. Por último, se presenta con mayor significancia las muertes por pandemia, donde se localizan con mayor intensidad la homogeneidad de las familias de los niveles socioeconómicos de mayores ingresos.

Bajo este contexto, se puede encontrar una correlación espacial negativa o positiva, en función del nivel socioeconómico que se esté estudiando. Así, al medir el grado de segregación para los estratos altos, se relaciona con una mejor salud; pero si el grado de segregación es alto para los niveles socioeconómicos bajos, la salud es menor. Es importante, para los estudios de Latinoamérica, diferenciarlos de la forma de estudiar la segregación residencial y sus consecuencias en el mundo anglosajón, ya que no se debe focalizar en los estratos menos favorecidos, sino mostrar estos procesos de polarización que muestra una desigualdad no solamente territorial, también espacial. Así demostrar cómo la segregación residencial de los estratos altos es el instrumento territorial como opera los privilegios de los recursos acumulados del conocimiento, el dinero, el poder, el prestigio, las conexiones sociales beneficiosas, así se presentan una mayor concentración espacial de ventajas sociales y una inversión sistemática en los lugares de mayores ingresos.

## Referencias

- Banco Interamericano de Desarrollo Departamento de Desarrollo Sostenible División de Programas Sociales. Serie Azul.
- Brown, K. M., Lewis, J. Y., & Davis, S. K. (2021). An ecological study of the association between neighborhood racial and economic residential segregation with COVID-19 vulnerability in the United States' capital city. *Annals of Epidemiology*, 59, 33-36. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2021.04.003>
- Ezell, Griswold, Chase y Carver (2021). The blueprint of disaster: COVID-19, the Flint water crisis, and unequal ecological impacts. *The Lancet Planetary Health*. Volume 5, Issue 5, May 2021, Pages e309-e315. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00076-0](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00076-0)
- Gómez Maturano, R., & Kunz Bolaños, I. (2020). Tipología de barrios para un aporte metodológico desde la segregación residencial en Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). *Revista de urbanismo*, (42), 72-87. <http://dx.doi.org/10.5354/0717-5051.2020.54781>

- Hernández Bringas, H. (2021). COVID-19 en México: un perfil sociodemográfico. *Notas de Población*. [<http://hdl.handle.net/11362/46557>].
- INEGI (2021). División municipal. Distrito Federal ([inegi.org.mx](http://inegi.org.mx))
- INEGI (2020). Demografía y sociedad (<https://www.inegi.org.mx/temas/estructura/>)
- López, H. (2009). Los niveles socioeconómicos y la distribución del gasto. Ponencia presentada en el Instituto de Investigaciones Sociales S. C. Asociación Mexicana de Agencias de Investigación de Mercado AMAI, Noviembre, México.
- Portal de datos abiertos de la CDMX (2021). Dependencias secretaría de salud certificados de defunción. Recuperado de : Certificados de defunción de la Secretaría de Salud de la Ciudad de México a partir del 01 de enero de 2020 - Conjunto de datos - Portal de Datos Abiertos de la CDMX
- Porter, G., Desai, K., George, V., Coughlin, S. S., & Moore, J. X. (2021). *Racial Disparities in the Epidemiology of COVID-19 in Georgia: Trends Since State-Wide Reopening*. *Health equity*, 5(1), 91-99. <https://doi.org/10.1089/heq.2020.0089>
- Préteceille, E. (2000). A construção social da segregação urbana: convergências e divergências. *Espaço & Debates*, 45, 11-22.
- Rodríguez, G. (2013). El uso de zonas censales para medir la segregación residencial. Contraindicaciones, propuesta metodológica y un estudio de caso: Argentina 1991-2001, *Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales EURE*, vol. 39, núm. 118, septiembre 2013, Santiago de Chile: EURE, pp. 97-122.
- Rodríguez, J., & Arriagada, C. (2004). Segregación residencial en la ciudad latinoamericana. *Eure (Santiago)*, 30(89), 05-24. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612004008900001>
- Sabatini F., Cáceres G., Sierralta C., & Robles S. (2008). La segregación residencial en cinco ciudades chilenas según las estadísticas censales: tendencias y giros. En: *Tendencias de la segregación en las principales ciudades chilenas; análisis censal 1982-2002*. Chile, Santiago: Instituto Nacional de Estadísticas y Universidad Católica de Chile. p. 9-18.

- Sabatini, F. (2006). *La segregación social del espacio en las ciudades de América Latina*.
- Sabatini, F., & Sierralta, C. (2006), Medição da segregação residencial: meandros teóricos e metodológicos e especificidade latino-americana, en Pinto da Cunha, José Marcos (Ed.), *Novas Metrôpoles Paulistas; População, Vulnerabilidade e Segregação*, Campinas: Nepo-Unicamp. pp. 170-195.
- Secretaria de Salud (11 de enero 2022), Informe Técnico Diario COVID-19 MÉXICO, [[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/691830/Comunicado\\_Tecnico\\_Diario\\_COVID-19\\_2022.01.11.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/691830/Comunicado_Tecnico_Diario_COVID-19_2022.01.11.pdf)]
- Tian, T., Zhang, J., Hu, L., Jiang, Y., Duan, C., Li, Z., & Zhang, H. (2021). Risk factors associated with mortality of COVID-19 in 3125 counties of the United States. *Infect Dis Poverty. Infectious Diseases of Poverty*, 10(3), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s40249-020-00786-0>
- White, A., Hao, L., Yu, X., & Thorpe Jr, R. J. (2021). Residential racial segregation and social distancing in the United States during COVID-19. *EClinicalMedicine*, 35(100840), 2-8. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2021.100840>
- Yu, Q., Salvador, C. E., Melani, I., Berg, M. K., Neblett, E. W., & Kitayama, S. (2021). Racial residential segregation and economic disparity jointly exacerbate COVID-19 fatality in large American cities. *Annals of the New York Academy of Sciences*. <https://10.1111/nyas.14567>

## Capítulo VI. Análisis multidimensional de la segregación residencial en la Zona Metropolitana de Acapulco

Maripaz Carbajal Herrera<sup>1</sup>

### Introducción

A lo largo de la historia, los estudios de segregación han abordado principalmente las siguientes temáticas: cómo se debe medir; los patrones de segregación; cuáles son las razones que la producen y sus efectos; si es buena o mala; sus acepciones; y por último, si es un proceso provocado o voluntario. Este capítulo tiene como objetivo mostrar cómo se mide la segregación en México en dos diferentes dimensiones: homogeneidad y agrupamiento. En el país, los estudios sobre esta temática comenzaron a tener auge este milenio, pero la mayoría se han enfocado a analizar a la capital del país, la Ciudad de México (CDMX); aunque existen escasos estudios sobre áreas metropolitanas (Patricio Solís, 2009) y ciudades turísticas (Pérez-Campuzano, 2010; Castillo & Villar, 2016; Gómez, Huesca, & Horbath, 2017).

En este capítulo, se presenta el caso de la Zona Metropolitana de Acapulco (ZMA) debido a que fue la primera ciudad turística del país. Se han realizado, en esta zona, estudios que respaldan la existencia de segregación socioeconómica (Torres Arroyo, 2016) y socio-espacial (Castillo Pavón & Villar Calvo, 2016), pero estos estudios no emplean Sistemas de Información Geográfica (SIG) para su análisis, son cajas negras, que solo hablan de la existencia de segregación, pero espacialmente no muestran en dónde ocurre el fenómeno. La geografía cuantitativa, a través del análisis espacial de los fenómenos, ofrece la posibilidad de entender la segregación residencial (Buzai & Montes, 2021), por tanto, resulta imprescindible desarrollar guías para la medición multidimensional de la segregación en el contexto mexicano, con el objetivo de determinar cuáles son las áreas segregadas de la ZMA. Otro objetivo que tiene este trabajo es ser un aporte metodológico al entendimiento espacial de la segregación residencial, al medirlo en dos dimensiones, con información del censo del año 2020, a escala de Área Geoestadística Básica (AGEB). Partiendo de la hipótesis de que la ZMA, al ser una ciudad turística, presenta segregación residencial a gran escala.

En México las ciudades turísticas presentan una organización socioespacial segregada, ya que esta actividad promueve la diferenciación de espacios destinados a los visitantes y aquellos destinados al resto de la población (Moreno Galván & Hernández Diego, 2018). Cabe mencionar que la segregación en Latinoamérica está asociada a la diferenciación socioeconómica (Pérez-Campuzano, 2011; Aguilar & López 2016), a diferencia de países como Europa

<sup>1</sup> Doctora en Arquitectura y Urbanismo en el Instituto Politécnico Nacional, ESIA Tecamachalco. Maestra en Proyectos para el Desarrollo Urbano, Universidad Iberoamericana. Licenciada en Arquitectura, Instituto Tecnológico de Acapulco. Correo: mcarbajalh2000@alumno.ipn.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5882-2002>

y Estados Unidos que abordan la segregación desde las diferencias étnicas, culturales y raciales.

### **Aproximaciones conceptuales y teóricas de la segregación residencial**

El término de segregación, ha sido interpretado de diferentes maneras según la disciplina que lo analice; asimismo, su contexto temporal y geográfico han influido en su significado. El término se ha utilizado indistintamente, sin una clara definición. Es usado para describir, explicar o como indicador; también ha cargado con una connotación negativa, por ejemplo, en Europa y Estados Unidos se ha relacionado con discriminación, y en Latinoamérica, con pobreza; sin embargo, la segregación no solo remite a esos fenómenos (Bayona, 2007).

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), tiene identificada a Latinoamérica como la región con mayor desigualdad a nivel mundial. La desigualdad socioespacial, se manifiesta a través de la distribución de los distintos estratos socioeconómicos dentro de las ciudades (CEPAL, 2016). En esta región la segregación es producto de la polarización social, característica del sistema capitalista. Schteingart (2013) menciona que la segregación se presenta de dos formas, activa o pasiva, la segregación activa se refiere a las zonas de pobreza, miseria, exclusión y marginación, mientras que la segregación pasiva o voluntaria, son residentes que buscan apartarse del exterior. Por otro lado, se relaciona a la segregación con el poder adquisitivo de las personas para acceder a la compra o renta de un bien inmobiliario (Marmolejo Duarte & Batista-Dória de Souza, 2011). En los estudios sobre la segregación socioeconómica en Latinoamérica, se han analizado tres aspectos principales. El primero se refiere a la concentración de la pobreza en la periferia urbana o en áreas específicas dentro de la ciudad, el segundo aspecto aborda el mercado inmobiliario y cómo la valorización del suelo refleja la segregación de las diferentes clases sociales. Por último, los conjuntos cerrados (Pérez-Campuzano, 2011).

Para Marcuse (2001) la segregación debería limitarse a los estratos bajos que no tienen la capacidad de cambiar su lugar de residencia. Por otro lado, sugiere que los estratos socioeconómicos medios y altos, tienen los recursos para adquirir, elegir o cambiar su lugar de residencia. Se considera autosegregación, cuando las personas buscan apartarse del resto en espacios exclusivos, mientras que, para las clases bajas, es una situación de la que no pueden salir a voluntad, ambos tipos de segregación se encuentran desligados del tejido urbano (Marcuse, 2001; Rodríguez, 2014). En México, la segregación urbana se debe al aumento de la población. Los grupos socioeconómicos más desfavorecidos se encuentran en asentamientos irregulares, en la periferia y con deficientes servicios; mientras que los estratos altos, tienen acceso a servicios de calidad y ubicaciones privilegiadas. Para esta investigación se

entiende la segregación residencial como la división socioespacial de grupos con características similares en la ciudad, sin implicar ninguna connotación positiva o negativa (Pérez-Campuzano, 2011; Monkkonen, 2012; Gómez y Kunz 2020).

### **Segregación residencial en la ZMA**

Acapulco es el principal municipio del estado de Guerrero, fue la primera ciudad turística del país, cuenta con el mayor número de población estatal, 779,566 habitantes que representan el 22% de la población total (INEGI, 2020), el crecimiento de su población se atribuye a su transformación en un lugar de reunión para empresarios, artistas y políticos internacionales. En un lapso de 70 años su población creció 14 veces. En 1950, Acapulco contaba con apenas 55,862 habitantes según el Séptimo Censo General de Población de ese año. Este incremento se produjo por la consolidación de la ciudad como centro turístico, a las oportunidades laborales que esta actividad genera y a la migración de población del mismo estado al puerto, mucha de esta población se estableció en asentamientos irregulares en la periferia y parte alta del puerto con servicios limitados. Este proceso de concentración urbana, que conduce a las personas a agruparse en áreas donde las actividades y las oportunidades son más, genera serias dificultades de desequilibrio territorial y social (Borja, 2004).

Fue a causa de este crecimiento acelerado que se consolidó como Zona Metropolitana desde 1990, compuesta por los municipios de Acapulco de Juárez y Coyuca de Benítez. Actualmente continúa siendo uno de los principales destinos turísticos nacionales y el más importante del estado.

En el 2010 el Consejo Nacional de Población (CONAPO) presentó el Índice de marginación urbana 2010, en el cual se muestran las disparidades territoriales que existen al interior de las ciudades, e incluir a la población más vulnerable en programas de desarrollo social.

Por su parte, el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) publicó el porcentaje de pobreza en los municipios, y del 2010 al 2020, Acapulco fue el municipio con el mayor número de personas en condición de pobreza extrema, para el 2015 también tuvo el mayor número de personas en pobreza y pobreza extrema del país (93,513 habitantes) (CONEVAL, 2020).

### **Dimensiones de la segregación residencial**

En el proceso de encontrar soluciones a los fenómenos sociales, surge la necesidad de medir la segregación residencial; existen diversas disciplinas que han realizado esfuerzos para desarrollar índices cuantitativos que consigan

medirla. En la actualidad, es posible combinar todas las teorías y desarrollos metodológicos para medirla (Linares, 2015).

Massey & Denton (1988) proponen cinco dimensiones diferentes desde las cuales puede medirse la segregación. La primera dimensión es la “uniformidad”, que mide la homogeneidad de un grupo específico en la ciudad. La segunda es la “exposición”, esta dimensión se refiere al aislamiento de un grupo según lo indicado por el grado en que comparten un vecindario con otro o un límite de vecindario. La tercera dimensión es la “agrupación”, la cual muestra personas que viven cerca de otras con las mismas condiciones (raza, etnia, etc.) y forman un grupo contiguo. La cuarta dimensión es la “concentración”, que mide la densidad de un grupo en un área pequeña. Y por último la “centralidad”, esta dimensión calcula la proximidad de una distribución residencial al núcleo urbano (Brown & Chung, 2006).

Por su parte, el patrón tradicional de las ciudades latinoamericanas, localiza a las personas con mayor nivel socioeconómico en las zonas mejor dotadas de equipamiento e infraestructura, mientras la población más pobre, se encuentra en la periferia sin la misma cantidad y calidad en servicios (Sabatini & Sierralta, 2006). El análisis de la segregación en México se ve limitado por dos grandes desafíos: los datos y las escalas disponibles, es por ello que este estudio analiza sólo las dimensiones de homogeneidad y agrupación.

### **Análisis cuantitativo de la segregación residencial en la ZMA**

La segregación es un fenómeno complejo que se debe de abordar desde el mayor número de enfoques posibles, si bien ha habido avances, se siguen presentando problemas con la información disponible, también es importante el análisis espacial porque ayuda a visualizar y comprender mejor el fenómeno, sin dejar de lado las teorías explicativas de la segregación (Torres, 2019). Esta investigación busca ser un aporte metodológico para el análisis de la segregación residencial en México con SIG permitiendo un análisis multidimensional de la segregación. El análisis espacial con técnicas de estadística espacial, permitirá identificar la localización de la segregación, su distribución espacial, si es aleatoria o lo rige algún patrón de segregación, y si presenta algún tipo de asociación espacial (Buzai & Montes, 2021).

La hipótesis de esta investigación plantea que la ZMA, al ser una ciudad turística, presenta segregación residencial a gran escala. Para la comprobación de la misma, se partió de la medición de la segregación residencial a través de la selección de indicadores cuantitativos que ofrecieran la posibilidad de utilizar SIG.

Para localizar las áreas más segregadas de la ZMA, se realizó un análisis comparativo desde dos dimensiones de la segregación que son “homogeneidad” y “agrupamiento”, de los diferentes niveles socioeconómicos de la población, utilizando la variable proxy del nivel educativo. En general, se trata de un análisis de corte transversal, con la información de la página del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). En la sección de datos abiertos, se descargó el Censo de Población y Vivienda del año 2020, del Estado de Guerrero, en formato CSV; después, se filtró la información de los dos municipios que conforman la ZMA. La escala que se determinó utilizar fue la Área Geostadística Básica (AGEB).

Para medir la homogeneidad se utilizó el Índice de Segregación Espacial Areal (ISEA) y para el agrupamiento el Índice de Moran. El estudio es de corte transversal porque solo se analiza el año 2020, para medir la segregación residencial de la ZMA. Los datos espaciales están trabajados a nivel AGEB. En el Estado de Guerrero el 66.4% de la población vive en situación de pobreza y pobreza extrema, y en la ZMA el 52.1% de la población vive en la misma condición. (CONEVAL, 2020) por esta razón, se dividió en dos grupos a la población: se consideró como nivel medio- alto a la población de 18 años o más con educación pos- básica, esto se refiere a la población que cuenta con al menos un año de preparatoria; el segundo grupo, el de menor nivel educativo, lo conformó la sumatoria de población de 15 años y más, sin escolaridad, analfabetas, con primaria y secundaria completa e incompleta (Tabla 6.1) (Buzai, Baxendale, Rodríguez, & Escanes, 2003; Gómez, 2017).

Tabla 6.1. Características educativas de la población en la ZMA.

<b>Categoría</b>	<b>% Población</b>	<b>Grupo de estudio</b>
Población de 15 años y más analfabeta	5%	Población con menor nivel educativo
Población de 15 años y más sin escolaridad	5%	
Población de 15 años y más con primaria incompleta	6%	
Población de 15 años y más con primaria completa	9%	
Población de 15 años y más con secundaria incompleta	3%	
Población de 15 años y más con secundaria completa	15%	
Población de 18 años y más con educación pos- básica	34%	Población con mayor nivel educativo

Fuente: INEGI, 2020.

### Segregación residencial: entendida como Homogeneidad

El ISEA analiza la distribución y exposición de las unidades espaciales que componen el área de estudio y muestra si existe homogeneidad social en las AGEB, se obtiene a partir de la siguiente fórmula matemática (Sabatini, Cáceres & Cerda, 2001; Buzai, Baxendale, Rodríguez, & Escanes, 2003; Gómez, 2017).

$$ISEA = \left(\frac{x_1}{X}\right) \div \left(\frac{t_1}{T}\right)$$

Donde:

$x_1$  = Población del grupo seleccionado en el AGEB.

$X$  = Población total del grupo seleccionado en la ZMA.

$t_1$  = Población total en la sección AGEB.

$T$  = Población total de la ZMA.

Según el resultado que arroje el ISEA se determina si el área presenta segregación, los rangos para medir son los siguientes:

Los ISEA, en el rango de 0.00 – 0.99, indican que la población tiene una proporción igual a la del grupo específico en cuestión, lo que implica que no existe segregación. Cuando el ISEA está en el rango de 1.00 – 1.99, representa segregación del grupo poblacional analizado. Por otro lado, un  $ISEA \leq 2$  indica una segregación significativa, la cual se incrementa a medida que el resultado se aleja de 1 (Tabla 6.2) (Buzai, Baxendale, Rodríguez & Escanes, 2003).

Tabla 6.2. Elaboración del cálculo del ISEA.

Clave de AGEB	Población baja por AGEB (xi)	Población Total AGEB (ti)	(xi/X) [%]	(ti/T) [%]	ISEA	Tipo
1200100010104	216	1744	0.28%	0.32%	0.87	No segregado
1200100010049	547	3292	0.71%	0.61%	1.16	Segregado
1200100010091	154	235	0.40%	0.18%	2.34	Muy segregado

Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2020).

### Patrones de la dimensión homogeneidad en la ZMA

En los siguientes mapas, se observa una ciudad polarizada, aspecto característico de las ciudades turísticas mexicanas, por la existencia de espacios destinados para los turistas y para los niveles medios y altos, que corresponden a la población con mayor nivel educativo; y las áreas destinadas para el resto de la población, que corresponden a la población de menor nivel educativo. Esta situación genera una serie de disparidades o discriminaciones, que actúan de manera simultánea, acumulándose y perpetuándose a lo largo del tiempo

(Pérez, 2010). Los resultados del ISEA, con la población de los niveles más bajos con menor educación, revelan que los AGEB que presentan más homogeneidad, se encuentran segregados en la periferia, confirmando la hipótesis del patrón tradicional de segregación de Sabatini y Sierralta (2006) (Figura 6.1).

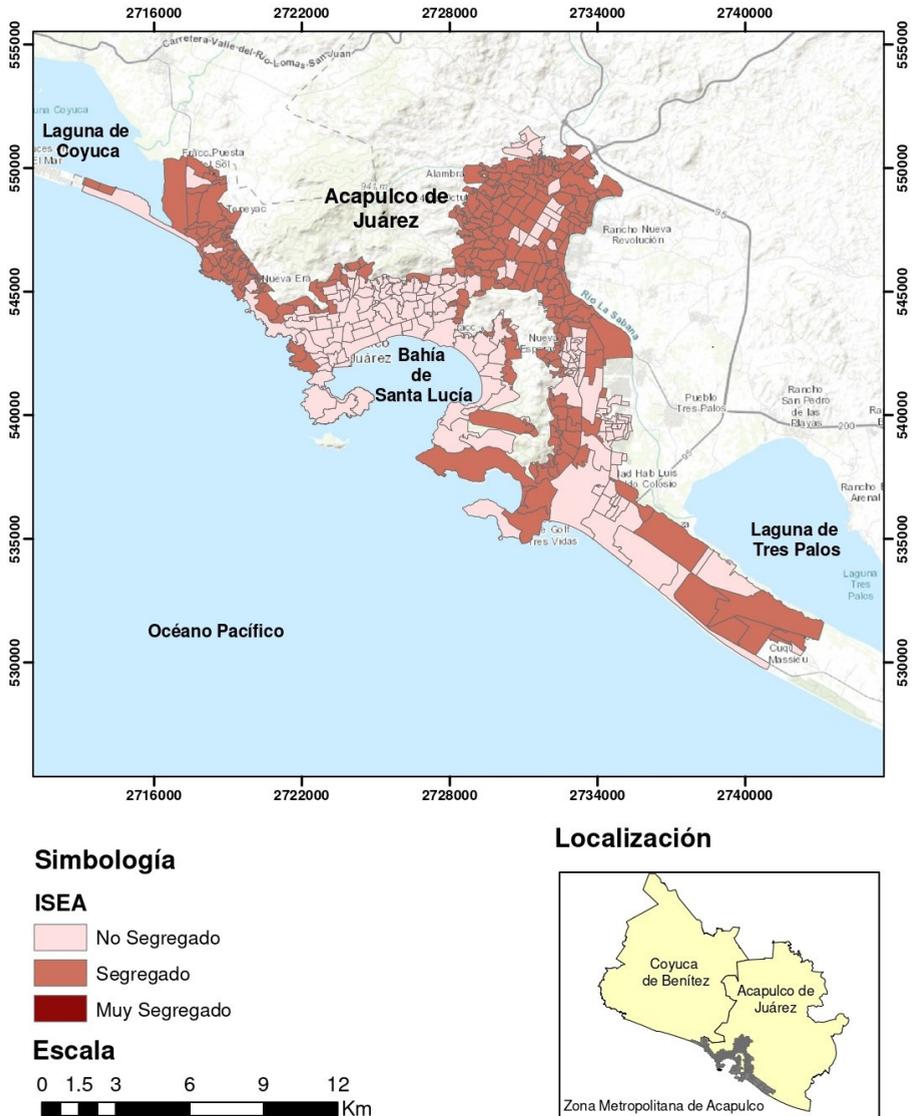


Figura 6.1. Homogeneidad en la ZMA, de las personas con menor nivel educativo.

Fuente: elaboración propia con información del INEGI (2020).

Por otro lado, los resultados del ISEA revelan que la población con mayor nivel educativo se encuentra segregada en los frentes de playa y cerca de las lagunas, que son los principales atractivos turísticos, así como en la zona circundante al Boulevard Vicente Guerrero, por ser la principal vialidad que conecta con la autopista del Sol (Figura 6.2).

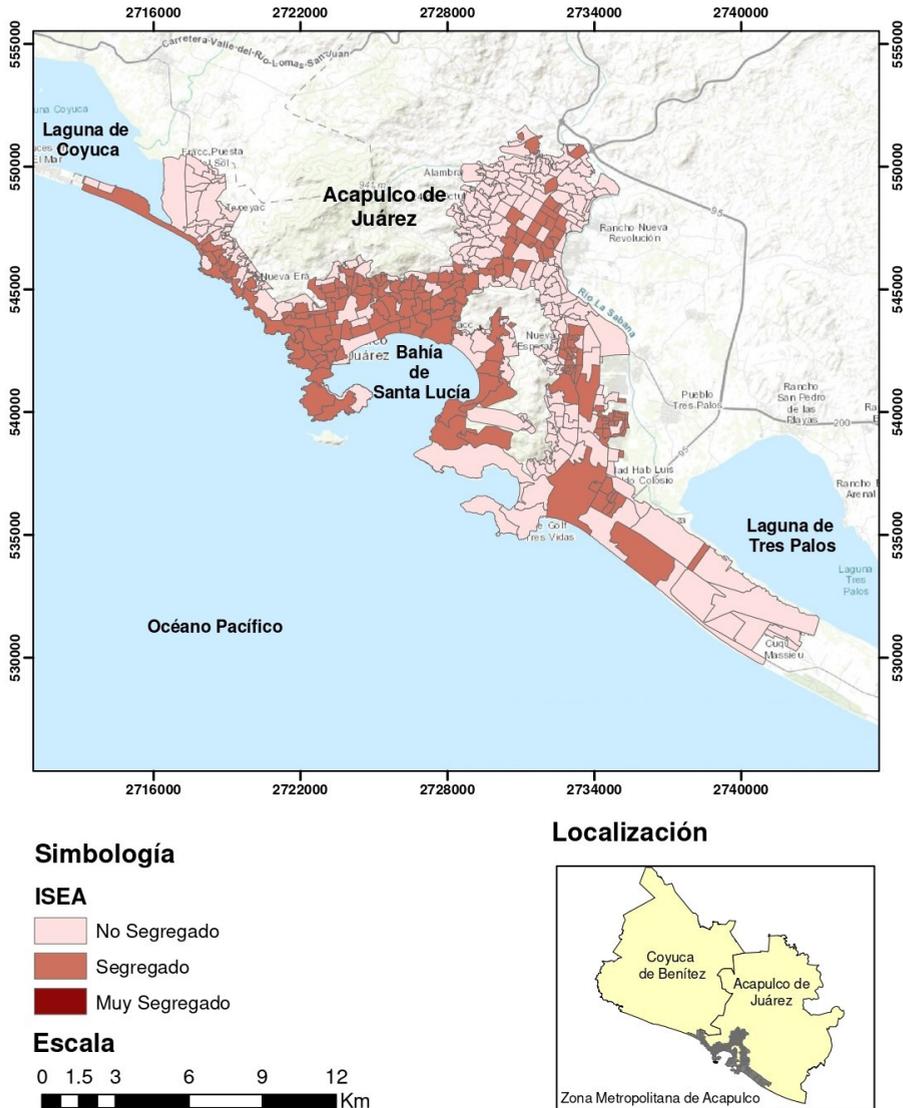


Figura 6.2. Homogeneidad en la ZMA, de las personas con mayor nivel educativo.

Fuente: elaboración propia con información del INEGI (2020).

### Segregación residencial: entendida como Agrupamiento

Esta dimensión se refiere a personas que viven cerca de otras con las mismas condiciones y forman un grupo contiguo. A medida que un grupo de población ocupa un mayor número de unidades espaciales adyacentes, se forman enclaves o clústeres. En otras palabras, entre más agrupada se encuentre la población, más segregada está (Apparicio et al, 2014).

El índice que mide el agrupamiento es el Índice de Moran (I de Moran), ya que prueba la existencia de la correlación entre una variable y la misma variable a su alrededor. En otras palabras, mide el nivel de autocorrelación existente entre los distintos AGEB de una ciudad. Una autocorrelación positiva indica que áreas cercanas o colindantes tienen características similares.

Esto es lo mismo que la agrupación espacial. En consecuencia, cuando el I de Moran mide el nivel socioeconómico de los AGEB, está midiendo la segregación en su dimensión de agrupamiento (Massey & Denton, 1988).

Para calcularlo se aplican las siguientes fórmulas estadísticas, tomadas de ArcGIS Pro.

$$I_i = \frac{x_i - \underline{X}}{S_i^2} \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{i,j} (x_j - \underline{X})$$

Donde:  $x_i$  es un atributo para la caracterización de  $i$ ; por su parte  $\underline{X}$  es la medida del atributo correspondiente; en tanto  $w_{i,j}$  es el valor espacial entre  $i$  y  $j$ .

$$S_i^2 = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n (x_j - \underline{X})^2}{n - 1}$$

$n$  es igual al número de características y la puntuación  $z_{I_i}$  para la estadística, se calcula:

$$z_{I_i} = \frac{I_i - E[I_i]}{\sqrt{V[I_i]}}$$

Donde:

$$E[I_i] = - \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij}}{n - 1}$$

$$V[I_i] = E[I_i^2] - E[I_i]^2$$

Los cálculos adicionales son los siguientes:

$$E[I^2] = A - B$$

$$A = \frac{(n - b_{2i}) \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{i,j}^2}{n - 1}$$

$$B = \frac{(2b_{2i} - n) \sum_{k=1, k \neq i, h=1, h \neq i}^n w_{i,k} w_{i,h}}{(n - 1)(n - 2)}$$

$$b_{2i} = \frac{\sum_{i=1, i \neq j}^n (x_i - \bar{X})^4}{\left(\sum_{i=1, i \neq j}^n (x_i - \bar{X})^2\right)^2}$$

Todo este cálculo se puede realizar fácilmente, en el programa ArcGIS 10.8, porque cuenta con la herramienta Clustering que mide la concentración de valores altos o bajos de un área determinada. Calcula la autocorrelación espacial según la ubicación de las características y los valores de los atributos mediante la estadística del Local Moran I, en *ArcToolbox* se selecciona *Spatial Statistic Tool*, en seguida, *Mapping Clusters* por último *Cluster and Outlier Analysis (Anselin Local Moran I)*, posteriormente abre la ventana donde se deben configurar las capas que se quieran tematizar, en este estudio se utiliza el *shape* del ISEA (Figura 6.3).

Los resultados que arroje pueden ser los siguientes:

- Alto - Alto: indica los AGEB que conforman un clúster estadísticamente significativo de valores altos rodeadas por AGEB del mismo grupo de estudio.

- Alto - Bajo: señala AGEB rodeados principalmente por valores bajos del grupo analizado, por tal motivo no forman clústeres.

- Bajo - Alto: marca los AGEB con bajo porcentaje del grupo analizado rodeadas por valores altos del grupo estudiado.

- Bajo - Bajo: este resultado es el opuesto al Alto - Alto, es un valor atípico que muestra los AGEB que no presentan población del grupo analizado.

Los resultados Alto - Alto (clúster), muestran que existe segregación, pero también las que presentan Bajo - Bajo, porque indican que esa área se encuentra aislada o con ausencia de población de la variable analizada.

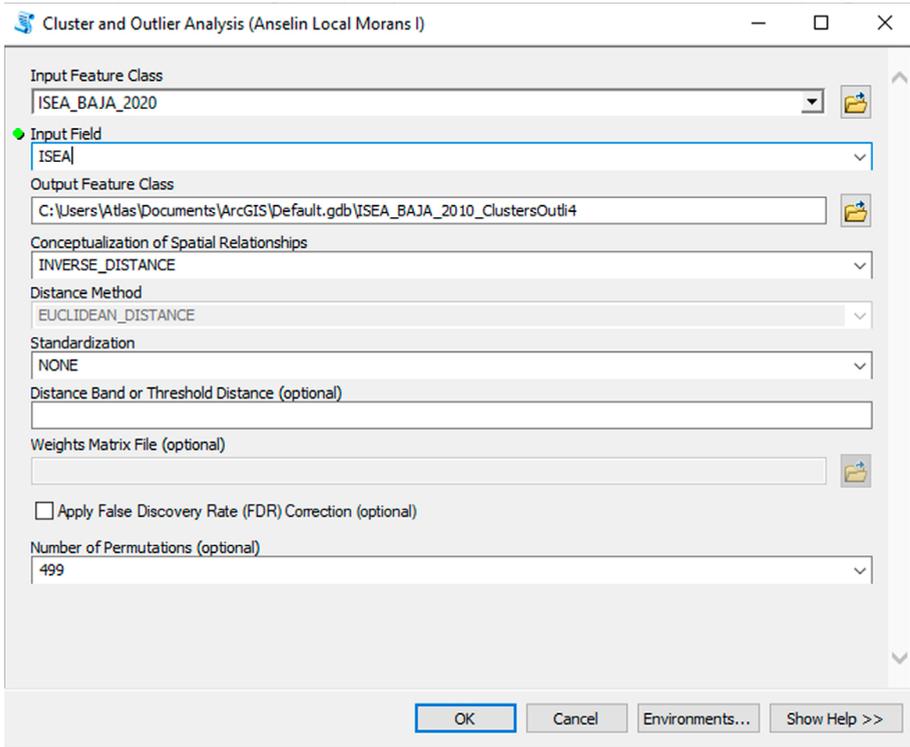


Figura 6.3. Análisis de Clúster con el Índice Local Moran. Fuente: ArcGIS 10.8.

