

POR UNAS CIUDADES MÁS HUMANAS

XXV CONGRESO NACIONAL ANPUD 2025



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

Rodrigo Franco Muñoz
Coordinador

POR UNAS CIUDADES MÁS HUMANAS

XXV CONGRESO NACIONAL ANPUD 2025

POR UNAS CIUDADES MÁS HUMANAS

XXV CONGRESO NACIONAL ANPUD 2025

Rodrigo Franco Muñoz
Coordinador



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

POR UNAS CIUDADES MÁS HUMANAS

XXV CONGRESO NACIONAL ANPUD 2025

Primera edición 2026

Universidad Autónoma de Aguascalientes

Av. Universidad 940

Ciudad Universitaria

Aguascalientes, Ags., 20100

Rodrigo Franco Muñoz (coordinador)

Colaboradores

Aída Alejandra Carrillo Arredondo

Flavio Alfredo Franco Muñoz

Luis Enrique Santiago García

Armida Llamas Estrada

Christian Camilo García Altamirano

Dulce Marianel López Cisterna

Enrique Bueno Cevada

Fernando Barrera Blanco

Fernando Padilla Lozano

Gabriel Castañeda Nolasco

Gerardo Manuel Rubalcava Pedroza

Gilberto Pérez López

Herman Barrera Mejía

Jonathan Hammurabi González Lugo

Jorge Javier Acosta Rendón

Juan Ángel Demerutis Arenas

Juan Carlos Rojo Carrascal

Juan José Orozco López

Kimmel Chamat Garcés

Luis Euseppe Ortiz Sáenz

Luis Fernando Álvarez Villalobos

Martha Pérez Barragán

Olivia Flores Castillo

Oscar Armando Soberanes López

Oscar Sánchez Velázquez

Oswaldo Leyva Camacho

Raúl Holguín Ávila

Vianca Madai Rivas Báez

ISBN: 978-968-9752-12-7

Hecho en México / *Made in Mexico*



editorial.uaa.mx



libros.uaa.mx



revistas.uaa.mx



libreriavirtual.uaa.mx

DEDICATORIA

Esta obra está dedicada a quienes creen que las ciudades pueden y deben ser espacios de encuentro, justicia y dignidad.

A nuestras y nuestros estudiantes, cuya curiosidad y espíritu crítico nos impulsan a repensar constantemente el urbanismo y su responsabilidad social.

A las y los maestros que, con su experiencia, vocación y compromiso, sostienen la formación académica y fortalecen el pensamiento urbano en cada generación.

Y a las comunidades que habitan las ciudades, especialmente aquellas que enfrentan condiciones de desigualdad y exclusión, recordándonos que la planeación urbana es, ante todo, un compromiso con la dignidad y el bien común.

ÍNDICE

13	INTRODUCCIÓN
19	PRIMER EJE: EQUIPAMIENTO URBANO
19	Subcentros urbanos en San Luis Potosí. Una metodología para su identificación, caracterización y análisis
51	Incongruencias en la planificación urbana y distribución del equipamiento urbano en Aguascalientes, (1980-2024)
69	SEGUNDO EJE: SUSTENTABILIDAD Y MEDIO AMBIENTE
69	Desempeño térmico de un techo verde en clima cálido seco: Culiacán, Rosales, Sinaloa México
89	Islas de calor urbano en ciudades intermedias vallecaucanas de Colombia: Contribución hacia objetivos
113	TERCER EJE: SEGREGACIÓN URBANA
113	Urbanización y segregación residencial de la pobreza en Mexicali, 2010: Un análisis espacial
135	CUARTO EJE: INFRAESTRUCTURA URBANA
135	Estructuración moderna de la infraestructura vial en Aguascalientes
169	QUINTO EJE: MOVILIDAD URBANA
169	Análisis espacial de la movilidad pendular en la zona conurbada de la ciudad de Puebla
199	SEXTO EJE: TERRITORIO Y METROPOLI
199	Reconfiguraciones territoriales en la región noroeste de México: metropolización y sistema agropolitano
219	La deshabitación, una métrica para la sostenibilidad en zonas metropolitanas en México. El caso de la zona metropolitana de Aguascalientes 2010-2020
257	SÉPTIMO EJE: ASENTAMIENTOS IRREGULARES
257	Propuesta metodológica para elaborar un índice que permita medir la consolidación urbana en asentamientos irregulares

AGRADECIMIENTOS

La presente obra es resultado del compromiso institucional y del esfuerzo académico colectivo que permitió consolidar este proyecto editorial en el marco del xxv Congreso Nacional de la Asociación Nacional de Instituciones de la Enseñanza de la Planeación Territorial, el Urbanismo y el Diseño Urbano (ANPUD) 2025.

Expresamos nuestro más alto reconocimiento al Mtro. Juan Carlos Arredondo Hernández, rector vigente de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, así como a la Dra. Sandra Yesenia Pinzón Castro, quien se desempeñó como rectora durante el periodo 2023–2025, etapa en la que se llevó a cabo el proceso de dictaminación de las obras.

A la Mtra. Ma. Guadalupe Lira Peralta, decana del Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción, así como a la Dra. Clementina Delgado Femat, jefa del Departamento de Urbanismo, por su liderazgo académico y decidido respaldo institucional, determinantes para la realización de esta publicación.

Agradecemos a la Dra. Silvia Mata Zamora, directora general de Difusión y Vinculación, y al Mtro. Genaro Ruiz Flores González, jefe del Departamento Editorial de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, por su acompañamiento y compromiso permanente con la calidad académica y editorial de la obra.

Reconocemos el profesionalismo de la Mtra. Ana Belina Escobar, jefa de Producción, por la coordinación y el seguimiento puntual de cada etapa del proceso editorial; de la Mtra. Xóchitl Barrientos Díaz de León, por el rigor y cuidado en la corrección de estilo, y del diseñador Rubén Rodríguez, por la propuesta gráfica que otorga identidad visual a la publicación.

Extendemos nuestro reconocimiento a los colaboradores académicos: el Dr. Flavio Alfredo Franco Muñoz, el Dr. Luis Enrique Santiago García y la Lic. Aída Alejandra Carrillo Arredondo, cuya contribución intelectual fortaleció significativamente el contenido y alcance de esta obra.

Manifestamos asimismo nuestro agradecimiento al comité científico del xxv Congreso Nacional anpud 2025, por la evaluación rigurosa de los trabajos seleccionados y su compromiso con la excelencia académica.

A las y los autores participantes, cuya confianza y aportaciones hacen posible el diálogo crítico y la reflexión colectiva sobre los desafíos urbanos contemporáneos.

Finalmente, reconocemos a la Universidad Autónoma de Aguascalientes y a la Asociación Nacional de Instituciones de la Enseñanza de la Planeación Territorial, el Urbanismo y el Diseño Urbano (ANPUD) por impulsar espacios de articulación académica que fortalecen la investigación, la formación profesional y la construcción de ciudades más humanas.

Dr. Rodrigo Franco Muñoz.

INTRODUCCIÓN

El presente libro reúne diez artículos que abordan una amplia gama de temas cruciales en el campo del urbanismo contemporáneo. Esta obra colectiva representa la culminación de un esfuerzo colaborativo sin precedentes, en el que se han reunido las contribuciones de especialistas provenientes de diversas instituciones académicas a lo largo del país. Constituye, además, un logro significativo al ser la primera publicación académica de la Asociación Nacional de Instituciones de la Enseñanza de la Planeación Territorial, el Urbanismo y el Diseño Urbano (ANPUD), enmarcada en el XXV Congreso Nacional ANPUD 2025, realizado en la Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes. Este hecho refleja el compromiso y la atención que la comunidad académica dedica a los temas más relevantes que impactan en las ciudades de nuestro país. El libro acomete el estado actual de la disciplina del urbanismo, abordando temas críticos y emergentes derivados de investigaciones rigurosas. Esta publicación no sólo fortalece la red de colaboración entre los programas de urbanismo y diseño urbano, sino que también establece una pauta para futuras contribuciones académicas, consolidando un espacio de diálogo y reflexión colectiva.

Entre sus principales aportaciones, ofrece una mirada integral a las problemáticas urbanas contemporáneas, acompañada de propuestas innovadoras y sustentadas en evidencia científica. Se distingue por integrar perspectivas diversas que convergen en un mismo esfuerzo editorial, generando un panorama amplio y plural del urbanismo actual. Asimismo, el libro se erige como un elemento esencial para la difusión del conocimiento, permitiendo a los investigadores democratizar sus hallazgos de vanguardia que, de otro modo, permanecerían confinados a círculos académicos limitados. Tanto para las licenciaturas, como para los profesores y los estudiantes que las conforman, esta obra representa una herramienta pedagógica de gran valor, útil para la enseñanza, la investigación y la reflexión profesional. Esta publicación contribuye también al diálogo público y a la toma de decisiones informadas, proveyendo evidencia científica y perspectivas innovadoras para enfrentar los desafíos urbanos contemporáneos. Con ello, se espera impulsar nuevas líneas de investigación, fomentar debates constructivos y, sobre todo, inspirar a la próxima generación de urbanistas a construir un futuro más sostenible, equitativo y resiliente. Finalmente, participar en un proyecto editorial de esta naturaleza incrementa la visibilidad de los académicos y de sus líneas de investigación, consolidándolos como referentes en su campo.

Al mismo tiempo, muestra a los estudiantes el valor de la investigación y de los procesos editoriales, motivándolos a involucrarse en la producción de conocimiento y a publicar sus propios trabajos, fortaleciendo así el tejido académico que sustenta a nuestra disciplina.

En este contexto, la presente obra se estructura en siete ejes temáticos que reflejan la amplitud y diversidad de los estudios urbanos contemporáneos. Cada uno de ellos aborda, desde distintas perspectivas teóricas y metodológicas, los procesos que configuran nuestras ciudades, sus desafíos y las oportunidades para su transformación. A través de estos ejes, se busca articular un diálogo interdisciplinario que vincule la investigación académica con la práctica profesional y la gestión urbana, ofreciendo una mirada integral sobre los fenómenos territoriales actuales.

En el primer eje temático sobre equipamiento urbano, se presenta el texto “Subcentros urbanos en San Luis Potosí. Una metodología para su identificación, caracterización y análisis” de Fernando Barrera Blanco, Jonathan Hammurabi González Lugo y Martha Pérez Barragán, éste constituye una aportación significativa al entendimiento de la estructura urbana contemporánea. El estudio propone una metodología para identificar y caracterizar los subcentros urbanos en la ciudad de San Luis Potosí, partiendo del uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y del análisis de variables como la distribución de equipamientos, la conectividad, la densidad poblacional y los indicadores de sostenibilidad urbana. A través de esta aproximación, los autores logran evidenciar la falta de instrumentos y lineamientos precisos para reconocer e incluir estos componentes de la estructura urbana en la planeación de las ciudades, limitando la gestión y administración urbana eficientes proporcionando elementos conceptuales y prácticos para la identificación y determinación de subcentros urbanos. Este trabajo inaugura el volumen estableciendo un marco analítico sólido que articula la relación entre el equipamiento urbano y el fortalecimiento de la estructura urbana, abriendo el diálogo con los demás ejes y contribuciones que lo conforman.

El segundo artículo de este eje, “Incongruencias en la planificación urbana y distribución del equipamiento urbano en Aguascalientes (1980-2024)”, profundiza en la comparación entre lo proyectado en los Programas de Desarrollo Urbano y la realidad del equipamiento barrial y vecinal construido a lo largo de más de cuatro décadas. Mediante revisión documental y análisis espacial con SIG, el estudio muestra déficits persistentes y desigualdades territoriales en la instalación del equipamiento de proximidad, derivados de diagnósticos imprecisos, presión inmobiliaria y una limitada capacidad institucional para gestionar suelo y ejecutar las estrategias de planeación. Los autores concluyen que, pese a los avances conceptuales y normativos, la ausencia de mecanismos efectivos de implementación ha contribuido a la fragmentación urbana y a la disminución de la calidad de vida, destacando la urgencia de fortalecer la relación entre planeación y acción territorial para la construcción de ciudades más equitativas y funcionales.

Dentro del segundo eje, dedicado a la sustentabilidad y medio ambiente, se presentan dos investigaciones que abordan el impacto del clima y la morfología urbana en la calidad del hábitat y la eficiencia energética.

En primer lugar, el artículo “Desempeño térmico de un techo verde en clima cálido seco: Culiacán, Rosales, Sinaloa México”, de Gilberto Pérez López, Juan Carlos Rojo Carrascal y Gabriel Castañeda Nolasco, ofrece una evaluación experimental del comportamiento térmico de un techo verde en un contexto semiárido. Mediante la comparación de losas de concreto convencionales y cubiertas vegetales, los autores demuestran la capacidad de esta estrategia bioclimática para reducir la ganancia térmica y, por ende, el consumo energético en edificaciones. Este estudio evidencia la pertinencia de integrar soluciones naturales en la infraestructura urbana, especialmente en entornos vulnerables al cambio climático.