### Patrones de segregación residencial de la dimensión Agrupamiento en la ZMA

Los resultados del Índice de Moran, muestran que la población con menor nivel educativo se localiza en la periferia, principalmente detrás del parque nacional El Veladero. Al noroeste de la ZMA se encuentra el clúster más grande, abarcando las colonias Emiliano Zapata y el Paso Limonero; también comienzan a formarse otros dos clústeres, uno al este en la colonia La Sabana y otro al sureste en la colonia Llano Largo; otros dos, están en la periferia, en cada extremo de la zona costera, el primero del lado de la laguna de Coyuca, y el segundo del lado de la laguna de Tres Palos (Figura 6.4).

Por otro lado, la población con mayor nivel educativo forma dos clústeres, el primero se localiza enfrente de la bahía Santa Lucía, abarcando las zonas turísticas Tradicional y Dorada, y el segundo, en Puerto Marqués, en la zona Diamante (Figura 6.5).

Capítulo VI. Análisis multidimensional de la segregación residencial en la zona metropolitana de Acapulco

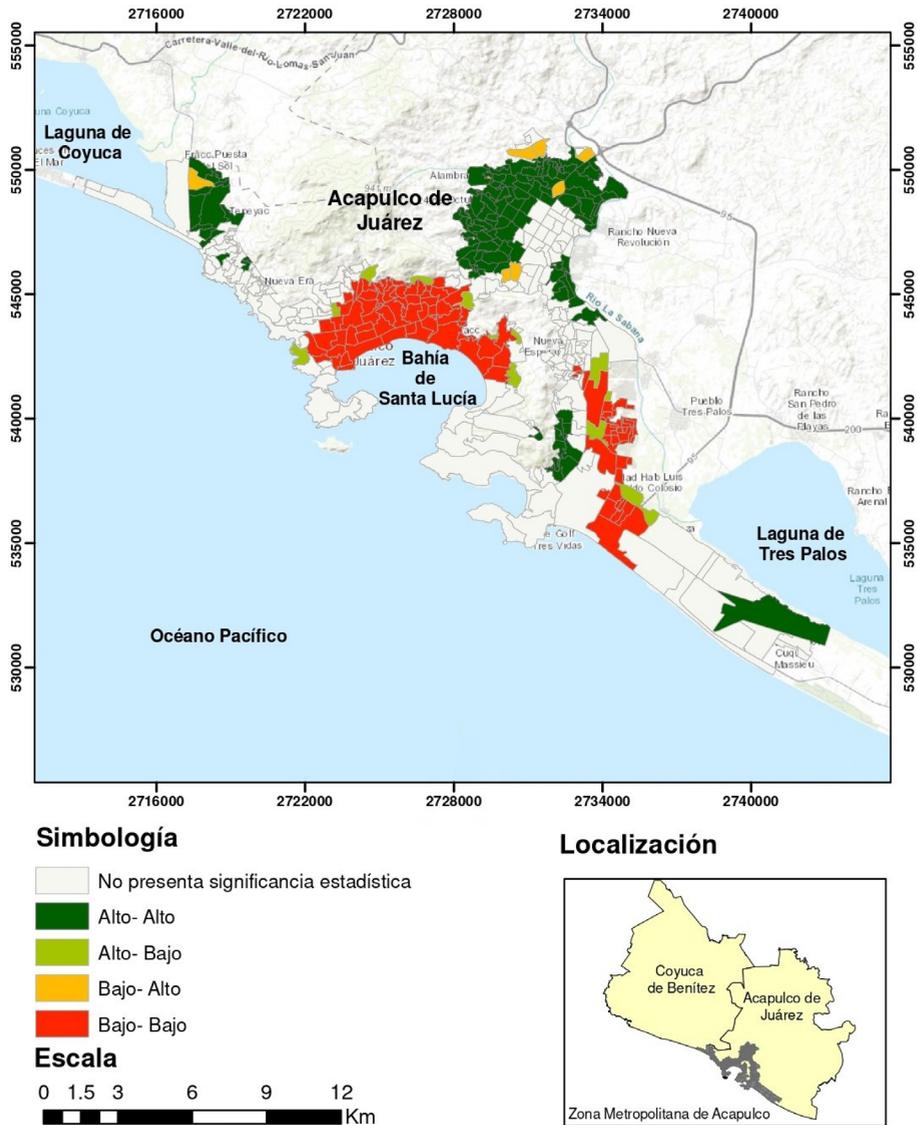


Figura 6.4. Segregación residencial: entendida como “Agrupamiento” y “Concentración”, de las personas con menor nivel educativo. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI 2020.

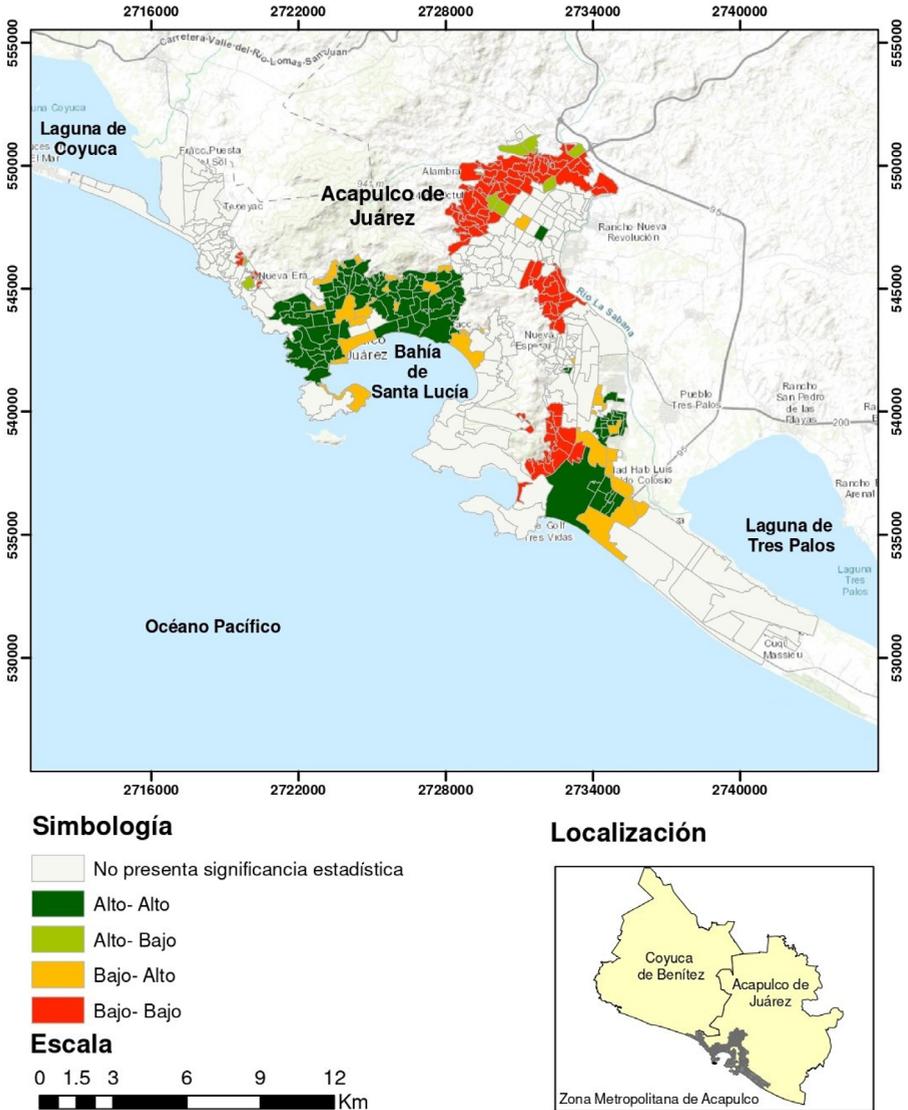


Figura 6.5. Segregación residencial: entendida como “Agrupamiento” y “Concentración” de las personas con mayor nivel educativo. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI 2020.

425 AGEB presentan segregación en dos dimensiones: “Agrupamiento” y “Homogeneidad”. Estos resultados confirman el patrón tradicional de segregación en las ciudades latinoamericanas, en donde las clases bajas se localizan en la periferia, y los estratos altos en las mejores zonas de la ZMA (Sabatini & Sierralta, 2006).

### **Lógicas de la segregación residencial en la ZMA**

El resultado encontró que la ZMA está polarizada, las personas con mayor nivel educativo viven en la franja costera o cerca de la vialidad principal que conecta a la autopista del sol, que es la primordial conexión a la CDMX. La población restante reside en las áreas situadas detrás del Parque Nacional El Veladero, el cual actúa como una frontera al ser una barrera natural que divide la ciudad en dos. Los mapas revelan que espacialmente la población con niveles educativos más altos se encuentra rodeada por la población con niveles educativos más bajos.

El objetivo fue determinar cuáles son las zonas segregadas en la ZMA, también, mostrar la metodología para analizar dos dimensiones de la segregación, “Homogeneidad” y “Agrupamiento”, con información del censo del 2020 a escala AGEB.

El patrón encontrado en la ZMA sigue el modelo tradicional de segregación presente en las ciudades latinoamericanas, tal como se describió en los estudios de Sabatini y Sierralta (2006). Sin embargo, debido a su condición de ciudad turística, los frentes de playa que son el atractivo turístico, se convierten en el eje de la segregación. La distribución de la ciudad se encuentra emplazada en orden, priorizando la infraestructura turística (hoteles, plazas y restaurantes), después la población de los estratos altos, hasta llegar a los estratos bajos localizados en la periferia; este patrón impulsa una diferenciación socioespacial entre los residentes y los turistas, ya que los espacios destinados a los habitantes suelen ofrecer servicios de menor calidad en comparación con las zonas turísticas (Pérez, 2010; Torres, 2016).

La segregación en la ZMA ha ido en aumento a lo largo del tiempo, por políticas como el Plan Director de Desarrollo Urbano en el 2001, que fomentó una ciudad más fragmentada con zonificaciones definidas. De hecho, estas regulaciones de zonificación tienen orígenes clasistas, que encarecen la vivienda y refuerzan los patrones de segregación. La conformación de la Zona Diamante, podría estar relacionado con lo que plantea Janoschka (2011). La conformación de nuevas zonas turísticas que mercantilizan el atractivo natural, crea una aséptica dirigida al sector turístico, con espacios exclusivos, segundas residencias (enclaves turísticos) (Valenzuela et al, 2021), que fomentan la privatización del espacio urbano para complacer la experiencia del turista, generando fracturas en el tejido social.

Para concluir, en la ZMA encontramos segregación en las dimensiones de “Agrupamiento” y “Homogeneidad”, calculada con la variable proxy de nivel educativo, con los datos de nivel socioeconómico; ambos mapas se ven como espejo por los elevados niveles de pobreza que presenta la ZMA.

Es pertinente tener en cuenta que ningún estudio de segregación en México es cien por ciento preciso, comenzando con la información oficial de los censos que presentan asteriscos (\*) en las bases de datos, lo cual significa que no obtuvieron la información, seguido por diferentes escalas.

Los que han analizado la segregación a diferentes escalas, han concluido que no existe una escala correcta, o que la escala correcta es con la que se cuenta; también han encontrado que la segregación es mayor en los niveles de agregación más finos, esta conclusión a pesar de ser muy popular, según Manley, Jones & Johnson (2019), refleja una falta de apreciación de diversos factores como la geografía, la naturaleza de los datos y las escalas que deben ser analizadas.

### Referencias

- Aguilar, A., & López, F. (2016). Espacios de pobreza en la periferia urbana y suburbios interiores de la Ciudad de México. Las desventajas acumuladas. *EURE (Santiago)*, 5-29.
- Apparicio, P., Martori, J. C., Pearson, A. L., Fournier, É., & Apparicio, D. (2014). An open-source software for calculating indices of urban residential segregation. *Social Science Computer Review*, 32(1), 117-128.
- Bayona, J. (2007). La segregación residencial de la población extranjera en Barcelona: ¿una segregación fragmentada? *Revista electrónica de geografía y ciencias sociales Universidad de Barcelona*.
- Borja, J. (2004). *Informe sobre la Gobernabilidad de las Áreas Metropolitanas en el Mundo Actual*. México: UNAM.
- Brown, L., & Chung, S.-Y. (2006). Spatial Segregation, Segregation Indices and the Geographical Perspective. *POPULATION, SPACE AND PLACE*.
- Busquet, G. (2014). French urban sociology and urban policies development from the 1960s to the 1980s: porosity, impermeability or elective affinity? *EMPIRICA*, 122.
- Buzai, G. D., & Montes, G. E. (2021). *Estadística Espacial: Fundamentos y aplicación con Sistemas de Información Geográfica*. Buenos Aires, Argentina: Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Impresiones Buenos Aires Editorial.
- Buzai, G., Baxendale, C., Rodríguez, L., & Escanes, V. (2003). Distribución y segregación espacial de los extranjeros en la Ciudad de Luján. Un Análisis según la Geografía Cuantitativa. *Signos Universitarios*, 29- 52.

- Buzai, G., Baxendale, C., Rodríguez, L., & Escanes, V. (2003). Distribución y segregación espacial de los extranjeros en la Ciudad de Luján. Un análisis según la Geografía Cuantitativa. *Signos Unoversitarios: Revista de la Universidad del Salvador*, 29-52.
- Carbajal Herrera, M. (2022). Segregación urbana: la invisibilización de la pobreza Zona Metropolitana de Acapulco, Gro. En M. Jiménez García, *Repercusiones sociales y económicas del COVID-19* (págs. 214- 227). Texcoco, Estado de México: ASMIA.
- Castillo Pavón, O., & Villar Calvo, A. J. (2016). Turismo y desarrollo: un estudio comparativo en tres ciudades: Acapulco, Vallarta y Cancún. 1990- 2010. Segregación socioespacial y exclusión en tres ciudadesd costeras. *21 ° Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional en México*. (págs. 1-28). Mérida, Yucatán: AMECIDER – ITM.
- CEPAL. (2016). *La matriz de la desigualdad social en América Latina*. Santo Domingo: I Reunión de la Mesa Directiva de la Conferencia Regional sobre Desarrollo Social.
- CONEVAL. (07 de 04 de 2020). *Pobreza municipal 2010-2015- CONEVAL*. Obtenido de <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Pobreza-municipal.aspx>
- Gómez Bañuelos, D., Huesca Reynoso, L., & Horbath Corredor, J. E. (2017). Estudio de la segregación ocupacional por razón de génerp en el sector turístico de México. *El periplo sustentable*, 159- 191.
- Gómez Maturano, R., & Kunz Bolaños, I. (2020). Tipología de barrios para un aporte metodológico desde la segregación residencial en Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). *Revista de urbanismo*, (42), 72-87.
- INEGI. (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*. Ciudad de México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- Janoschka, M. (2011). Geografías urbanas en la era del neoliberalismo. Una conceptualización de la resistencia local a través de la participación y la ciudadanía urbana. *Investigaciones geográficas*, (76), 118-132.
- Linares, S. (2015). Medidas de segregación socioespacial y sistemas de información geográfica. Presentación de la aplicación spatialeseg. En M. Miraglia, N. Caloni, & G. Buzai, *Sistemas de Información Geográfica en la investigación científica actual* (págs. 61-76). Buenos Aires: UNGS.

- Marcuse, P. (26- 28 de julio de 2001). *Enclaves Yes,, Ghettoes, No: Segregation and the State*. Obtenido de [http://www.urbancenter.utoronto.ca/pdfs/curp/Marcuse\\_Segregationandthe.pdf](http://www.urbancenter.utoronto.ca/pdfs/curp/Marcuse_Segregationandthe.pdf)
- Marmolejo Duarte, C., & Batista-Dória de Souza, N. (2011). Estructura urbana y segregación socioresidencial: un análisis para Maceió- Alagoas, Brasil. *Papeles de Población*, 247-286.
- Martori, J. C., Hoberg, K., & Surinach, J. (2006). Población inmigrante y espacio urbano. Indicadores de segregación y pautas de localización. *eure*.
- Massey, D., & Denton, N. (1988). The Dimensions of Residential Segregation. *The University of North Carolina Press*.
- Monkkonen, P. (2012). La segregación residencial en el México urbano: niveles y patrones. *EURE*, 125- 146.
- Moreno Galván, F. d., & Hernández Diego, C. (2018). La segregación socio-espacial en dos ciudades turísticas costeras: Acapulco y Cancún. *Revista Nodo*, 8-24.
- Manley, D., Jones, K. y Johnston, R. (2019). Segregación multiescala: modelado multinivel de disimilitud, desafiando el hecho estilizado de que la segregación es mayor cuanto más fina es la escala espacial. *El geógrafo profesional* , 71 (3), 566-578.
- Park, R. E., Burgess, E. W., & McKenzie, R. D. (1925). *The City, Suggestions for Investigation of Human Behavior in the Urban Environment*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Patricio Solís, M. (2009). Dinámica socioeconómica y segregación espacial en tres áreas metropolitanas de México, 1990 y 2000. *Estudios Sociológicos*, 171- 209.
- Pérez, E. (2010). Segregación socioespacial en ciudades turísticas, el caso de Puerto Vallarta, México. *SCIELO*.
- Pérez-Campuzano, E. (2011). Segregación socioespacial urbana. Debates contemporáneos e implicaciones para las ciudades mexicanas. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 403-432.
- Rodríguez , G. (2014). Que es y que no es segregación residencial. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*.

- Ruiz, J. (2016). La segregación y la integración en la Sociología Urbana: Revisión de enfoques y aproximaciones críticas para las políticas públicas. *invi*.
- Sabatini, F., & Sierralta, C. (2006). Medición de la Segregación Residencial: Meandros Teóricos y Metodológicos, y Especificidad Latinoamericana. *Novas Metrôpoles Paulistas; População, Vulnerabilidade e Segregação*.
- Sabatini, F., Cáceres, G., & Cerda, J. (2001). Segregación residencial en las principales ciudades chilenas: Tendencias de las tres últimas décadas y posibles cursos de acción. *eure (Santiago)*, 27(82), 21-42.
- Schteingart, M. (2013). Desigualdad socio-espaciales y segregación en ciudades Mexicanas. *Seminario: Las desigualdades y el progreso en México* (págs. 1-23). Ciudad de México: COLMEX- INEGI.
- Torres Arroyo, Ó. (2016). Territorio desigual y ciudadanía en Acapulco. Una mirada analítica frente a la segregación socioeconómica. En F. Carrión, & J. Erazo, *El derecho a la ciudad en América Latina. Visiones desde la política* (págs. 315- 332). Ciudad de México: UNAM, CLACSO, IDRC/CRDI.
- Torres, Ó. (2019). Territorio desigual y ciudadanía en Acapulco. Una mirada analítica frente a la segregación socioeconómica. En F. Carrión, & J. Erazo, *El derecho a la ciudad en América Latina: visiones desde la política* (págs. 315- 332). CLACSO.
- Valenzuela-Fuentes, K., Alarcón-Barrueto, E., & Torres-Salinas, R. (2021). De la resistencia a la creación: activismo socioambiental en las “zonas de sacrificio” de Chile. *Sostenibilidad*, 13 (6), 3481.
- White, M. (1983). *The Measurement of Spatial Segregation*. Princeton University.

## **Capítulo VII. Transformaciones de suelos, el crecimiento urbano más allá de la ciudad.**

### **El caso de estudio de la Zona Metropolitana de Cuernavaca (ZMC)**

*Cristy Monserratt Sánchez Ramos<sup>1</sup>*

#### **Introducción**

El análisis de la crisis climática destaca el factor urbano, ya que en los últimos años ha sido el lugar de residencia de la mayoría de las personas a nivel global. De acuerdo con el informe de la ONU (2022), la población mundial alcanzó los 8.000 millones de habitantes en noviembre de 2022, y se espera que esta cifra continúe creciendo. Este aumento en la demografía, junto con diversos factores como la migración, la densificación y el crecimiento de las ciudades, ha llevado a que más de la mitad de la población internacional resida en áreas urbanas desde el 2007 (ONU, 2019).

México se encuentra inmerso en el mismo contexto de crecimiento demográfico, asociado al desarrollo urbano. Según el último censo del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), cuenta con 126 millones de habitantes, de los cuales el 79% reside en zonas urbanas. El crecimiento de la población, así como la migración de áreas rurales a ciudades, ha dado lugar al surgimiento de nuevas metrópolis, entre ellas, la Zona Metropolitana de Cuernavaca (ZMC), ubicada en el Estado de Morelos.

La ZMC se caracteriza por ser el tercer estado más poblado, con una densidad de 404.1 hab/km<sup>2</sup>. Uno de los factores que ha propiciado este entorno, es su cercanía con la metrópoli más grande del país, la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM). Esta coyuntura ha derivado en un aumento de suelo urbano y de servicios públicos, debido al flujo de recursos humanos y económicos entre ambas metrópolis (Rosas & Di Castro, 2013). Este crecimiento y densificación confirman que el fenómeno urbano está arraigado a una escala global y nacional, y se extiende a dimensiones más pequeñas, como las metrópolis.

Paralelamente, el desarrollo de las ciudades, también conlleva impactos ambientales, ya que supone una concentración significativa de personas ocupando extensos territorios, consumiendo grandes cantidades de energía y generando considerables desechos. Esto, a su vez, agota los recursos naturales básicos en las áreas circundantes (Dávila et al., 2020).

---

1 Estudiante del Programa de Maestría en Ciencias en Arquitectura y Urbanismo, en la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Tecamachalco, del Instituto Politécnico Nacional. Ingeniero Arquitecto por el Instituto Politécnico Nacional. Correo: cmonserratt\_sr@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9571-5126>

Esta perspectiva ha ganado fuerza a través de diversas mediciones de indicadores, tanto económicos como ambientales. Según la ONU (2019), se destaca que las ciudades son los principales motores del crecimiento económico y representan alrededor del 60 % del Producto Interno Bruto (PIB) mundial. Sin embargo, al mismo tiempo, son impulsoras del deterioro ambiental, siendo responsables de más del 60 % del consumo de recursos y aproximadamente el 70 % de las emisiones de carbono a nivel global.

Además, los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (ODS) (2019) señalan los impactos ambientales negativos de la urbanización, afirmando que la pérdida de biodiversidad en todo el mundo se ha acelerado, causando cambios desconocidos e irreversibles en los ecosistemas terrestres. Los patrones mundiales de uso del suelo, indican una pérdida neta de tierras naturales y seminaturales, debido a procesos antropogénicos como la desertificación, la deforestación, la mala gestión de la tierra, el aumento de la tierra agrícola y la urbanización. En los cinco años previos a 2019, esta degradación de la tierra ha afectado los medios de subsistencia de mil millones de personas, lo que equivale a una quinta parte de la superficie terrestre del planeta.

La pérdida continua de vegetación sigue siendo un problema persistente. En México, según Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2018), quien se basó en la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación 2017 del INEGI, la flora natural cubre aproximadamente el 71.14 % del territorio nacional, lo que equivale a cerca de 138 millones de hectáreas, mientras que los restantes 55 millones, se han convertido en tierras agrícolas, zonas urbanas y otros usos antropogénicos.

El crecimiento urbano se ha consolidado como un proceso constante e irreversible. Como señala Bazant (2011), hasta el momento no se han presentado barreras territoriales que limiten la expansión de las ciudades. A nivel metropolitano, la ciudad de Cuernavaca ha experimentado cambios significativos en su entorno geográfico, incorporando sus barrancas en su estructura urbana, lo que ha ocasionado la desaparición de algunas de estas áreas verdes naturales. Este fenómeno se debe a que las barrancas han sido entubadas, rellenadas o han sufrido contaminación debido a la construcción ilegal o semi-legal que se ha llevado a cabo cerca o sobre estas zonas (Rosas & Di Castro, 2013).

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, el objetivo del presente estudio, consiste en analizar la expansión urbana y los cambios en las coberturas terrestres en la Zona Metropolitana de Cuernavaca (ZMC). Numerosos estudios previos, han evidenciado que el crecimiento de las ciudades se asocia con

un aumento en la problemática ambiental. No obstante, aún existen vacíos en el conocimiento en cuanto a la relación de estas variables dentro de una escala metropolitana en América Latina. Por lo tanto, esta investigación tiene como propósito contribuir al análisis de las transformaciones de los diferentes tipos de suelo en dos períodos. Para ello, se optó por una metodología con un enfoque cuantitativo y un diseño de investigación no experimental, conforme a los criterios descritos por Hernández et al. (2014).

### **Posturas conceptuales de la expansión urbana y la cobertura terrestre**

La expansión de las zonas urbanas se ha descrito principalmente en función de las características de la ocupación del suelo. Este proceso se evidencia cuando el suelo circundante de las ciudades consolidadas se integra gradualmente. Según la Agencia Europea de Medio Ambiente, la expansión urbana ha sido considerada como cualquier forma que pueda adoptar el crecimiento de una ciudad. Algunos estudios (Batty et al., 2003, citado por Cerda, 2007) han precisado que dicha expansión tendría que caracterizarse por un crecimiento urbano desordenado o no planificado para ser catalogado como tal.

Adicionalmente, otros autores la definen priorizando las consecuencias que conlleva tal crecimiento. López et al. (2001), mencionan que este término se refiere a la ocupación de espacios valiosos como los de la agricultura, la ecología o para la estética. Así, la ciudad va integrando territorios nuevos en su crecimiento, los cuales se podrían referir como “cobertura terrestre” no urbana.

El término de “cobertura terrestre” enfatiza las características desde una perspectiva ecológica. Según Antonio Di Gregorio (2016), este término se define como la cubierta natural biofísica que se encuentra en la superficie terrestre, junto con una descripción de la vegetación y sus características. Al mismo tiempo, Carvajal & Pabón (2016) especifican la distinción y complementariedad que existe entre el concepto de uso del suelo y el de cobertura del suelo. El primero se refiere a los aspectos sociales, culturales, económicos y políticos que influyen en las decisiones que toma la sociedad en cuanto a la gestión y el uso de ciertos tipos de suelo, mientras que la cobertura se basa en los elementos biofísicos presentes.

La “cobertura terrestre” marca aspectos geográficos y características que priorizan aspectos ecológicos. Por lo que, algunos autores (Weng, 2001, citado por Carvajal & Pabón, 2016) sostienen que el análisis de este término es crucial en el sistema planetario, ya que las coberturas terrestres funcionan como fuente y sumidero en los ciclos de materia y energía. Por ello, se utiliza este concepto como indicador global de los cambios en los ecosistemas terrestres.

### Configuración de la expansión urbana y las coberturas de suelos

En este apartado de metodología, se describen los procedimientos y técnicas utilizadas con el objetivo de identificar las transformaciones espaciales de los diferentes suelos en dos temporalidades. Se empleó una metodología con un enfoque cuantitativo y un diseño de investigación no experimental, según lo descrito por Hernández et al. (2014). Además, se empleó una técnica de estadística de evolución espacial, la cual implica la incorporación de la dimensión temporal, es decir, se considera tanto el presente como el pasado, que contiene los procesos que han dado lugar a la situación actual (Buzai & Montes, 2021).

El área de estudio fue la Zona Metropolitana de Cuernavaca (ZMC) que está compuesta por ocho municipios, los cuales son: Cuernavaca, Emiliano Zapata, Jiutepec, Temixco, Huitzilac, Tepoztlán, Xochitepec y Tlaltizapán. En cuanto a las bases de datos, se obtuvieron a través del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Para la recolección de la información sobre la delimitación municipal dentro del Estado de Morelos, se empleó el Marco Geoestadístico 2021. La ruta a seguir dentro del portal del INEGI fue la selección de la pestaña superior de sistema de consulta, posteriormente en el apartado Biblioteca Digital se seleccionó la categoría de Mapas, al hacerlo, se abrió una nueva ventana que mostraba una variedad de archivos, entonces, con ayuda de los filtros de búsqueda del lado izquierdo, se seleccionó Marco Geoestadístico dentro de la categoría de Tema, lo que arrojó un listado, en el cual se encontraron los datos (Figura 7.1).

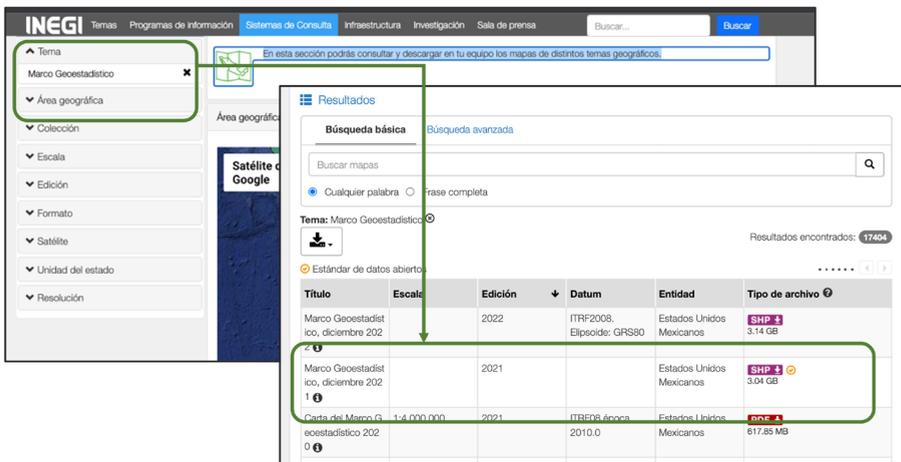


Figura 7.1. Portal del INEGI en la obtención de Marco Geoestadístico 2021. Fuente: elaboración propia con base en INEGI. Consultado en: [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)

Con la información espacial respecto a los diferentes tipos de suelos, se adquirieron las cartografías Serie III y Serie VII, Conjunto Nacional de Uso de Suelo y Vegetación, correspondientes a los años 2002 y 2018, respectivamente. Para lo cual se siguió una ruta específica en la página web del INEGI. En primer lugar, se seleccionó la pestaña superior de Temas, seguido de escoger el apartado de *Geografía y Medio Ambiente*; posteriormente, se eligió la categoría de *Mapas* y se optó por *Uso de Suelo y Vegetación*, al hacerlo, se abrió una nueva ventana donde se utilizó la función de filtros, para seleccionar *Estados Unidos Mexicanos* dentro de la categoría de *Entidad*, obteniéndose así un listado. Dentro de esta lista se encontraron las series requeridas a una escala nacional (Figura 7.2); además, se empleó el sistema ArcGIS que permite usar datos geográficos mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Título	Escala	Serie	Edición	Datum	Tipo de archivo
Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VII. Conjunto Nacional	1:250 000		2018	ITRF92 GRS80	SHP 293.55 MB
Conjunto de datos vectoriales de la carta de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI. Conjunto Nacional	1:250 000	VI	2017		SHP 1.93 GB
Conjunto de datos vectoriales de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI. Capa Unión	1:250 000	VI	2016		SHP 221.96 MB
Conjunto de datos vectoriales de la carta de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie V. Conjunto Nacional	1:250 000	V	2013		SHP 848 MB
Conjunto de datos vectoriales de la carta de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie IV. Conjunto Nacional	1:250 000	IV	2009		SHP 0.98 GB
Conjunto de datos vectoriales de la carta de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie III. Continuo Nacional	1:250 000	III	2005		SHP 1.2 GB
Conjunto de datos vectoriales de la carta de Vegetación primaria	1:1 000 000		2003		SHP 17.41 MB

Figura 7.2. Portal del INEGI en la obtención de archivos shapefile de uso del suelo y vegetación de la serie III y serie VII. Fuente: elaboración propia con base en INEGI. Consultado en: [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)

Los geoprocursos fueron iniciados con la delimitación del área de estudio, lo que llevó al uso del comando *Select by Attributes* para identificar los ocho municipios que conforman la metrópoli de Cuernavaca y a partir de esta selección se creó un shapefile base. Para delinear la “cartografía de uso de suelo y vegetación serie III” se identificaron dos archivos Shape complementarios que incluían todas las clasificaciones necesarias; para ambos archivos se empleó la herramienta *Clip* utilizando el límite del área de estudio como base del recorte; posteriormente, se eliminaron los polígonos duplicados, para finalmente utilizar la herramienta *Merge* para unir los dos elementos complementarios y producir un shapefile de serie III de la ZMC. Para generar el archivo de la serie VII se usó

nuevamente la herramienta de *Clip*, usando el límite del área de estudio como base del recorte, acción que generó el shapefile requerido.

Luego de explorar las bases de datos generadas hasta ese momento, fue necesario llevar a cabo la estandarización de los datos de los distintos tipos de suelos, ya que la información presentaba una categorización detallada. Se procedió entonces a realizar una clasificación general, en la que se distinguieron las siguientes categorías: asentamientos humanos, matorral, otros tipos de vegetación, pastizal, selva, sin vegetación aparente, agricultura, bosque y cuerpo de agua (Tabla 7.1).

Tabla 7.1. Estandarización de uso de suelo y vegetación de la cartografía serie III y serie VII de la ZMC.