De manera complementaria, el trabajo “Islas de calor urbano en ciudades intermedias vallecaucanas de Colombia: Contribución hacia objetivos”, de Luis Euseppe Ortiz Sáenz, Kimmel Chamat Garcés y Crhistian Camilo García Altamirano, analiza los factores físicos y sociodemográficos que inciden en la formación de islas de calor urbano en 18 cabeceras del Valle del Cauca. A través del uso de imágenes satelitales, datos censales y modelos de aprendizaje automático, los autores evidencian cómo la desigualdad socioeconómica y la falta de infraestructura verde generan patrones de inequidad térmica, afectando directamente la habitabilidad y sostenibilidad urbana. Ambos estudios convergen en la necesidad de implementar estrategias de mitigación climática basadas en infraestructura verde, eficiencia energética y justicia ambiental, aportando herramientas conceptuales y metodológicas para avanzar hacia ciudades más sostenibles.

En estrecha relación con estas problemáticas, el siguiente eje aborda otro de los grandes retos cívicos contemporáneos: la segregación urbana. Mientras la sustentabilidad busca equilibrar las condiciones ambientales y de habitabilidad, la segregación urbana refleja las profundas desigualdades que estructuran las ciudades mexicanas. Este eje se centra en el análisis de dichos procesos a través del artículo “Urbanización y segregación residencial de la pobreza en Mexicali, 2010: un análisis espacial”, escrito por Osvaldo Leyva Camacho, Raúl Holguín Ávila y Herman Barrera Mejía. Quienes examinan la distribución espacial de la pobreza en Mexicali, Baja California, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y mediciones de segregación. Los resultados revelan una marcada estratificación socioespacial, donde los hogares con mayores Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) se concentran en áreas periféricas, evidenciando altos niveles de segregación y aislamiento. El valor del trabajo radica en la aplicación de herramientas de análisis espacial para comprender la desigualdad urbana, aportando una base sólida para repensar la planificación urbana desde la equidad y la inclusión territorial.

El análisis de la segregación urbana revela cómo las dinámicas espaciales de desigualdad se materializan en el territorio, condicionando el acceso a los servicios, la movilidad y la calidad de vida de la población. En este sentido, la infraestructura urbana se presenta como un componente clave para comprender y revertir estas desigualdades, al constituir el soporte físico que posibilita la integración y el funcionamiento de la ciudad. El eje dedicado a la infraestructura urbana aborda precisamente esta di-

mención con el artículo “Estructuración moderna de la infraestructura vial en Aguascalientes”, de Fernando Padilla Lozano y Olivia Flores Castillo, quienes abordan la transformación reciente de la ciudad de Aguascalientes a partir de la expansión y modernización de su red vial. Mediante una investigación de carácter documental, los autores examinan la construcción de puentes vehiculares y pasos a desnivel durante las primeras décadas del siglo XXI, interpretándolos como manifestaciones materiales de una urbanización orientada a la movilidad y la conectividad. El estudio ofrece una lectura crítica de la ciudad como espacio en constante crecimiento, donde el incremento poblacional y vehicular ha impulsado la necesidad de nuevas infraestructuras para mantener la fluidez del tránsito y sostener la dinámica urbana. En conjunto, el trabajo evidencia cómo estas obras, más allá de su función técnica, configuran la imagen contemporánea de la ciudad y expresan los retos de una modernidad urbana centrada en la movilidad.

El eje sobre movilidad urbana examina las dinámicas cotidianas de desplazamiento y sus implicaciones sociales, y está conformado por el artículo “Análisis espacial de movilidad pendular en la zona conurbada de la ciudad de Puebla”, de Oscar Sánchez Velázquez y Enrique Bueno Cevada, que analiza los flujos diarios entre residencia y trabajo desde la perspectiva de la geografía radical. A partir de encuestas origen–destino y análisis espacial, los autores muestran que los problemas de accesibilidad y transporte en Puebla responden a asimetrías socioespaciales derivadas del modelo urbano capitalista, más que a fallas de planeación. El estudio ofrece una visión crítica que vincula la movilidad con las desigualdades estructurales del territorio urbano.

Por otra parte, el eje que habla sobre territorio y metrópoli aborda las transformaciones espaciales derivadas de los procesos de urbanización y reconfiguración territorial en distintas regiones del país, poniendo énfasis en la forma en que las dinámicas metropolitanas y rurales se entrelazan en contextos de cambio socioeconómico y político. El primer artículo que lo conforma “Reconfiguraciones territoriales en la región noroeste de México: metropolización y sistema agropolitano”, escrito por Oscar Armando Soberanes López, Dulce Marianel López Cristerna y Jorge Javier Acosta Rendón, analiza la transformación del territorio en Sinaloa, contrastando la metropolización concentrada en el eje Culiacán–Navolato con la emergencia de un sistema agropolitano articulado en los municipios del norte. A través de métodos estadísticos, multicriterio y el uso de SIG QGIS, los autores evidencian las tensiones entre la expansión urbana no planificada y las redes rurales productivas, destacando el carácter multiescalar y relacional del territorio regional. Por su parte, el artículo “La deshabitación, una métrica para la sostenibilidad en zonas metropolitanas en México. El caso de la zona metropolitana de Aguascalientes 2010–2020”, de Juan Ángel Demerutis Arenas, Luis Fernando Álvarez Villalobos y Gerardo Manuel Rubalcava Pedroza, examina el fenómeno de la vivienda deshabitada en la metrópoli de Aguascalientes, donde el 12.4% del parque habitacional permaneció vacío en la última década. A partir de microdatos censales del INEGI y delimitaciones del Grupo Interinstitucional de Zonas Metropolitanas, el estudio identifica

patrones de movilidad residencial y subutilización del suelo urbano, planteando interrogantes sobre los efectos de las políticas públicas de vivienda y los ciclos de valorización del espacio metropolitano. Ambos trabajos coinciden en mostrar que la dinámica territorial y metropolitana en México se caracteriza por desequilibrios entre crecimiento urbano, funcionalidad del espacio y sostenibilidad habitacional, resaltando la necesidad de repensar la planificación territorial desde enfoques integrales y multiescalares.

Por último, el eje de asentamientos irregulares aborda uno de los fenómenos más persistentes y complejos del crecimiento urbano en América Latina: la expansión periférica marcada por la informalidad, la precariedad habitacional y la falta de infraestructura básica. Al respecto, el artículo “Propuesta metodológica para elaborar un índice que permita medir la consolidación urbana en asentamientos irregulares”, escrito por Vianca Madai Rivas Báez y Armida Llamas Estrada, plantea el desarrollo de una herramienta metodológica para evaluar el grado de consolidación urbana en contextos informales. A partir de la construcción de un índice de indicadores, las autoras buscan medir y comprender las condiciones de desarrollo de estos asentamientos, visibilizando sus dinámicas internas y las desigualdades estructurales que los originan. El estudio contribuye a la discusión sobre la gestión del suelo y la planificación inclusiva, al ofrecer un enfoque cuantitativo que permite identificar los niveles de avance y consolidación en zonas irregulares, aportando insumos clave para el diseño de políticas públicas orientadas a la integración urbana y a la mejora de la calidad de vida en las periferias.

PRIMER EJE:

EQUIPAMIENTO URBANO

SUBCENTROS URBANOS EN SAN LUIS POTOSÍ. UNA METODOLOGÍA PARA SU IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS

Fernando Barrera Blanco
Jonathan Hammurabi González Lugo
Martha Pérez Barragán

Resumen

La identificación y ubicación de subcentros urbanos en la ciudad de San Luis Potosí es clave para comprender la dinámica del crecimiento urbano y su distribución. Ante la ausencia de criterios normativos claros y metodologías específicas, esta investigación plantea un método que permite identificar y caracterizar los subcentros urbanos a partir de sus componentes y elementos constituyentes, así como del análisis de las condiciones físico-espaciales del contexto y poblacionales.

Para la recopilación de la información y su posterior análisis se recurrió al uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), integrando variables como la distribución de equipamientos y la conectividad urbana entre sí y con el contexto y la densidad poblacional circundante. A través del análisis cartográfico, se pudieron identificar áreas con mayor concentración de servicios y mejor conectividad, lo que permitió delimitar potenciales subcentros urbanos, para posteriormente evaluar aspectos como la accesibilidad, el espacio público y la superficie disponible, vinculándolos todos ellos con indicadores de sostenibilidad urbana.

Los resultados evidencian la falta de instrumentos y lineamientos precisos para reconocer e incluir estos componentes de la estructura urbana en la planeación de las ciudades, limitando la gestión y administración urbana eficientes; aun así, se pudieron identificar áreas con el potencial de consolidarse como un subcentro urbano que podrían incrementar la accesibilidad, descongestionar el centro urbano y fortalecer su estructura.

Esta investigación proporciona elementos conceptuales y prácticos para la identificación y determinación de subcentros urbanos, contribuyen-

do al desarrollo de estrategias que promuevan un crecimiento urbano más equitativo, sostenible e incluyente.

Palabras clave: Subcentros urbanos, espacio público, accesibilidad urbana, equipamiento urbano, planeación urbana.

Urban subcenters in San Luis Potosí.

A methodology for their identification, characterization and analysis

Abstract

The identification and location of urban subcenters in the city of San Luis Potosí is key to understanding the dynamics of urban growth and its distribution. Given the absence of clear regulatory criteria and specific methodologies, this research proposes a method that allows for the identification and characterization of urban subcenters based on their components and constituent elements, as well as the analysis of the physical-spatial conditions of the context and population.

Geographic Information Systems (GIS) were used to collect and subsequently analyze this information, integrating variables such as the distribution of amenities and urban connectivity with each other and with the surrounding context and population density. Through cartographic analysis, areas with a higher concentration of services and better connectivity were identified, which made it possible to delimit potential urban subcenters. Aspects such as accessibility, public space, and available surface area were subsequently evaluated, linking them all to indicators of urban sustainability.

The results reveal a lack of precise tools and guidelines for recognizing and including these components of the urban structure in city planning, which limits efficient urban management and administration. However, it was possible to identify areas with the potential to become established as an urban subcenter, which could increase accessibility, relieve urban center congestion and strengthen the urban structure.

This research provides conceptual and practical elements for identifying and defining urban subcenters, contributing to the development of strategies that promote more equitable, sustainable and inclusive urban growth.

Keywords: Urban subcenters, public space, urban accessibility, urban equipment, urban planning.

INTRODUCCIÓN

La identificación de subcentros urbanos en la ciudad de San Luis Potosí (en lo sucesivo, SCUSLP) constituye un paso fundamental para comprender la dinámica de crecimiento urbano y la distribución de equipamiento urbano en la ciudad. Este crecimiento ha propiciado la generación de espacios que funcionan como áreas secundarias de centralidad, las cuales concentran equipamiento y servicios en puntos estratégicos de la ciudad; no obstante,

la identificación precisa de estos subcentros resulta compleja debido a la falta de criterios claros en el marco normativo vigente y a la ausencia de metodologías específicas que permitan delimitar y caracterizar dichos espacios.

En este contexto, el objetivo del presente trabajo es identificar los espacios que pudieran ser considerados como SCUSLP a partir del análisis y evaluación de condiciones físico-espaciales y poblacionales mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), integrando variables clave como la distribución del equipamiento, densidad poblacional y conectividad urbana.

Se recurrió a la selección de indicadores específicos, como la concentración de servicios, la densidad de población y la presencia de infraestructura vial, con el fin de establecer criterios objetivos para identificar o determinar los subcentros urbanos; posteriormente, se realizó un análisis más detallado de éstos, considerando parámetros adicionales como la accesibilidad, el desarrollo futuro, los elementos de equipamiento, el espacio público y la superficie disponible, todos vinculados con indicadores de sostenibilidad urbana.

El análisis revela una problemática en la ciudad de San Luis Potosí consistente en la carencia de espacios integrados, así como de instrumentos precisos para llegar a identificar a determinados espacios como un subcentro urbano. Aun cuando el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de San Luis Potosí, SLP - 2050, establece lineamientos generales para la planeación territorial, no proporciona criterios claros para identificar estos espacios urbanos, lo que limita la capacidad de una gestión y administración urbana eficiente. Este vacío normativo genera dificultades en la planeación y el fortalecimiento de estos espacios como puntos estratégicos dentro de la estructura urbana.

La elección de la herramienta SIG se justifica por su capacidad para integrar y analizar diversas variables espaciales, permitiendo una visión integral del territorio. A partir del procesamiento de datos geoespaciales, se generó cartografía temática que permitió localizar y caracterizar los posibles subcentros urbanos, seleccionando aquellos con mayor concentración de equipamientos y mejor conectividad, lo que constituye un paso fundamental para el fortalecimiento de la planeación dentro de la ciudad.

Por lo tanto, se detectó la necesidad de aportar información relevante para la planeación urbana, proporcionando una base para la toma de decisiones en materia de distribución de equipamiento, servicios y el fortalecimiento de la estructura urbana que permita un mejor desempeño de las funciones urbanas. Así, esta investigación sienta las bases para futuras exploraciones sobre la dinámica urbana y la implementación de estrategias que fortalezcan estos nodos como espacios clave en el desarrollo urbano de la ciudad.

DESARROLLO

Antecedentes

La mayoría de las primeras ciudades novohispanas en México y América Latina fueron fundadas alrededor de un centro urbano a partir de 1590, durante la época colonial, según lo establecido en la Cédula Real de Felipe II. Estas ciudades se desarrollaron siguiendo un trazado ortogonal, considerado una estructura funcional y adecuada para su época, proporcionando legibilidad para una correcta distribución espacial y el trazado de las vías de comunicación (De Tomás Medina, 2017; Nicolini, 2005). Este patrón se replicaba en la mayoría de las nuevas ciudades de América, donde la plaza mayor se ubicaba a una distancia óptima de los edificios de poder y religiosos, mientras que las calles perimetrales permitían vistas panorámicas hacia los edificios centrales, generando una mayor armonía urbana y fomentando actividades sociales en el espacio público.



1. Plaza mayor.
2. Templo mayor.
3. Casa de gobierno.
4. Plaza secundaria.
5. Bulevar periférico.
6. Templo, convento, escuela.
7. Soportales (corredor comercial).
En rojo zona de comercio.
8. Hospital.
9. Tierras de labor (quintas, charcas).
10. Cabildo.
11. Casa del concejo.
12. Aduana.
13. Atarazana (edificio de reparación de barcos).
14. Parcelamiento urbano.

Figura 1. Trazo urbana según la cédula real de Felipe II.
Fuente: Elaboración propia a partir de Vigliocco (2008).

En San Luis Potosí, esta estructura se replicó fuera del centro urbano fundacional con la conformación de los siete barrios tradicionales: Tlaxcala, San Miguelito, El Montecillo, San Juan de Guadalupe, San Sebastián, Santiago y Tequisquiapan (Gobierno del Estado de San Luis Potosí, 2019). Estos barrios rodeaban el núcleo principal donde se establecieron los españoles y, a medida que la ciudad crecía, se integraron al entramado urbano.

El desarrollo urbano postcolonial buscaba consolidar un modelo policéntrico mediante la creación de centros urbanos alternativos que concentraran equipamiento urbano y servicios, promoviendo la apropiación del espacio público y garantizando la proximidad entre los distintos equipamientos, sin embargo, entre las décadas de 1970 y 1990, el crecimiento urbano desordenado frenó la consolidación de este modelo. Factores como el aumento de las migraciones del campo a la ciudad y las deficiencias en la im-

plementación de instrumentos de planeación urbana derivaron en notables desigualdades sociales, ambientales, económicas y espaciales (Graizbord, 2007; Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano [SEDATU], 2021).

En este contexto, la falta de equipamiento y servicios básicos, así como la carencia de espacios públicos adecuados, limitó la cohesión social (Cortés, 2008). La dispersión del equipamiento urbano obligó a la población a recorrer grandes distancias para acceder a servicios culturales, recreativos, educativos y comerciales, exacerbando la dependencia del automóvil particular debido a las deficiencias del transporte público.

La dotación de equipamiento urbano, crucial para la calidad de vida urbana, ha presentado deficiencias debido a la falta de claridad en la normatividad y su aplicación. Esto ha conducido a la concentración del equipamiento en el centro urbano y en algunas áreas de gran demanda, dejando a otros sectores con una dotación insuficiente y dispersa, lo que aleja a las ciudades de la sostenibilidad y genera entornos urbanos caóticos (Franco, 2009).

Las ciudades desempeñan un papel fundamental en el desarrollo sostenible, actuando como sistemas complejos compuestos por subsistemas urbanos interconectados. La planeación e incorporación de equipamiento urbano por niveles se ha convertido en un parámetro esencial para medir la calidad urbana contemporánea (García, 2009). Esta estructura incluye núcleos de equipamiento que atienden distintas escalas poblacionales y de cobertura:

- Jardines Vecinales (JV): Población de 1 250 habitantes y cobertura de 350 metros de radio.
- Centros de Barrio (CB): Población de 20 000 habitantes y cobertura de 1 kilómetro de radio.
- Subcentros Urbanos (SCU): Población de 80 000 habitantes y cobertura de 3 kilómetros de radio.
- Centro Urbano (CU): Influencia a nivel ciudad en población y radio de servicio (Franco y Carrillo, 2022; Instituto Municipal de Planeación [IMPLAN], 2015; Secretaría de Desarrollo Social [SEDESOL], 1999a).

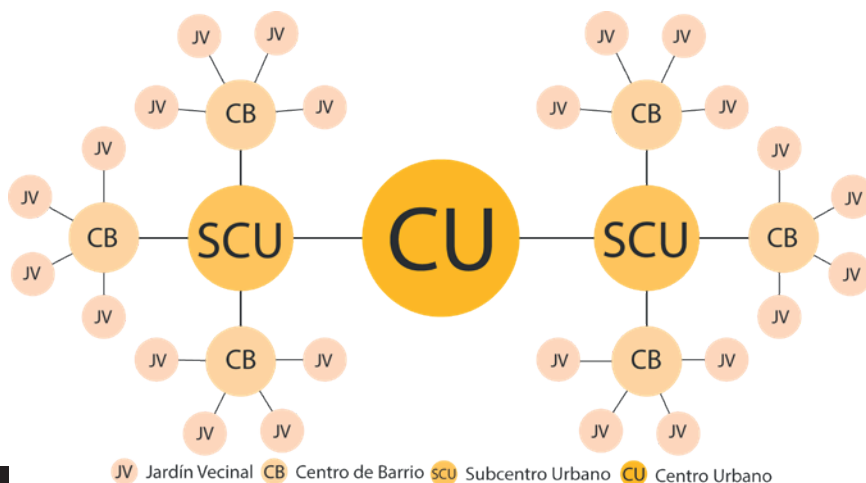


Figura 2. Criterio de estructuración de núcleos de equipamiento. Fuente: Elaboración propia a partir de López y Franco (2006).

La planeación de estos núcleos promueve una distribución adecuada de servicios, mejorando la calidad de vida urbana (SEDESOL, 1999a). A nivel internacional, ciudades como París, Melbourne y Copenhague han adoptado políticas urbanas que fomentan modelos de ciudad caminable o de 15 minutos, basados en la presencia de subcentros urbanos que reducen la necesidad de desplazamientos largos y promueven el uso de transportes alternativos (Mayorga, 2021).

Planteamiento del problema

La falta de criterios claros y específicos dentro de los instrumentos normativos de la planeación para la distribución y ubicación del equipamiento correspondiente en núcleos urbanos de la ciudad de San Luis Potosí ha dificultado la constitución y consolidación de subcentros urbanos, generando desigualdades socioeconómicas, culturales y de accesibilidad, a la par que se evidencian las deficiencias en la movilidad, accesibilidad y uso del espacio público. Dichas carencias generan obstáculos para la delimitación y estructuración de áreas integradas, funcionales y ordenadas, y que podrían mejorar la cohesión territorial, social y la calidad de vida de los habitantes, sin embargo, esto no sucede en la actualidad.

En el caso de la capital potosina, el desarrollo urbano caracterizado por un equipamiento disperso y desintegrado ha aumentado la dependencia del automóvil particular y limitado las oportunidades de acceso a servicios y actividades en distancias cercanas. Esta falta de integración espacial ha generado espacios poco propicios para las relaciones sociales, lo que se traduce en una baja accesibilidad urbana y un uso limitado del espacio público; por lo que, resulta crucial establecer criterios claros y efectivos para consolidar los subcentros urbanos incipientes en San Luis Potosí.

Resulta imperativo que estos núcleos de equipamiento o posibles subcentros respondan a indicadores como la accesibilidad, la conectividad, la densidad poblacional y la diversificación. Esto permitirá establecer bases sólidas para el diseño futuro de nuevos subcentros urbanos y el fortalecimiento de los ya existentes, orientados a mejorar el entorno urbano, la imagen de la ciudad y la calidad de vida de sus habitantes. Al integrarlos en la estructura urbana, se impulsará la movilidad sostenible, favoreciendo modos de transporte como el peatonal, la bicicleta y el transporte público, optimizando el uso del espacio público y una ciudad más accesible y funcional.

Justificación

En la actualidad, se observan diversas problemáticas urbanísticas en la ciudad de San Luis Potosí que han generado un crecimiento desordenado, sin una integración adecuada que atienda las necesidades físicas, espaciales y poblacionales. Este patrón de expansión ha dado lugar a deficiencias en aspectos clave como la movilidad, la accesibilidad urbana, el uso del espacio público y la distribución de equipamientos urbanos. Como resultado, los

habitantes de diferentes sectores de la ciudad enfrentan desigualdades en el acceso a servicios y en la calidad de vida.

Mediante la implementación de subcentros se podrá lograr un desarrollo más equilibrado y la descentralización de actividades sociales, culturales, comerciales y de servicios. Al distribuir de manera más equitativa estos núcleos de equipamiento, habrá mayor accesibilidad, descongestionando tanto el centro histórico como otras áreas de alta demanda, y mejorando la calidad de vida de los habitantes de San Luis Potosí, al tener más cerca los servicios sin la necesidad de desplazamientos largos que dependan del uso del automóvil. Se promoverá un uso más eficiente del transporte público y de otros alternos como la bicicleta y la movilidad peatonal, creando una ciudad más sostenible.

Por otra parte, la concentración de actividades en los subcentros optimiza los recursos, como la infraestructura urbana, el espacio público y los servicios básicos, lo cual genera beneficios en términos de eficiencia, reducción de costos y menor impacto ambiental. Este proceso también mejora el acceso de la población a servicios esenciales como la salud, educación, comercio, cultura y recreación, lo que se traduce en una mayor interacción social y la creación de espacios más seguros y equitativos.

Por lo tanto, implementar subcentros urbanos en la planeación de San Luis Potosí no sólo contribuiría a un desarrollo más equilibrado y sostenible, sino que también promovería una mejora sustancial en la movilidad, la accesibilidad y la calidad de vida de los ciudadanos. Este enfoque busca superar las limitaciones de la planeación actual, brindando soluciones efectivas para una ciudad más integrada, inclusiva y resiliente.

Hipótesis

A partir de lo expuesto hasta este momento, se puede inferir que el uso y la accesibilidad de los núcleos de equipamiento urbano están determinados por la cantidad, la calidad, la mezcla y la distribución de los elementos que los integran, así como de su escala o radio de influencia que permitan considerarlos como subcentros, la interconectividad entre sus elementos y la estructura urbana, lo cual fomenta una mayor o menor integración para los usuarios.

Dicho de otra forma, la hipótesis se puede sintetizar de esta forma: la agrupación del equipamiento en núcleos concentrados o subcentros urbanos puede incrementar el grado o intensidad de su uso, así como mejorar la cobertura, la conectividad, la accesibilidad y la cohesión social.

Perspectivas de estudio de los subcentros urbanos

Los subcentros urbanos son elementos clave en el desarrollo de las ciudades modernas, al ser núcleos de actividad económica, social y cultural que enriquecen la vida urbana. La literatura existente destaca su relevancia en la configuración del tejido urbano y en la provisión de servicios y actividades complementarias. En el contexto latinoamericano, se observa que

el crecimiento urbano ha generado desafíos, como la expansión hacia las periferias, afectando especialmente a la población vulnerable, que enfrenta deficiencias en infraestructura y transporte (Pérez Pulido y Romo Aguilar, 2019). Además, estudios como el de Franco Calderón y Zabala Corredor (2012, p. 11), abogan por una planeación urbana inclusiva y sostenible, en la que el equipamiento urbano juega un papel clave para la construcción de ciudadanía.

En cuanto a la estructura urbana, varios estudios han propuesto metodologías para identificar y caracterizar subcentros urbanos. Aguirre Núñez (2021), en un estudio sobre Barcelona, explora cómo se concentran empleo y actividades económicas en dichas zonas, comparando métodos de identificación y evaluando su impacto en factores como la movilidad y los precios de la vivienda. Este enfoque, aunque regional, es útil para analizar el papel de los subcentros como polos de empleo.

Por otro lado, en el contexto nacional, Montañó (2004) propone una metodología para identificar subcentros urbanos en las periferias de la Ciudad de México. Su enfoque los clasifica según el nivel de equipamiento y su especialización, lo que permite entender su integración en el sistema urbano regional. Aunque su investigación proporciona una valiosa clasificación, no aborda la relación entre el equipamiento urbano y la proximidad de la población para la conformación de un subcentro.