<b>FORMACIÓN (Clasificación general)</b>	<b>Serie III</b>	<b>Serie VII</b>
Agricultura	Agricultura de riego	Agricultura de riego anual Agricultura de riego anual y semipermanente Agricultura de riego semipermanente
	Agricultura de temporal	Agricultura de temporal anual Agricultura de temporal anual y permanente Agricultura de temporal anual y semipermanente
Bosque	Bosque de encino	Bosque de encino
	Bosque de encino-pino	Bosque de encino-pino
	Bosque de oyamel	Bosque de oyamel
	Bosque de pino	Bosque de pino
	Bosque de pino-encino	Bosque de pino-encino
	Bosque mesófilo de montaña	Bosque mesófilo de montaña
Cuerpo de agua	Cuerpo de agua	Cuerpo de agua
Asentamientos humanos	Zona urbana	
	Asentamientos urbanos	Asentamientos urbanos
Matorral	Matorral desértico rosetófilo	Matorral desértico rosetófilo
Otros tipos de vegetación		Palmar inducido
Pastizal		Pastizal cultivado
	Pastizal inducido	Pastizal inducido

<b>FORMACIÓN (Clasificación general)</b>	<b>Serie III</b>	<b>Serie VII</b>
Desprovisto de vegetación Vegetación secundaria	Vegetación secundaria	Desprovisto de vegetación Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino Vegetación secundaria arbórea de bosque de oyamel Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino Vegetación secundaria arbustiva de bosque de oyamel Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia

Fuente: elaboración propia con base en la descripción detallada dada por INEGI.

En la misma línea de homologar la información, se llevó a cabo una modificación en la información tabulada de la Serie III de ZMC, la cual fue la inclusión de una nueva columna denominada *Formación*, a la que se le asignaron valores en texto de acuerdo con su descripción, lo que permitió obtener las coberturas terrestres de la serie III dentro de la Zona Metropolitana de Cuernavaca. De manera similar, se ejecutó una modificación en la Serie VII, también agregando la columna *Formación* en su tabulación y asignando valores en texto de acuerdo con su categorización detallada, lo que permitió obtener las coberturas terrestres de la serie VII dentro de la ZMC.

Finalmente, para la representación visual se utilizó la misma gama de colores en la categoría de *Formación*. El proceso fue igual en ambas series y consistió en acceder a las propiedades de cada shapefile. Una vez dentro de esta ventana se seleccionó la pestaña *symbolology* y posteriormente *Categories* del submenú del lado izquierdo; luego, se eligió la opción *Ubique values* y se escogió el valor de *Formación* en la fila de *Value Field*; por último, se seleccionó *add all values*, lo que permitió cargar las nueve formaciones y asignar a cada una de ellas su color correspondiente.

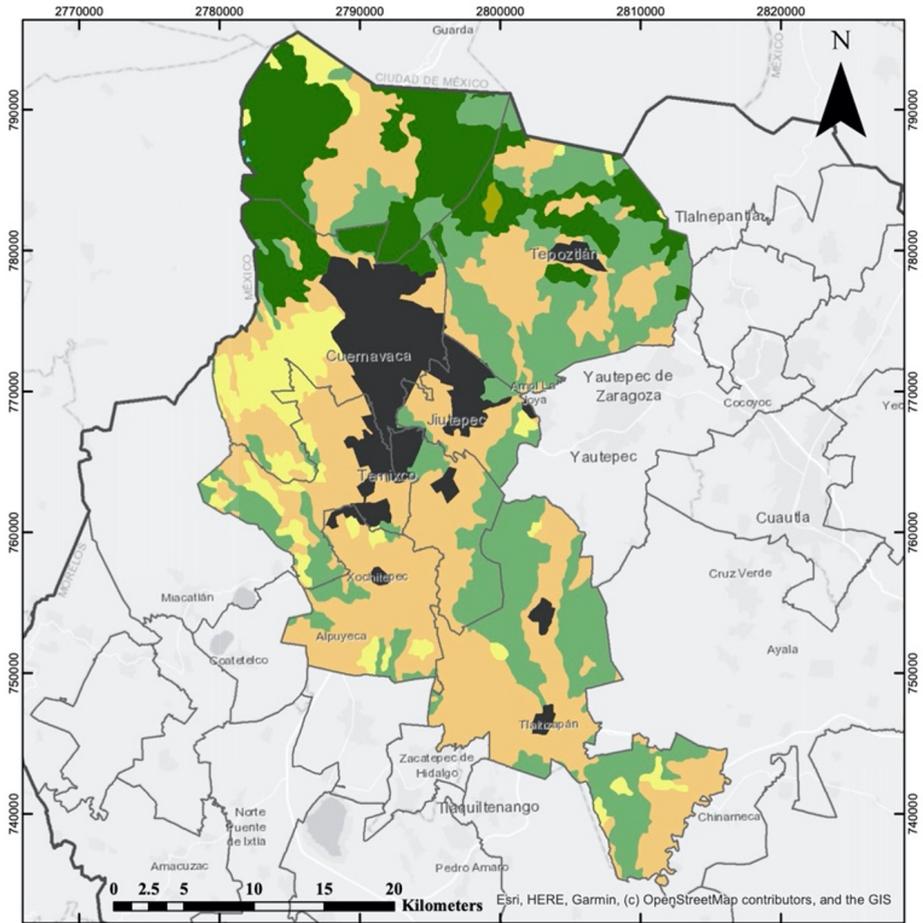
## Resultados

Los resultados de la investigación se presentan en las Figuras 7.3 y 7.4, las cuales detallan la distribución de los distintos tipos de suelo (formaciones) en la Zona Metropolitana de Cuernavaca en dos momentos temporales diferentes: 2002 (serie III) y 2018 (serie VII). Es importante destacar que se puede apreciar una distribución espacial similar en ambas temporalidades, lo que sugiere una continuidad en la configuración de las formaciones en el área.

Se observa que los bosques, matorrales y cuerpos de agua, se encuentran exclusivamente en el norte, dentro del área protegida, mientras que el sur está mayoritariamente cubierto por áreas agrícolas y vegetación secundaria.

En el este y norte de la zona, predomina la vegetación secundaria, a la vez que en el oeste y sur se observa una mayor presencia de la agricultura y el pastizal. Además, se evidencia que los asentamientos humanos nacieron a partir de la ciudad de Cuernavaca y se crean nuevas áreas urbanizadas al sur, con algunas otras puntuales en el norte, lo que puede tener implicaciones significativas para la dinámica del ecosistema en esa área.

Durante el período de estudio se observó el predominio del área agrícola y de la vegetación secundaria. En particular, se pudo apreciar una reducción significativa en la superficie agrícola la cual disminuyó del 38% al 29% del territorio total. Este descenso también se manifestó en los bosques y pastizales, los cuales redujeron su superficie del 17% al 16% y del 38% al 29%, respectivamente. Cabe mencionar, que los matorrales también presentaron una disminución en su superficie, pero apenas representan menos del 0.5% de la totalidad del territorio. En contraste, se registró un aumento en la superficie de vegetación secundaria, que pasó del 26.9% al 29% de toda la extensión territorial, el aumento puede ser interpretado como un proceso de degradación de las coberturas vegetales, ya que estas áreas son precedidas por pertenecer a bosques o matorrales (Figura 7.5).



### Simbología

Serie III ZMC

#### FORMACIÓN

- Asentamientos humanos
- Agricultura
- Pastizal
- Vegetación secundaria
- Matorral
- Bosque
- Cuerpo de agua

- Límite estatal
- Límites municipales
- Zona Metropolitana de Cuernavaca (ZMC)



Figura 7.3. Coberturas terrestres serie III (2002). Fuente: elaboración propia con base en información de INEGI y utilización del sistema ArcGIS.

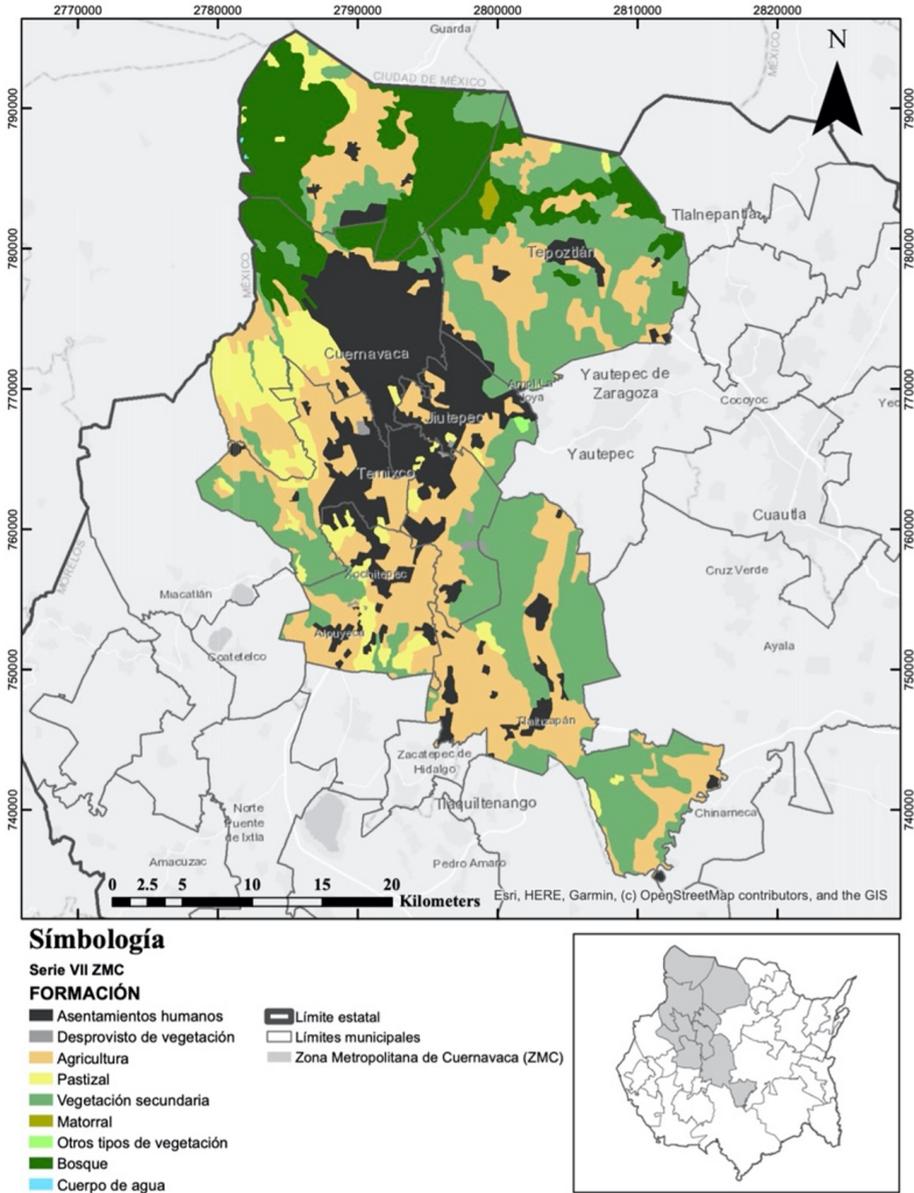


Figura 7.4. Coberturas terrestres serie VII (2018). Fuente: elaboración propia con base en información de INEGI y utilización del sistema ArcGIS.

Adicionalmente, se observó un incremento significativo en la superficie destinada a asentamientos humanos, la cual pasó del 10% al 17% y se convirtió en la categoría que obtuvo mayor porcentaje de crecimiento. Este aumento es especialmente preocupante, puesto que la expansión de áreas urbanas implica una serie de impactos ambientales y sociales, como la fragmentación de hábitats, la pérdida de suelos fértiles, la alteración del ciclo hídrico y la generación de desechos y contaminantes (Figura 7.5).

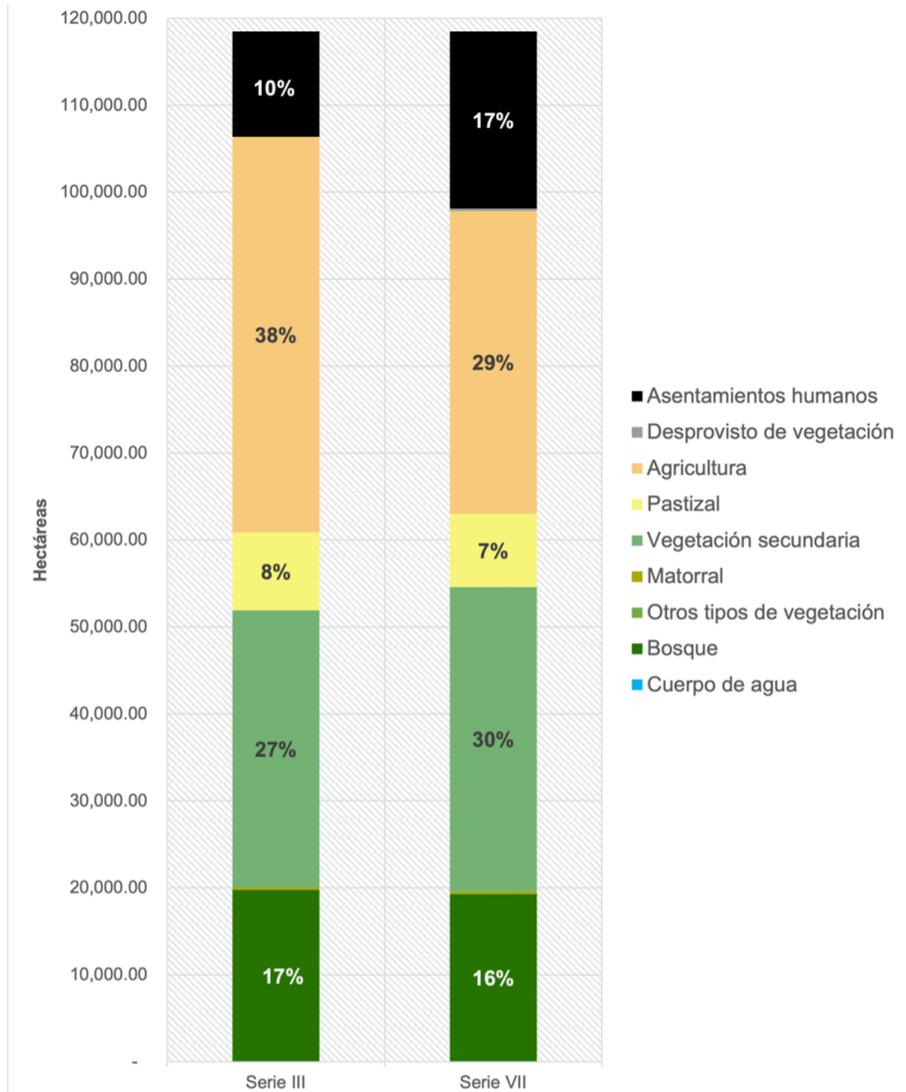


Figura 7.5. Coberturas terrestres de serie III (2002) y serie VII (2018). Fuente: elaboración propia con base en información de INEGI.

Las transiciones de un tipo de cobertura a otra clasificación se encuentran dispersas dentro de todo el territorio de ZMC. Sin embargo, se enfocan en la parte central de la zona, más específicamente en las periferias de la ciudad de Cuernavaca, además de algunas otras áreas modificadas que se ubican del lado sur y norte, las cuales coinciden con territorios que terminaron siendo urbanos. Adicionalmente, dentro de estas transiciones el cambio más destacado fue de agricultura a asentamientos humanos (Figura 7.6).

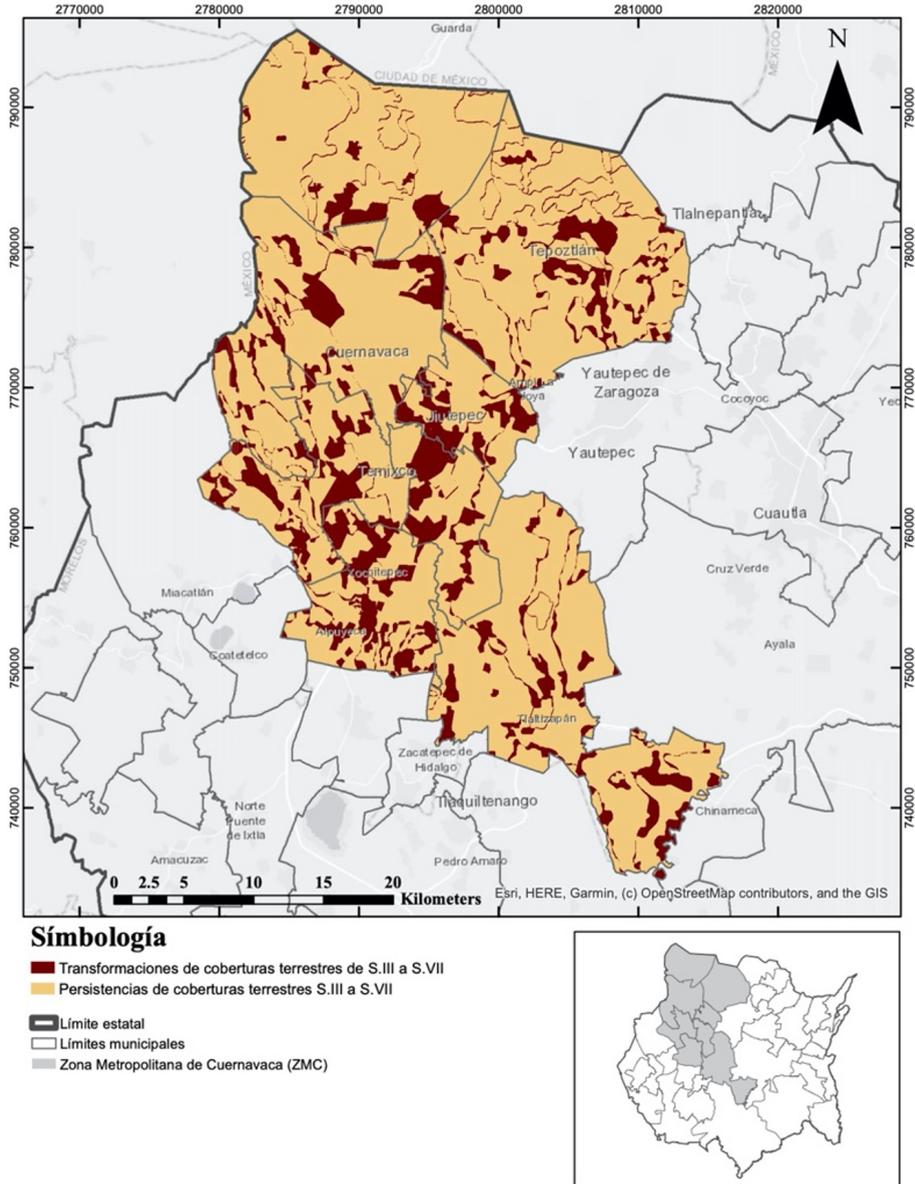


Figura 7.6. Cambios y persistencias entre la serie III (2002) y serie VII (2018). Fuente: elaboración propia con base en información de INEGI y utilización del sistema ArcGIS.

El análisis comparativo de ambas series revela que la persistencia es superior a los cambios en términos generales. En la zona, alrededor del 80.4% de la superficie se mantuvo estable, mientras que el 19.6% restante, presentó algún tipo de cambio en términos de ganancias y pérdidas de cobertura (Figura 7.7).

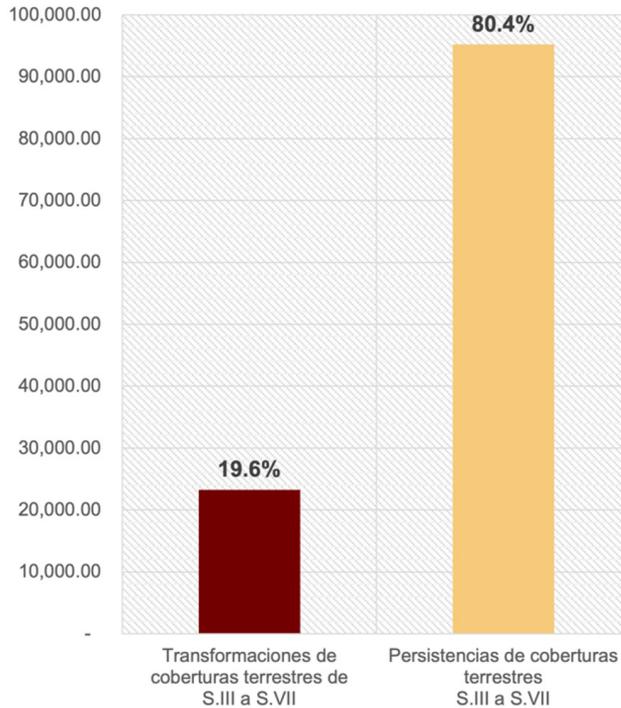


Figura 7.7. Cambios y persistencias entre la serie III (2002) y serie VII (2018). Fuente: elaboración propia con base en información de INEGI.

### Apreciaciones finales

En este estudio, se analizó la relación entre la expansión urbana y los cambios en las coberturas de suelos en una metrópoli en desarrollo. Los resultados muestran que el crecimiento de ciudades ha provocado una serie de transformaciones de los suelos no urbanos, con un aumento significativo en las áreas urbanizadas y una disminución en las áreas de vegetación.

Los cambios ocurridos en el área de estudio permitieron determinar que la mancha urbana de la ZMC sigue en constante crecimiento y fue responsable del 35% del total de los cambios sufridos. Estos cambios estuvieron vinculados a la actividad humana y, en el contexto de la crisis ambiental actual, pueden exacerbar aún más la degradación de los ciclos ecológicos.

La pérdida de cobertura vegetal se evidencia por la disminución de bosques y matorrales. En su mayoría, estas áreas se han convertido en vegetación secundaria, lo que explica su aumento de la serie 3 a la serie 7. Sin embargo, la presencia de vegetación secundaria se puede interpretar como una degradación del suelo, ya que esta categoría se da cuando hay evidencia de que la vegetación original fue eliminada o perturbada a un grado en el que ha sido modificada profundamente.

Otro cambio importante en las coberturas de suelo se refiere a la conversión de la vegetación secundaria en áreas agrícolas o asentamientos humanos. Pero cabe destacar que el cambio más significativo, en términos de área, se produjo con el cambio de agricultura a asentamientos urbanos, ya que las áreas agrícolas representan la mayor superficie.

Estos hallazgos son consistentes con estudios previos que han demostrado que el ámbito urbano está directamente relacionado con la degradación del medio ambiente. Sin embargo, esta investigación proporciona información sobre los patrones espaciales de los cambios en las coberturas de suelos en una zona metropolitana en crecimiento.

Por otro lado, deben tenerse en cuenta algunas limitaciones del estudio, como la falta de información sobre los procesos políticos y sociales involucrados en el propio desarrollo urbano o el aprovechamiento de las áreas protegidas dentro de las diversas localidades. Por lo tanto, se recomienda que futuras investigaciones se centren en estos aspectos para proporcionar una imagen más completa.

El estudio ha demostrado la relación entre la expansión urbana y la degradación ambiental, destacando la disminución de áreas naturales y el aumento de áreas urbanizadas como patrones preocupantes. Esta información es importante porque permite comprender de manera tangible el impacto de las actividades humanas en el medio ambiente y la biodiversidad, lo que puede conducir a políticas y estrategias de planificación urbana más efectivas para la conservación de los ecosistemas y hábitats naturales.

Para finalizar, es relevante destacar que este análisis ofrece información valiosa para comprender y visualizar el fenómeno urbano mediante el estudio espacial. Además, permite identificar distintos tipos de áreas y la relación existente entre ellas, tanto en términos de sus aspectos más fundamentales como de aquellos que pueden ser menos cruciales, pero que de igual forma, influyen en la problemática territorial y ambiental que se presenta en la zona. En este sentido, el análisis puede ayudar a detectar posibles desafíos territoriales y a enfocar los problemas en el ámbito ambiental, lo que permitirá establecer medidas concretas para abordar los problemas identificados.

## Referencias

- Bazant, J. (2011). Interdependencia de la expansión urbana y el medio ambiente circundante. *Cuadernos de vivienda y urbanismo*, Vol. 4, No. 8, 198–223.
- Borja, J., & Castells, M. (1997). Local y global: *La gestión de las ciudades en la era de la información*. Taurus.
- Buzai, G. y Montes, E. (2021). *Estadística Espacial: Fundamentos y aplicación con Sistemas de Información Geográfica*. 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Impresiones Buenos Aires Editorial, 2021.
- Carvajal, A., & Pabón, J. (2016). Transformación de la superficie terrestre por la actividad humana y su relación con el cambio climático. *Sociedade & Natureza*, vol. 28(No. 2). <https://doi.org/10.1590/1982-451320160201>
- Cerda, J. (2007). La expansión urbana discontinua analizada desde el enfoque de accesibilidad territorial aplicación a Santiago de Chile [Tesis]. Universidad Politécnica de Cataluña.
- Dávila, A., Alatorre Cejudo, L., & Bravo-Peña, L. (2020). Análisis de la evolución espacio-temporal del uso de suelo urbano en la metrópolis de Chihuahua. *Economía Sociedad y Territorio*, 21(65), 1–27. Retrieved June 24, 2023, from <https://doi.org/10.22136/est20211618>.
- Di Gregorio, A. (2016). Land cover classification system software. version 3 [Classification Concepts]. Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO, Rome.
- Guzmán, N. (2012). El crecimiento urbano en Morelos y los diferentes discursos entorno al ambiente. Antología de Estudios Territoriales. Fomento de los Estudios Territoriales en Iberoamérica. <https://repositorio.geotech.cu/xmlui/handle/1234/3892?locale-attribute=en>.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.) [libro], McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020* (Población rural y urbana) [Informe]. <https://www.inegi.org.mx/>
- López, E., Bocco, G., Mendoza, M., & Duhau, E. (2001). Predicting land-cover and land-use change in the urban fringe. A case in Morelia city, Mexico. *Landscape and Urban Planning*, Vol. 55(No. 4).

- Organización de las Naciones Unidas. (2019). Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2019 (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales (DESA), e-ISBN: 978-92-1- 047889-2, ISSN: 2521-6899, e-ISSN: 2521-6902) [Informe]. Lois Jensen. [https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019\\_Spanish.pdf](https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019_Spanish.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas. (2022). World population prospect 2022 (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, UN DESA/POP/2022/TR/NO. 3., publicado el 11 de julio de 2022) [Informe]. [www.unpopulation.org](http://www.unpopulation.org)
- Rosas, A., & Di Castro, M. (2013). *Cuernavaca, ciudad fragmentada: sus barrancas y urbanizaciones cerradas* (1a edición ed.) [ISBN: 978-607-8332-03-8 UAEM]. Juan Pablos Editor, miembro de la Alianza.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018). Informe del Medio Ambiente (Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales) [Informe]. <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/cap1.html>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México [Informe].
- Zubicaray, G., Brito, M., Ramírez, L., García, N., & Macías, J. (2021). Las ciudades mexicanas: tendencias de expansión y sus impactos (Coalition for Urban transitions: London, UK, y Washington, DC) [Informe]. <https://urbantransitions.global/publications/>

# Línea temática 3

## Sostenibilidad urbana y movilidad



## Capítulo VIII. ¿La ciudad impacta en el clima urbano? Descripción de la Isla de Calor urbano superficial en Bogotá

Marielena Medina Ruiz<sup>1</sup>

José Guadalupe Martínez Granados<sup>2</sup>

### Introducción

De acuerdo a los procesos acelerados de urbanización a nivel global difundidos por las Naciones Unidas (2014), alrededor del 54% de la población habita en áreas urbanas y se proyecta que aumente en un 66% hacia el año 2050; de hecho, este proceso correlacionado de manera paralela con el crecimiento poblacional, puede incluso añadir al menos 2.5 de millones de habitantes en estas poblaciones de carácter urbano hacia el mismo año y, en ese orden de ideas, Asia cuenta con un 53% de la población urbana a nivel mundial, sigue Europa con un 14%, y por último, América Latina y el Caribe sobre el 13%. Este crecimiento acelerado está demandando, entonces, cada vez más infraestructura urbana para las ciudades, de manera que cubra las necesidades básicas para la subsistencia de la población.

Du *et al.* (2016) agregan que ante dicha demanda, se pueden generar diversos procesos de intercambio de sustancias atmosféricas y terrestres tales como el agua y la energía, lo que genera “posteriormente, [...] un efecto especial de microclima e introduce temperaturas más altas en el área urbana que en su entorno” (Du *et al.*, 2016, p. 462). Así mismo, dicho proceso de concentración geográfica de habitantes, de alguna manera compromete y modifica las características físicas del suelo rural o natural, pues representa una transformación extrema en el uso del suelo (Foley *et al.*, 2005) que condiciona la calidad de vida. Así que, una consecuencia de estos efectos es que se genere una “isla de calor urbana” (ICU) manifestada como una “anomalía térmica que se presenta al interior de las grandes ciudades a consecuencia de la acumulación de energía calórica, que eleva la temperatura de la zona urbana respecto a la zona rural” (Carvajal, 2020, p. 10).

La ICU se relaciona con los tipos de cobertura del suelo, las condiciones meteorológicas, fuentes de energía que se producen por el calor antropogénico y una muy importante, que es la cuestión urbana en cuanto a su geometría y tamaño, por lo que es significativo considerar e indagar sobre aquellos elementos que generan la isla de calor en términos urbanos a nivel superficial,

---

1 Estudiante del Programa de Maestría en Ciencias en Arquitectura y Urbanismo, en el Instituto Politécnico Nacional, en la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, ESIA Tecamachalco. Correo: urbmarimed26@gmail.com ORCID: 0000-0001-9366-1956

2 Ph.D. en el Instituto Politécnico Nacional, Sección de Posgrado. Doctor en Urbanismo, Facultad de Arquitectura, UNAM. Maestro en Urbanismo UNAM. Licenciado en Sociología Facultad de Estudios Superiores Acatlán UNAM. Correo: jogugra@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6345-5166>

para orientar desde la planeación urbana científica, aquellas disposiciones de usos de suelo, calles, espacios públicos y demás factores que permitan mitigar el calor generado, por las preexistencias que tiene la ciudad.

La ciudad de Bogotá en Colombia, no es ajena a esta situación climática y se expone como un escenario, que si bien, ha tenido pocos estudios en cuanto a la ICU, se destacan en ellos, diversas indagaciones cuantitativas basadas en sistemas de información geográfica. Un ejemplo es la investigación de Pabón *et al.* (2001) quienes identificaron por primera vez, hace 54 años, una diferencia entre la temperatura que estaba en su periferia y la de la zona urbana, alcanzando los 3 °C; de hecho su temperatura se encontraba en 12,8 °C y 13 °C, y su distribución era diferente por toda la ciudad, por tanto, los autores llegan a la conclusión de que esto se debe al proceso expansivo específico de Bogotá. Narváez & Ruiz (2013) a partir de datos de estaciones meteorológicas identificaron con variables atmosféricas (precipitación, humedad relativa y temperatura del aire), polos de concentración de calor referido a ICU en tres localidades de la ciudad de Bogotá (hacia el norte de Suba, hacia el noroccidente de Engativa y hacia el suroccidente de Kennedy).

En una escala más local, Figueroa & Fiquitiva (2017) se concentraron en solo una localidad, en este caso, la de Kennedy, y detectaron que se generan tres tipos específicos de isla de calor, que coinciden con las establecidas por Oke, (1976): la isla de calor capa dosel, la isla límite y la isla de calor superficial. Ramírez *et al.* (2019), infieren que la ICU se ve de una manera heterogénea y está determinada por la forma urbana que tiene la ciudad. Por otro lado, Ángel (2010) dice que la ciudad de Bogotá -al igual que los resultados de Pabón (2001) en su interior exhibe una temperatura de 3 °C más que sus bordes urbanos. Forero *et al.* (2013) por su parte, agregan que el aumento de temperatura está relacionada directamente con el calor antropogénico, lo que genera una intensidad de la ICU y este se reduce cuando se acerca al límite urbano de la ciudad de Bogotá. A medida que pasa el tiempo, se han encontrado diversos estudios que abordan el efecto y consecuencias que trae la planificación, ahí la ICU es relevante y evidente en el mundo, y se comprende que el mayor impacto se manifiesta en el clima.

Por lo tanto, “la detección de las UHI va desde tomas de datos con sensores remotos como estaciones meteorológicas o herramientas que permiten registros de temperatura de manera terrestre hasta la obtención de datos mediante imágenes satelitales” (Aragón *et al.*, 2020, p. 41).

Ante este panorama general, se puede visualizar que Bogotá presenta importantes cambios de temperatura, pero aún falta precisar de alguna manera, estos elementos urbanos en relación con los patrones ya identificados.

Sin embargo, en la actualidad, la ciudad está consumiendo hoy [2023] el 75 % de los recursos energéticos de los cuales dispone, (Gago *et al.*, 2013) y según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales Bogotá (IDEAM, 2014) se ubica como uno, por no decir, que la principal ciudad de Colombia que emite gases de efecto invernadero [GEI] en una cifra de alrededor de 10,58 Mitón CO<sub>2</sub> (IDEAM, 2011). En efecto, la Secretaría Distrital de la Salud (2011) señala que Bogotá es la ciudad con mayor vulnerabilidad y exposición al cambio climático como consecuencia de la fragilidad que existe en la cantidad de territorio y población, o su capacidad de carga y capacidad de adaptarse a los efectos de la misma. En esta lógica, según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2018), Bogotá cuenta con 7'412.566 de habitantes, lo cual demanda cada vez más, tanto dotaciones (en cuanto a los nuevos asentamientos, infraestructuras, áreas industriales), como la disponibilidad de zonas verdes y regulaciones hídricas, derivando en concentraciones de población sobre zonas de la ciudad que emiten importantes cantidades de energía o calor antropogénico (IDEAM, 2014).

De allí la importancia de comprender el estado actual de la isla de calor en el año 2018, puesto que se debe orientar la toma de decisiones respecto a los riesgos por cambio climáticos proyectados para el 2030, pues según la Subsecretaría de Planeación Territorial, la ciudad de Bogotá hacia el 2029, tendrá un aumento de alrededor de 2.000.000 de nuevos habitantes, y en su territorio metropolitano, 1.200.000 más de pobladores, lo que indica un crecimiento acelerado, que como se mencionó en anteriores líneas, continuará demandando infraestructura y mayor consumo de energía (Secretaría Distrital de Planeación, 2015., pp. 110-111).

### **Aproximación conceptual al clima urbano**

Para comprender el ambiente climático desde lo urbano, es importante reconocer en principio la definición de clima que según la Organización Meteorológica Mundial (OMM), se asocia al:

“conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, caracterizado por las evoluciones del estado del tiempo, durante un período de tiempo y un lugar o región dados, el cual está controlado por los denominados factores forzantes, factores determinantes y por la interacción entre los diferentes componentes del denominado sistema climático [atmósfera, hidrosfera, litosfera, hidrosfera, biosfera y antroposfera]” (OMM, 2019).

Es así como este campo climático va a favorecer el conocimiento de la isla de calor urbana, que se puede identificar, por ejemplo, a partir de análisis espacio temporales, mostrándose desde criterios físicos y también desde

aquellas alteraciones que sufre a nivel atmosférico, el clima, y el desarrollo que pueden tener dichas alteraciones, pero desde aquellos efectos que logran permear directamente a la superficie terrestre. Según Sorre (1995) tiene que ver con una estación climática y un lugar específico, ya que estos tienden a asumir una relación recíproca. Sin embargo, las discrepancias se empiezan a manifestar de acuerdo a las características particulares de cada lugar, es decir, a su ubicación geográfica y espacial en el planeta. Parte de dichas discrepancias o desniveles, como las llama el autor, pueden ser por ejemplo, los cambios topográficos, las horas solares, la precipitación, agentes atmosféricos, la orientación de las montañas, entre otros.

Ahora bien, dentro de la lógica de urbanidad, vale la pena resaltar a la ciudad, además, como un territorio de ecosistemas que están en constantes modificaciones antrópicas. Por lo tanto, se puede definir de manera general al clima urbano como aquella alteración artificial que, según Moya (2020) citando a Lombardo (1997), se hace sobre el “clima producto de la alteración de los procesos aerodinámicos, térmicos e hidrológicos que ocurren en la atmósfera local a causa de la interacción de los componentes urbanos como el suelo de concreto y los edificios con el medio natural” (p. 21).

En este orden de ideas, en términos de dicha alteración del ecosistema natural y del ecosistema ahora urbano, García (1999) expone, como principales, las siguientes modificaciones:

1. La superficie natural que se sustituye por la edificación, muchas veces densa, dispersa o compacta, que dificulta la circulación correcta del aire y su velocidad.
2. La superficie natural nuevamente modificada, pero ahora para recubrirse con materiales antrópicos, como pavimentos, o la implementación de infraestructura de servicios urbanos, como los drenajes, derivando en evaporaciones y aparición de humedades, volviendo denso el aire y, por lo tanto, generando isla de calor.
3. Los materiales y sus propiedades tienden a concentrar mayor capacidad de calor debido a sus propiedades.
4. El calor que se produce por la actividad de la práctica humana en las ciudades, de allí el calor antropogénico como lo nombra la autora.
5. Por último, las partículas o gases producidos por el sector industrial.

Por lo tanto, entender el clima urbano permite, de alguna manera, definir el concepto de isla de calor urbana, relacionando los términos como modificaciones que son producto de la urbanidad que generan impactos en el clima, bien sea rural o urbano. La Tabla 8.1 expone los indicadores de temperatura de comparación entre lo urbano y rural.

Tabla 8.1. Modificaciones del clima local que se produce en las ciudades.

Elementos	Indicadores	Comparación con el ambiente rural
Temperatura	Media anual Media mínima invierno Grados día calefacción Estación libre heladas	0,5 -1,0 °C más 1,0-2,0 °C más 10% menos 10% más

Fuente: tomado de Gargía (1999) y Landsberg(1981).

Barrantes Sotela, O. (2018) define al clima urbano como aquel que se puede percibir desde diferentes variables como la geográfica, la ambiental (lo vegetal, cuerpos de agua), lo arquitectónico desde la construcción y sus materiales implementados y desde lo urbano en términos de la disposición de su infraestructura. Reunido todo esto, se forma una especie de “aglomeración” de carácter urbano, que tiende, por naturaleza, a desarrollarse y extenderse por todo el territorio modificando el clima. El clima urbano también se puede entender a la luz de la climatología urbana, que tiene como propósito principal la comprensión, visualización, estudio y explicación de las alteraciones del clima, bajo la noción de los procesos de urbanización, donde la intención es propiciar escenarios con climas deseables a futuro, para futuras poblaciones. Para esto se recurre al análisis del “comportamiento de los parámetros meteorológicos dentro de una porción de la atmósfera que constituye la capa límite de la ciudad” (Capelli de Steffens, 2006, p. 183).

Por lo tanto, se puede inferir que el clima urbano, tiende a ser la temperatura de una región alterada, donde su caracterización se opera desde la correlación con su entorno. La intensidad de dichas alteraciones depende fuertemente de la extensión, tamaño, forma y posición donde, por ejemplo, en una escala intraurbana “se observa un complejo entramado de microclimas diferenciados, debido al trazado y anchura de la red viaria, los usos de suelo, los materiales del asfalto y edificios, así como por las diferentes alturas y orientaciones” (García & Martilli, 2012 p. 21). Sin embargo, existen regiones que concentran o una mayor porción rural o una mayor porción urbana, por lo que, en regiones metropolitanas, donde lo antrópico tiende a desdibujar los límites que existen, puede producir o ampliar un sinfín de escenarios y perspectivas de estudios en sus resultados.

### **Isla de calor urbana superficial y las formas en que se ha medido en Bogotá**

Según la literatura, uno de los efectos del cambio climático producido por la urbanización, actualmente se le conoce como ICU y según Cochran (2014), tiene que ver con un tipo de fenómeno de temperatura que se origina en un centro urbano de un determinado territorio, y este suele ser más cálido en relación a su periferia o área no urbanizada. Barrantes (2018) agrega que no precisamente refiere a un fenómeno de carácter térmico, sino que, “es una

fuerza orientadora para el efecto de flujo inducido por la brisa o la circulación del viento, especialmente bajo la influencia de un débil sistema sinóptico” (p. 14), de hecho estas ICUs, varían su intensidad de acuerdo a otros elementos urbanos o atmosféricos que interactúen entre sí de acuerdo a sus condiciones preexistentes. Jin (2012) por su parte, expone que tradicionalmente se cuantifica como la diferencia térmica que se da entre la temperatura del aire en una altura específica de la superficie terrestre, que está a 1.5m de una estación meteorológica, localizada o insertada en una zona urbana, con una estación que se ubique en la periferia que puede ser rural o no. Taha (2017) indica que el promedio de la ICU, está alrededor de 0.5 °C a 3.0 °C y en algunos casos anómalos llega a 5 °C en zonas tropicales. Landa, Magaña & Neri (2008) la definen como una elevación de temperatura en la superficie de la tierra, y esta se percibe en más de dos grados centígrados, por lo que se evidencia una absorción de calor en centros urbanos específicos de las ciudades.

Por otro lado, la ICU es una manera de representar las condiciones de carácter superficial que tiene la capa límite, la cual, “es la parte de la atmósfera en la que ahora vive la mayor parte de la población del planeta, y es uno de los microclimas más complejos” (Barlow, 2014, p. 216) sobre la ciudad, por lo cual se le denomina capa límite urbana (Figura 8.1).

Ahora bien, para comprender las formas en que se puede dimensionar cuantitativamente la isla de calor urbana, autores como Oke (2006), Gartland (2012) y Menon *et al.* (2010), sugieren que para las ciudades es pertinente explorar los “patrones climáticos regionales considerando la ciudad y removiendo la ciudad de su ubicación” (Berrantes, 2018, p. 15); sin embargo, para llegar a ello es importante conocer el efecto del clima urbano que se da en las ciudades por medio de diferentes métodos.

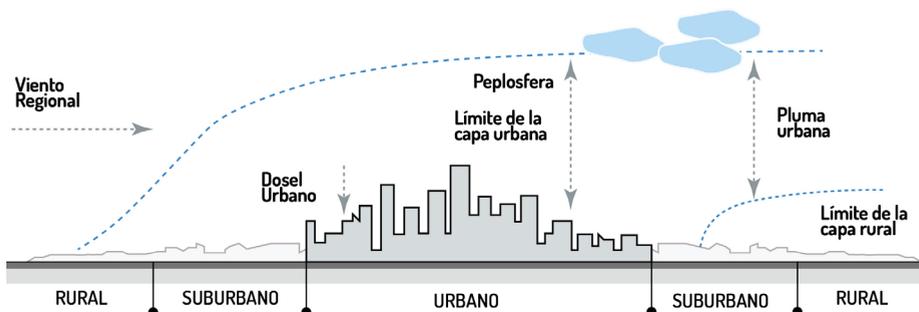


Figura 8.1. Delimitación de las capas urbanas en la capa límite planetaria (pleposfera) donde se hace presente la isla de calor urbana. Fuente: elaboración propia con base en Berrantes (2018).

El primero de estos, tiene que ver con estaciones fijas (Oke, 1973) y es considerado como el más básico y práctico, pues consiste en un análisis comparativo entre datos de diferentes estaciones meteorológicas fijas, para lo cual, se debe tener a la mano datos tales como temperaturas diarias, mensuales o anuales, según el tipo de estudio, así como horarios del día o noche; comparándolos en zonas urbanas y rurales para ubicar el patrón y su tendencia temporal, según como la ciudad vaya creciendo. Se sugiere que es importante considerar que las ubicaciones de las estaciones seleccionadas estén dentro de la capa dosel urbano, en un nivel de suelo de 1.5 – 2 m. Otro método, es por medio de transectos móviles (Martínez, 2014) que surgen como herramientas extra que pueden complementar la ausencia de información de estaciones meteorológicas fijas. Consiste en delimitar una ruta que atraviesa el sector de estudio, de manera que se disponga a medir los datos en tiempo del clima de dichas zonas previamente seleccionadas.

También están los sensores remotos (Kala *et al.*, 2014), que permiten determinar la temperatura de la superficie de la tierra junto con datos complementarios (como albedos, materialidad de superficies y su emisividad), así como tipos de cobertura de suelo; esto se realiza mediante fotografías satelitales, y se basa en mediciones de cinco longitudes de ondas distintas a partir de las cuales se pueden identificar zonas calientes y frías. En este mismo tema, están los sensores verticales (Oke, 2006) que funcionan para la medición de grandes extensiones de capa urbana, específicamente en la troposfera, ubicada en un rango de 1 a 1.4 km de altitud desde la superficie del suelo urbano. Por eso se utilizan globos de sonda con instrumentos de carácter meteorológico, que funcionan para medir la temperatura en distintas altitudes, cuestiones de contaminación que generan isla de calor urbana.

Por último, están los balances energéticos (Jacobson & Ten Hoeve, 2012) que permiten medir flujos de energía que entran o salen de la superficie terrestre, siendo recomendable utilizarlos en la medición de áreas de gran escala, debido a que proporcionan una mayor comprensión del origen que tiene la ICU. Para su aplicación se utiliza la primera ley de la termodinámica donde la energía que entra y sale de una superficie debe conservarse. En el caso de la superficie terrestre la ecuación se conforma” (Barrantes, 2018, p. 18).

De allí la relevancia de implementar métodos basados en estadísticas y números, para poder tanto recabar cómo procesar datos, y con ello, modelar a partir de sistemas de información geográfica SIGs, el patrón y comportamiento de la ICU. Si bien, se pueden combinar las técnicas, en este capítulo sólo se describió la aplicación de las estaciones fijas planteada por Oke, (1973) pues es la información con mejor acceso desde sus fuentes de datos para el caso particular de la ciudad de Bogotá.

### ¿Cómo medir la ICU en la ciudad de Bogotá para el año 2018?

Bogotá, se encuentra ubicada hacia el centro de Colombia y dentro del departamento de Cundinamarca, dispuesta al lado de la cordillera de los Andes y se caracteriza, por tener una topografía plana en casi toda su extensión. A nivel cartográfico se divide en 19 localidades urbanas: Suba, Usaquén, Engativa, Fontibón, Barrios Unidos, Chapinero, Kennedy, Teusaquillo, Puente Aranda, Los Mártires, Bosa, Santa Fé, Antonio Nariño, Tunjuelito, La Candelaria, Rafael Uribe Uribe, San Cristóbal, Ciudad Bolívar y Usme; y una rural denominada Sumapaz (Medina, 2019), (Figura 8.2).

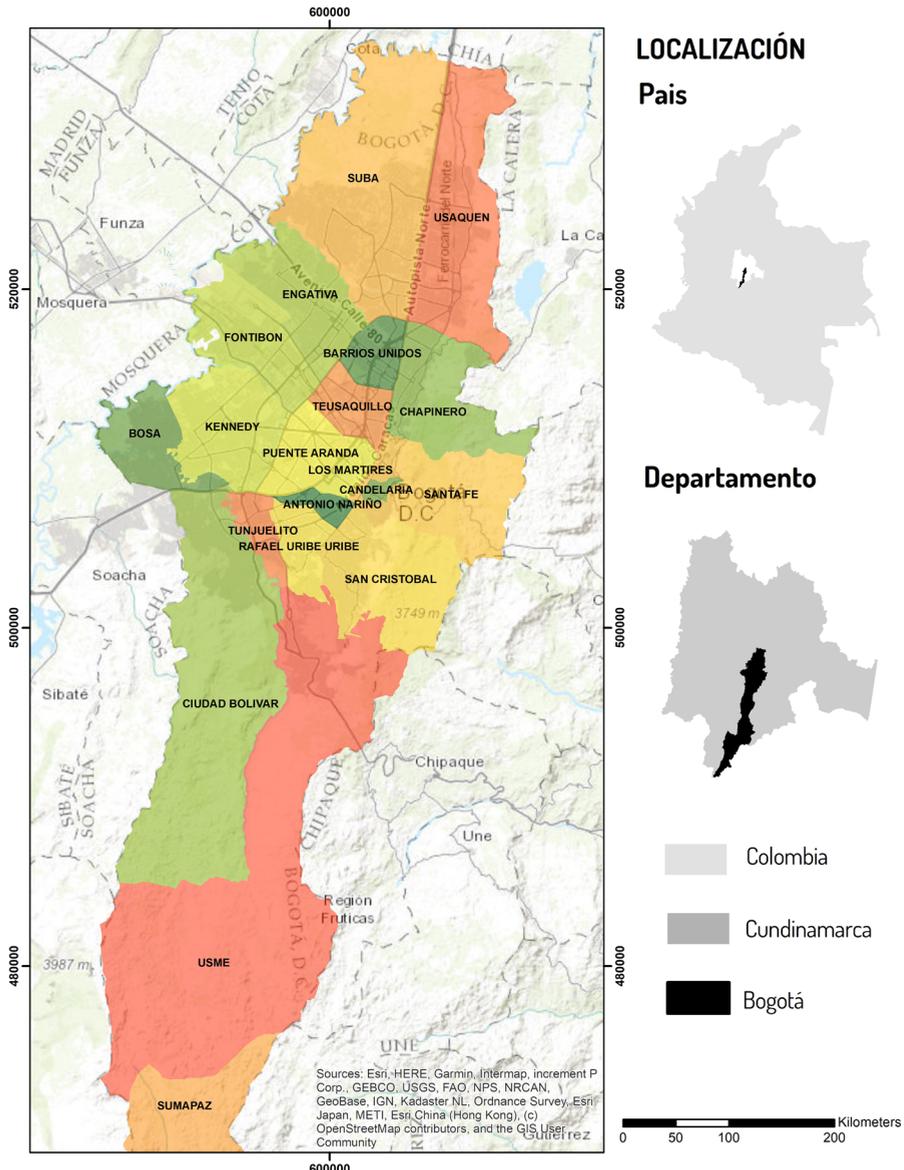


Figura 8.2. Delimitación de la ciudad de Bogotá, dentro de sus escalas. País: Colombia; Departamento: Cundinamarca; y Ciudad: localidades urbanas. Fuente: elaboración propia con ArcGIS 10.5.

Para dimensionar la ICU, se recurrió al método cuantitativo desde el alcance descriptivo que señalan Hernández *et al.* (2016) al: “describir fenómenos, situaciones, contextos y sucesos detallando cómo son y cómo se manifiestan [...] pretenden medir o recoger información de manera independiente sobre los conceptos o variables a las que se refieren” (p. 92). Es decir, se toma como base la recabación de datos estadísticos generales, que desde lo conceptual permite visualizar la variable ICU en la ciudad de Bogotá, a partir de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Esto deriva en la descripción de un fenómeno urbano desde un análisis espacial sobre el territorio en términos climáticos. De hecho, el análisis espacial a partir de los SIG más allá de observar la realidad “se basa en la generalización” (Buzai & Montes, 2021, p. 27) que busca hacer diagnósticos para explicar de manera deductiva la dimensión espacial de una realidad particular.

Lo anterior, a partir de dos fases específicas: la primera tiene que ver con toda la búsqueda, selección y filtro de información estadística en bases de datos oficiales, en cuanto a temperatura media mensual del año 2018, en la ciudad de Bogotá. Es así como se consultó al Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (INDIGER) y de allí se hizo una selección de 17 estaciones hidrometeorológicas disponibles con registros de temperatura para el año que se determinó.

Debido a que dicha institución captura la información diaria (en excel), se creó un filtro de estaciones activas hasta la fecha y, posteriormente, se promedió la temperatura diaria de cada mes, para tomar como resultado la de los 12 meses del año, y así, poder trasladar la información final a una base de datos nueva, bajo los criterios de nombre de la estación, código de identificación y los meses del año junto con su temperatura por estación.

Asimismo, se tomaron de manera complementaria, datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), (<http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>), como una segunda fuente. De aquí se recabó la información de 9 estaciones más, que en comparación con el INDIGER, tenían mayores opciones de obtención de datos, ya que registraban la temperatura media mensual. Lo anterior, derivó en la creación entonces de una base de datos nueva y actualizada, que contiene un total de 26 estaciones hidrometeorológicas para el caso de estudio en el año 2018, donde su promedio anual para la ciudad fue de una temperatura de 13.97 °C (Tabla 8.2).

Tabla 8.2. Temperatura media de las estaciones meteorológicas de la ciudad de Bogotá.

<b>Estación Meteorológica</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
COLMAC	14.0	15.0	14.4	13.8	14.3	13.6	13.6	13.1	14.1	14.4	14.	13.6
Casas Fiscales Artillería	13.8	15.5	15.5	14.7	15.5	14.3	14.4	14.2	14.8	14.9	12.5	11.6
Cerro Cazadores	11.7	13.1	13.0	12.0	12.5	11.3	11.8	10.9	11.9	12.5	12.0	11.6
Colegio Carlos Pizarro	13.2	14.3	14.7	14.3	14.5	15.0	15.0	14.9	14.5	14.1	14.5	14.8
Colegio Sierra Morena	15.5	16.5	16.6	15.7	15.9	15.6	15.7	15.5	16.0	16.2	15.7	15.7
Doña Juana	14.5	15.5	15.6	15.0	15.1	14.5	14.4	14.1	14.9	15.2	14.9	14.5
El Codito	13.7	14.2	13.7	12.9	13.3	12.7	12.7	12.5	13.3	13.7	13.0	12.8
Gran Bretaña	10.1	11.4	11.4	10.7	11.0	9.9	10.0	9.7	10.7	10.9	10.6	10.1
Gravilleras Río Tunjuelo	16.8	19.6	19.5	18.3	18.7	17.6	17.7	17.5	16.9	18.5	18.2	17.4
Ind. Río Tunjuelo	15.6	16.4	16.7	16.1	16.4	16.6	16.6	16.2	16.4	16.3	16.4	16.4
La Esperanza	10.8	11.1	11.4	10.7	10.9	9.8	9.8	9.6	10.9	11.0	10.5	10.1
La Fiscala	12.8	14.3	14.4	13.5	13.9	13.0	12.9	12.8	13.7	13.9	13.5	13.1
La Unión	9.4	10.1	10.4	10.1	10.6	9.8	9.6	9.4	10.0	9.9	10.2	9.7
Micaela	13.5	14.5	14.5	13.9	14.0	13.1	13.2	12.9	13.8	14	13.7	13.2
Paraiso	14.0	16.4	17.3	13.5	13.5	13.2	13.3	12.3	12.1	15.7	13.4	12.6
Quiba	13.6	14.3	14.4	13.7	14.0	13.3	13.2	12.6	13.1	14.0	13.7	13.0
San Benito Río Tunjuelo	14.5	15.9	16.0	15.0	16.8	17.0	17.1	16.7	17.1	15.5	16.3	16.9
San Francisco Q. Limas	15.0	15.7	16.1	15.2	15.7	15.1	15.2	14.9	15.6	15.6	15.4	15.2
UAN Circunvalar	15.7	16.3	16.2	15.2	15.8	15.2	15.0	15.1	15.9	16.0	15.4	15.3
UAN Usme	14.8	16.1	16.1	15.5	15.8	15.0	12.2	14.7	15.4	15.6	15.4	15.1
Vitelma	11.4	13.2	13.1	11.9	12.5	11.2	11.4	11.2	10.3	12.4	11.8	11.0
Aeropuerto Catam	14.9	14.3	13.9	14.7	14.7	15.0	14.7	14.3	14.4	14.5	14.5	14.6

<b>Estación Meteorológica</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
C.Univ. Agrop-UD-CA	13.8	13.5	13.3	13.5	12.8	13.2	12.5	13.5	13.7	14.2	13.3	13.2
Colegio San Cayetano	11.0	11.4	10.9	10.0	10.3	10.4	10.2	10.1	10.2	10.5	10.1	10.6
Inem Kennedy	14.8	15.4	15.6	15.0	15.4	16.2	15.9	15.5	15.6	15.5	15.8	15.4
Nueva Generación	14.0	14.8	14.9	14.2	14.7	14.2	14.4	14.2	14.5	15.1	15.3	14.3
<b>Promedio total</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>13</b>

Fuente: elaboración propia con base en datos del IDEAM(2018) e INDIGER (2018).

La segunda fase implicó el procesamiento de los datos estadísticos mediante el programa ArcGIS 10.5, donde, en primer lugar, se descargó en formato shapefile el mapa cartográfico de la ciudad de Bogotá con sus localidades urbanas y rurales junto con el mapa de delimitación del perímetro urbano, suministrados en la base de datos abiertos de la Alcaldía Mayor de Bogotá: <https://datosabiertos.bogota.gov.co/dataset/sector-catastral>; posteriormente, se cargó el shapefile de ubicación de estaciones hidrometeorológicas obtenidas del INDIGER y del IDEAM (Figura 8.3).

En segundo lugar, se llevó a cabo la vinculación mediante un *join*, de la base de datos de temperatura en formato Excel 97, con el shapefile de estaciones meteorológicas de manera que la tabla de atributos del shapefile incluyera los datos de temperatura media mensual del año 2018. Es importante relacionar primero los campos mediante un elemento en común, como lo es el código de identificación y, posteriormente, ver que los campos que tienen, tanto el excel como el shapefile, se nombren de la misma manera, y así el *join* se pueda ejecutar correctamente generando un nuevo shapefile con una tabla de atributos que contiene los datos de temperatura del año 2018.

Una vez vinculado, se puede realizar el geoproceso que en este caso fue una interpolación espacial que permite: “estimar el valor que adquiere cualquier localización a partir de valores conocidos medidos en localizaciones puntuales distribuidas en el interior del área de estudio” (Buzai & Montes, 2021, p. 56). Es decir, que partiendo de la distribución espacial que tiene el shapefile en formato puntos de estaciones meteorológicas sobre la base de la ciudad de Bogotá (área de estudio), fue posible ver la temperatura desde la representación cartográfica de los datos estadísticos, generando un modelo térmico.

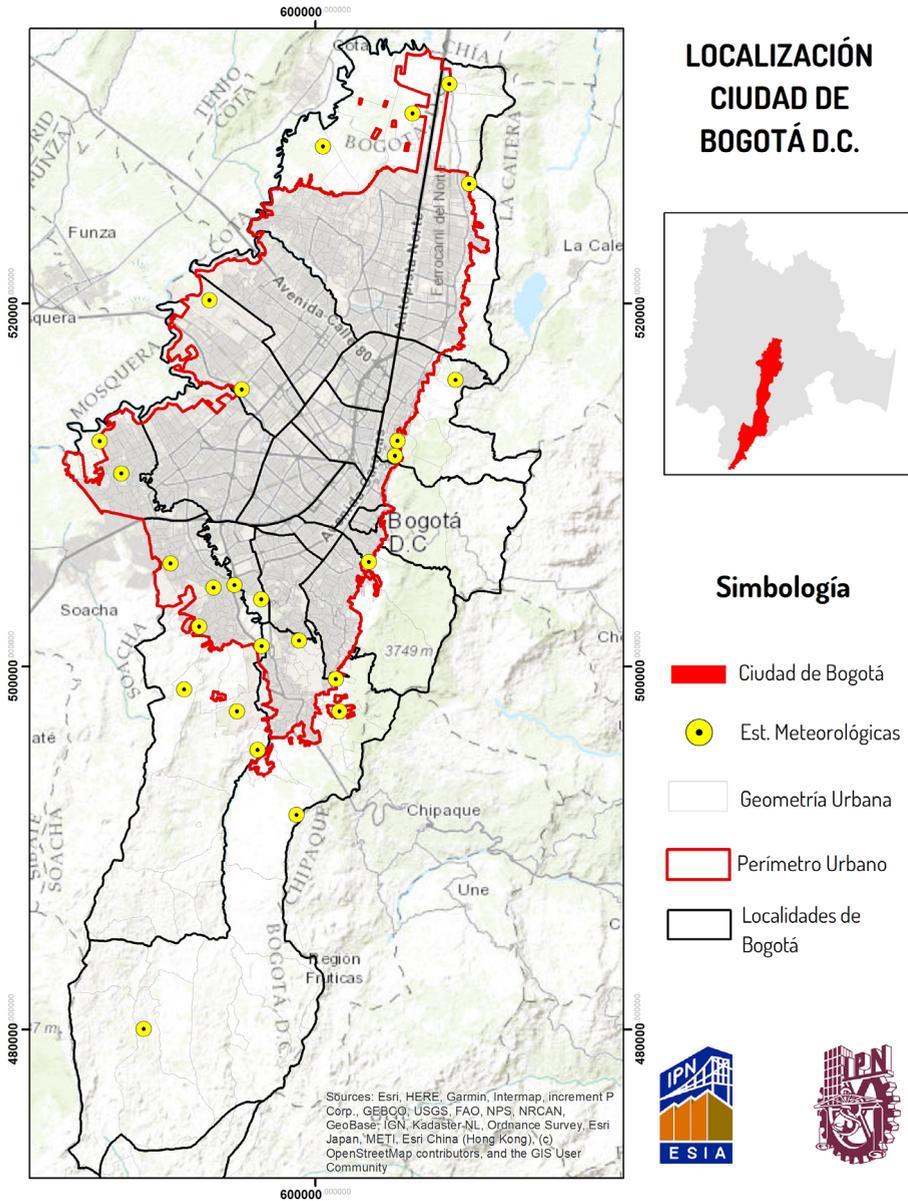


Figura 8.3. Delimitación de la ciudad de Bogotá, ubicación de estaciones meteorológicas en su perímetro urbano y rural. Fuente: elaboración propia con ArcGIS 10.5.

El método de interpolación implementado para generar dicho modelo fue “Inverse Distance Weighting”(IDW), que es el promedio de la distancia ponderada entre puntos, de hecho se interpola una superficie de ráster por medio de los puntos del shapefile estaciones meteorológicas. En otras

palabras, “combina el concepto de vecindad entre sitios con disponibilidad de datos y un cambio gradual de las superficies definidas con una tenencia” (Estrada et al, 2003). Para ello, se entró al programa ArcGIS, con los shapefile de estaciones y la base de Bogotá; se dio clic en la pestaña Geoprocessing para luego entrar al ArcToolbox, se dio clic en Spatial Analyst Tools y se seleccionó la pestaña Interpolation. Allí se despliega la opción de IDW, por lo que es necesario determinar parámetros, a partir de los cuales, se puede hacer dicha interpolación, por lo que se determinaron según los datos estadísticos, el mes más cálido y el más frío que se registró en el 2018, como aquellos que se pretenden observar a nivel cartográfico.

Para continuar el geoproceto, inicialmente se debe seleccionar el *input point features* para elegir la capa de puntos “Estaciones Meteorológicas”, luego se procedió con la elección la capa de estaciones, ahora, en el *Z value field* es decir el campo en que se va a trabajar, en este caso se seleccionaron los meses de abril y junio, luego se dejaron 5 puntos de referencia en el radio. Adicionalmente, se configuró el ambiente de salida en *environments* y en la pestaña *processing extent*, donde se seleccionó la capa base del mapa cartográfico de Bogotá; para generar el recorte especialmente en el perímetro del mapa base y que el mapa térmico no saliera de sus límites, se dio clic en *raster analysis* y se seleccionó en *Mask* nuevamente el mapa de Bogotá. Una vez hecho esto, se pudo visualizar la interpolación con IDW en el mapa base, donde se evidenció el patrón de distribución de la ICU en la ciudad para el 2018 en el mes más cálido y en el más frío.

### **ICU dimensiona en Bogotá para el 2018**

A partir de la interpolación de los 12 meses del año, el mes más cálido registrado para el 2018 fue el de abril, con un máximo de 18.12 °C, y esta, según la ubicación de las estaciones meteorológicas, se dispone en mayor concentración hacia el centro y al occidente de la ciudad, donde las estaciones que reportan mayor temperatura son las del Colegio Sierra Morena Sede A con 15.93 °C, Gravilleras Río Tunjuelo con 18.11 °C, Independencia Río Tunjuelo con 16.39 °C y Colegio Carlos Pizarro con 14.52 °C. Adicionalmente, se ve una curva de degradación de la isla de calor superficial que se propaga hacia el norte de la ciudad; así que comparándolo con la demarcación del área urbana, es posible intuir que la urbanización es directamente la que está generando esta concentración de calor en la superficie terrestre de la misma. Hacia el oriente, debido a los cerros montañosos de la cordillera, que si bien delimitan de norte a sur tanto el área urbana como rural, se percibe que la ICU realmente es baja y, en las estaciones más cercanas a dichos cerros, la temperatura que reportan es menor, por ejemplo, la estación Micaela con 13.75 °C, Colegio San Cayetano con 10.52 °C, Vitelma con 11.80 °C, Cerro Cazadores con 12.05 °C y la estación El Codito 13.23 °C (Figura 8.4).

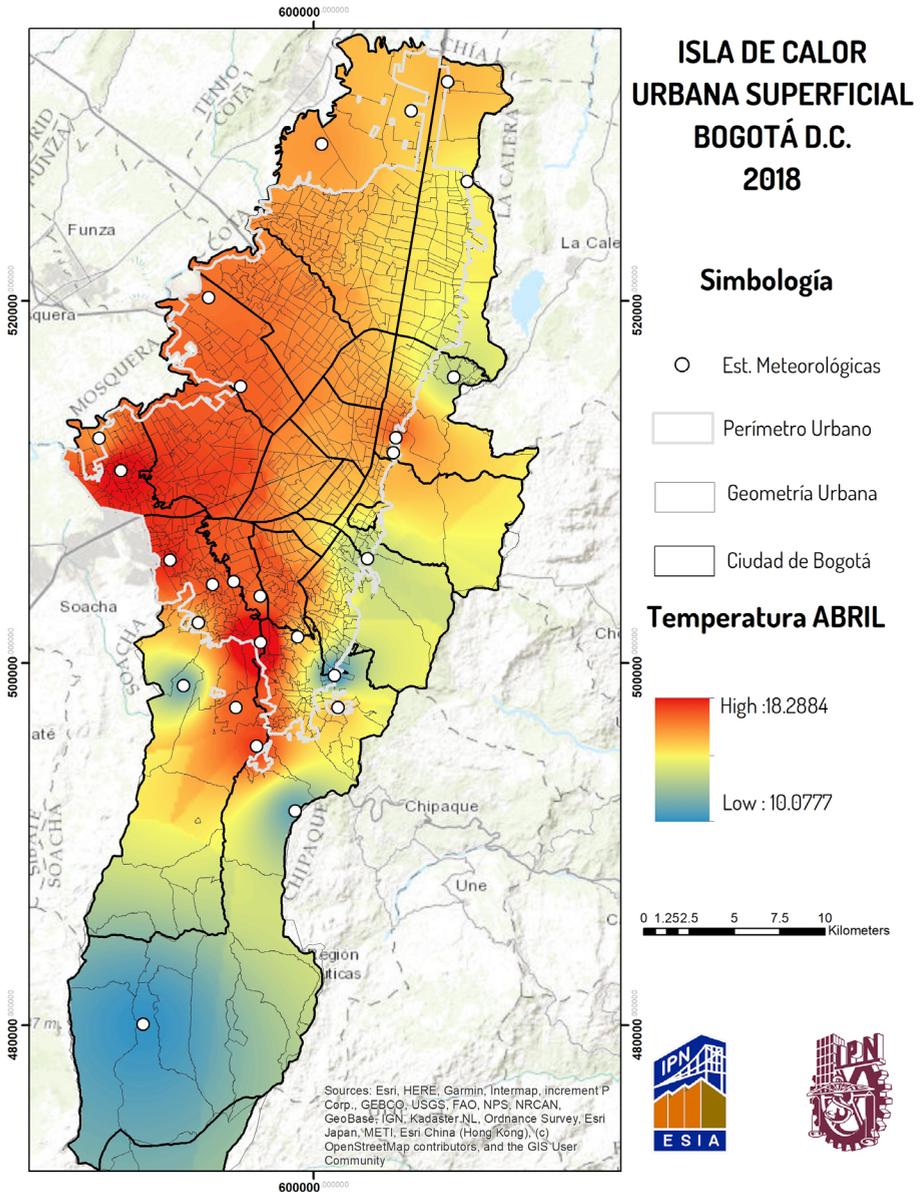


Figura 8.4. Mapa de Interpolación con IDW que muestra la isla de calor superficial en el mes de Abril del 2018. Fuente: elaboración propia con ArcGIS 10.5.