Estos estudios proporcionan una base sólida para comprender los subcentros urbanos como componentes clave en el desarrollo de una ciudad, destacando la importancia del equipamiento y la proximidad en la construcción de espacios urbanos equitativos y sostenibles. Sin embargo, aún persisten vacíos en cuanto a la identificación precisa de estos centros a nivel local y su relación con la población atendida.

Metodología de la investigación

a) Diseño de la investigación

La metodología de este estudio se ha diseñado con un enfoque cuantitativo, el cual se define como una investigación orientada a la recolección y análisis de datos numéricos. En este caso, el enfoque descriptivo permitió detallar las características físicas, espaciales y poblacionales de la ciudad de San Luis Potosí. Esto incluyó una descripción exhaustiva de los subcentros urbanos, enfocándose en variables como el número de elementos de equipamiento urbano, la superficie total de cada uno y los radios de servicio, con el propósito de identificar el alcance y la distribución de los servicios urbanos. Esta información fue relevante para proporcionar una visión clara del contexto urbano.

b) Elaboración del mapa base

Se elaboró un mapa base de la ciudad de San Luis Potosí utilizando el software ArcGIS. Este mapa toma como base los SIG proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] (2022) y se utiliza

como punto de partida para realizar un análisis cartográfico preliminar con el fin de identificar posibles áreas de estudio.

Los datos son utilizados para mejorar la precisión del mapa base, facilitando el análisis cartográfico y la identificación de áreas clave en la investigación y futuros estudios. Como parte de la metodología, se analizaron los elementos de equipamiento urbano distribuidos en diversas áreas, representados en azul en la figura inferior. Se identificaron agrupaciones y elementos dispersos, predominando estos últimos, lo que podría explicar los largos trayectos para acceder a actividades y servicios en la ciudad.

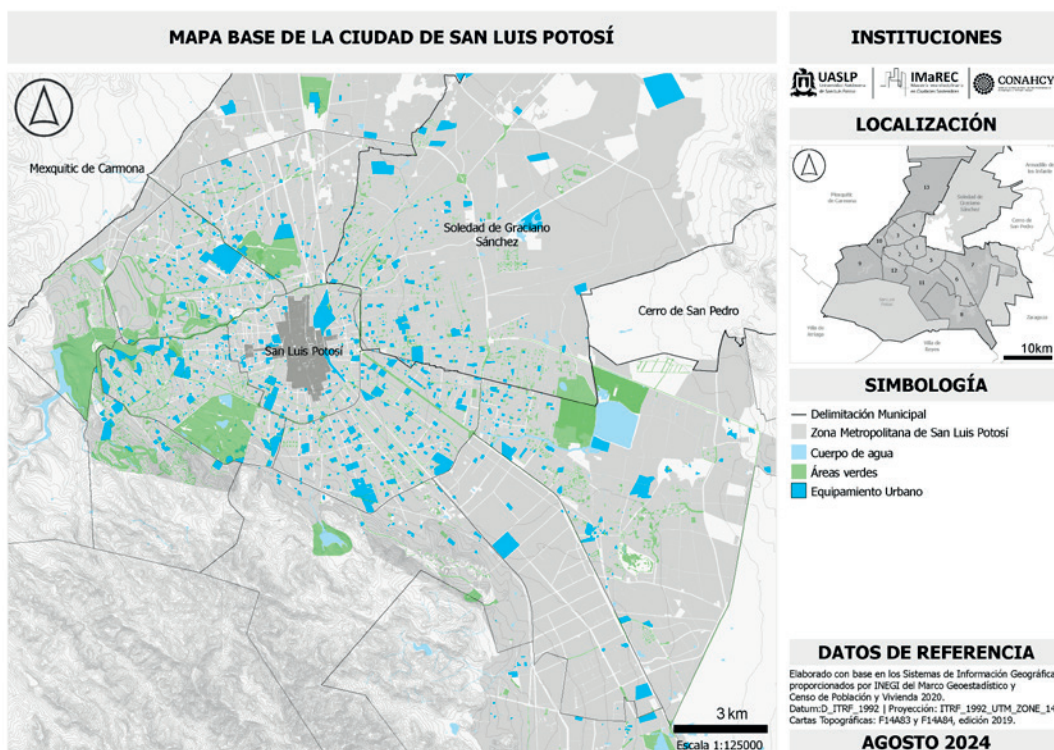


Figura 3. Mapa base de la ciudad de San Luis Potosí. Fuente: Elaboración propia a partir de los SIG proporcionados por el INEGI (2020).

c) Identificación de subcentros urbanos en la ciudad de San Luis Potosí

Se identificaron de manera preliminar ocho subcentros, basados en criterios de presencia de equipamiento urbano, dimensión y proximidad. Después, se redujeron a seis para una evaluación exhaustiva y, finalmente, se seleccionaron cuatro áreas, tomando como base criterios del IMPLAN (2015) y de Sarmiento y Clerc (2016), los cuales establecen que un subcentro debe tener una superficie de 280 000 m² y entre 9 y 15 elementos de equipamiento público en un radio de 500 metros.

d) Criterio de selección preliminar de subcentros urbanos

SUPERFICIE	N° DE ELEMENTOS	CARÁCTER DE EQUIPAMIENTO
350,000 m ² MAX.	15 ELEMENTOS	CARÁCTER PÚBLICO
280,000 m ²	9 ELEMENTOS	PLÚBLICO
100,000 m ² MIN.		

PRÓXIMIDAD ENTRE ELEMENTOS
 DISTANCIA ENTRE ELEMENTOS
 RADIO:500 m

Los elementos de equipamiento en un subcentro urbano deben estar adecuadamente distribuidos para fomentar el desplazamiento peatonal, en bicicleta y en transporte público. Es crucial que éstos sean gestionados por el gobierno, para asegurar el acceso y maximizar el uso del espacio público, favoreciendo la funcionalidad del subcentro urbano, a diferencia del privado.

Figura 4. Criterios de selección preliminar de subcentros urbanos.
 Fuente: Elaboración propia.

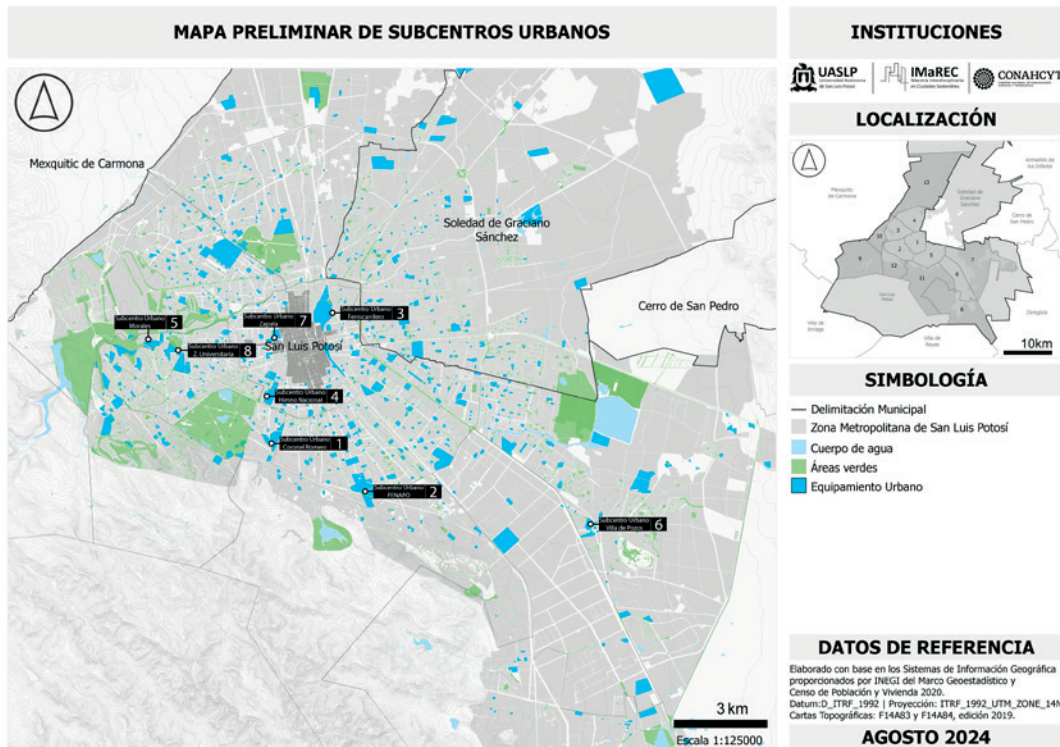


Figura 5. Mapa preliminar de subcentros urbanos en la ciudad de San Luis Potosí.
 Fuente: Elaboración propia a partir de los SIG proporcionados por el INEGI (2020).

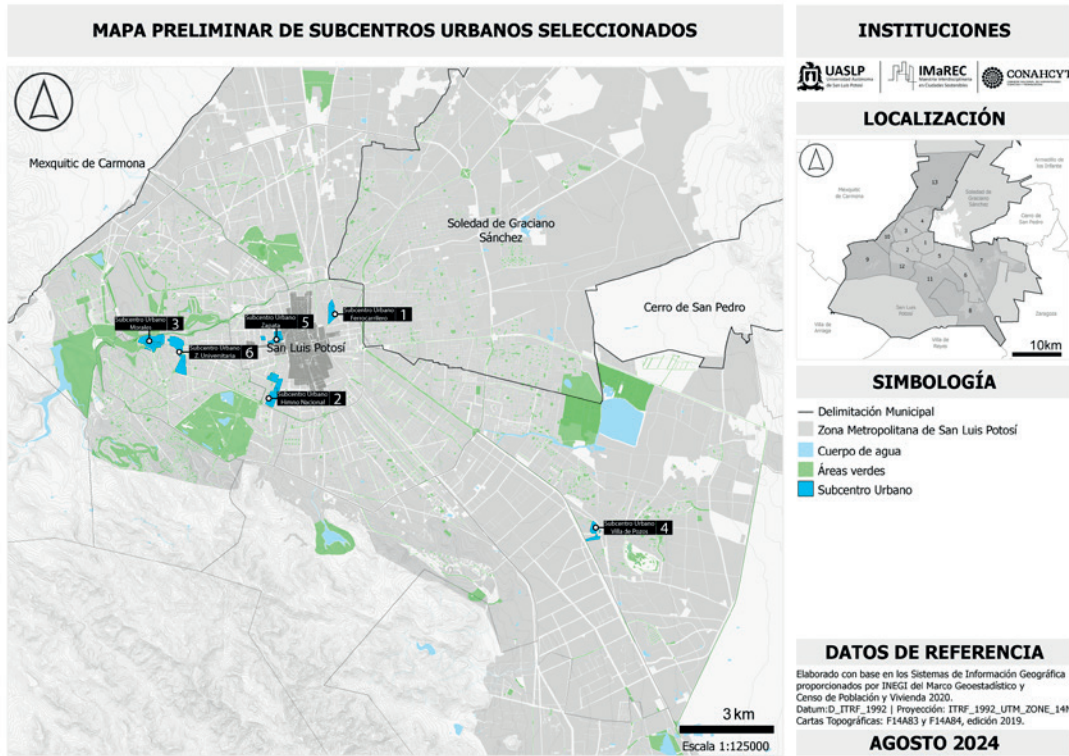
A continuación, se presentan las características físicas y espaciales de los ocho subcentros urbanos identificados inicialmente en la ciudad de San Luis Potosí:



Figura 6. Características físicas y espaciales de subcentros urbanos preliminares en la ciudad de San Luis Potosí.
Fuente: Elaboración propia a partir de los SIG proporcionados por el INEGI (2020).

De los ocho subcentros urbanos preliminares identificados, seis (Ferrocarrilero, Himno Nacional, Morales, Villa de Pozos, Zapata y Zona Universitaria) presentan equipamientos públicos y una amplia diversidad de servicios, como educativos, administrativos, deportivos, de salud, comerciales y culturales. Lo cual favorece la accesibilidad y la movilidad peatonal, al estar dentro de una distancia de 15 minutos a pie, promoviendo la cohesión social y mejorando la calidad de vida de los pobladores.

Por otro lado, los subcentros urbanos Coronel Romero y FENAPO se descartaron debido a la predominancia de equipamientos privados y la falta de una oferta continua de actividades en favor de la interacción social, lo cual limita su funcionalidad como elementos articuladores en la ciudad. Por lo tanto, se redujeron a los seis que cumplen con los criterios establecidos, fueron evaluados para determinar las áreas de estudio del trabajo de investigación. A continuación, se presentan los subcentros seleccionados:



De las seis unidades de análisis resultantes, todas cumplen con los requisitos establecidos, ya que cuentan con elementos de equipamiento público y abarcan una superficie adecuada; sin embargo, se encuentran en la zona central-poniente de San Luis Potosí, en los Distritos I Central y II Lomas-Tangamanga, lo que evidencia una falta de criterios claros en la distribución de los núcleos de equipamiento. A continuación, se detallan las características físicas y espaciales de los subcentros seleccionados:

Figura 7. Mapa preliminar de subcentros urbanos seleccionados de la ciudad de San Luis Potosí. Fuente: Elaboración propia a partir de los SIG proporcionados por el INEGI (2020).