Por otro lado, el mes más frío que se reportó fue el de julio, con una máxima de 17.74 °C y una mínima de 9.41 °C . Según la Figura 8.5, las estaciones que se localizan hacia el oriente de la ciudad son las que registran bajas temperaturas. Una muestra de ello son las estaciones de la Esperanza con 10.59 °C, Vitelma 11.80 °C, Cerro Cazadores con 12.80 °C, Gran Bretaña

con 10.59°C, y hacia el sur en el área rural, se aprecia con mayor precisión que no existe una isla de calor urbana superficial pues la estación la Unión reporta un 9.98 °C y no existen degradaciones climáticas a partir de la misma. Esto se debe, principalmente, a que esa área es completamente natural. En efecto, dicha estación rural, según la temperatura mínima reportada a nivel del área urbana, presenta casi un grado centígrado más caliente, lo cual resulta incongruente. De hecho hacia el norte de la ciudad, se puede decir que está en rango medio bajo de temperatura.

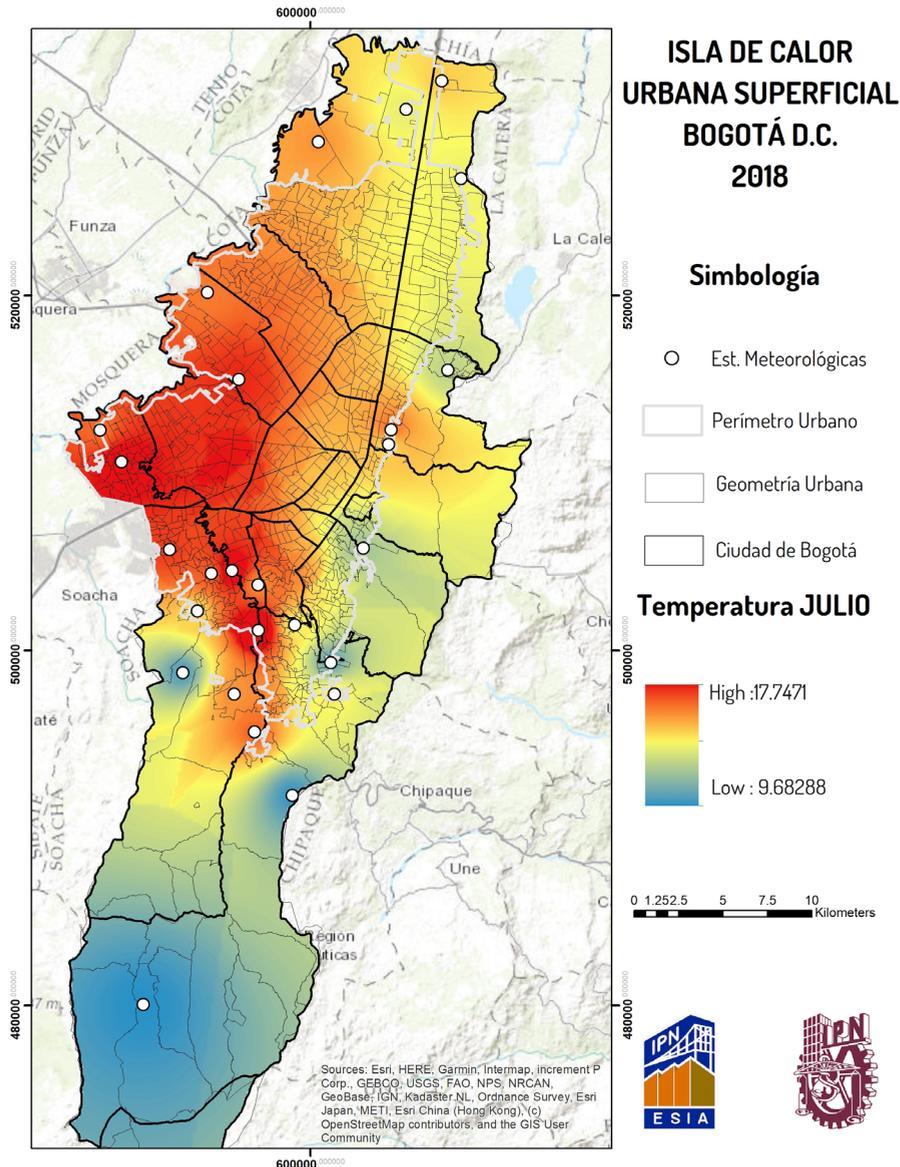


Figura 8.5. Mapa de Interpolación con IDW que muestra la isla de calor superficial en el mes de Julio del 2018. Fuente: elaboración propia con ArcGIS 10.5.

### **Apreciaciones finales**

La ICU en la ciudad de Bogotá para el año 2018, evidencia tanto en su mes más cálido como en el más frío, una variación aproximada de  $0.38^{\circ}\text{C}$  entre ellos lo que no alcanza a ser ni siquiera un grado de diferencia y esto se debe principalmente, a que este año en particular fue uno de los más cálidos a nivel mundial. De hecho, según la OMM, (2019) en la cumbre climática 24, llevada a cabo en diciembre del mismo año, indican que, particularmente durante el 2018, ha sido el cuarto año que registra niveles calurosos importantes en términos de la temperatura media del mundo. Por lo tanto, dicha variación mínima, de alguna manera evidencia, este sobrecalentamiento que se ha generado en el planeta y que la ciudad de Bogotá, no es ajena a esta situación lo que se materializa de manera gráfica en las Figuras 8.4 y 8.5, por lo que identificar el mes más frío fue bastante complejo debido a la similitud en sus temperaturas y la mancha de calor sobre el territorio.

Ahora bien, desde el debate conceptual, se confirma que la ICU, como lo expone Cochran (2014), sí evidencia un aumento de temperatura en el área urbana de la ciudad de Bogotá en comparación de su zona de periferia, que no está completamente urbanizada, puesto que para lo urbano se presenta un máximo de  $18.12^{\circ}\text{C}$  y en su ruralidad un  $9.98^{\circ}\text{C}$ . Adicionalmente, según la postura de Jin (2012) indica que esta diferencia térmica se percibe a 1.5 m entre una estación meteorológica y otra, sin embargo, la distancia actual entre la estación más cálida de la ciudad y la más fría ubicada en la zona rural es de 32.3 km, con lo cual, se puede inferir que este calor generado y concentrado depende de elementos especialmente urbanos, como por ejemplo su geometría, su densidad edificatoria, y el calor antropogénico generado por la población que habita allí. La gran distancia entre estas dos estaciones reduce la concentración de calor en aproximadamente  $8.14^{\circ}\text{C}$ ; hecho que lo confirma la postura de Landa, *et al.* (2008) donde esta diferencia de temperatura suele ser superior a  $2^{\circ}\text{C}$  y estos especialmente se ubican concentrados en las áreas urbanas específicas de la ciudad, por ejemplo, las estaciones más cálidas tuvieron en promedio una temperatura de  $16.23^{\circ}\text{C}$  diferenciándose en  $6.25^{\circ}\text{C}$  de la estación del área periférica. Por otro lado, se confirma la postura de Taha (2017) quien afirma que la existencia de una ICU se puede corroborar si hay un aumento de temperatura que esté entre  $0.5\text{-}3.0^{\circ}\text{C}$ ; y en Bogotá para el 2018 se identifica una diferencia de  $0.54^{\circ}\text{C}$  entre su mes más cálido y el más frío.

Se concluye de los datos anteriores, y tal como lo expresa Sorre (1995), el ver de alguna manera estas diferencias climáticas, depende en primera instancia de esta relación de reciprocidad que se da entre el lugar particular y su estación climática, pero las diferencias y anomalías que pueden presentar, dependen estrictamente de las condiciones geográficas tales como topografía, localización en el espacio en términos de sus coordenadas y clima predominante, además de las cuestiones atmosféricas propias.

## Referencias

- Acevedo Torres, M. F., & Puerto Sánchez, N. E. (2020). *Relación entre el clima y el crecimiento urbano de la ciudad de Bogotá para el periodo 1901-2020*. Editorial: Facultad de Ciencias Ambientales y de la Sostenibilidad, repositorio Institucional UDCA. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/3836>
- Aragón, J. A., Rodríguez, E. D., Varon, G. A., & Sánchez, G. A. (2020). Análisis de islas de calor por medio de imágenes satelitales y sistemas de información geográficos en el área urbana de la sabana de Bogotá. *Geographicalia*, (72), 39-64.
- Ángel, L., Ramírez, A., & Domínguez, E. (2010). Isla de calor y cambios espacio-temporales de la temperatura en la ciudad de Bogotá. *Rev. Acad. Colombia. Cienc*, 34(131), 173-183.
- Berrantes Sotela, O. (2018). *Análisis del efecto del cambio de uso de la tierra en el fenómeno de Isla de Calor Urbano (ICU) en la ciudad de Heredia, Costa Rica*. Repositorio, Ciudad Universitaria Carlos Monge Alfaro, Costa Rica. Sistema de estudios de Posgrado.
- Barlow, J. F. (2014). Progress in observing and modeling the urban boundary layer. *Urban Climate*, 10, 216-240.
- Buzai, G. D., & Montes Galbán, E. J. (2021). *Estadística Espacial: Fundamentos y aplicación con Sistemas de Información Geográfica*. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/161048>
- Capelli de Steffens, A. M., Piccolo, M. C., & Campo de Ferreras, A. M. (2006). Clima urbano de Bahía Blanca. *Revista Universitaria de Geografía*, 15(1), 183-186.
- Carvajal Téllez, R. A. (2020). *Análisis de la isla de calor urbana a nivel de superficie y de dosel en el periodo de 1981 a 2015 para la ciudad de Bogotá Colombia*. Editorial: Facultad de Ciencias Ambientales y de la Sostenibilidad, repositorio Institucional UDCA. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/2844>
- Cochran, N. E. (2014). *Detection of urban heat islands in the Great Lakes Region with GLOBE student surface temperature measurements*. The University of Toledo.
- DANE (2018). Censo Nacional de Población y Vivienda - CNPV 2018. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivienda-2018>

- Du, H., Wang, D., Wang, Y., Zhao, X., Qin, F., Jiang, H., & Cai, Y. (2016). Influences of land cover types, meteorological conditions, anthropogenic heat and urban area on surface urban heat island in the Yangtze River Delta Urban Agglomeration. *Science of the Total Environment*, 571, 461-470.
- Estrada, E., Baltasar, E., & Pat, J. FAO (2003). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2003. Base de datos estadísticos FAOSTAT. Manual de ArcGIS 10 Intermedio (arcgeek.com) <https://arcgeek.com/descargas/MAG10I.pdf>
- Figueroa, T.Z. y Fiquitiva, P.A. (2017). *Análisis espacio-temporal de variables que inciden en la generación de islas de calor urbanas en la localidad de Kennedy*. Recuperado de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/9215/MenesesTanya2017.pdf?sequence=1>
- Foley, J. A., Defries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., Stuart Chapin, F., Coe, M. T., Daily, G. C., Gibbs, H. K., Helkowski, J. H., Holloway, T., Howard, E. A., Kucharik, C. J., Monfreda, C., Patz, J. A., Colin Prentice, I., Ranmankutty, N., & Snyder, P. K. (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309, 570–574. <https://doi.org/10.1126/science.1111772>
- Forero, L. G., & Rodríguez, C. C. (2013). *Estudio del crecimiento urbano con respecto al efecto isla de calor para establecer lineamientos de gestión energético ambiental en Bogotá*. In *procedente del 11th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*, Cancún, México.
- Gago, E. J., Roldan, J., Pacheco-Torres, R., & Ordóñez, J. (2013). The city and urban heat islands: A review of strategies to mitigate adverse effects. *Renewable and sustainable energy reviews*, 25, 749-758.
- García, M. D. C. M. (1999). *Climatología urbana* (Vol. 160). Edicions Universitat Barcelona.
- García, F. F., & Martilli, A. (2012). El clima urbano: aspectos generales y su aplicación en el área de Madrid. *Revista Índice* (50), 21-24.
- Gartland, L. M. (2012). *Heat islands: understanding and mitigating heat in urban areas*. Routledge.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2016). Metodología de la investigación. 6ta Edición Sampieri. Soriano, RR (1991). Guía para realizar investigaciones sociales. Plaza y Valdés. <https://www.uca.ac.cr/wpcontent/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

- IDEAM (2014). *Evolución de precipitación y temperatura durante los fenómenos el niño y la niña en Bogotá - Cundinamarca (1951 - 2012)*.
- IDEAM (2011). *Protocolo de Procesamiento Digital de Imágenes para la Cuantificación de la Deforestación en Colombia Nivel Nacional*. Obtenido de [http://www.ideam.gov.co/documents/13257/13817/Protocolo\\_para\\_la\\_cuantificaci%C3%B3n\\_Deforestaci%C3%B3n\\_Nivel\\_Nacional.pdf](http://www.ideam.gov.co/documents/13257/13817/Protocolo_para_la_cuantificaci%C3%B3n_Deforestaci%C3%B3n_Nivel_Nacional.pdf)
- Jin, M. S. (2012). Developing an index to measure urban heat island effect using satellite land skin temperature and land cover observations. *Journal of Climate*, 25(18), 6193-6201.
- Jacobson, M. Z., & Ten Hoeve, J. E. (2012). Effects of urban surfaces and white roofs on global and regional climate. *Journal of climate*, 25(3), 1028-1044. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-11-00032.1>
- Kala, J., Evans, J. P., Pitman, A. J., Schaaf, C. B., Decker, M., Carouge, C., ... & Sun, Q. (2014). Implementation of a soil albedo scheme in the CABLEv1.4b land surface model and evaluation against MODIS estimates over Australia. *Geoscientific Model Development*, 7(5), 2121-2140. <https://doi.org/10.5194/gmd-7-2121-2014>
- Landsberg, H. E. (1981). *The urban climate*. Academic press.
- Landa, R., Magaña, V., & Neri, C. (2008). *Agua y clima: elementos para la adaptación al cambio climático* (No. Sirsi) a453952). Semarnat.
- Lombardo, M. A. (1997). Estudios interdisciplinarios, metodologías e técnicas de análisis do clima urbano. VI Encuentro de Geógrafos de América Latina, Buenos Aires, Argentina, 298.
- Manley, G., 1958. On the frequency of snowfall in metropolitan England. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, Volume 84, pp. 70-72
- Menon, S., Akbari, H., Mahanama, S., Sednev, I., & Levinson, R. (2010). Radiative forcing and temperature response to changes in urban albedos and associated CO2 offsets. *Environmental Research Letters*, 5(1), 014005.
- Moya Castillo, D. (2020). Propuesta de reducción del efecto Isla de Calor Urbano Superficial (ICUS) en la ciudad de Curicó.
- Martínez, J. (2014). Estudio de la isla de calor de la ciudad de Alicante. *Investigaciones Geográficas (Esp)*, 83-99. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17632456006>

- Medina, E. (2019). Todo lo que debes saber sobre Bogotá en 2019. Obtenido de <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/turismo/informacion-de-bogota-en-201>
- Narváez, I., & Ruiz, M. (2013). Identificación y propuesta de estrategias de mitigación del efecto de isla de calor para una localidad del distrito capital. Recuperado el 20 de 6 de 2018 de <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00000845.pdf>
- Naciones Unidas (2014). World Urbanization Prospects: the 2013 Revision.
- Organización Meteorológica Mundial OMM, (28 de marzo de 2019). El estado del clima en 2018 pone de manifiesto un aumento de los efectos del cambio. Organización Meteorológica Mundial. Recuperado de: <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/el-estado-del-clima-en-2018-pone-de-manifiesto-un-aumento-de-los-efectos>
- Oke, T. R. (1995). The Heat Island of the Urban Boundary Layer: Characteristics, Causes and Effects. *Wind Climate in Cities*, 81-107. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-3686-2\\_5](https://doi.org/10.1007/978-94-017-3686-2_5)
- Oke, T. (1976). The distinction between canopy and boundarylayer urban heat islands. *Atmosphere*, pp. 268-277. DOI: <https://doi.org/10.1080/00046973.1976.9648422>
- Oke, T. (1973). *City Size and the Urban. Atmospheric Environment* Pergamon Press, 7, 769-779. <https://doi.org/10.1145/2702123.2702189>
- Oke, T. (2006). Representative Meteorological Observations at Urban Sites (inf. téc.). University of British Columbia. Vancouver.
- Pabón, J.D., Zea, J., León, G., Hurtado, G., González, O. y Montealegre, J. (2001). La atmósfera, el tiempo y el clima. En: Leyva, P. (Eds.), *El medio ambiente en Colombia* (pp. 34-91). Bogotá: IDEAM
- Ramírez-Aguilar, E. A., & Souza, L. C. L. (2019). Urban form and population density: Influences on Urban Heat Island intensities in Bogotá, Colombia. *Urban Climate*, 29, 100497
- Secretaría distrital de salud (2011). Documento Técnico Línea de Intervención Cambio Climático. Obtenido de [http://biblioteca.saludcapital.gov.co/img\\_upload/57c59a889ca266ee6533c26f970cb14a/Dt\\_Cambio\\_Climatico.pdf](http://biblioteca.saludcapital.gov.co/img_upload/57c59a889ca266ee6533c26f970cb14a/Dt_Cambio_Climatico.pdf)

Secretaría Distrital de Planeación (2015). Región Metropolitana de Bogotá: una visión de la ocupación de suelo. Gestión socio económica integración regional y nacional. Disponible: [https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/region\\_metropolitana\\_de\\_bogota\\_una\\_vision\\_de\\_la\\_ocupacion\\_del\\_suelo.pdf](https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/region_metropolitana_de_bogota_una_vision_de_la_ocupacion_del_suelo.pdf)

Sorre, M. (1955). *Fundamentos biológicos de la geografía humana; ensayo de una ecología del hombre*. Juventud.

Taha, H. (2017). Characterization of urban heat and exacerbation: Development of a heat island index for California. *Climate*, 5(3), 59.

## **Capítulo IX. ¿Dónde viajan más, en el centro o en la periferia? Análisis geostatístico sobre la movilidad periférica de la Zona Metropolitana del Valle de México**

Margarita Ruiz Camacho<sup>1</sup>

### **Introducción**

La movilidad de una persona, de acuerdo con Avellaneda & Lazo (2011), depende entre otros factores del nivel socio económico que posee; en Latinoamérica, los habitantes más pobres, habitualmente se ubican en la periferia, por lo que quedan fuera del modelo predominante de movilidad, es decir, el automóvil; y al no contar con automóvil propio o en su defecto, al no existir medios de transporte eficientes y accesibles que fomenten su traslado diario y su integración con la ciudad, quedan fuera de las oportunidades que esta ofrece, conformándose, en muchos casos, con las oportunidades existentes en el interior de dichos municipios o en su caso, en los municipios aledaños.

En la periferia de la ZMVM, se dio un boom inmobiliario, debido a la construcción de conjuntos habitacionales de grandes dimensiones. Inicialmente, este tipo de edificaciones fueron autorizadas por parte de los municipios, a raíz de algunas modificaciones realizadas al Art. 27 Constitucional, mediante las cuales, se permitió incorporar el suelo ejidal al desarrollo urbano y fueron las empresas inmobiliarias quienes aprovecharon un bajo costo del suelo ejidal y con la construcción de conjuntos habitacionales, obtuvieron grandes ganancias económicas.

Al respecto de la ubicación de estas viviendas, Cruz e Isunza (2017), mencionan que la construcción de las mismas, se dio en medio de un desfase entre el lugar donde se adquiere la vivienda (ligado al acceso al suelo debido al bajo costo de este) y el lugar de trabajo (ubicado principalmente en las zonas centrales); indican que las condiciones del entorno no son las adecuadas, debido a una falta de cobertura de equipamiento urbano en la zona y poca oferta de empleo, lo cual favorece un periurbano de baja densidad, posibilitando un deterioro en los niveles de accesibilidad, ya que como lo señalan Cerdà & Marmolejo (2010), se ha demostrado, que las densidades explican de forma significativa el nivel de accesibilidad.

A estas dificultades observadas en la periferia, se suma la concentración de actividad económica en las áreas centrales; y debido a una oferta limitada de infraestructura, se empeoran las condiciones de la movilidad urbana, particularmente para los desplazamientos que tienen como origen el hogar y

---

1 Doctorante en el Instituto Politécnico Nacional Sección de Posgrado. Maestra en Ciencias en Arquitectura y Urbanismo IPN. Ingeniero Arquitecto Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura IPN. Correo: mruizc2200@alumno.ipn.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1854-7341>

como destino el trabajo, debido a que estos desplazamientos son extensos en longitud y tiempo (Montezuma, 2003).

El tema de la movilidad en la periferia se agrava por un aumento en la demanda de transporte público, debido a todas aquellas personas que adquirieron una vivienda y que ahora necesitan desplazarse principalmente hacia sus lugares de trabajo. Otra situación que complica la movilidad es el hecho de que debido a que no existe una red de transporte eficiente, la alternativa para algunos privilegiados es el uso del automóvil, quienes generan con su uso diario una saturación vehicular importante; y es debido a la dispersión de estas localidades periféricas, que el tiempo de recorrido en transporte público, así como el costo, son excesivos (Jirón & Mansilla, 2014).

Este capítulo presenta los resultados obtenidos inicialmente a través del análisis realizado a la Encuesta Origen Destino 2017 (EOD, 2017), bajo un enfoque cuantitativo, mediante la revisión de las gráficas y porcentajes obtenidos como resultado de la aplicación de dicha encuesta, proponiendo finalmente una metodología que permita entender la movilidad periférica de la ZMVM, desde un enfoque socioeconómico, partiendo de la premisa señalada por Avellaneda & Lazo (2011), cuando afirman que la movilidad de una persona depende entre otras cosas, del nivel socioeconómico que posee.

### **La movilidad entendida como capital espacial**

La movilidad puede ser abordada desde varios enfoques (social, urbano, económico, geográfico, sostenible). Para efectos de este capítulo, es el enfoque social el que se aborda, y para ello, se retoma a Kaufmann *et al.*, (2004), quienes para hablar de movilidad hacen uso del concepto *Motilidad* o *motility* y lo define como el capital espacial del que disponen los individuos o los hogares, traducido como la capacidad de ser móviles en el espacio social y geográfico, así como los modos en que acceden y se apropian de la movilidad socioespacial de acuerdo con sus circunstancias.

El capital espacial es caracterizado por Kaufmann *et al.*, (2004), quienes indican que está integrado por tres componentes: acceso, competencia y apropiación. El acceso está relacionado con las opciones existentes para movilizarse, de acuerdo con el lugar, el tiempo y la disponibilidad económica. Así mismo, se relaciona con la oferta de redes (viales, servicios públicos, peatonales, senderos seguros, entre otras) que permiten la circulación uniendo puntos significativos de la ciudad (Rérat & Lees, 2011).

En cuanto a la competencia, esta remite a las habilidades de los individuos, como la edad o las diferentes capacidades adquiridas (permiso o licencia para conducir, conocimiento de las redes y de los dispositivos de pago y utilización

entre diferentes modos de transporte) y organizacionales (planificación, lecturas de la señalización e indicaciones para el uso de los modos y sus combinaciones) (Rérat & Lees, 2011; Blanco, Bosoer & Apaloaza, 2014).

Finalmente, la apropiación se refiere a las estrategias, motivaciones, valores y prácticas de los individuos; esta alude a las dimensiones del espacio percibido, representado y usado a través de las prácticas. Para la apropiación resulta de gran importancia la representación social que tienen los modos de transporte, por ejemplo, la idea de libertad que brinda el automóvil particular, las implicancias que puede tener el compartir con otros el transporte público, y también, las rutas fijas y la flexibilidad de horarios y recorridos (Rérat & Lees, 2011; Blanco, Bosoer & Apaloaza, 2014).

### **Aproximación sobre los estudios realizados acerca de la movilidad periférica**

En relación con las investigaciones previas relacionadas con el tema de movilidad en la periferia, se toman como referencia los siguientes trabajos, señalados en la Tabla 9.1, los cuales han sido publicados por autores o universidades pertenecientes a Latinoamérica, en países como Chile, Colombia y México.

Tabla 9.1. Marco referencial.

<b>Tema</b>	<b>Autores</b>	<b>Variables</b>	<b>País</b>
La periferia conurbada de la Ciudad de México: Movilidad cotidiana y manejo de tiempo de la población en unidades habitacionales de Ixtapaluca.	Arango, A. (2010)	Movilidad Cotidiana, Transporte, Periferia	México
Mobilities of the periphery: Informality, access and social exclusion in the urban fringe in Colombia.	Oviedo, D. y Titheridge, H. (2016).	Movilidad, Periferia, Exclusión social	Colombia
Accesibilidad a equipamientos según movilidad y modos de transporte en una ciudad media, Los Ángeles, Chile.	Rojas, et. al. (2019)	Movilidad Urbana, Transporte, SIG, Periferia	Chile

Fuente: elaboración propia.

De esta forma, inicialmente se menciona que se encontraron trabajos de corte cualitativo. Para comenzar citamos a Arango (2010), quien estudia la movilidad cotidiana y el manejo de tiempo de la población en la periferia conurbada de la Ciudad de México. En esta investigación se aplican entrevistas semiestructuradas enfocadas en los siguientes temas: vivienda, trabajo, transporte y tráfico (circulación), rutina o manejo del tiempo, y percepción del problema. Los resultados arrojan que debido a la ubicación de las Unidades Habitacionales (UH) de la Región Oriente (Ixtapaluca, Chalco), la movilidad cotidiana por motivo laboral se convierte en una de las actividades que más tiempo consume, ya que el recorrido al trabajo se complica por las pésimas

condiciones de accesibilidad, relacionada con la poca oferta de transporte, llegando a ocupar entre tres y cinco horas diarias.

Por otra parte, Oviedo & Titheridge (2016), realizan una investigación acerca de la movilidad en la periferia, desde el punto de vista de la informalidad y de la exclusión social en Colombia. El artículo explora, mediante una metodología cualitativa, estrategias de viaje en un contexto donde existe una escasa provisión de transporte que, combinado con las condiciones agudas de bajos ingresos y segregación, se limita el acceso de las poblaciones vulnerables a la ciudad. Dentro de esta investigación, se entienden las estrategias de viaje como la combinación de recursos físicos, económicos y sociales para acceder a diferentes oportunidades. En el documento se hace hincapié en el papel de las iniciativas del transporte informal dirigidas por la comunidad, explorando su papel como medio para superar la exclusión social.

El documento promueve la utilización de 7 dimensiones desde las cuales se puede abordar esta problemática: dimensión física, dimensión geográfica, dimensión económica, dimensión basada en el tiempo, dimensión basada en el miedo, dimensión basada en exclusión espacial, y finalmente, la dimensión basada en exclusión de las instalaciones.

Tomando como referencia las dimensiones señaladas por Oviedo & Titheridge (2016), este capítulo se enfocará en el número de viajes realizados por cada estrato socioeconómico en cada distrito de la ZMVM, ubicando este indicador dentro de la dimensión geográfica, la cual se refiere a las ubicaciones inconvenientes en relación con los centros de oportunidades, entendiendo entonces que los viajes realizados por los distintos estratos socioeconómicos, se relacionan con las oportunidades existentes en sus espacios de proximidad.

Finalmente, otro de los trabajos que se toman como referencia, en este caso de corte cuantitativo, es la investigación desarrollada por Rojas, *et al.*, (2019), sobre el trabajo que realizan en materia de accesibilidad a equipamientos, tomando como punto de partida la movilidad que requiere y los modos de transporte existentes en los Ángeles y Chile. En dicha investigación, se considera que para desarrollar una medida precisa de accesibilidad a equipamientos, es necesario considerar: los puntos de oferta (equipamientos), la distribución de la población (demanda potencial) y la distancia que separa a la demanda potencial de los puntos de oferta, y los modos de transporte.

### **Análisis geoestadístico sobre la movilidad periférica**

El capítulo trata de un estudio descriptivo, que, de acuerdo con Sampieri *et al.*, (2006), es útil para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación. Se emplea el enfoque

cuantitativo, el cual utiliza la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. Inicialmente se revisó la estructura general de la Encuesta Origen Destino 2017 (EOD, 2017), con la finalidad de conocer cuáles eran los datos que se podían obtener de ella y verificar si con dichos datos, era factible realizar el análisis de la movilidad periférica de la ZMVM, bajo un enfoque socioeconómico (Figura 9.1).

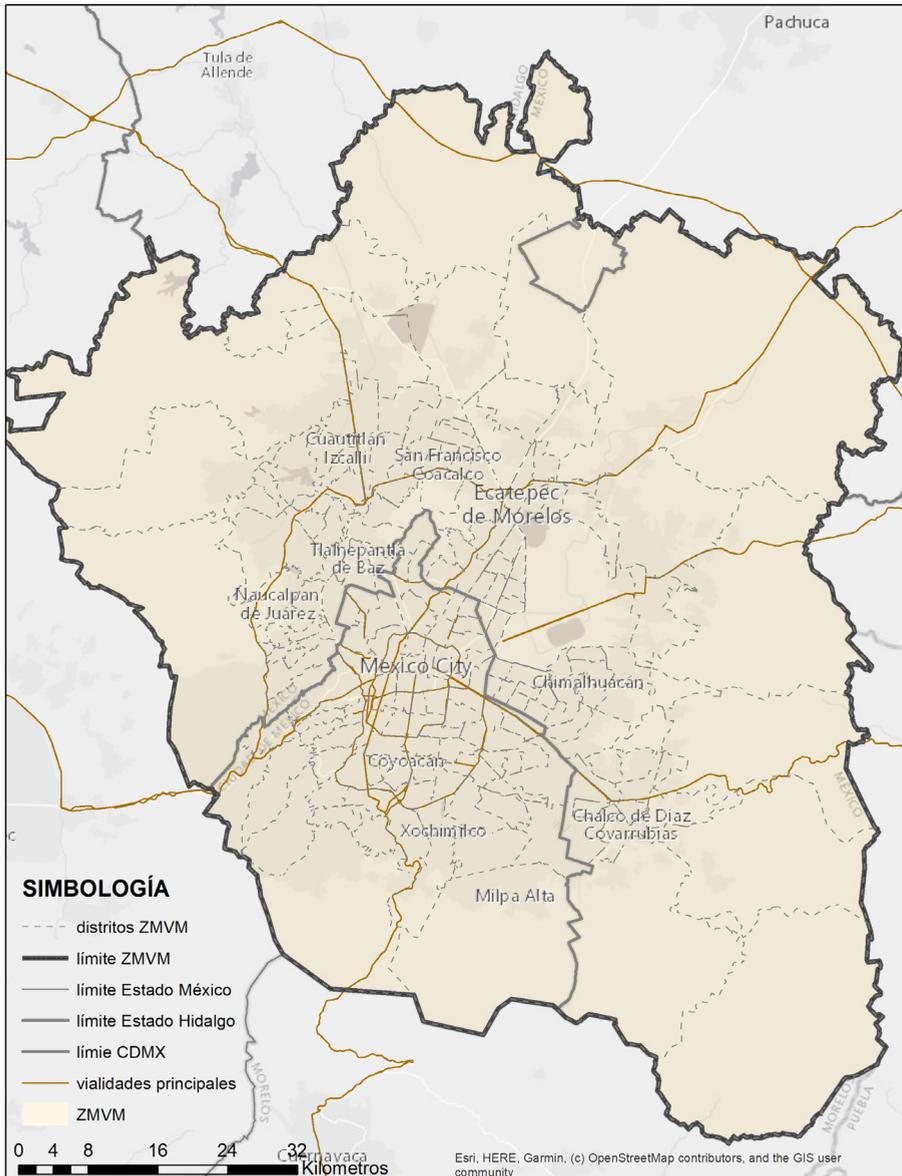


Figura 9.1. Sobre los distritos que conforman la ZMVM, según la EOD2017. Fuente: elaboración propia con base en datos de la EOD2017.

Tomando como base que el caso de estudio de esta investigación es la ZMVM, se diseñó el mapa de la misma, a través del programa ArcGIS como se muestra en la Figura 9.1, mediante el uso de la capa de distritos proporcionada por INEGI, la cual se obtiene a través de la siguiente liga: [EstudioOD-ZMVM-2017 | EOD-Hogares 2017 | Datos Generales \(unam.mx\)](#)

La EOD 2017 describe la estructura de la ZMVM de la forma que sigue: está conformada por 194 distritos, de los cuales 86 se ubican en las 16 delegaciones que integran Ciudad de México, mientras que 108 distritos se distribuyen en 59 municipios conurbados del Estado de México y, finalmente, un distrito perteneciente al municipio de Tizayuca, Hidalgo.

Se revisó el cuestionario Encuesta Origen-Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017. El cuestionario se divide en 5 secciones estructuradas de la siguiente forma: Sección I. Residentes y hogares; Sección II. Vehículos disponibles; Sección III. Características Sociodemográficas; Sección IV. Identificación de las personas que viajan; y Sección V. Viajes realizados entre semana.

Esta investigación contempló el uso de la Geografía Cuantitativa, la cual es mencionada por Buzai & Montes (2021), quienes señalan que, en esta línea, la incorporación de desarrollos matemáticos y estadísticos se convirtió en una forma de pensar y acceder a la realidad, apoyándose en un instrumental actualmente incorporado en el ambiente informático basado en el formato digital. Esta disciplina tiene como finalidad superar la descripción cualitativa que considera al mundo compuesto por regiones únicas e irrepetibles, por lo que el método científico brinda la posibilidad de realizar generalizaciones y de utilizar a las regiones como laboratorio para poner a prueba diferentes modelos generales.

Dentro de las herramientas que proporciona la Geografía Cuantitativa, se utilizó el Análisis Espacial, entendiendo que cuando la realidad se analiza a partir del uso de SIG se hace desde un punto de vista cuantitativo y sistémico en dos perspectivas: como sistemas generales que buscaron similares organizaciones en diferentes escalas, y como sistemas complejos. Según Buzai & Montes (2021), desde el punto de vista espacial, la escala humana se encuentra entre lo infinitamente grande y lo infinitamente pequeño; de esta forma, el estudio de la Geografía se encuentra en este nivel y privilegiando una perspectiva espacial. Así mismo, desde un punto de vista tecnológico, los telescopios se usan para abordar el espacio infinitamente grande, mientras que los microscopios para el estudio del espacio infinitamente pequeño, y los SIG se ubican en una escala humana. De esta forma, el análisis geográfico ocupa sólo un sector intermedio del análisis espacial, que corresponde al de una escala

humana, y con posibilidades de integración de variables sociales y naturales sobre la superficie terrestre.

De esta forma, el Análisis Espacial contempla diferentes conceptos: Localización, Distribución espacial, Asociación espacial, Interacción espacial, Evolución espacial y Globalidad territorial. El concepto que se empleó en esta investigación es la Distribución espacial, la cual según Buzai & Montes (2021), considera que el conjunto de entidades de un mismo tipo se reparten de una determinada manera en el espacio geográfico y, que la distribución de puntos, puede ser modelada como área y a partir de esto se podrá definir una forma. Considerada como distribución puntual, esa mancha de entidades puede tener una estructura espacial concentrada, aleatoria (sin un patrón definido) o regular (distribución uniforme, también considerada dispersa), aspectos que pueden ser medidos a través de un análisis de vecindad. La intensidad de cualquier variable puede ser distribuida espacialmente con base en los procedimientos típicos de la cartografía temática con el uso de intervalos de clase, y también, puede ser vista como densidad tomando como modelo la terminología estadística, como una frecuencia con la que estos hechos se reparten sobre el espacio geográfico.

Dentro de los conceptos integrados en la parte metodológica, los cuales son descritos por Buzai & Montes (2021), en su libro acerca de Estadística Espacial y uso de SIG, se encuentra el que se refiere a la accesibilidad e interacción espacial. Los autores abordan dicho concepto mencionando que los procedimientos presentados en el mismo, constituyen una herramienta importante que aporta al desarrollo regional, a partir de analizar la integración de los diferentes sitios de un área de estudio, la cual no solo tiene relación con las distancias físicas sino también con las verdaderas posibilidades de conexión, ya que las posibilidades económicas y sociales de una población, tienen relación con la facilidad de movimientos que puedan realizarse. De esta forma, espacios geográficos lejanos, pero con buenas conexiones, pueden tener beneficios en la interacción y, de forma inversa, espacios cercanos con dificultosa accesibilidad carecerían de muchos beneficios. El análisis espacial proporciona herramientas para medir las diferentes accesibilidades y modelar la interacción en diferentes escalas de análisis.

La primera fase relacionada con la obtención de los datos geográficos y estadísticos, inició con la obtención de los datos geográficos a través de la liga [EstudioOD-ZMVM-2017 | EOD-Hogares 2017 | Datos Generales \(unam.mx\)](#), donde se descargó el shapefile correspondiente a los distritos que integran la ZMVM. De igual manera, fue descargada la base de datos en excel, la cual tiene que ver con los resultados de la EOD2017, la cual se descargó a través de la liga siguiente: [Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México \(EOD\) 2017 \(inegi.org.mx\)](#)

La segunda fase tiene que ver con la información contenida en la base de datos de excel, y el procesamiento de datos de la misma para posteriormente cargarla en el programa ArcGIS, ya que al abrir la tabla se pudo observar que esta contenía un archivo que agrupaba las respuestas correspondientes a la sección V del cuestionario, que corresponde a la información de los viajes cotidianos que realiza la población encuestada, por lo que la base de datos contenía 329,580 celdas. De esta forma, se procedió al filtrado de información, de tal manera que se obtuviera una base de datos simple que contuviera únicamente la información necesaria para la generación de los primeros tres mapas, los cuales involucran el cruce de las siguientes variables: estrato socioeconómico (bajo, medio o alto), factor de expansión (número de encuestados representados en una sola encuesta) y distrito origen.

La primera indicación para generar la nueva base de datos, fue abrir la tabla en el programa Excel y filtrar la información de manera que se mostrara únicamente el estrato 1 y 2, (correspondiente al estrato bajo, y estrato medio bajo, respectivamente, según la categorización de la EOD 2017). De igual forma, se realizó otro filtro que corresponde a la pregunta P5\_13, la cual tiene que ver con el propósito del viaje, eliminando de esta, aquellos viajes que tienen como propósito el regreso al hogar, categorización que ocupa para esta respuesta el número 1, quedando únicamente las respuestas que tienen como propósito de viaje cualquier otro lugar que no sea el hogar, dando un total de 18,206,021 viajes, de los más de 34 millones de viajes analizados por la EOD 2017.

Se copió todo ese filtrado en una hoja nueva del mismo libro de excel que se estaba utilizando y se ocupó la herramienta “tabla dinámica”; automáticamente se abrió una nueva hoja de excel, como puede observarse en la Figura 9.2, con un cuadro de diálogo del lado derecho, que contenía en la parte superior los campos de la tabla dinámica, los cuales correspondían a los encabezados originales de las columnas de la tabla EOD 2017. Así mismo, en la parte inferior se ubicaron cuatro casillas con las siguientes áreas: filtros, columnas, filas y valores, por lo que, en primer lugar, se activó la casilla “filas” y de los campos ubicados en la parte superior, se elige el campo `dto_ori`; posteriormente se activa la casilla “suma de valores” y se elige el campo “factor”.

Ya ejecutadas estas indicaciones, se añadió la información solicitada en esta hoja que se generó automáticamente en excel, por lo que aparecieron dos columnas, la primera contenía las claves de cada uno de los distritos que integran la EOD 2017, mientras que la segunda, el número de viajes realizados por distrito; esta información corresponde únicamente a aquellos habitantes que pertenecen al estrato bajo (categorización de estrato 1 y 2 según la EOD 2017). De igual forma, antes de concluir la edición de esta tabla, se cambiaron los nombres de los encabezados de las columnas, para lo cual, se asignó el nombre `dto_ori` a la columna que contiene la clave por distrito y el nombre `viajes`

a aquella que contiene el número de viajes realizados. Dado que la tabla de excel originalmente se encontraba en archivo xlsx, se realizó el cambio a xls y se guardó la tabla editada con este formato, el cual es compatible con la versión 10.5 del programa ArcGIS.

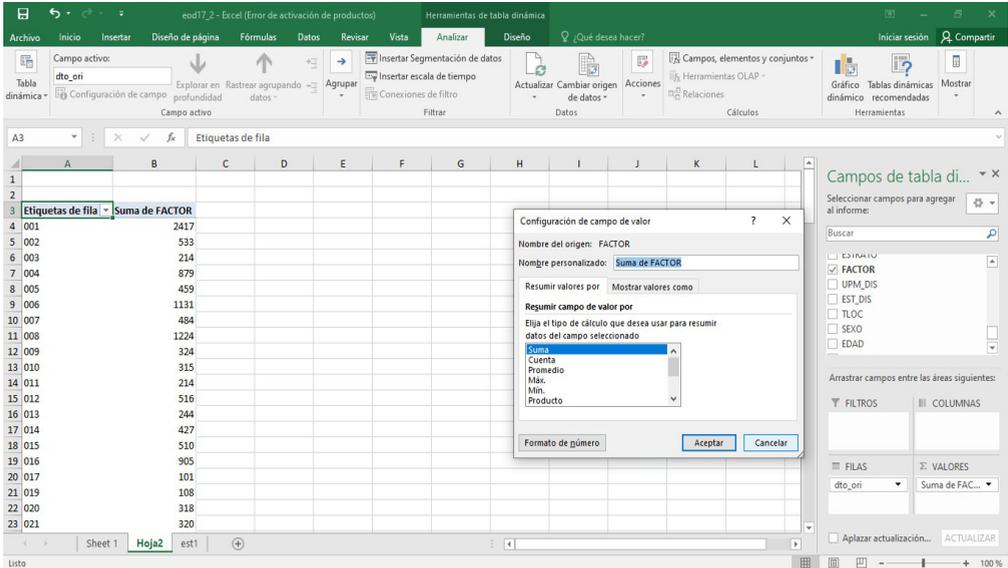


Figura 9.2. Sobre el uso de tabla dinámica para procesamiento de datos mediante el Programa Excel. Fuente: tomada del Programa Excel.

La tercera y última fase fue la carga de información en el Programa ArcGIS, así como la unión de la base de datos con la capa de distritos de la ZMVM. Inicialmente se conectó al programa ArcCatalog la carpeta que contenía la información sobre la EOD 2017, dicha conexión se realiza mediante la función “Connect to folder” y una vez realizado este paso, se carga la información de la capa distritos en ArcGIS, así como la base de datos, lo cual se realiza con la ayuda de la función “Add Data”.

Una vez que se tuvo la tabla est1 (base de datos con información del estrato bajo) cargada en ArcGIS, se visualizó la información que contenía, abriendo la tabla de atributos de la misma. En ese momento se realizó la unión de esa tabla y la capa distritos mediante la función “Join”; dicho procedimiento se efectuó dando clic derecho con el mouse sobre la capa en cuestión, con lo que apareció una barra de herramientas y dentro de ella, la opción “Join and Relates”, de la cual se seleccionó la opción “Join”. Posteriormente se abrió un cuadro de diálogo donde se introdujo la siguiente información: el número 1 solicitaba elegir el campo de la capa en el que se basó la combinación, para lo cual se eligió el campo Distrito; el número 2 solicitaba elegir la tabla a la que se deseaba unir esta capa, es decir, la tabla con el nombre est1; finalmente, el

número 3 indicaba elegir el campo de la tabla en el que se deseaba basar la combinación, para lo cual se le indicó hacerlo mediante el campo `dto_ori`.

Una vez realizado el “Join”, se exploró la tabla de atributos de la capa distritos y se observó que la información de la tabla `est1`, se había agregado. Al contar con toda la información de ambas tablas en una sola, se dió clic derecho con el mouse sobre la capa de distritos, con lo cual se desplegó un menú con varias opciones y se seleccionó la opción “Properties”, con ello se abrió un cuadro de diálogo que permitió tematizar dicha información. Dentro del cuadro de diálogo, se eligió el menú “Symbolology”, posteriormente se eligió la categoría “Quantities”; así mismo, dentro de dicho cuadro de diálogo, en este caso se seleccionó el valor “viajes”, ahí se encontró la información relacionada con el número de viajes realizados por el estrato 1 en cada uno de los distritos que conforman la ZMVM; finalmente en la pestaña “classes” se eligió la cantidad de 9 diferentes tipos y se dió clic en “Aceptar” para concluir con el procedimiento.

El mapa referente a los viajes realizados por el estrato bajo, en cada uno de los distritos, fue generado y, a continuación, se llevó a cabo el mismo procedimiento para los estratos medio y alto. La diferencia del procedimiento para cada uno de los estratos, radicó inicialmente al filtrar la información en excel, ya que en lo sucesivo se filtraron cada uno de los estratos de los cuales se pretendía generar la tabla con la que se realizó el “Join” a la capa de distritos. Posteriormente y una vez guardada por ejemplo la tabla 4, correspondiente al estrato alto, con la previa utilización de la “tabla dinámica”, siguiendo la misma ruta descrita, se obtuvo entonces una tabla con 2 columnas: la primera columna nuevamente contenía los datos referentes a la clave de cada uno de los distritos que integran la ZMVM, mientras que la segunda contenía los viajes realizados por el estrato alto en cada distrito.

Los primeros mapas generados tienen que ver con el número de viajes realizados por estrato socioeconómico en cada distrito de la ZMVM (dimensión geográfica); con dichos mapas se pretende explicar, de manera geográfica, la diferencia entre la cantidad de viajes que realiza cada uno de los estratos socioeconómicos (estrato bajo, estrato medio y estrato alto) en cada distrito, ya que se considera que aspectos como el estrato socioeconómico al que pertenecen, y el distrito de origen, darán como resultado el modo de transporte utilizado y el propósito de viaje (relacionados con la dimensión geográfica), el gasto económico (relacionado con la dimensión económica), el tiempo de viaje (relacionado con la dimensión basada en el tiempo) y el distrito destino (relacionada con la dimensión basada en exclusión de las instalaciones).

### ¿Viajan más los que viven en la periferia o los que viven en el centro?

El primer mapa obtenido (Figura 9.3) es el que aborda el número de viajes realizados por el estrato socioeconómico bajo en cada distrito de la ZMVM. De forma general, en el mapa se observa que la mayor presencia de viajes realizados por estratos socioeconómicos bajos (entre 101,137-131,986 viajes), se localizan en los distritos periféricos, ubicados tanto en el sur de ZMVM (Milpa Alta y Tulyehualco), como en el norte de la ZMVM (Cahuacán-Himno Nacional, Huehuetoca, Tizayuca y Carretera Pirámides-Tulancingo), de igual forma este patrón de movilidad se observa en algunos distritos pertenecientes al Estado de México, los cuales se localizan cercanos a CDMX (Teleférico-Ecatepec, San Lorenzo-Xochitenco, CC Patio Chimalhuacán-Barrio La Rosita, Barrio Labradores-Jardines Acuitlapilco, Talladores-Central de Abastos Chicoloapan, Santa María Nativitas y Valle de los Reyes), y finalmente Santa María de Xalpa, ubicado dentro de la delimitación de CDMX.

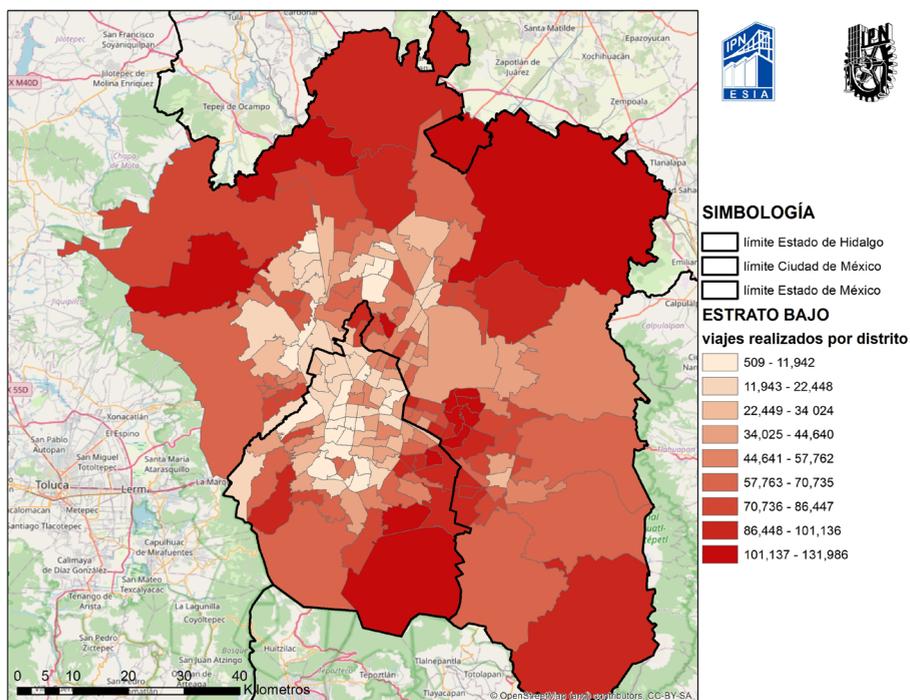


Figura 9.3. Sobre el número de viajes realizados por el estrato bajo en cada distrito de la ZMVM. Fuente: elaboración propia con base en datos de la EOD2017

De esta forma, se observa que es en estos distritos periféricos donde prevalece el mayor número de viajes realizados por el estrato bajo, mientras que, en las zonas centrales de la ZMVM, el número de viajes realizados por dicho estrato disminuye de forma considerable. Se encuentra entonces, que los distritos centrales revelan muy poco movimiento al referirnos al estrato bajo,

ya que como se verá en los mapas siguientes, los distritos centrales presentan evidencia, mayoritariamente, de que aquellos que los habitan pertenecen a estratos altos.

El segundo mapa obtenido (Figura 9.4) aborda el número de viajes realizados por el estrato socioeconómico medio en cada distrito de la ZMVM. Este mapa muestra una mayor concentración en el área central de viajes realizados por estratos socioeconómicos medios (entre 76,324 y 112,231 viajes), dicha concentración se presenta principalmente en algunos distritos centrales de CDMX (Panteones, La Raza, Buenavista-Reforma, Tlatelolco, Moctezuma, Terminal de Autobuses de Oriente TAPO y Palacio de los Deportes), así como también en un distrito próximo a CDMX, perteneciente al Estado de México (Zonas industriales Tlalnepantla).

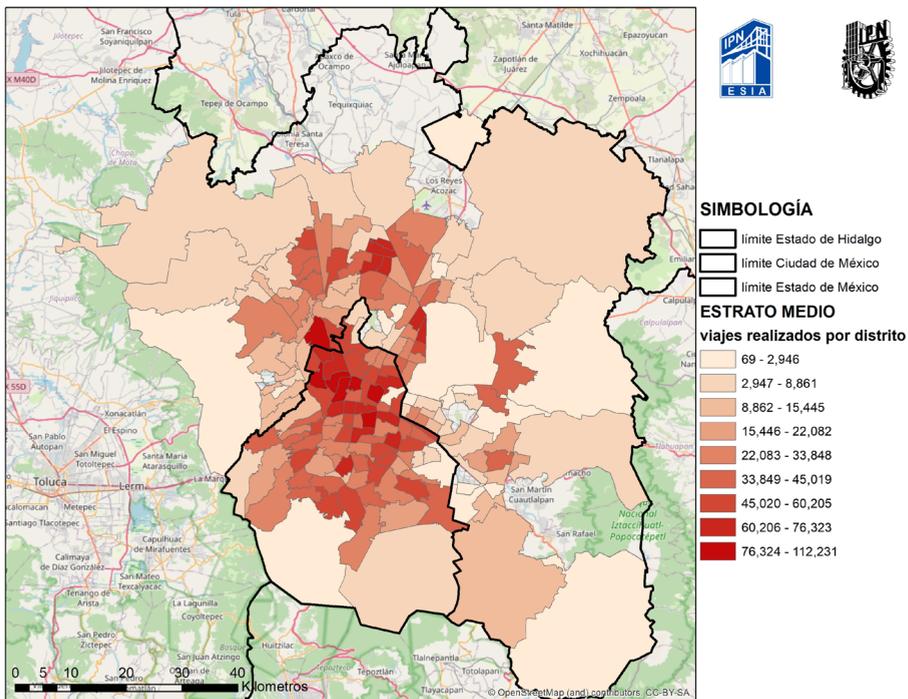


Figura 9.4. Sobre el número de viajes realizados por el estrato medio en cada distrito de la ZMVM. Fuente: elaboración propia con base en datos de la EOD2017.

Se observa entonces que los estratos medios, así como el mayor número de viajes realizados por dicho estrato, se ubican mayoritariamente en los distritos centrales, pero también se observa presencia de los mismos, aunque en menor cantidad, en algunos distritos de la periferia norte, sur, este y oeste de la ZMVM. Esta distribución respecto al mayor número de viajes cotidianos realizados por el estrato socioeconómico medio, es totalmente contraria a la

del estrato socioeconómico bajo, la cual se ubica principalmente en los distritos periféricos de la ZMVM.

El tercer mapa obtenido (Figura 9.5) aborda el número de viajes realizados por el estrato socioeconómico alto en cada distrito de la ZMVM. Este mapa muestra una distribución del estrato alto completamente invertida con respecto a la distribución del estrato bajo, ya que de forma general se observa que la concentración del estrato alto se ubica principalmente en las zonas centrales, en donde la EOD 2017 registró la mayor cantidad de viajes realizados por habitantes que pertenecen al estrato socioeconómico alto.

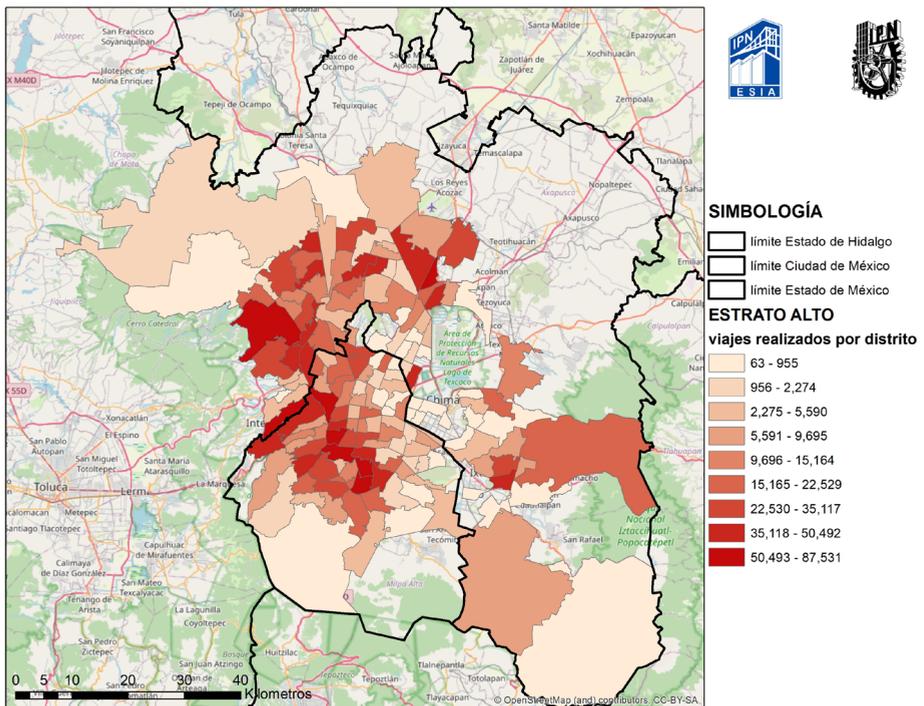


Figura 9.5. Sobre el número de viajes realizados por el estrato alto en cada distrito de la ZMVM. Fuente: elaboración propia con base en datos de la EOD 2017.

La Figura 9.5 muestra una mayor concentración y número de viajes realizados por estratos socioeconómicos altos (entre 50,493 y 87,531 viajes) en algunos distritos centrales de CDMX (Chapultepec-Polanco, Del Valle, Viveros, Coapa y Culhuacán CTM); de igual manera, se observa la presencia de estratos altos en algunos distritos pertenecientes al Estado de México (Condados de Atizapán-México Nuevo, CC Interlomas-Lomas de Tecamachalco, Héroes Tecámac y Ecatepec). De esta forma, se observa que la ubicación de los estratos altos, así como el mayor número de viajes realizados por dicho

estrato, se ubican principalmente en distritos centrales de CDMX, y en tan solo algunos distritos pertenecientes al Estado de México, tal como se observó con los estratos medios; a diferencia con estos, existe presencia de estratos altos en una menor cantidad de distritos pertenecientes al Estado de México.

### **Consideraciones finales**

Una vez que se han presentado los resultados del mapeo sobre el número de viajes realizados en cada uno de los distritos que integran la ZMVM, por cada uno de los estratos socioeconómicos presentes en el caso de estudio (bajo, medio y alto), se observa la siguiente distribución: el estrato socioeconómico bajo se ubica principalmente en las zonas periféricas de la ZMVM, de igual forma este patrón de ubicación se observa en algunos distritos pertenecientes al Estado de México, los cuales se localizan cercanos a CDMX; por su parte, el estrato socioeconómico medio, se ubica mayoritariamente en los distritos centrales, pero también se observa presencia de los mismos, aunque en menor cantidad, en algunos distritos de la periferia norte, sur, este y oeste de la ZMVM; finalmente, el estrato alto se ubica principalmente en distritos centrales de CDMX, y en tan solo algunos distritos pertenecientes al Estado de México, por lo que existe presencia de estratos altos en una menor cantidad de distritos pertenecientes al Estado de México.

Así mismo, en cuanto al número de viajes que se presenta de acuerdo con el estrato socioeconómico al que pertenecen los habitantes encuestados, este revela que el estrato bajo es el que mayor número de viajes realiza, los cuales representan casi 10 millones de viajes, de los 18,206,021 de viajes analizados. Por su parte, el estrato medio muestra que poco más de 5 millones de viajes son realizados en un día entre semana por los habitantes que pertenecen a este estrato. Finalmente, el estrato alto realiza 2,448,483 de viajes en un día entre semana, según datos de la EOD 2017.

De esta forma, se observa que el estrato bajo se ubica principalmente en los distritos periféricos, y que el número de viajes realizados por dichos habitantes es el de mayor escala, pero dicha interpretación podría ser errónea si afirmamos que los estratos socioeconómicos bajos ubicados en la periferia son los que más se mueven, ya que hay que considerar que para realizar desplazamientos de forma cotidiana, las personas requieren contar con cierto presupuesto para invertirlo en el precio del viaje y no todas las personas del estrato bajo cuentan con esa posibilidad, por lo que, en muchos casos preferirán realizar viajes dentro del mismo distrito o a los distritos más próximos, debido al gasto económico y el tiempo empleado en sus desplazamientos, conformándose en muchas ocasiones con las oportunidades que les ofrece el entorno inmediato, desaprovechando entonces las oportunidades que les ofrece la ciudad.

Independiente de que en otra línea de investigación se pueda analizar el número de viajes realizado no solo por estrato socioeconómico, sino además por viajes intradistritales (realizados dentro del mismo distrito) y viajes interdistritales (realizados entre un distrito y otro), esta situación podría explicarse paralelamente con las herramientas desarrolladas por el Grupo de Investigación en Ingeniería de Transporte y Logística (GiiTraL) del Instituto de Ingeniería de la UNAM, mediante las cuales se generaron mapas interactivos de flujo de viajes en la ZMVM. El mapa acerca de los viajes entre semana en el mismo distrito, sin caminar exclusivo, se puede visualizar mediante la siguiente liga: [EstudioOD-ZMVM-2017 | EOD-Hogares 2017 | Viajes entre semana \(unam.mx\)](#).

En este mapa se muestra, a través de círculos de diferentes colores y tamaños, la cantidad de viajes realizados en el mismo distrito, visualizando que en los distritos centrales de la ZMVM, existe una menor cantidad de viajes realizados en el mismo distrito, lo cual se representa mediante un círculo pequeño que señala entre 1 y 18,000 viajes realizados. Por otra parte, en el mismo mapa se muestra que algunos de los distritos periféricos están categorizados como aquellos donde se da el mayor número de viajes en el mismo distrito, y esto se representan con un círculo color vino, el cual simboliza entre 41,000 y 100,000 viajes realizados dentro del mismo distrito.

Debido a lo anterior, se afirma que los estratos bajos ubicados en los distritos periféricos, realizan una menor cantidad de viajes al día, o en su caso, el viaje es realizado dentro del mismo distrito o hacia los distritos aledaños, debido a la inversión económica y temporal que implica el realizar desplazamientos más largos. Por su parte, los estratos altos ubicados en los distritos centrales pertenecientes tanto a CDMX, como al Estado de México, presentan un menor número de viajes realizados dentro del mismo distrito, ya que generalmente estos se mueven hacia los distritos aledaños, debido a que en las áreas centrales existe una mayor diversidad de modos de transporte, con menor costo, y por supuesto, mayores oportunidades laborales, por lo que la cercanía a CDMX, convierte esta movilidad en una actividad cotidiana necesaria para mejorar la calidad de vida de aquellos que se ubican relativamente cerca de las zonas centrales, disminuyendo con esto, el número de viajes realizados dentro del mismo distrito.

De esta forma, se encontró que existe una mayor movilidad del estrato alto entre dos distritos diferentes, lo que puede ser producto del ingreso económico que posee este estrato, el cual le da una mayor posibilidad de desplazamiento, siendo esto mayor que la movilidad del estrato medio y contrastando con el estrato bajo, este último, por estar limitado, entre otras cuestiones, por las posibilidades económicas para realizar sus desplazamientos cotidianos.

Por otra parte, analizando el mapa sobre los viajes entre semana entre distritos diferentes, sin caminar exclusivo, -el cual fue también desarrollado por el GiiTraL y que se puede visualizar a través de la liga siguiente: [EstudioOD-ZMVM-2017 | EOD-Hogares 2017 | Viajes entre semana \(unam.mx\)](#)- se observa que los viajes que implican mayor cantidad de inversión de tiempo son aquellos que se dan entre los municipios periféricos y las zonas centrales, dichos viajes son representados por una línea de menor espesor, que simboliza entre 1 y 665 viajes. A su vez, este mapa visualiza los viajes que implican menor desplazamiento, es decir, aquellos que se dan en el interior de un distrito, o con los distritos colindantes, y cada una de estas líneas simboliza entre 7,000 y 26,000 viajes, lo que significa que a mayor distancia, el número de viajes realizados disminuye, mientras que a menor distancia, el número de viajes realizados aumenta.

Como puede observarse, las herramientas generadas a partir de la EOD 2017 sirven para entender cómo se da la movilidad en la ZMVM, y los resultados que muestra la encuesta tienen que ver con porcentajes de uso de modos de transporte, tiempo empleado en los recorridos, motivos de viaje, y explican la forma en cómo se dan los flujos de movilidad entre los principales orígenes y los destinos. Es por ello que, con base en el análisis realizado a la EOD 2017, esta investigación sugiere la utilización del indicador acerca del estrato socioeconómico que poseen los encuestados, así como la generación de los mapas que muestren geográficamente esta relación entre la variable movilidad cotidiana (número de viajes, modo de transporte, propósito del viaje, gasto económico, tiempo de viaje y distrito destino) y la variable estrato socioeconómico (bajo, medio y alto), ya que con el apoyo del software ArcGIS, se puede comprender de manera profunda las características de la movilidad periférica en la ZMVM, haciendo énfasis en que la movilidad no ocurre de la misma forma para todos los habitantes, y que la misma estará determinada, entre otros muchos factores, por el estrato socioeconómico y por la ubicación de la vivienda con respecto a la ubicación del empleo, y que serán estos factores los que determinen el gasto económico y temporal empleados, el modo de transporte utilizado y el propósito de viaje.

Es importante considerar que son estas características las que permitirán, o no, que las personas puedan acceder a las oportunidades que ofrece la ciudad, o simplemente deban limitarse a aquellas oportunidades existentes en el distrito donde viven o en los distritos aledaños. Esta investigación presenta los resultados obtenidos del cruce de las variables: estrato socioeconómico, factor de expansión y distrito origen; así como el mapeo de dicho cruce obteniendo el número de viajes realizados por cada estrato socioeconómico. Se consideran importantes futuros análisis, que complementen la información obtenida, mediante la implementación de los indicadores: modo de transporte,

propósito de viaje, gasto económico, tiempo empleado y distrito destino; los cuales permitan obtener el mapeo de aquellos distritos que necesitan particular atención para una posible implementación de políticas públicas que atiendan los verdaderos problemas de movilidad que existen principalmente en los distritos periféricos de la ZMVM.

## Referencias

Arango, A. (2010). *La periferia conurbada de la Ciudad de México: Movilidad cotidiana y manejo de tiempo de la población en unidades habitacionales de Ixtapaluca*. [Disertación de Doctorado Facultad de Matemáticas y Ciencias Naturales II de Humboldt Universität zur Berlin].

Avellaneda, P., & Lazo, A. (2011). Aproximación a la movilidad cotidiana en la periferia pobre de dos ciudades latinoamericanas. Los casos de Lima y Santiago de Chile. *Revista Transporte y Territorio* N° 4, 47-58. <https://www.redalyc.org/pdf/3330/333027082004.pdf>

Blanco, J., Bosoer, L., & Apaloaza, R. (2014). Gentrificación, movilidad y transporte: aproximaciones conceptuales y ejes de indagación. *Revista de Geografía Norte Grande*, 58, 41-53.

Buzai, G., & Montes, E. (2021). *Estadística Espacial: Fundamentos y aplicación con Sistemas de Información Geográfica*. 1a ed. Impresiones Buenos Aires Editorial.

Cerdà, J., & Marmolejo, C. (2010). De la accesibilidad a la funcionalidad del territorio: una nueva dimensión para entender la estructura urbano residencial de las áreas metropolitanas de Santiago (Chile) y Barcelona (España). *Revista de Geografía Norte Grande*, 46, 5-27.