Figura 8. Características físicas y espaciales de subcentros urbanos preliminares en la ciudad de San Luis Potosí.
Fuente: Elaboración propia a partir de los SIG proporcionados por el INEGI (2020).

En el análisis preliminar de las características físicas y espaciales de los subcentros urbanos, se observa que el de Villa de Pozos tiene la menor superficie (124 694 m²), pero una amplia variedad de equipamientos, mientras que el de Zona Universitaria, con la mayor superficie (340 146 m²), tiene menos diversidad de elementos. A partir de esto, se realizó una evaluación de todos con el objetivo de determinar las áreas de estudio más adecuadas para la investigación. La evaluación se basa en parámetros clave:

- **Accesibilidad.** Se evaluó la proximidad a las principales vías de movilidad, paradas de transporte público y la disponibilidad de ciclovías y rutas peatonales accesibles para todas las personas, de acuerdo con la información recopilada de Espinosa (2013) y del Centro de Desarrollo Urbano Sustentable [CEDEUS] (2019).
- **Desarrollo a futuro.** En este apartado se evaluó la oportunidad de crecimiento y de mejora de cada subcentro, de acuerdo con los criterios establecidos por el Instituto Municipal de Planeación de San Luis Potosí [IMPLAN] (2021) y de Diseño Urbano y del Paisaje.
- **Densidad poblacional.** Se consideró la densidad de población en un radio de tres kilómetros a partir de cada subcentro, según lo establecido por el IMPLAN (2015). Esto quiere decir que, un mayor número de población, puede haber una mayor demanda de servicios y espacio público para la interacción social.
- **Elementos de equipamiento.** Se evaluó la cantidad y diversidad de elementos de equipamiento urbano que contiene cada subcentro, como escuelas, áreas recreativas, bibliotecas, centros de salud, entre otros, de acuerdo con lo establecido por el IMPLAN (2015), con el objetivo de determinar si éste cuenta con diversas actividades y servicios en un entorno relativamente cercano.

- **Espacio público.** Se determinó la cantidad de espacios públicos disponibles en la zona, como plazas, explanadas, parques y áreas verdes, entre otros, para promover la interacción social, la recreación y el ocio.
- **Superficie.** Se determinó la superficie de cada uno para evaluar si se cumple de manera satisfactoria con los 280 000 m², según lo establecido por el IMPLAN (2015).

Se estableció una ponderación para determinar la importancia de cada parámetro de acuerdo con los objetivos establecidos dentro de este trabajo de investigación como se muestra a continuación:



Figura 9. Definición de parámetros para la evaluación de subcentros urbanos.
Fuente: Elaboración propia.

PARÁMETRO	PORCENTAJE
ACCESIBILIDAD	20%
DESARROLLO A FUTURO	10%
DENSIDAD DE POBLACIÓN	10%
ELEMENTOS DE EQUIPAMIENTO	25%
ESPACIO PÚBLICO	20%
SUPERFICIE	15%

Figura 10. Asignación de porcentaje por parámetros.
Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se calificó cada subcentro urbano en una escala de puntuación del 1 al 5 en función de estos parámetros, donde 1 representa el nivel más bajo y 5 el más alto.

PUNTAJE	ESCALA DE PUNTAJE
1	PUNTUACIÓN DEFICIENTE
2	PUNTUACIÓN INSUFICIENTE
3	PUNTUACIÓN REGULAR
4	PUNTUACIÓN BUENO
5	PUNTUACIÓN EXCELENTE

Figura 11. Asignación de escala de puntaje.
Fuente: Elaboración propia.

Una vez determinada la ponderación y la puntuación, se evaluó cada Subcentro Urbano de manera individual, en una escala del 1 al 5. A continuación se muestra un ejemplo hipotético del subcentro urbano Himno Nacional:

PARÁMETRO	PUNTAJE
ACCESIBILIDAD (EN UNA ESCALA DEL 1 AL 5)	5 (EXCELENTE)
DESARROLLO A FUTURO (EN UNA ESCALA DEL 1 AL 5)	5 (EXCELENTE)
DENSIDAD DE POBLACIÓN (EN UNA ESCALA DEL 1 AL 5)	5 (EXCELENTE)
ELEMENTOS DE EQUIPAMIENTO (EN UNA ESCALA DEL 1 AL 5)	5 (EXCELENTE)
ESPACIO PÚBLICO (EN UNA ESCALA DEL 1 AL 5)	5 (EXCELENTE)
SUPERFICIE (EN UNA ESCALA DEL 1 AL 5)	5 (EXCELENTE)

Figura 12. Evaluación de subcentro urbano.
Fuente: Elaboración propia.

Después, se calcularon los puntajes ponderados:

PARÁMETRO	PORCENTAJE	PUNTAJE	OPERACIÓN	RESULTADO
ACCESIBILIDAD	20%	5	5 x 0.20	1.00
DESARROLLO A FUTURO	10%	5	5 x 0.10	0.50
DENSIDAD DE POBLACIÓN	10%	5	5 x 0.10	0.50
ELEMENTOS DE EQUIPAMIENTO	25%	5	5 x 0.25	1.25
ESPACIO PÚBLICO	20%	5	5 x 0.20	1.00
SUPERFICIE	15%	5	5 x 0.15	0.75

Figura 13. Cálculo de puntajes de evaluación de subcentro urbano.
Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se obtuvo el total del porcentaje:

$$\text{Puntaje Total} = \text{Suma de los Puntajes Ponderados}$$

$$\text{Puntaje Total} = 1.00 + 0.50 + 0.50 + 1.25 + 1.00 + 0.75 = 5.00$$

Finalmente, se interpreta el resultado: El subcentro urbano obtuvo un puntaje total de 5.00 en una escala del 1 al 5, esto indica que tiene un puntaje excelente en general.



Figura 14. Esquema de definición de parámetros para la evaluación de subcentros urbanos Fuente: Elaboración propia.

Instrumento de evaluación de subcentros urbanos

Se evaluaron los subcentros urbanos para analizar en detalle su funcionamiento, características físicas y relevancia en el entorno urbano. Los resultados obtenidos ofrecen una perspectiva integral sobre la distribución y eficiencia de los subcentros en la ciudad y proporcionaron una visión clara de la situación actual de cada uno, destacando áreas de mejora y desarrollo.


EVALUACIÓN DE SUBCENTROS URBANOS (SCU) EN LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSÍ.

SUBCENTRO URBANO	ACCESIBILIDAD					DESARROLLO A FUTURO					DENSIDAD DE POBLACIÓN					ELEMENTOS DE EQUIPAMIENTO					ESPACIO PÚBLICO					SUPERFICIE (m ²)				
	PUNTAJE					1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
SUBCENTRO URBANO HIMNO NACIONAL	5					4					5					4					3					5				
SUBCENTRO URBANO ZONA UNIVERSITARIA	5					3					4					5					5					5				
SUBCENTRO URBANO FERROCARRILERO	2					4					4					2					2					3				
SUBCENTRO URBANO VILLA DE POZOS	1					5					2					4					2					2				
SUBCENTRO URBANO MORALES	2					4					3					4					2					5				
SUBCENTRO URBANO ZAPATA	4					2					5					3					2					2				

Escala de puntuación: 1. Deficiente 2. Insuficiente 3. Regular 4. Bueno 5. Excelente

Figura 15. Evaluación de subcentro urbano.
Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DE SUBCENTROS URBANOS (SCU) EN LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSÍ.

SUBCENTRO URBANO	CÁLCULO DE PONTAJES PONDERADOS	TOTAL DE PORCENTAJE
SUBCENTRO URBANO HIMNO NACIONAL	<ul style="list-style-type: none"> • Accesibilidad: $5 \times 0.20 = 1.00$ • Desarrollo a Futuro: $4 \times 0.10 = 0.40$ • Densidad de Población: $5 \times 0.10 = 0.50$ • Elementos de equipamiento: $5 \times 0.25 = 1.25$ • Espacio Público: $3 \times 0.20 = 0.60$ • Superficie: $5 \times 0.15 = 0.75$ 	$1.00 + 0.40 + 0.50 + 1.25 + 0.60 + 0.75 = 4.50$
SUBCENTRO URBANO ZONA UNIVERSITARIA	<ul style="list-style-type: none"> • Accesibilidad: $5 \times 0.20 = 1.00$ • Desarrollo a Futuro: $3 \times 0.10 = 0.30$ • Densidad de Población: $4 \times 0.10 = 0.40$ • Elementos de equipamiento: $4 \times 0.25 = 1.00$ • Espacio Público: $5 \times 0.20 = 1.00$ • Superficie: $5 \times 0.15 = 0.75$ 	$1.00 + 0.30 + 0.40 + 1.00 + 1.00 + 0.75 = 4.45$
SUBCENTRO URBANO FERROCARRILERO	<ul style="list-style-type: none"> • Accesibilidad: $2 \times 0.20 = 0.40$ • Desarrollo a Futuro: $4 \times 0.10 = 0.40$ • Densidad de Población: $4 \times 0.10 = 0.40$ • Elementos de equipamiento: $2 \times 0.25 = 0.50$ • Espacio Público: $2 \times 0.20 = 0.40$ • Superficie: $3 \times 0.15 = 0.45$ 	$0.40 + 0.40 + 0.40 + 0.50 + 0.40 + 0.45 = 2.55$
SUBCENTRO URBANO VILLA DE POZOS	<ul style="list-style-type: none"> • Accesibilidad: $1 \times 0.20 = 0.20$ • Desarrollo a Futuro: $5 \times 0.10 = 0.50$ • Densidad de Población: $2 \times 0.10 = 0.20$ • Elementos de equipamiento: $4 \times 0.25 = 1.00$ • Espacio Público: $2 \times 0.20 = 0.40$ • Superficie: $2 \times 0.15 = 0.30$ 	$0.20 + 0.50 + 0.20 + 1.00 + 0.40 + 0.30 = 2.60$
SUBCENTRO URBANO MORALES	<ul style="list-style-type: none"> • Accesibilidad: $2 \times 0.20 = 0.40$ • Desarrollo a Futuro: $4 \times 0.10 = 0.40$ • Densidad de Población: $3 \times 0.10 = 0.30$ • Elementos de equipamiento: $4 \times 0.25 = 1.00$ • Espacio Público: $2 \times 0.20 = 0.40$ • Superficie: $5 \times 0.15 = 0.75$ 	$0.40 + 0.40 + 0.30 + 1.00 + 0.40 + 0.75 = 3.25$
SUBCENTRO URBANO ZAPATA	<ul style="list-style-type: none"> • Accesibilidad: $4 \times 0.20 = 0.80$ • Desarrollo a Futuro: $2 \times 0.10 = 0.20$ • Densidad de Población: $5 \times 0.10 = 0.50$ • Elementos de equipamiento: $3 \times 0.25 = 0.75$ • Espacio Público: $2 \times 0.20 = 0.40$ • Superficie: $2 \times 0.15 = 0.30$ 	$0.80 + 0.20 + 0.50 + 0.75 + 0.40 + 0.30 = 2.75$

Porcentaje deponderaciones:

Accesibilidad: 20% Desarrollo a Futuro: 10% Densidad de Población: 10% Elementos de Equipamiento: 25% Espacio Público: 20% Superficie: 15%

Figura 16. Evaluación de subcentro urbano.
Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se seleccionaron los cuatro subcentros urbanos con los mejores puntajes en los parámetros considerados para la evaluación, cumplen adecuadamente con los criterios establecidos y justifican su inclusión como áreas de estudio. A continuación, se presentan los subcentros urbanos seleccionados:

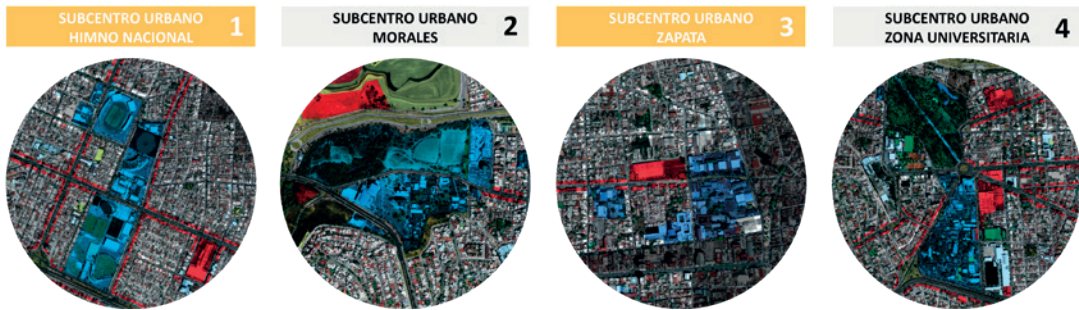


Figura 17. Subcentros urbanos seleccionados en la ciudad de San Luis Potosí.
Fuente: Elaboración propia.