Cruz e Isunza (2017). Construcción del hábitat en la periferia de la Ciudad de México. Estudio de caso en Zumpango. México. *Eure*, Vol. 43, No. 129, 187-207. <https://www.redalyc.org/journal/196/19652481012/html>

Encuesta Origen Destino 2017 (EOD 2017). Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). [https://www.inegi.org.mx/programas/eod/2017/#Datos\\_abiertos](https://www.inegi.org.mx/programas/eod/2017/#Datos_abiertos)

Jirón, P., & Mansilla, P. (2014). Las consecuencias del urbanismo fragmentador en la vida cotidiana de habitantes de la ciudad de Santiago de Chile. *Eure*, 40(121), 5-28, En: Cruz, F. e Isunza, G. (2017). Construcción del hábitat en la periferia de la Ciudad de México. Estudio de caso en Zumpango. México. *Eure*, Vol. 43, No. 129. 187-207.

Kaufmann, V., Bergman, M., & Joye, D. (2004). Motility: Mobility as Capital. *International Journal of Urban and Regional Research*, N° 28, 745-756. En: Blanco, J., Bosoer, L. y Apaloaza, R. (2014). Gentrificación, movilidad y transporte: aproximaciones conceptuales y ejes de indagación. *Revista de Geografía Norte Grande*, 58, 41-53.

Montezuma, R. (2003). Ciudad y transporte: La movilidad urbana. En: Balbo, M., Jordán, R. y Simioni, D. *La Ciudad Inclusiva*. 175-191. Publicación de las Naciones Unidas. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/27823>

Oviedo, D., & Titheridge, H. (2016). Mobilities of the periphery: Informality, access and social exclusion in the urban fringe in Colombia, *Journal of Transport Geography*, 55, 152-164.

Rerat, P., & Lees, L. (2011). Spatial capital, gentrification and mobility: evidence from Swiss core cities. *Transactions of the Institute of British Geographers*, N° 36, 126-142. En: Blanco, J., Bosoer, L. y Apaloaza, R. (2014). Gentrificación, movilidad y transporte: aproximaciones conceptuales y ejes de indagación. *Revista de Geografía Norte Grande*, 58, 41-53.

Rojas, C. et. al. (2019). Accesibilidad a equipamientos según movilidad y modos de transporte en una ciudad media, Los Ángeles, Chile. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense* 39, 177-200. <http://dx.doi.org/10.5209/AGUC.64682>

Sampieri, R., Collado, C., & Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación, Cuarta Edición*. Mc Graw-Hill Interamericana.

## **Capítulo X. Tiempo de viaje en el área de influencia del “Tren Suburbano”. Encuestas Origen-Destino 2007 y 2017**

Laura Vázquez Nájera<sup>1</sup>

### **Introducción**

La infraestructura de transporte, además de contribuir al desarrollo económico, permite a los negocios y a los habitantes de la periferia, el acceso a materias primas y a las fuentes laborales de los centros urbanos (Lupano & Sánchez, 2009). Pero trasladarse de un lugar a otro implica costos, como el costo social de la infraestructura urbana necesaria, lo que pagan los usuarios de transporte público o el tiempo que dedican al traslado.

En la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMVM) la migración hacia el Estado de México sucedió, primero, entre 1965 y 1970 hacia Nezahualcóyotl, los municipios industriales Naucalpan y Tlalnepantla, así como a Ecatepec; y después, entre 1985 y 1990 hacia Chalco y Ecatepec principalmente (Negrete, 2000). La vivienda social se encuentra principalmente en la periferia derivado de cómo se transformó la intervención del Estado mexicano en ese tema: desde una participación muy activa en la década de 1970, hasta la década de 1990 cuando solo gestiona los recursos económicos. El Estado se centró en ofrecer créditos de tasa baja, mientras que la compra de reservas territoriales y la construcción se trasladaron a la iniciativa privada. Para que esas empresas privadas obtuvieran rendimientos, el suelo utilizado fue el de los límites urbanos, pues es el de menor costo (Lara Pulido *et al.*, 2017). Pero el transporte masivo, que es regularmente subvencionado, no se dirige a la periferia y, por otra parte, el transporte concesionado no se ofrece en las zonas donde no hay aglomeración suficiente. El costo de movilizarse lo contraen, por lo tanto, los usuarios (Negrete & Paquette Vassalli, 2011).

Es entonces que la vivienda adquirida en los límites urbanos, a una tasa baja, no resulta en un costo bajo de movilidad. Tan solo el tiempo dedicado al transporte resulta en un costo de oportunidad mayor al ahorro obtenido al comprar esa vivienda. Se estima que un habitante de la periferia de la ZMVM pierde ingresos de hasta 8.5% del PIB per cápita, derivado del tiempo de viaje invertido en su vida productiva (Lara Pulido *et al.*, 2017). El tiempo promedio de traslado en el país es de 44 minutos, mientras que el promedio más alto se da en el conjunto de la Ciudad de México (CDMX) y el estado de México, con 57 minutos (Suárez Lastra & Delgado Campos, 2015, p. 114).

Para analizar el transporte, en la ZMVM en específico, se han realizado encuestas de movilidad en los años 1983, 1994, 2007 y 2017. De acuerdo

1 Maestra en Ciencias en Arquitectura y Urbanismo, ESIA-TEC, IPN. Licenciada en Diseño de la Comunicación Gráfica, UAM-Azcapotzalco. Correo: lvazquez2000@alumno.ipn.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3136-976X>

con la Encuesta Origen-Destino de los Viajes de los Residentes de la Zona Metropolitana del Valle de México 2007 (EOD 2007), en ese año se realizaron 21.9 millones de viajes, de los cuales, poco menos de 68% se realizaron en transporte público. De los viajes realizados desde la CDMX, uno de seis se dirigió al Estado de México, mientras que, de los viajes originados en ese estado, uno de cuatro se dirigió a la CDMX. En cuanto al tiempo de esos viajes entre entidades y en transporte público, quienes viajaron desde la CDMX hacia el Estado de México tardaron 1:35 horas en promedio, en tanto que el promedio de viaje del estado de México hacia la CDMX fue de 1:29 horas (INEGI, 2007).

Para el 2017, la Encuesta Origen-Destino 2017 en hogares de la ZMVM (EOD 2017), elaborada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) con apoyo del Grupo de Investigación en Ingeniería de Transporte y Logística (GiiTraL) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), indica que se realizaron 23.41 millones de viajes al excluir los viajes realizados en el modo “solo caminando”, pues es un modo de traslado que no se contempló en la EOD 2007. Los resultados de la encuesta indican que el 67% de estos viajes se realizó en transporte público (INEGI, 2017).

La reducción de tiempo de traslado fue uno de los objetivos del llamado “Tren Suburbano”, que opera desde el año 2008 en la ZMVM. Otra de sus propuestas es la reducción de la contaminación ambiental pues, además de colaborar en solucionar el congestionamiento vial, reduce el consumo de energéticos al ser trenes propulsados por electricidad en una vía confinada. El proyecto “Tren Suburbano” ofreció recorrer en 25 minutos el trayecto que antes requería más de 2.5 horas. Se utilizó la vía férrea ya existente desde la estación Buenavista, en la CDMX –y en su momento la más importante del país–, hacia Cuautitlán en el estado de México, en un trayecto de 27 km (Dirección General de Transporte Ferroviario y Multimodal, 2012; Ferrocarriles Suburbanos, s/f; Subsecretaría de Transporte, 2003). La mayoría de los usuarios recorren el trayecto completo Buenavista-Cuautitlán y viceversa (Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario (ARTF), 2022).

Este sistema de transporte fue el primero en construirse después de la reestructuración del sector ferroviario en México, ocurrida en la década de 1990, por lo que domina la cantidad de pasajeros en ferrocarril en el país –en el año 2021, el tren movilizó al 99.2% de los pasajeros–. Desde el inicio de operaciones del “Tren Suburbano”, en el año 2008, ha incrementado 353.1% la cantidad de pasajeros en ferrocarril (Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario (ARTF), 2022). Sin embargo, desde los primeros años de operaciones del “Tren Suburbano” se observó que el tren transportaba menos pasajeros de lo expresado en los antecedentes del proyecto (Connolly, 2014; Navarro Benítez, 2010).

Para el año 2011 se había detectado que las rutas de transporte concesionado que alimentaban al tren eran deficientes, a pesar de los convenios de coordinación entre los gobiernos de la CDMX y el Estado de México para reordenar el transporte público (Dirección General de Transporte Ferroviario y Multimodal, 2012). De acuerdo con la Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario 2022 (ARTF, 2022) este sistema de transporte ha llegado a la madurez de demanda desde los años 2017 a 2019. Además, de acuerdo con la Encuesta de Movilidad y Transporte de la Ciudad de México – 2019 (Suárez Lastra *et al.*, 2019), la calificación de rapidez otorgada al “Tren Suburbano” fue de 7 sobre 10, y para el tiempo en espera, la calificación fue de 6 sobre 10.

El tiempo invertido en el transporte representa un gasto monetario y un costo de oportunidad, cuya reducción se espera al introducir nuevos sistemas masivos de transporte, en especial los que permiten el desplazamiento de la periferia hacia los centros urbanos donde se ubican los espacios de trabajo y de servicios, entre otros. El presente trabajo es un análisis espacial que muestra los tiempos de traslado de los viajes realizados en cualquier modo de transporte, cuyo origen y destino se encuentran dentro del área de influencia del “Tren Suburbano”, con datos obtenidos de la EOD 2017, y comparados con los tiempos de viaje de la EOD 2007, para analizar si el “Tren Suburbano” se relaciona con reducción de tiempo de viaje en su área de influencia. Esta reducción posiblemente no coincide con la reducción propuesta en el proyecto, debido a los tiempos de espera o la necesidad de usarlo en conjunto con el transporte concesionado cuya oferta no llega de forma constante a algunas zonas de la periferia.

### **Asignación de valor al tiempo dedicado en el transporte y los patrones espaciales del tiempo de viaje en el territorio**

Las actividades humanas están estructuradas y distribuidas en un espacio físico llamado espacio geográfico. En él encontramos patrones de esas actividades, como los traslados que conllevan costos por recorrer una distancia. El espacio entonces tiene implicaciones económicas (Polèse, 1998). La explicación de patrones espaciales con elementos microeconómicos surge con la escuela Neoclásica de la disciplina de la economía. El modelo de Wingo (2016), publicado originalmente en 1961, expone que el tiempo para dirigirse al trabajo representa un costo real. Debido a la complejidad del mercado laboral, Wingo encontró dificultad para asignar valor a ese tiempo, por lo que concluyó calcularlo a partir del tiempo de ocio. Por su parte, el modelo de Alonso (1964), que analiza los costos de transporte en el contexto urbano, explica que la cercanía al distrito comercial central otorga más oportunidades y que cuanto más incrementa la distancia hacia ese centro, el costo de transporte aumenta además de disminuir la oferta de transporte.

En el trabajo de revisión teórica sobre el valor del tiempo, González (1997) expone que, para calcular el valor del tiempo de viaje, otros autores han analizado distintas variables, como el valor del ahorro del tiempo e incluso variables relacionadas con el comportamiento, como la elección del modo de transporte. González analiza los modelos de distintos autores y advierte que, debido a que los modelos están basados en supuestos distintos, los valores de tiempo resultantes son variados. A partir de que existe subjetividad en el valor del tiempo de viaje, Jara-Díaz & Guevara (2003) proponen utilizar los modelos basados en la elección de viaje, así como los modelos basados en la demanda de actividad, ya que ambos modelos comparten los datos relativos a lo microeconómico. Basados en este trabajo, Jokubauskaitė *et al.*, (2019) utilizan información individual sobre el uso del tiempo, los gastos y la elección del modo de transporte en Austria, para calcular tres valores: del ocio, del ahorro de tiempo de viaje y del tiempo asignado al viaje. De este último valor, los resultados exponen que el transporte público de ese país tiene condiciones favorables y que el valor del ahorro de tiempo de viaje varía considerablemente según el modo de transporte utilizado.

En cuanto a los patrones espaciales, una investigación de los patrones de movilidad del año 2019 en Ciudad Juárez, Chihuahua (Chaparro Hernández, 2022) adapta la metodología de la EOD 2017 al contexto de Ciudad Juárez. Gracias a un algoritmo presente en un programa de Sistemas de Información Geográfica (SIG), realiza un análisis de redes que muestra las líneas de deseo y las isócronas de tiempo. Este análisis le permite observar las zonas con mayor demanda de movilidad (la unidad territorial que incluye el centro histórico y la que incluye los parques industriales que cuentan con una importante cantidad de empleos); también observa alta la movilidad en el interior del 84% de las unidades territoriales. Menciona que el tiempo de traslado es el factor que más fricción presenta y los resultados exponen que el mayor tiempo de viaje lo realiza quien reside en la periferia.

Para analizar el impacto de los trenes de alta velocidad en zonas urbanas –y sus ciudades centrales respectivas– ubicadas a lo largo de la cuenca del río Amarillo en China, Wu *et al.*, (2022) utilizan patrones de tiempo de 2 y 3 horas en tren para llegar a esas zonas urbanas y a sus ciudades centrales. Esto permite identificar la división regional existente y sus relaciones económicas, con el objetivo de contribuir a la planeación espacial y de transporte de largo plazo. Entre sus resultados, encuentran que las dos horas de traslado es el límite de tiempo tolerable. En una investigación sobre tres métricas distintas para la accesibilidad dispar de los modos de transporte –automóvil y transporte público– hacia las tiendas de alimentos en Varsovia, Polonia (Niedzielski, 2021), se observa que el transporte público se utiliza más que el automóvil en donde mejor red de transporte hay, pero pierde ventaja contra el automóvil cuanto más aumenta el tiempo de viaje.

El uso del tiempo se analiza en distintas disciplinas. En un estudio en el que realizan una clasificación del uso del tiempo por disciplina y contexto histórico, Jara-Díaz & Rosales-Salas (2017) indican que hay necesidad de intercambiar conocimiento entre ellas. Relativo al tiempo dedicado en el transporte, los autores sugieren enfocarse en el detalle y la calidad de la información, así como en la modelación que requiere nuevas y complejas variables.

### **Geoprocesos aplicados a las variables “Tren Suburbano” y tiempo de viaje, así como su representación en mapas de coropletas**

Se realizó un análisis espacial gracias a que, en la segunda mitad del siglo XX, la geografía cuantitativa incorporó la estadística y cálculos matemáticos, además surgieron posteriormente la geografía automatizada y la geo informática a partir de la creación de programas de computación llamados Sistemas de Información Geográfica (SIG), en los que es posible ligar los atributos de una entidad con su ubicación en el espacio geográfico (Buzai & Arias, 2021). A continuación, se describe cómo se ligaron los datos estadísticos de tiempo de viaje con los puntos de origen y destino de los viajes realizados dentro de un espacio acotado, así como el método “interpolación espacial” y los conceptos de asociación espacial y localización.

El concepto de asociación espacial establece que hay una mayor relación entre entidades con mayor vecindad (Buzai & Arias, 2021), es decir, la cercanía a una estación del tren aumenta la posibilidad de utilizarlo. La distancia límite de captación de usuarios o “área de influencia” del “Tren Suburbano”, es de un perímetro de 8 km alrededor de cada estación, de acuerdo con lo sugerido por la APTA (American Public Transportation Association, 2009). En el programa SIG se utilizó la herramienta “Análisis de Proximidad” donde cada estación del tren es el punto desde donde parte el perímetro de influencia y la sucesión de esas estaciones/puntos y sus respectivos perímetros crean una interpolación espacial que se puede observar cartográficamente en forma de polígono y que permite analizar la estadística en él contenida, es decir, se utiliza la geoestadística (Buzai & Arias, 2021).

Por su parte, el concepto de localización establece que todo tiene una posición en el espacio geográfico que puede verse como absoluta (un sitio fijo) o relativa (una posición respecto de otros sitios); y el tiempo de viaje es una de las formas de medir esa posición relativa, pues el menor o mayor tiempo de traslado, entre dos puntos, genera una localización relativa proporcional (Buzai & Arias, 2021). Para obtener los tiempos de viaje se utilizaron las EOD 2007 y EOD 2017. Los datos de la EOD 2007 se obtuvieron por petición a la Secretaría de Movilidad del Gobierno de la Ciudad de México (Vázquez Nájera, 2022) y los datos de la EOD 2017 se obtuvieron en la página web del INEGI: <https://www.inegi.org.mx>. Los mapas relacionados con el área geográfica de esa encuesta se obtuvieron en la página web del GiiTraL de la UNAM: <http://giiutra.lingen.>

[unam.mx](http://unam.mx). Aunque sí es posible la comparación de los resultados de ambas encuestas a escala de la ZMVM, cada una se realizó con metodología distinta, por lo que fue necesario homologar la información requerida. La Tabla 10.1 muestra las características de ambas encuestas.

Tabla 10.1. Características de las encuestas Origen-Destino del año 2007 y 2017.

	<b>EOD 2007</b>	<b>EOD 2017</b>
<b>Cobertura geográfica</b>	- 16 alcaldías de la CDMX - 40 de los municipios conurbados del estado de México	- 16 alcaldías de la CDMX - 59 de los municipios conurbados del estado de México - Un municipio del estado de Hidalgo
Manzanas	154,086	12.352
AGEBs	5,256	No específica
Distritos (conformados por AGEBs)	156 distritos: - 84 de la CDMX - 72 mexiquenses	194 distritos: - 85 de la CDMX - 108 mexiquenses - 1 distrito en Hidalgo
<b>Tamaño de la muestra</b>	55,800 viviendas	66,625 viviendas
<b>Edad de quienes realizaron los viajes</b>	6 años y más	6 años y más
<b>Viajes realizados a pie</b>	No incluye	Sí incluye
<b>Información captada</b>	- Viajes de habitantes - Indiferencia en el día de la semana del viaje - Transporte público y transporte privado	- Viajes de habitantes, no habitantes - Diferenciación entre viajes entre semana y viajes en sábado - Transporte público, transporte privado y modo caminar
<b>Días de semana de viajes</b>	- Entre semana	- Entre semana y sábado

Fuente: elaboración propia con información de la Encuesta Origen-Destino de los Viajes de los Residentes de la Zona Metropolitana del Valle de México 2007 (EOD 2007), INEGI; Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD 2017), INEGI; Grupo de Investigación en Ingeniería de Transporte y Logística (GiiTraL).

Cada encuesta presenta sus datos en archivos separados y con estructuras distintas, por lo que se realizaron operaciones, como las búsquedas verticales del programa Excel, para generar dos bases de datos con el origen y el destino del viaje, el promedio de tiempo de viaje, el propósito del viaje y el factor de expansión indicado en cada encuesta (Vázquez Nájera, 2022). De esas bases de datos, se descartaron de la EOD 2017, los viajes realizados en sábado y los del modo “exclusivamente caminando”, pues la EOD 2007 no captó esa información. Se filtraron después los viajes cuyo origen y destino estuvieran dentro del área de influencia del tren. Los propósitos de viaje en ambas encuestas incluyen ir al trabajo, a la escuela, a un centro de salud, regresar al hogar, entre otros, pero para este estudio se agruparon solo en dos tipos: 1)

“propósito distinto a regresar al hogar” y 2) el propósito de “regresar al hogar”. Esta agrupación se realizó con el fin de observar los patrones que producen los tiempos de viajes que salen del hogar y los que se producen al regresar. Esto es posible, pues la mayoría de los encuestados describió dos viajes: el que realizan al salir de hogar y el de regreso.

Para obtener los datos espaciales relacionados con el tiempo de viaje, se utilizaron los polígonos de la unidad geográfica de ambas encuestas: el “distrito”. Sin embargo, en cada encuesta esta unidad se conformó de forma distinta, lo que provoca que esos polígonos no coincidan: en la EOD 2007, el distrito está conformado por varias AGEB (“área geoestadística básica”, unidad básica del Marco Geoestadístico Nacional, creada por el INEGI). En la EOD 2017, el distrito se creó con agrupaciones de manzanas llamadas Unidades Primarias de Muestreo (UPM). En el programa SIG, se ubicaron los polígonos de distritos de ambas encuestas cuyo centroide se encuentra dentro del área de influencia por medio de una selección por localización. La Figura 10.1, muestra el polígono del área de influencia obtenida con el método de interpolación espacial y los polígonos superpuestos de los distritos de ambas encuestas, cuyas formas no coinciden. Sin embargo, el área de influencia contiene la misma cantidad de distritos por encuesta (45).

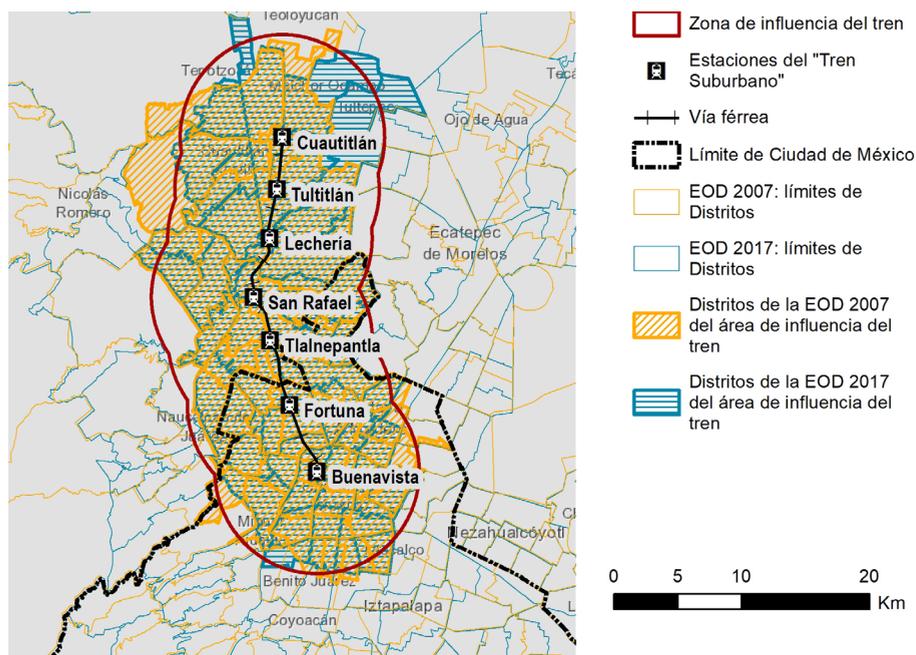


Figura 10.1. Distritos de ambas encuestas y distritos contenidos en el área de influencia del “Tren Suburbano”. Fuente: elaboración propia con información de la Encuesta Origen-Destino de los Viajes de los Residentes de la Zona Metropolitana del Valle de México 2007 (EOD 2007), INEGI; Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD 2017), INEGI; Grupo de Investigación en Ingeniería de Transporte y Logística (GiiTraL).

En el programa SIG se ligaron estos polígonos de distritos del área de influencia del tren con la información de las bases de datos de viajes antes obtenidas. La cantidad total de viajes por distrito de origen se estandarizó para prescindir de datos atípicos que provoquen errores en la comparación. Para esa estandarización se utilizó un método de la estadística descriptiva, el Valor Z, cuya fórmula requiere la media y la desviación estándar obtenidas gracias a las herramientas estadísticas y de cálculo del programa SIG. Una vez aplicada la fórmula del Valor Z, los resultados con valor cero se consideran la media, los valores negativos son los que están por debajo de la media y los positivos por encima de ella.

$$z_i = \frac{(x_i - m)}{d}$$

$x_i$  es el valor de viajes en cada distrito.

$m$  es la media de viajes de todos los distritos.

$d$  es la desviación estándar de los viajes de todos los distritos.

Los 45 distritos de origen de cada EOD se clasificaron en cinco rangos de acuerdo con el Valor Z obtenido: “Muy bajo”, “Bajo”, “Medio”, “Alto” y “Muy alto” (Humacata, 2014), para poder identificar en los mapas los distritos con cantidad total de viajes por arriba o por debajo de la media. La media sirvió también para comparar los tiempos de viaje entre cada año y propósito de viaje, para así probar la hipótesis sobre la relación del “Tren Suburbano” y la disminución de tiempo de viaje en su área de influencia. Se realizó además una matriz de origen-destino de los viajes por distrito de la EOD 2017, y separada por la clasificación de propósitos de viaje, para distinguir los viajes con origen-destino dentro del mismo distrito.

Por último, para elegir el tipo de mapa donde se representó espacialmente la relación de las variables “Tren Suburbano” y tiempo de viaje, se tomaron en cuenta cuatro componentes de la investigación: 1) el método para la elaboración del mapa, 2) cómo se recopilaron los datos, 3) cómo se clasificaron los datos y 4) cómo simbolizarlos (Maceachren, 1985). De acuerdo con los primeros dos componentes, en este trabajo se seleccionaron los mapas de coropletas, pues estos se emplean para representar datos estadísticos –como los promedios–, así como datos espaciales –como los fenómenos que ocurren en áreas discretas– (Maceachren, 1985). Las áreas discretas, en el caso de este análisis, son los distritos, pues son áreas delimitadas. Con relación a los componentes 3 y 4 –la clasificación y simbolización de los datos–, en los mapas se utilizaron las “rupturas naturales” pues es el método que ubica la variación importante en una sucesión de datos (G. Buzai et al., 2013).

### Valor Z de los viajes por distrito y tiempo promedio de viaje por distrito

Los resultados de la EOD 2017 presentados por el INEGI indican que, al descartar el modo “exclusivamente caminando”, en toda la ZMVM hubo 23.41 millones de viajes comparado con los 21.9 millones de viajes realizados en la ZMVM en el año 2007 (INEGI, 2017), el incremento de viajes en toda la ZMVM es de 7%. En cuanto a los viajes por distrito, cuyo origen y destino se encuentra dentro del área de influencia del “Tren Suburbano”, la media es 103,389 en el año 2007 y 137,820 en el año 2017, lo que muestra un incremento de 33%. En cuanto a la comparación de la media de tiempo de viaje, la Figura 10.2 muestra que sí hubo reducción de la media de tiempo de viaje hacia el año 2017, poco más en los viajes cuyo propósito fue regresar al hogar.

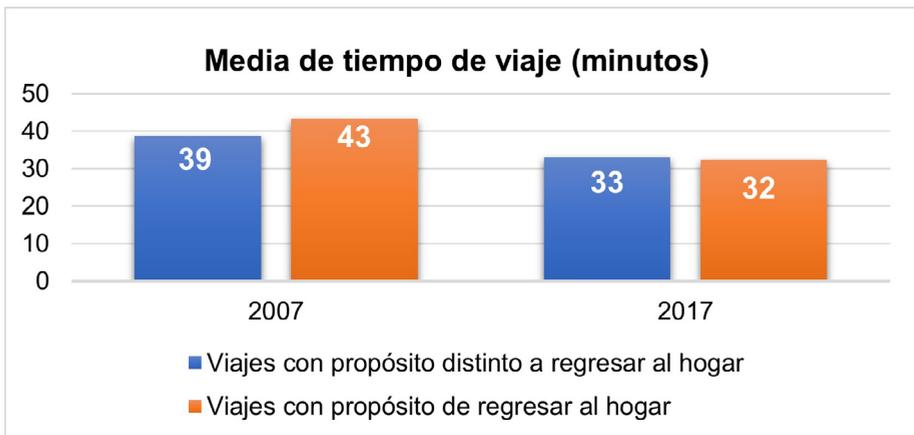


Figura 10.2. Media de tiempo de viaje según año y propósito del viaje. Fuente: elaboración propia.

Para representar la cantidad de viajes y tiempo promedio por distrito, los mapas de este estudio muestran los viajes separados por año (2007 y 2017), así como por la clasificación de dos propósitos de viaje: “propósito distinto a regresar al hogar” y “regresar al hogar”. La Figura 10.3 muestra los cuatro mapas que indican el Valor Z del total de viajes realizados en cada distrito de origen. Los mapas de la parte superior muestran los viajes con propósito “distinto a regresar al hogar”, en ellos se observó que los distintos rangos se distribuyen de forma desigual en cada año, y aunque ambos mapas coinciden en cantidad de tres distritos con Valor Z “Muy Alto”, en el año 2007 esos distritos se encuentran en el estado de México, pero para el 2017 los tres distritos con Valor Z “Muy Alto” están ubicados en la CDMX. En contraste, los dos mapas de la parte inferior, que muestran los viajes con propósito de “regresar al hogar”, indican que los cuatro distritos con Valor Z “Muy Alto” están ubicados en zonas similares en ambos años; esto sugiere que las zonas de trabajo u otras actividades no han cambiado sustancialmente entre ambos años.

Capítulo X. Tiempo de viaje en el área de influencia del "Tren Suburbano".  
Encuestas Origen-Destino 2007 y 2017

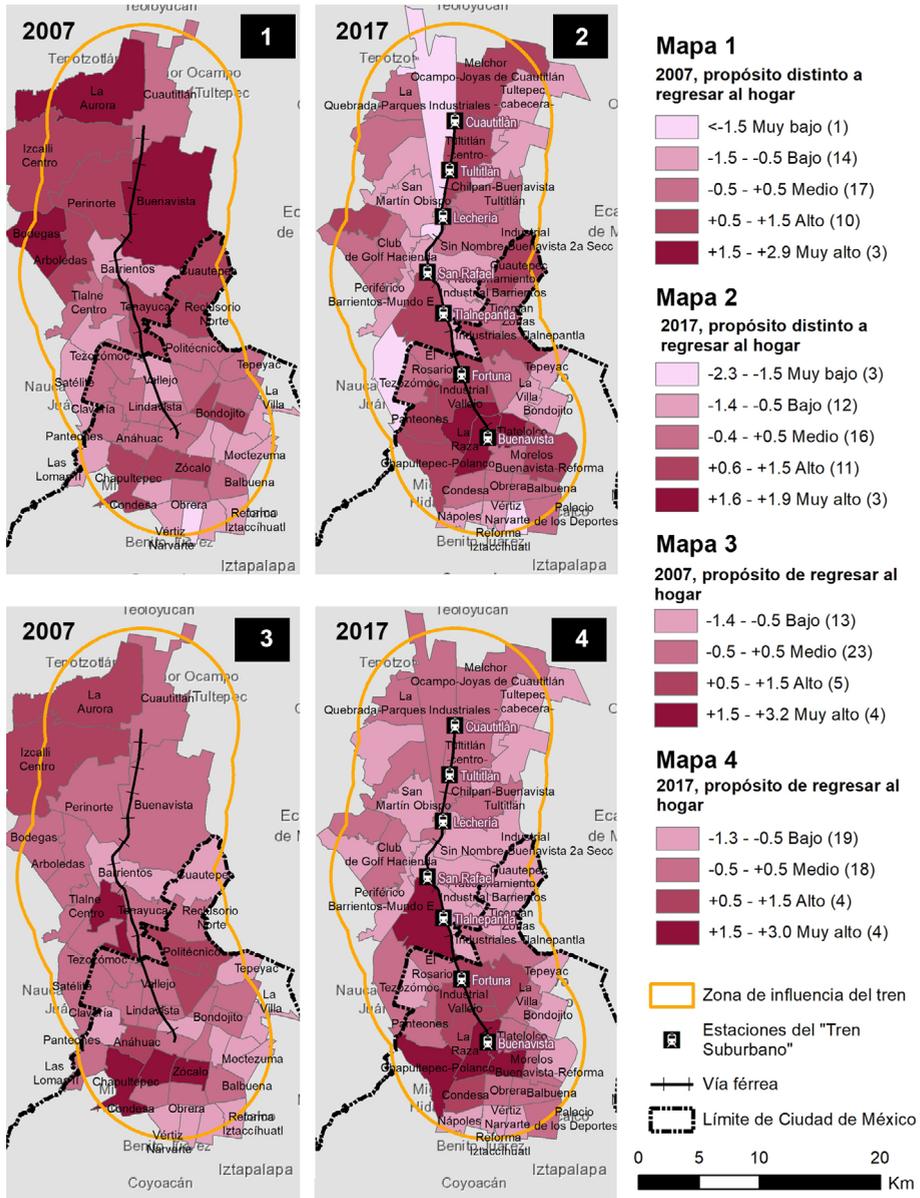


Figura 10.3. Valor Z del total de viajes por distrito de origen, separado por rangos (y la cantidad de distritos de cada rango), según año y propósito del viaje. Fuente: elaboración propia con información de la Encuesta Origen-Destino de los Viajes de los Residentes de la Zona Metropolitana del Valle de México 2007 (EOD 2007), INEGI; Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD 2017), INEGI; Grupo de Investigación en Ingeniería de Transporte y Logística (GiTraL).

De acuerdo con la matriz de viajes de la EOD 2017 entre distritos, al menos 33% de los viajes tienen origen y destino en el mismo distrito, la Figura 10.4, muestra la cantidad de viajes internos por distrito y la comparación con el Valor Z de la cantidad de viajes por distrito. Se observa que el distrito al norte (128. La Quebrada-Parques Industriales) tiene un Valor Z “Muy bajo”, pero los viajes internos están en el rango más alto (56% a 64%), es decir, la cantidad de viajes está muy debajo de la media y la mayoría no viaja con dirección hacia la CDMX, pues su destino es el mismo distrito. El distrito ubicado a su derecha (131. Melchor Ocampo-Joyas de Cuautitlán), tiene un Valor Z “Alto” y está en el rango de 48% a 55% lo que muestra que hay gran cantidad de viajes en él, y aproximadamente la mitad de estos tienen como destino el mismo distrito.

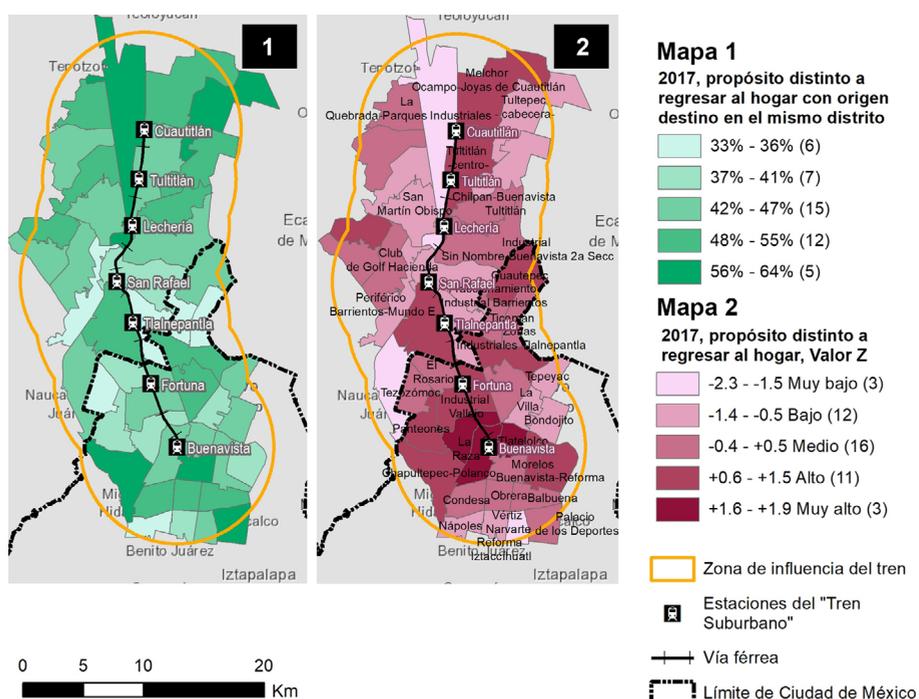


Figura 10.4. Viajes con origen-destino dentro del mismo destino y Valor Z del total de viajes por distrito de origen, separado por rangos (y la cantidad de distritos de cada rango), para el año 2017 con propósitos distintos a regresar al hogar. Fuente: elaboración propia con información de la Encuesta Origen-Destino de los Viajes de los Residentes de la Zona Metropolitana del Valle de México 2007 (EOD 2007), INEGI; Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD 2017), INEGI; Grupo de Investigación en Ingeniería de Transporte y Logística (GiiTraL).

En cuanto a los distritos de la CDMX, 2. Buenavista-Reforma y 3. Tlatelolco, tienen un Valor Z “Muy alto”, con un rango de 42%-47% de viajes internos. El otro distrito con Valor Z “Muy alto” es 21. La Raza, siendo su rango de viajes internos de 37%-41%, es decir, más de la mitad se dirigen a otro distrito. Los distritos que tienen menor proporción de viajes internos son: 24. Ticomán, 23. Reclusorio Norte y 18. Tezozómoc, que tienen un Valor Z de viajes “Medio”; en tanto que el 114. Zona Industrial Tabla Honda y San Pablo Xalpa, 112. Periférico Barrientos-Mundo E y 9. Nápoles, que tiene un Valor Z de viajes “Bajo”. Estos seis distritos generan una cantidad de viajes media y baja por debajo de la media, y al menos 67% realizan actividades fuera del distrito.

La comparación del tiempo promedio de viaje desde cada distrito de origen, entre los años 2007 y 2017, se muestra en la Figura 10.5. En la parte superior se encuentran los viajes realizados con cualquier propósito excepto regresar al hogar, mientras que los viajes realizados con el propósito de regresar al hogar se observan en la parte inferior. Para el año 2017 se redujo el tiempo promedio mínimo de viaje con propósito distinto de regresar al hogar (de 31 minutos en el año 2007 a 26 minutos en 2017) así como el promedio máximo (de 54 minutos en el año 2007 a 42 minutos en 2017).

Además, cada año expone una distribución distinta de tiempo promedio por distrito de origen: en el año 2007 es evidente que los promedios más altos de viaje ocurren en el estado de México, pero para el año 2017 los tiempos promedio son variados tanto en el Estado de México como en la CDMX, pero se observa que los tiempos promedio altos se encuentran a la altura de la estación San Rafael, lo que sugiere que no hay suficiente accesibilidad hacia esta estación.

El promedio mínimo del propósito de viaje regresar al hogar se reduce aún más (de 31 minutos en el año 2007 a 20 minutos en 2017), reduciéndose también el promedio máximo (de 58 minutos en el año 2007 a 54 minutos en 2017). Al igual que los viajes de cualquier propósito, los viajes para regresar al hogar en el año 2007 exponen una ruptura entre los tiempos promedio altos y bajos, pero en un flujo contrario: los promedios “Muy Alto” se encuentran en la CDMX. Esto sugiere que para realizar distintas actividades el flujo de viajes va del estado de México hacia la CDMX y un flujo contrario para regresar al hogar.

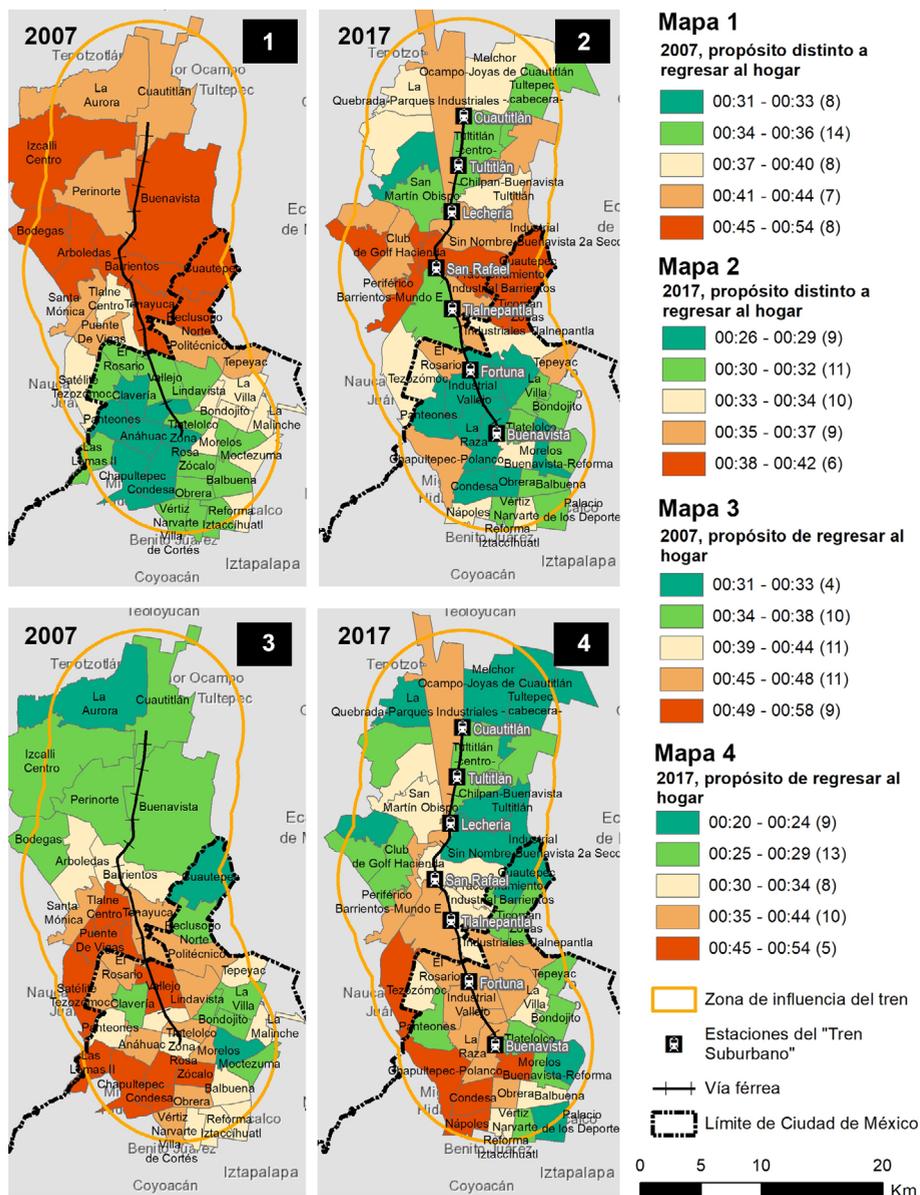


Figura 10.5. Tiempo promedio de viaje por distrito de origen, separado por rangos (y la cantidad de distritos de cada rango), según año y propósito del viaje. Fuente: elaboración propia con información de la Encuesta Origen-Destino de los Viajes de los Residentes de la Zona Metropolitana del Valle de México 2007 (EOD 2007), INEGI; Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD 2017), INEGI; Grupo de Investigación en Ingeniería de Transporte y Logística (GiiTrAL).

También en la Figura 10.5, para el año 2017, se observa una distribución variada de los tiempos promedio, pero una ruptura a lo largo de la línea del tren en las estaciones Tlalnepantla y Tultitlán, lo que sugiere que el tren pudo provocar un efecto de barrera entre los distritos ubicados a cada lado de la línea (aunque ya se observaba en el año 2007 cuando solo estaban las vías del tren, pero no tan acentuada). Los tiempos promedio más altos se dan principalmente en la CDMX en distritos que contienen centros de trabajo. Cabe notar también que aumentó la cantidad de distritos con tiempos mínimos y disminuyó la cantidad de distritos con tiempo promedio alto. La Tabla 10.2 y la Figura 10.6, presentan datos sobre los seis distritos con mayor tiempo promedio de viaje (40-42 minutos). El principal destino es el mismo distrito, el segundo destino es un distrito contiguo y los viajes con mayor tiempo al destino (120-145 minutos) representan no más del 1.0% y principalmente se dirigen del norte hacia la CDMX.

Tabla 10.2. Distritos con mayor rango de tiempo de viajes del propósito distinto a regresar al hogar y tres de los distritos a los que se dirigen.

<b>Distritos de origen</b>	<b>Tiempo promedio de viajes/ distrito (minutos)</b>	<b>Distritos destino:</b> a. Primer distrito destino (resultan ser viajes internos) b. Segundo distrito destino c. Destino con mayor tiempo promedio de viaje	<b>Tiempo promedio origen-destino (minutos)</b>	<b>% del total de viajes/ distrito</b>
<b>Fracc. Industrial Barrientos</b> Valor Z “Bajo”	40	a. Fracc. Industrial Barrientos b. Zonas Industriales Tlalnepantla c. Centro Histórico	24 43 120	40.9% 25.8% 1.0%
<b>Reclusorio Norte</b> Valor Z “Medio”	40	a. Reclusorio Norte b. Ticomán c. Nápoles	19 23 123	33.2% 10.3% 1.0%
<b>Ticomán</b> Valor Z “Medio”	41	a. Ticomán b. Cuauhtepc c. Periférico Barrientos-Mundo E	20 24 120	32.9% 13.0% 0.2%
<b>Cuauhtepc</b> Valor Z “Alto”	41	a. Cuauhtepc b. Reclusorio Norte c. Nápoles	17 26 135	44.6% 12.9% 0.3%
<b>Periférico Barrientos-Mundo E</b> Valor Z “Bajo”	41	a. Periférico Barrientos-Mundo E b. Zonas Industriales Tlalnepantla c. Moctezuma, TAPO	23 37 120	34.8% 16.6% 0.2%
<b>U.H. Adolfo López Mateos-Central de Abastos Atizapán</b> Valor Z “Medio”	42	a. U.H. Adolfo López Mateos-Central de Abastos Atizapán b. Emiliano Zapata-Lomas de San Miguel c. Obrera	21 22 145	44.5% 10.5% 0.3%

Fuente: elaboración propia con información de la Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD 2017), INEGI; Grupo de Investigación en Ingeniería de Transporte y Logística (GiiTraL).

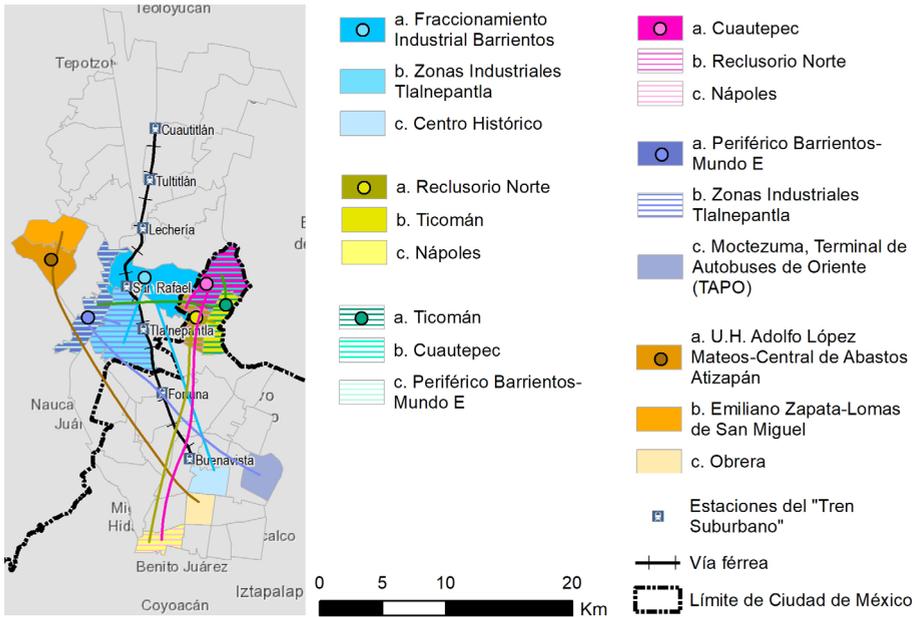


Figura 10.6. Distritos con mayor rango de tiempo de viajes del propósito distinto a regresar al hogar y tres de los distritos a los que se dirigen. Fuente: elaboración propia con información de la Encuesta Origen-Destino de los Viajes de los Residentes de la Zona Metropolitana del Valle de México 2007 (EOD 2007), INEGI; Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD 2017), INEGI; Grupo de Investigación en Ingeniería de Transporte y Logística (GiiTrAL).

## Discusión

El tiempo de traslado es lo que más fricción representa, de conformidad con la investigación en Ciudad Juárez, Chihuahua, de Chaparro Hernández (2022); de acuerdo con el concepto de localización, puede provocar una posición relativa más cercana o lejana (Buzai & Arias, 2021) e implica además un costo real (Alonso 1964, Wingo, 2016). Pero el cálculo de ese valor aún es motivo de estudio (González, 1997; Jara-Díaz & Guevara, 2003; Jara-Díaz & Rosales-Salas, 2017).

La investigación contempló todos los viajes realizados dentro del área de influencia del "Tren Suburbano" indistintamente del modo de transporte utilizado, pues se proyectaba que ese sistema de transporte masivo beneficiara no solo a quien lo utiliza, sino que también provocará reducción del uso del vehículo y, por ende, de los congestionamientos que incrementan el tiempo de traslado y la contaminación. Además, los municipios del estado de México que recorre el "Tren Suburbano" son en gran medida industriales, por lo que generan empleos a la población de la zona y eso implica que requieren transporte concesionado local cuyo tránsito debió verse mejorado por el desahogo que conlleva la reducción vehicular. Sin embargo, la menor cantidad de usuarios captada por el tren supone que no ocurrió ni la reducción de vehículos esperada

ni de congestionamientos, y por consecuencia tampoco del tiempo de traslado de forma sustancial.

Aun así, la comparación de la media mostró que para el año 2017 se realizaron más viajes y el tiempo sí disminuyó, sobre todo con el propósito de regresar al hogar. El análisis espacial también indicó disminución de tiempo de viaje. Se observó además que entre los años 2007 y 2017 existe una distribución distinta del tiempo promedio de viaje, pues ya no hay una distinción importante entre el tiempo de viaje en los municipios del estado de México ubicados en el norte del área de influencia contra el tiempo de viaje en la CDMX. Sin embargo, en ciertas zonas al norte de la CDMX y cercanas al estado de México, se observan los mayores tiempos promedio de traslado. Es posible que para el año 2017 no hubiera oferta de transporte adecuado en esas zonas.

Se observó también una proporción importante de viajes internos, es decir, el distrito de destino es el mismo que el de origen, pues 32 de los 45 distritos analizados tiene viajes internos en proporción de 42% a 64% de los viajes por distrito, lo que podría explicarse por los empleos en las industrias de la periferia, así como los empleos y servicios en las alcaldías de la CDMX, pues existen también los viajes cuyo propósito sea previo a asistir al trabajo, como llevar a los niños a la escuela o asistir a un servicio de salud.

Los mapas exponen también que existía ya un efecto barrera para el año 2007, pero se percibe incrementado para el año 2017 en ciertas secciones de la línea del tren. Esto se puede deber a que la ubicación de las zonas industriales o de viviendas fue determinada muchos años antes del inicio de operaciones de este tren de pasajeros, por lo que el incremento de población y vivienda habitual acentúa esa visión de barrera, pero, aunque el proyecto incluyó la construcción de puentes se puede revisar si han sido suficientes. El hecho de que las encuestas EOD 2007 y EOD 2017 no estuvieran diseñadas para comparación provoca que los resultados no sean indiscutibles, de ahí la razón de no utilizar alguno de los modelos del cálculo de valor del tiempo.

## **Conclusiones**

Los traslados desde la periferia de la CDMX hacia distintas actividades, como el trabajo o la escuela, conllevan tiempo que puede verse agravado por distintos factores como la distancia alejada entre el hogar y las actividades, trasladarse en horas pico, la poca accesibilidad al transporte o vialidad insuficiente. Ese tiempo de traslado se traduce en un costo de oportunidad importante. Los distintos trabajos sobre el cálculo del valor del tiempo en transporte, o el dedicado a otras actividades, incluyen variables diversas e incluso subjetivas, sin embargo, es indiscutible que la reducción del tiempo dedicado a los traslados incide en la mejora de la calidad de vida, en la economía o la mejora del medio ambiente.

La investigación tuvo como objetivo revisar si el tiempo de traslado en el área de influencia del “Tren Suburbano” disminuyó como lo ofrecía el proyecto. Se realizó un análisis espacial en el que se procesaron datos estadísticos de viajes en la ZMM del año 2007, cuando aún no operaba ese sistema de transporte, contra el año 2017. En general, la comparación de la media entre ambos años mostró que sí hubo disminución y también los mapas resultantes del análisis espacial. En ellos se observa que los promedios de tiempo de viaje están más distribuidos en el territorio en comparación con la marcada diferencia entre la CDMX y el estado de México en el año 2007. Las zonas con mayor tiempo promedio pueden tener poca conectividad de transporte o vialidades.

El análisis aportó una visión general de la reducción del tiempo de viaje en la zona de estudio cuando se implementa un sistema de transporte masivo hacia la periferia, además de revisar algunas particularidades de las zonas que recorre el tren y que pueden ejercer influencia en su operación. Plantea también la necesidad de datos de movilidad y transporte para la mejora del análisis y apoyo en la planeación de movilidad.

## Referencias

Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario (ARTF) (2022). *Anuario Estadístico Ferroviario 2021 - Parte 1*. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/781310/Anuario\\_Estadistico\\_2021\\_P2\\_VF.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/781310/Anuario_Estadistico_2021_P2_VF.pdf)

Alonso, W. (1964). *Location and Land Use*. Harvard University Press. <https://doi.org/10.4159/harvard.9780674730854>

American Public Transportation Association (2009). *Defining Transit Areas of Influence*. American Public Transportation Association.

Buzai, G., Baxendale, C., Principi, N., Cruz, M. del R., Cacace, G., & Caloni, N. (2013). Sistemas de información geográfica SIG: teoría y aplicación. En *Universidad Nacional de Luján*, Luján.

Buzai, G. D., & Arias, F. C. (2021). Estadística Espacial: Fundamentos y aplicación con Sistemas de Información Geográfica. *Revista Cartográfica*, 105, 137–139. <https://doi.org/10.35424/rcarto.i105.1388>

Chaparro Hernández, I. (2022). Patrones y costos de movilidad cotidiana 2019 en Ciudad Juárez, Chihuahua. *Revista Transporte y Territorio*, 27(27), 215–239. <https://doi.org/10.34096/rtt.i27.10078>

Connolly, P. (2014). ¿Qué se gobierna en materia de transporte y movilidad? El caso de la Ciudad de México. En “*What is Governed? Comparing Paris and Mexico governance. Conflict solving, governance failures and public policies.*”

Dirección General de Transporte Ferroviario y Multimodal (2012). *Libro Blanco, Sistema 1 del Tren Suburbano Ruta Buenavista-Cuautitlán, Zona Metropolitana del Valle de México*. [https://www.sct.gob.mx/fileadmin/migrated/content\\_uploads/LB\\_Sistema\\_1\\_del\\_Tren\\_Suburbano\\_de\\_la\\_Zona\\_Metropolitana\\_del\\_Valle\\_de\\_Mexico\\_Ruta\\_Cuautitlan-Bue\\_01.pdf](https://www.sct.gob.mx/fileadmin/migrated/content_uploads/LB_Sistema_1_del_Tren_Suburbano_de_la_Zona_Metropolitana_del_Valle_de_Mexico_Ruta_Cuautitlan-Bue_01.pdf)

Ferrocarriles Suburbanos (s/f). *Ferrocarriles Suburbanos - El proyecto*. Recuperado el 10 de enero de 2023, de [http://fsuburbanos.com/secciones/la\\_empresa/proyecto.php](http://fsuburbanos.com/secciones/la_empresa/proyecto.php)

González, R. M. (1997). The value of time: a theoretical review. *Transport Reviews*, 17(3), 245–266. <https://doi.org/10.1080/01441649708716984>

Humacata, L. M. (2014). Aportes metodológicos del análisis espacial con sistemas de información geográfica a la clasificación espacial en geografía. *Revista Electrónica del Departamento de Ciencias Sociales*, 1(3), 118–147.

INEGI (2007). *Encuesta 2007 Origen Destino* (p. 136). INEGI, Gobierno del Distrito Federal, Gobierno del Estado de México.

INEGI (2017). *Encuesta Origen-Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México* (p. 92). INEGI, SETRAVI, UNAM México. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/eod/2017/doc/resultados\\_eod\\_2017.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/eod/2017/doc/resultados_eod_2017.pdf)

Jara-Díaz, S. R., & Guevara, C. A. (2003). Behind the subjective value of travel time savings: The perception of work, leisure, and travel from a joint mode choice activity model. *Journal of Transport Economics and Policy*, 37(1), 29–46.

Jara-Díaz, S., & Rosales-Salas, J. (2017). Beyond transport time: A review of time use modeling. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 97, 209–230. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.01.022>

Jokubauskaitė, S., Hössinger, R., Aschauer, F., Gerike, R., Jara-Díaz, S., Peer, S., Schmid, B., Axhausen, K. W., & Leisch, F. (2019). Advanced continuous-discrete model for joint time-use expenditure and mode choice estimation. *Transportation Research Part B: Methodological*, 129, 397–421. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2019.09.010>

Lara Pulido, J. A., Estrada Díaz, G., Zentella Gómez, J. C., & Guevara Sanginés, A. (2017). Los costos de la expansión urbana: aproximación a partir de un modelo de precios hedónicos en la Zona Metropolitana del Valle de México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 32(1), 37. <https://doi.org/10.24201/edu.v32i1.1615>

Lupano, J. A., & Sánchez, R. J. (2009). Políticas de movilidad urbana e infraestructura urbana de transporte. *Documentos de proyectos*, 230(LC/W.230-P/E), 65 pp.

Maceachren, A. M. (1985). Accuracy of thematic maps/implications of choropleth symbolization. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 22(1), 38–58. <https://doi.org/10.3138/Y481-6J14-8802-G755>

Morang, M. (2016). *Who does my public transit system serve?* ESRI. <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/network-analyst/transportation/who-does-my-public-transit-system-serve/>

Navarro Benítez, B. (2010). Enlaces megalopolitanos y transporte, ¿solución a la movilidad? En R. Eibenschutz Hartman (Ed.), *La zona metropolitana del Valle de México: los retos de la megalopolis* (1. ed., pp. 195–207). México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, División de Ciencias Sociales y Humanidades.

Negrete, E. (2000), Migración. En *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio* (pp. 265-278). Gustavo Garza (coord.), México, Gobierno del Distrito Federal/El Colegio de México

Negrete, M. E., & Paquette Vassalli, C. (2011). La interacción entre transporte público y urbanización en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México un modelo expansivo que llega a sus límites. *Territorios*, 2(25), 15–35.

Niedzielski, M. A. (2021). Grocery store accessibility: Different metrics – Different modal disparity results and spatial patterns. *Journal of Transport Geography*, 96, 103160. <https://doi.org/10.1016/J.JTRANGEO.2021.103160>

Polèse, M. (1998). Economía urbana y regional: introducción a la relación entre territorio y desarrollo. En *Economía urbana y regional: introducción a la relación entre territorio y desarrollo*. UCOL.

Suárez Lastra, M., & Delgado Campos, G. J. (2015). Entre mi casa y mi destino: Movilidad y transporte en México. En *Entre mi casa y mi destino: Movilidad y transporte en México. Encuesta Nacional de Movilidad y Transporte* (Vol. 1). Universidad Nacional Autónoma de México.

Suárez Lastra, M., Galindo Pérez, M. C., & Reyes García, V. (2019). Cómo nos movemos en la Ciudad de México. En J. I. F. Dávila (Ed.), *Inventario de la Ciudad de México: Presente y Futuro de su Gente* (pp. 255–293). INSTITUTO DE INVESTIGACIONES JURÍDICAS.

Subsecretaría de Transporte. (2003). *Evaluación Socioeconómica y Ambiental, Proyecto de Ferrocarril Suburbano de la ZMVM*. [http://www.fonadin.gob.mx/wp-content/uploads/2016/08/ACB\\_SUBURBANO1.pdf](http://www.fonadin.gob.mx/wp-content/uploads/2016/08/ACB_SUBURBANO1.pdf)

Vázquez Nájera, L. (2022). *Costos individuales de la movilidad cotidiana; estudio de caso: Ferrocarril Suburbano de la Zona Metropolitana del Valle de México “Tren Suburbano”, comparativa del año 2007 contra el 2017*. [Tesis para grado de Maestría. Instituto Politécnico Nacional].

Wingo, L. (2016). *Transportation and Urban Land*. Taylor & Francis.

Wu, H., Novack, T., Xiong, Y., Tang, H., & Xu, T. (2022). High-Speed Railway Access Pattern and Spatial Overlap Characteristics of the Yellow River Basin Urban Agglomeration. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 2023, Vol. 12, Page 3, 12(1), 3. <https://doi.org/10.3390/IJGI12010003>

## **Semblanza de los Autores**

### ***Maripaz Carbajal Herrera***

Doctora en Ciencias en Arquitectura y Urbanismo en el Instituto Politécnico Nacional, en la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura; ESIA Tecamachalco. En la Línea de generación y aplicación del conocimiento: Hábitat y Análisis Urbano- Arquitectónico. Maestra en Proyectos para Desarrollo Urbano por la Universidad Iberoamericana, Ciudad de México, Licenciada en Arquitectura por el Instituto Tecnológico de Acapulco. Cuenta con la acreditación LEED Green Associate por el U.S. Green Building Council. Actualmente investiga los fenómenos de segregación urbana y violencia homicida en la Zona Metropolitana de Acapulco. Realizó una estancia doctoral en la Pontificia Universidad Católica de Chile.

### ***Álvaro Flores Miranda***

Maestro en Ciencias en Arquitectura y Urbanismo por la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura (ESIA) Unidad Tecamachalco perteneciente al Instituto Politécnico Nacional (IPN) realizó una estancia de investigación en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla (ETSA). Arquitecto egresado de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo UAEH . Candidato a Doctor en la ESIA-TEC en la línea de investigación Hábitat y Análisis Urbano-Arquitectónico dentro del taller de geomática y procesos urbanos, desarrolla actualmente un modelo de evaluación de políticas públicas.

### ***Ricardo Gómez Maturano***

Doctor en Urbanismo por la Universidad Nacional Autónoma de México, Maestro en Ciencias en la Especialidad de Arquitectura e Ingeniero Arquitecto por el Instituto Politécnico Nacional. Realizó estancias en el Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS) (Chile), en el Instituto de Geografía de la Universidad Católica de Chile y en la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Las líneas de investigación desarrolladas son la geomática, fragmentación urbana, segregación residencial y los procesos de gentrificación. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores y profesor investigador de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Tecamachalco del IPN donde imparte cátedra en la Maestría y Doctorado, en Ciencias en Arquitectura y Urbanismo.

### ***Irma López Pérez***

Ingeniero Arquitecto egresada de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Tecamachalco. Estudiante de la Maestría en Ciencias en Arquitectura y Urbanismo de la misma unidad académica perteneciente al

Instituto Politécnico Nacional (IPN). La línea de investigación que desarrolla se centra en temas de habitabilidad y accesibilidad en la ZMVM con la aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG´s).

***José Guadalupe Martínez Granados***

Licenciado en Sociología por la UNAM, Maestría y Doctorado en Urbanismo por la Facultad de Arquitectura de la UNAM. Realizó una estancia Posdoctoral en la ESIA Tecamachalco del IPN. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I y profesor investigador de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Tecamachalco del IPN donde imparte cátedra en la Maestría y Doctorado, en Ciencias en Arquitectura y Urbanismo. Las líneas de investigación están enfocadas al análisis de la vivienda y la habitabilidad de los conjuntos urbanos.

***Ma. De los Ángeles Martínez Ortega***

Maestra en Administración y Desarrollo de la Educación, Escuela Superior de Comercio y Administración. Unidad Santo Tomás, del IPN. Actualmente trabaja en el Instituto Politécnico Nacional en la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Tecamachalco, desarrollando actividades de Docencia e Investigación. Ha impartido clases en la mayoría de los niveles educativos excepto en secundaria. Ha escrito algunos documentos tales como libros, artículos científicos y participado directamente en congresos de proyección educativa y formación de recursos humanos. Su línea de investigación incluye gestión educativa, su vinculación con el cuidado del medio ambiente, a través de la educación sostenible, Planeación Estratégica, cuestiones de Urbanismo, Movilidad Urbana, Tecnologías de Información y Comunicación, Medio Ambiente, Administración de Recursos Materiales y Naturales en comunidades en estado de pobreza y estudios de Género, específicamente el papel o rol de la Mujer en diferentes actividades: desde el hogar, la familia, la economía e impacto social, entre otros.

***Marielena Medina Ruiz***

Arquitecta, egresada de la Universidad Católica de Colombia. Joven investigador en la Universidad Católica de Colombia. Estudiante de Maestría en ciencias en Arquitectura y urbanismo en el Instituto Politécnico Nacional, en la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura ESIA Tecamachalco. Estudiante en el taller de Geomática y Procesos Urbanos. Auxiliar de investigación en el proyecto de investigación Financiarización y la Planeación Urbana en la CDMX. Las líneas de investigación desarrolladas se enfocan en temas, tales como climas urbanos, isla de calor urbana, sistemas de información geográfica, urbanismo social y diseño participativo. Realizó una estancia de investigación en el departamento de geografía en la facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile.

***Víctor Alfonso Reyes García***

Licenciado y Maestro en Geografía, Doctor en urbanismo, por la UNAM. Mención honorífica en las tesis de maestría y doctorado. Posdoctorante en el PUEC, UNAM. Actualmente es posdoctorante en la ESIA Tecamachalco, IPN, en el taller de geomática y procesos urbanos. Asistente de investigación en el Instituto de Geografía, UNAM. Campos de estudio: movilidad, transporte urbano, localización económica. Su trabajo sobre movilidad y transporte en La Merced fue distinguido como la mejor tesis de maestría por parte de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. Realizó una estancia de investigación en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España.

***Margarita Ruiz Camacho***

Ingeniero Arquitecto por la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Tecamachalco, IPN. Maestría en Ciencias en Arquitectura y Urbanismo por el IPN. Actualmente es estudiante del Doctorado en Ciencias en Arquitectura y Urbanismo en la Línea Hábitat y Análisis Urbano-Arquitectónico. Auxiliar de investigación en el proyecto de investigación Financiarización y la Planeación Urbana en la CDMX. Las líneas de investigación desarrolladas se han enfocado en la habitabilidad en áreas periurbanas y actualmente el tema de investigación que desarrolla se relaciona con la movilidad periférica de la ZMVM.

***Cristy Monserratt Sánchez Ramos***

Ingeniero Arquitecto por el Instituto Politécnico Nacional. Actualmente, estudiante de Maestría en Ciencias en Arquitectura y Urbanismo en el Instituto Politécnico Nacional, en la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura ESIA, Unidad Tecamachalco. Realizó una estancia de investigación en el Departamento de Geografía de la Universidad de Barcelona. La línea de investigación que desarrolla se centra en temas relacionados con la expansión urbana, las coberturas terrestres, la degradación ambiental y los sistemas de información geográfica.

***Laura Vázquez Nájera***

Maestra en Ciencias en Arquitectura y Urbanismo por el Instituto Politécnico Nacional (IPN), donde obtuvo el "Premio al mejor desempeño académico" y otro reconocimiento por desempeño en el Programa Institucional de Formación de Investigadores del IPN, con el tema de movilidad urbana. Licenciada en Diseño de la Comunicación Gráfica por la Universidad Autónoma Metropolitana. Más de 25 años de experiencia en empresas nacionales y multinacionales, en áreas como Diseño y Comunicación así como de análisis administrativo. Ha participado en el diseño de licitaciones y presentaciones de proyectos de trenes de pasajeros para México y otros países de América.

## **Autores**

**Maripaz Carbajal Herrera**

**Álvaro Flores Miranda**

**Ricardo Gómez Maturano**

**Irma López Pérez**

**J. Guadalupe Martínez Granados**

**Ma. De los Ángeles Martínez Ortega**

**Marielena Medina Ruiz**

**Víctor Alfonso Reyes García**

**Margarita Ruiz Camacho**

**Cristy Monserratt Sánchez Ramos**

**Laura Vázquez Nájera**