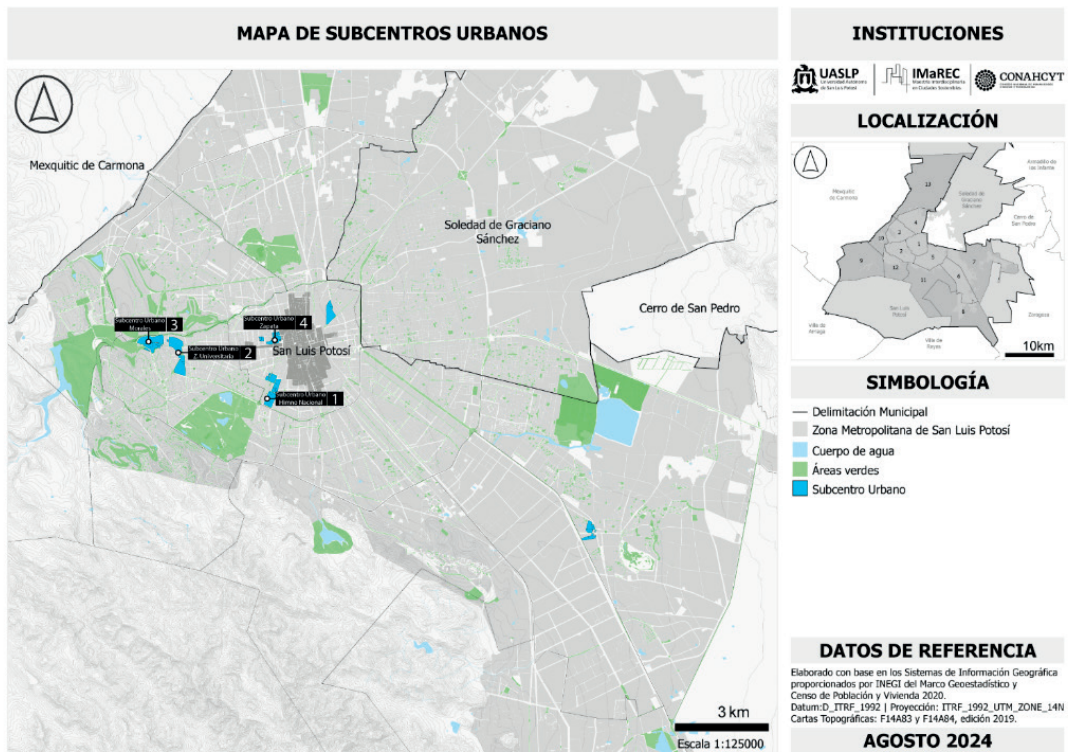


Figura 18. Mapa de subcentros urbanos en la ciudad de San Luis Potosí.
Fuente: Elaboración propia a partir de los SIG proporcionados por el INEGI (2020).

Definición y operacionalización de variables - Dimensión físico-espacial

Se muestran en primera instancia las características físico-espaciales para identificar y delimitar los subcentros urbanos, utilizando el software cartográfico SIG para analizar los tres indicadores clave que guiarán el desarrollo

de esta variable: elementos de equipamiento, superficie total y radios de servicio.

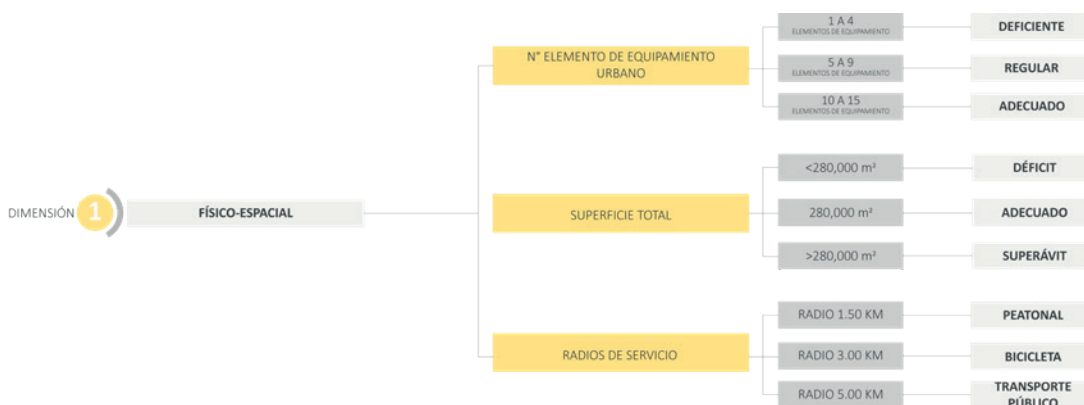


Figura 19. Dimensión físico-espacial.
Fuente: Elaboración propia.

a) Número de elementos de equipamiento

El número de elementos de equipamiento urbano es esencial para identificar y caracterizar los subcentros urbanos. Tomando como referencia el IMPLAN (2015), se utilizó una lista de 15 elementos de equipamiento para evaluar su constitución y desarrollar una clasificación de tres categorías: alta (15-10 elementos), media (9-5 elementos) y baja (4-1 elemento).

Este índice permite evaluar de manera objetiva el cumplimiento de los estándares de equipamiento urbano en San Luis Potosí, con una puntuación de 3, 2 y 1, respectivamente.

b) Superficie total

La superficie total es una variable cuantitativa clave para determinar la cantidad de equipamiento urbano en los subcentros urbanos. Se estableció un estándar de 280 000 m², considerado adecuado para satisfacer las necesidades de acceso a servicios y actividades (IMPLAN, 2015, p. 321). Esta superficie es óptima para integrar el equipamiento y evaluar si es suficiente para este estándar, inferior o superior a lo establecido. El objetivo es garantizar la accesibilidad y un uso efectivo del espacio público.

c) Radios de servicio

Los radios de servicio son una variable cuantitativa clave para evaluar el alcance y la cobertura de los subcentros urbanos de San Luis Potosí. Éstos miden el nivel de accesibilidad urbana en función de la distribución y conectividad de los elementos de equipamiento, considerando tres modalidades de transporte: 1.5 km para peatonal, 3 km para bicicleta y 5 km para transporte público (Espinosa, 2013, p. 48).

Resultados: Identificación y caracterización de subcentros urbanos en San Luis Potosí

a) Elementos de equipamiento urbano

Los resultados sobre la cantidad y variedad de equipamiento urbano presentes en cada subcentro urbano se clasificaron según su nivel de adecuación en tres categorías: adecuado, regular y deficiente. En este contexto, los subcentros Himno Nacional y Zona Universitaria lograron una calificación adecuada, obteniendo 14 puntos, lo que indica una provisión adecuada de elementos de equipamiento en ambas áreas. En contraste, el subcentro Morales presentó una calificación regular de 9 puntos, reflejando una cantidad y calidad de equipamientos que requieren mejoras para alcanzar los estándares óptimos.

SUBCENTROS URBANOS	ELEMENTOS DE EQUIPAMIENTO	ESTÁNDAR	PUNTUACIÓN
SUBCENTRO URBANO HIMNO NACIONAL	14 ELEMENTOS DE EQUIPAMIENTO Auditorio Miguel Barragán, Caja Recaudadora Municipal, CDE PRI, CECATI N°27, Ciudad Judicial, Esc. Técnica N°1, Estadio 20 de Noviembre, INPODE, Instituto Potosino del Deporte, Mercado San Luis 400, S.E.E.R., Unidad Deportiva Lic. Adolfo López Mateos, y Bomberos San Luis Potosí.	15 ELEMENTOS	ADECUADO (14) (15 A 10 ELEMENTOS)
SUBCENTRO URBANO MORALES	9 ELEMENTOS DE EQUIPAMIENTO Asilo de Ancianos Nicolás Aguilar, Asociación Mexicana, Centro Cultural Universitario Bicentenario, Centro Deportivo "Minaeros", CEEPAAC, CEN. DE INV. EN CIENCIAS DE LA SALUD Y BIOMEDICINA, Esc. Prep. José César Sandoval, Esc. Prim. Of. Ing. Valentín Gama, e Instituto de Metalurgia.	15 ELEMENTOS	REGULAR (9) (9 A 5 ELEMENTOS)
SUBCENTRO URBANO ZAPATA	10 ELEMENTOS DE EQUIPAMIENTO Benemérita y Centenaria Escuela Normal del Estado, CEDVA, Esc. De Artes y Oficios Los Infantes, Esc. Prim. Oficial Tomasa Estevez, Esc. Sec. General Jaime Torres Bodet, Hospital General de Zona N°1 Lic. Ignacio García Téllez, Recreativo Femenino, Santuario de Nuestra Señora del Perpetuo Socorro, y Sección 52 SNTE.	15 ELEMENTOS	ADECUADO (10) (15 A 10 ELEMENTOS)
SUBCENTRO URBANO ZONA UNIVERSITARIA	13 ELEMENTOS DE EQUIPAMIENTO La Coordinación Académica en Arte, el Centro de Salud Universitario, el Centro de Información en Ciencia, Tecnología y Diseño, la Facultad de Ciencias Químicas, la Facultad de Derecho, la Facultad de Enfermería y Nutrición, la Facultad de Estomatología, la Facultad de Ingeniería, la Facultad de Medicina, el Hospital Central, el Parque "De Morales" Juan H. Sánchez y el Centro de Idiomas UASLP.	15 ELEMENTOS	ADECUADO (13) (15 A 10 ELEMENTOS)

Figura 20. Cantidad y tipos de elementos de equipamiento en subcentros urbanos.
Fuente: Elaboración propia.

b) Superficie Total

Según los estándares establecidos, el subcentro Himno Nacional cumple con la superficie de 280 000 m², junto con los elementos necesarios para su correcta constitución. Por otro lado, tanto el subcentro Zona Universitaria como el de Morales presentan dimensiones superiores, lo que sugiere una mayor disponibilidad de espacio, sin embargo, no garantiza necesariamente una mejor estructura o funcionalidad en términos de accesibilidad, distribución y eficiencia en el uso del suelo. En contraste, el subcentro Zapata, con una superficie menor, podría enfrentar limitaciones en su capacidad para integrar de manera óptima los elementos de equipamiento urbano y afectar negativamente tanto su conectividad como la distribución de sus servicios y espacios públicos, incidiendo en su desempeño funcional.

SUBCENTROS URBANOS	SUPERFICIE (m ²)	CALIFICACIÓN
SUBCENTRO URBANO HIMNO NACIONAL	276,620 m²	ADECUADO
SUBCENTRO URBANO MORALES	303,669 m²	SUPERÁVIT
SUBCENTRO URBANO ZAPATA	124,694 m²	DÉFICIT
SUBCENTRO URBANO ZONA UNIVERSITARIA	340,146 m²	SUPERÁVIT



Figura 21. Superficies en subcentros urbanos.
Fuente: Elaboración propia.

c) Radios de Servicio

Se asignaron radios de servicio para evaluar la cobertura actual de los SCUSLP, considerando tres modalidades de transporte: 1.5 km para caminar, 3 km para bicicleta y 5 km para transporte público, siendo este último el de mayor alcance. Este instrumento facilita el análisis de cómo la distribución y conectividad de los equipamientos impactan la accesibilidad en cada subcentro.

Es fundamental que las zonas peatonales aseguren el acceso de las personas con alguna discapacidad física o sensorial en igualdad de circunstancias con las demás, al entorno físico, al transporte, a la información y a las comunicaciones, lo que implica evaluar el tipo de pavimento, la presencia de barreras (como mobiliario urbano, desniveles, falta de mantenimiento, etc.), de señalética y dimensión adecuada para que las personas que utilizan algún accesorio como muletas, sillas de ruedas, *scooter*, carriolas, etc. puedan transitar sin problema, por lo que se recomienda identificar las cadenas de accesibilidad¹ necesarias en cada uno de los subcentros.

El análisis reveló que los subcentros urbanos se concentran principalmente en los Distritos I Central y II Lomas-Tangamanga, lo que genera una disparidad en la distribución de servicios. Esta situación es más evidente en distritos periféricos como VIII La Pila, XIII Aeropuerto-Milpillas y XI El Aguaje. La ausencia de criterios claros en la planeación urbana limita el acceso a servicios, afectando la cohesión social y destacando la urgente necesidad de revisar las políticas de distribución para promover una mayor equidad en la ciudad.

1 El concepto de "cadena de accesibilidad", como una ruta continua y conectada, garantiza, a través de una serie de características de diseño en los itinerarios, que todas las personas, independientemente de sus capacidades físicas o sensoriales, puedan interactuar sin dificultad, en condiciones de comodidad, seguridad, igualdad y autonomía (Ciudad accesible, 2021).

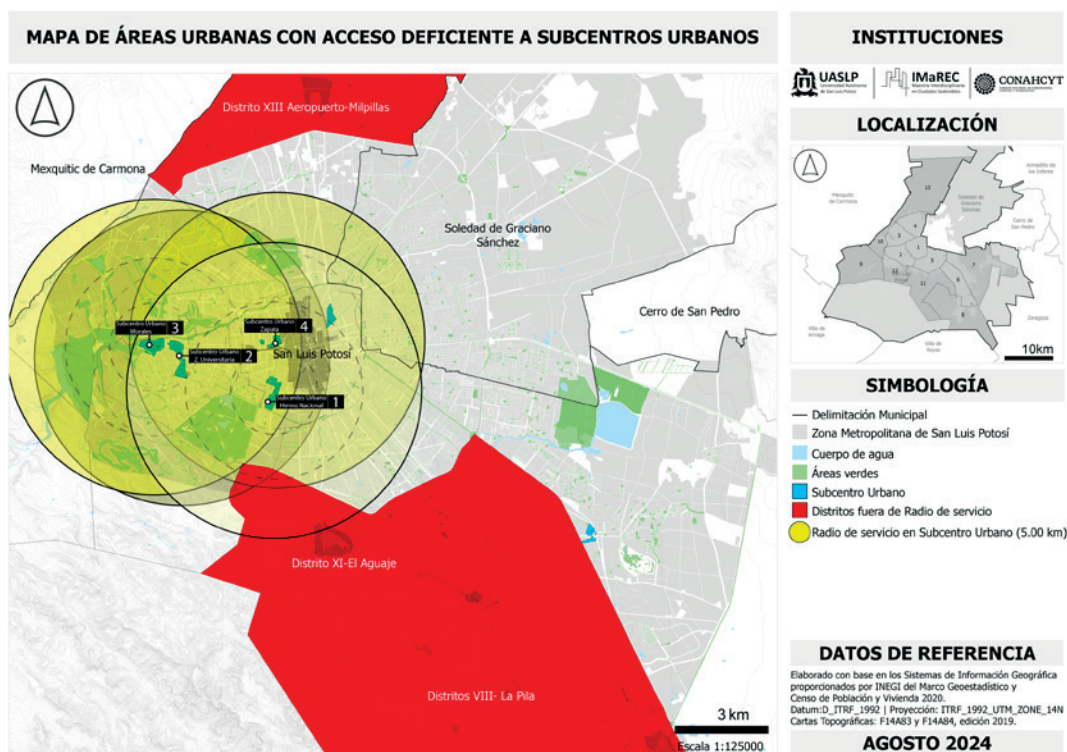


Figura 22. Mapa de radios de servicio en subcentros urbanos de la ciudad de San Luis Potosí.
 Fuente: Elaboración propia a partir de los SIG proporcionados por el INEGI (2022).

Hallazgos

Los hallazgos sobre los SCUSLP destacan la concentración desigual del equipamiento urbano, con áreas más desarrolladas en el centro poniente, como los Distritos I y II, frente a zonas más periféricas como el norte y el sureste. Esta distribución refleja disparidades en el acceso a servicios y una evolución urbana fragmentada debido a la suburbanización, lo que ha generado una dependencia del automóvil que afecta la conectividad y movilidad de la ciudad.

Se identificaron cuatro subcentros urbanos: Himno Nacional, Zona Universitaria, Morales y Zapata, con superficies que varían de 124 694 m² a 340 146 m². El subcentro de Himno Nacional destaca por cumplir con los lineamientos de la Secretaría de Desarrollo Social ([SEDESOL] 1999b) e IMPLAN (2015), ofreciendo una buena conectividad entre servicios y mejor accesibilidad.² Este modelo debería replicarse en futuros subcentros, que deben incluir equipamientos urbanos diversos y ser planificados con radios de servicio que favorezcan la movilidad sostenible (peatonal, bicicleta y transporte público).

2 Cabe clarar aquí que no es la ideal para los grupos vulnerables, como las personas ciegas, sordas o alguna desventaja motriz. La poca empatía y comprensión del tema por parte de diseñadores y responsables de la ejecución de obra origina que la mayoría de los entornos urbanos no sean del todo eficientes.



Figura23. Elementos de equipamiento para subcentro urbano integrado.
Fuente: Elaboración propia.

En este sentido, se identifican dos tipos de subcentros: integrados, como Himno Nacional y Zona Universitaria, que tienen buena conectividad y promueven los modos de transporte sostenible; y dispersos, como Morales y Zapata, con limitada conectividad y dificultades para integrar modos de transporte sostenibles. Estos hallazgos subrayan la necesidad de una planeación urbana más equilibrada y accesible.

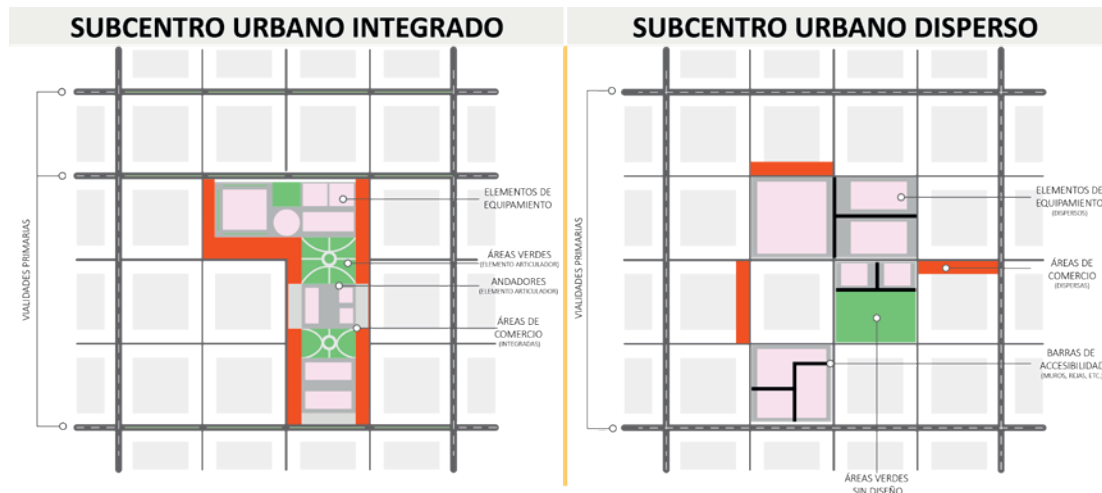


Figura 24. Comparación entre un subcentro urbano integrado y uno disperso en la ciudad de San Luis Potosí.
Fuente: Elaboración propia a partir de Sarmiento y Clerc (2016, p. 34).

Discusión de los resultados

a) Distribución desigual del equipamiento urbano

La distribución del equipamiento urbano en San Luis Potosí revela una notable concentración en la zona central poniente de la ciudad, lo cual no sólo refleja una disparidad en la disponibilidad de servicios y recursos urbanos,

sino que también contribuye a la segmentación territorial y limita las oportunidades de desarrollo en las periferias. En este contexto, se sugiere el desarrollo de nuevos subcentros en áreas menos equipadas, como los Distritos VIII (La Pila) y XIII (Aeropuerto-Milpillas), para equilibrar la distribución de servicios y fomentar una mayor cohesión social.

Con el objetivo de garantizar su funcionalidad y sostenibilidad, se sugiere que éstos cuenten con una superficie aproximada de 280 000 m², lo que permitiría una mayor densificación y una mejor integración urbana. Esta estrategia no sólo favorecería la compactación de la ciudad, sino que también mejoraría significativamente la accesibilidad a los servicios y promovería un desarrollo urbano más equitativo, alineado con los principios de sostenibilidad y justicia social.

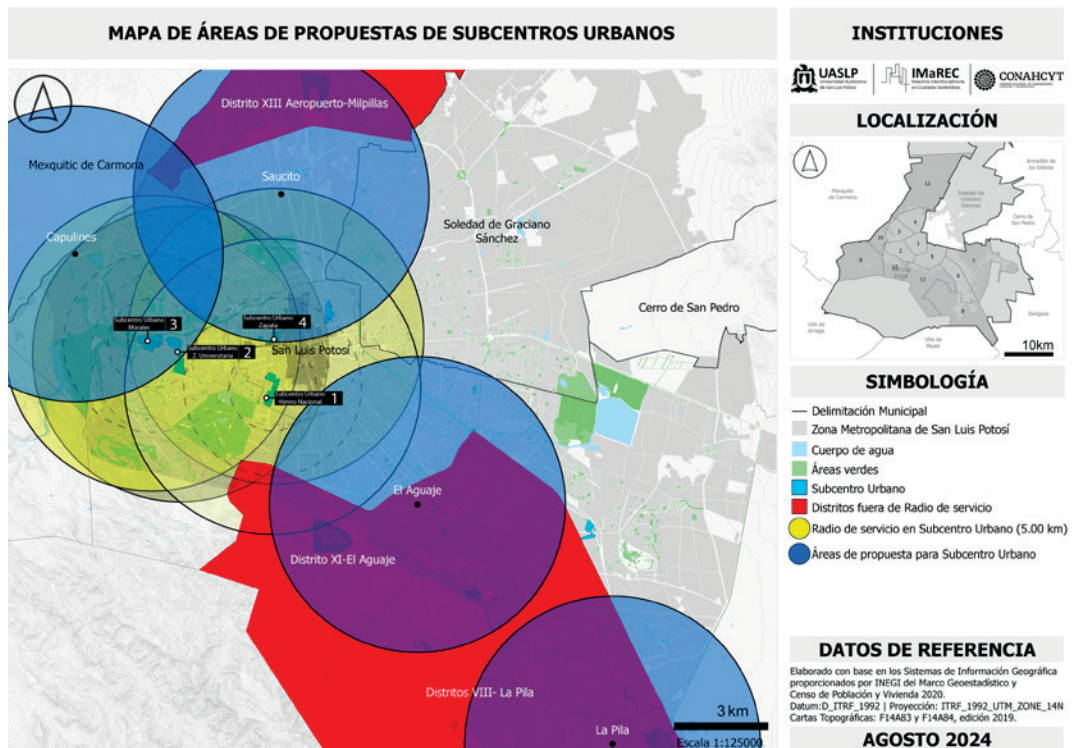


Figura 25. Mapa de áreas urbanas de propuesta de subcentros urbanos.
Fuente: Elaboración propia a partir de los SIG proporcionados por el INEGI (2020).

b) Identificación de subcentros urbanos clave

Los subcentros urbanos de Himno Nacional, Zona Universitaria, Morales y Zapata constituyen elementos clave en la estructura urbana de San Luis Potosí y son fundamentales para el diseño y la planeación de futuras intervenciones urbanas. De manera particular, el de Himno Nacional se destaca por su adecuada dimensión y la amplia gama de servicios que ofrece, convirtiéndolo en un referente para el desarrollo de nuevos proyectos urbanos. Su capacidad para integrar diversos equipamientos y su conectividad con otras áreas de la ciudad lo posicionan como un modelo de sostenibilidad y

eficiencia del espacio urbano, con un potencial significativo para inspirar el crecimiento ordenado y equitativo de la ciudad en el futuro.



Figura 26. Subcentro urbano clave en la ciudad de San Luis Potosí. Fuente: Elaboración propia.

c) Los subcentros urbanos como elementos para compactar la ciudad La ciudad de San Luis Potosí enfrenta un alto porcentaje de vacíos urbanos (976 hectáreas, 4.7% del suelo urbano) en comparación con áreas verdes (291.34 hectáreas, 0.35%). Es importante considerar esto, porque los vacíos urbanos contribuyen a problemas de fragmentación, inseguridad y deterioro (IMPLAN, 2021).

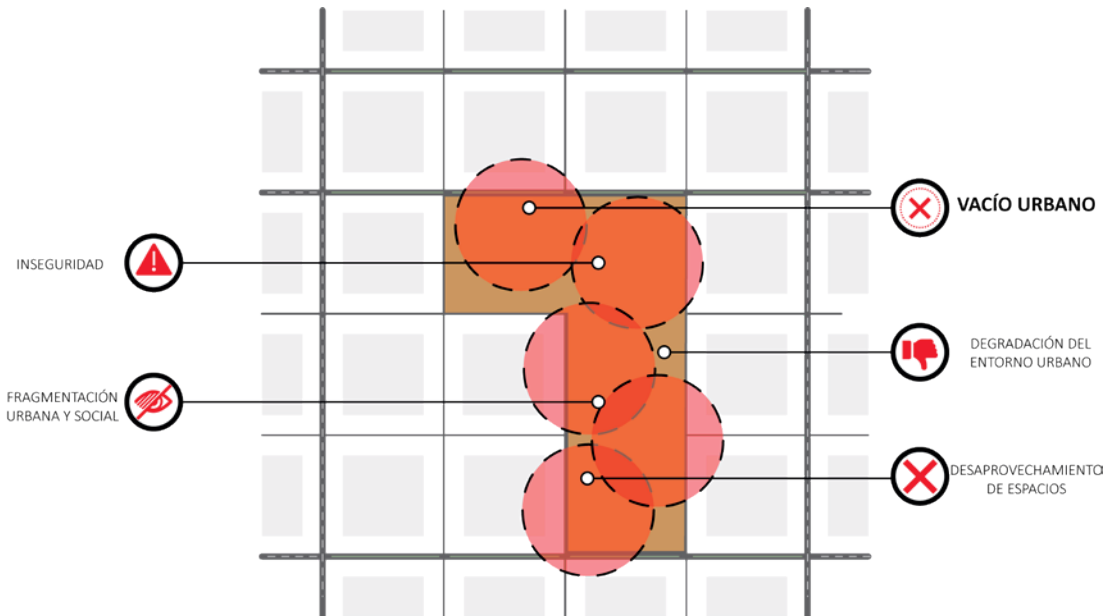


Figura 27 Problemática que se deriva de vacíos urbanos. Fuente: Elaboración propia a partir de Sarmiento y Clerc (2016, p. 34).

Por lo tanto, se propone desarrollar subcentros urbanos en estos vacíos para mejorar la compactación, conectividad y calidad de vida, incluyendo una variedad de equipamientos (educativos, deportivos, culturales, de salud) y estar conectados por redes de transporte sostenible. Además, se debe promover el uso de transporte público, bicicleta y caminatas, y ofrecer accesibilidad con diseño inclusivo y áreas verdes.

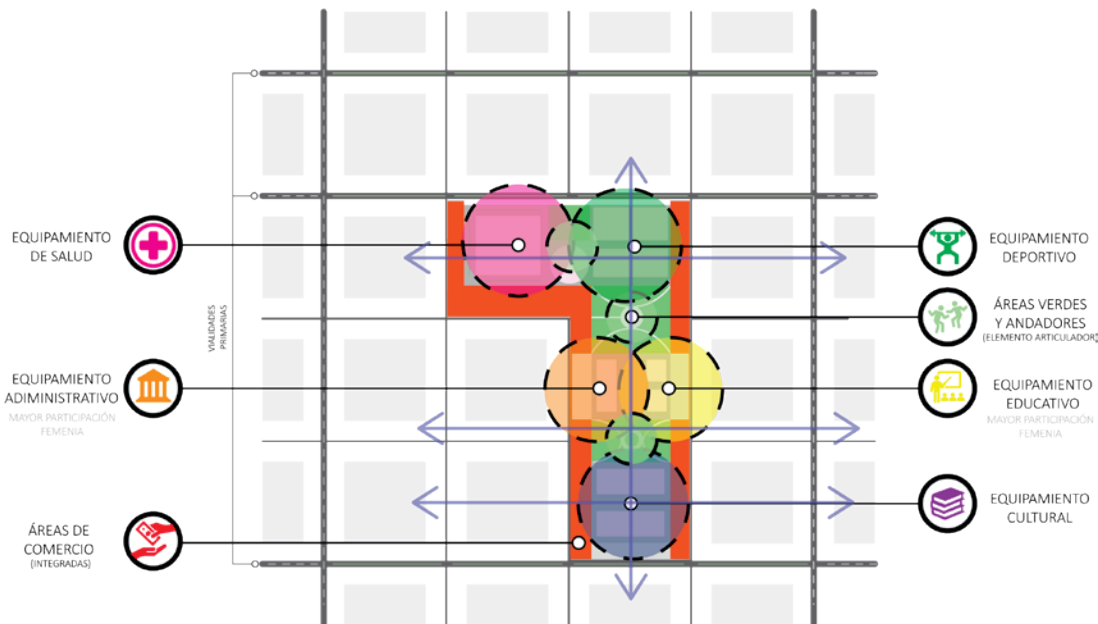


Figura 28. Propuesta conceptual de Subcentro Urbano Integrado.
Fuente: Elaboración propia con base en WRI México (2016, p. 34).

Como se ha mencionado, el desarrollo de subcentros urbanos debe priorizar la conectividad con el entorno y el uso de radios de servicio (1.5 km para movilidad peatonal, 3 km para bicicleta y 5 km para transporte público), asegurando que los tiempos de viaje no excedan los 15 minutos y que no se rompan las cadenas de accesibilidad requeridas para hacer uso de los principales servicios disponibles. Para ello, es fundamental contar con infraestructura adecuada como ciclovías, paradas accesibles y banquetas amplias.

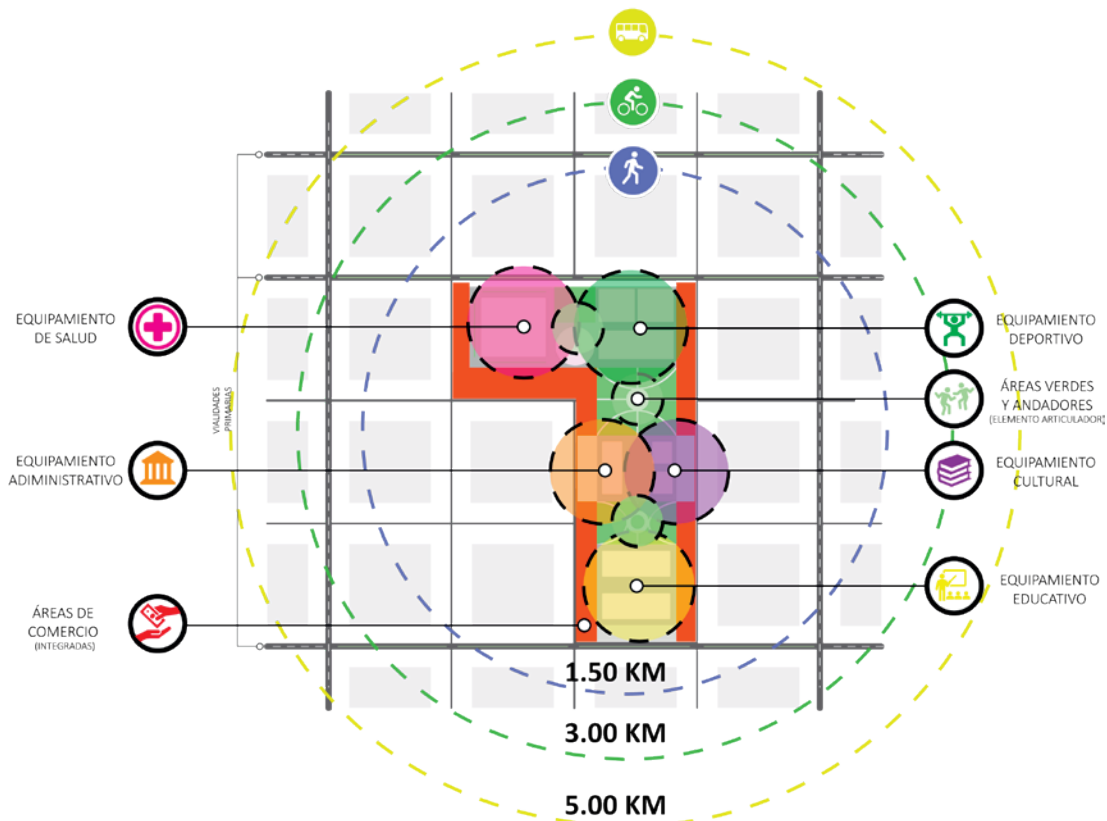


Figura 29. Radios de servicio en subcentros urbanos integrados..
Fuente: Elaboración propia a partir de Sarmiento y Clerc (2016, p. 34).

La planeación debe integrar estrategias para reducir la dependencia del automóvil y fomentar una movilidad más sostenible y segura, teniendo en cuenta los desafíos de la morfología urbana fragmentada y la creciente suburbanización de la ciudad.

CONCLUSIONES

Los subcentros urbanos son piezas clave en la estructura de ciudades sostenibles, ya que no sólo permiten una distribución más equitativa de los servicios y equipamientos urbanos, sino que también facilitan la mejora de la accesibilidad y fomentan un uso más eficiente del espacio público. Este trabajo resalta la importancia de adoptar un enfoque integral para la planeación de estos espacios, considerando factores como la conectividad, la diversidad de equipamientos y las características físicas, espaciales y poblacionales de cada área. Si bien los subcentros tienen el potencial de reducir la dependencia del transporte motorizado y fortalecer la cohesión social, las disparidades observadas en la distribución de equipamiento urbano

y la conectividad, especialmente en áreas periféricas de la ciudad de San Luis Potosí, revelan una clara necesidad de intervención.

Para garantizar que éstos desempeñen su papel de manera efectiva, es crucial que las futuras políticas urbanas no sólo apunten a reducir la congestión en las áreas centrales de la ciudad, sino también a promover la integración de estos espacios como elementos clave de una red interconectada de servicios urbanos. La promoción de una movilidad sostenible, la mejora de la conectividad y la diversificación de los equipamientos son estrategias fundamentales para lograr un desarrollo urbano más equilibrado, accesible y resiliente.

El fortalecimiento de los subcentros mediante una planeación urbana inclusiva, que tenga en cuenta las necesidades de las comunidades locales y promueva la participación ciudadana, contribuirá a una ciudad más compacta, eficiente y justa, mejorando la calidad de vida para todos sus habitantes. La integración de estos principios será crucial para una planeación urbana efectiva y una ciudad más sostenible capaz de adaptarse a los retos del futuro.

REFERENCIAS

- Aguirre Núñez, C. (2021). *Influencia de los subcentros metropolitanos en la estructura de los valores inmobiliarios y nuevos métodos de identificación de centralidades*. [Tesis de doctorado, Universitat Politècnica de Catalunya]. <https://hdl.handle.net/2117/344360>
- Centro de Desarrollo Urbano Sustentable. (2019). *Indicadores*. <https://indicadores.cedeus.cl/indicadores/>
- Ciudad accesible. (2021). *Fichas Accesibles*. <https://www.ciudadaccesible.cl/fichas-accesibles-nuevo-material-actualizado/>
- Cortés Melo, G. (2008). El equipamiento urbano, un elemento clave de la metrópoli. *Rizoma. Revista de cultura urbana*, (8), 24-27. https://es.scribd.com/document/390606041/Rizoma-Urbanismo#fullscreen&from_embed
- De Tomás Medina, C. (2017). El origen de la ciudad cuadrangular hispanoamericana en las nuevas pueblas del Bajo medievo español. *Estoa*, 6(11), 145-156. <https://doi.org/10.18537/est.v006.n011.a11>
- Espinosa Fernandez, E. I. (2013). *Distancias caminables. Redescubriendo al peatón en el diseño urbano*. Trillas.
- Franco Calderón, Á. M. y Zabala Corredor, S. K. (2012). Los equipamientos urbanos como instrumento para la construcción de ciudad y ciudadanía. *Dearq*, (11), 10-21. <https://doi.org/10.18389/dearq11.2012.03>
- Franco Muñoz, F. A. (2009). *Centro de equipamiento urbano recreativo en el Barrio de la Salud: actividades recreativas de la población y sus espacios públicos* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Aguascalientes]. <http://hdl.handle.net/11317/541>
- Franco Muñoz, R. y Carrillo Arredondo, A. A. (2022). La estructura del equipamiento urbano en los desarrollos habitacionales. *Labor e Engenho*, 16, 1-9. <https://doi.org/10.20396/labore.v16i00.8670476>

- García Catalá, R. (2009, 2, 3 y 4 de junio). Crecimiento urbano y modelo de ciudad [Ponencia]. 5º Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual, Barcelona, España. <https://doi.org/10.5821/ctv.7532>
- Gobierno del Estado de San Luis Potosí. (2019). *Los Siete Barrios de San Luis Potosí*. <https://slp.gob.mx/sitionuevo/Paginas/ConoceSLP/Los-SieteBarrios.aspx>
- Graizbord, B. (2007). Megaciudades, globalización y viabilidad urbana. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, (63), 125-140.
- Instituto Municipal de Planeación. (2015). *Programa de desarrollo urbano de la ciudad de Aguascalientes 2040*. <https://www.implanags.gob.mx/files/programas/PDUCA/PDUCA2040.pdf>
- Instituto Municipal de Planeación. (2021). *Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de San Luis Potosí 2021*. <https://sanluisim-plan.gob.mx/planes-y-programas/pducup-2021/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2022). *Marco Geoestadístico, diciembre 2022*. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463770541>
- López Flores, C. y Franco Muñoz, R. (2006). *Un proceso para el diseño urbano*. Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Mayorga, M. (2021). París: la Ciudad de los 15 Minutos. En B. Ruiz-Apilániz y E. Solís (eds.), *A pie o en bici. Perspectivas y experiencias en torno a la movilidad activa* (pp. 167-173). Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. https://doi.org/10.18239/atenea_2021.25.17
- Montaño, R. (2004). *Detección de subcentros urbanos en la periferia metropolitana de la Ciudad de México, el caso del Valle de Chalco Solidaridad*. [Tesis de maestría no publicada]. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Nicolini, A. (2005). La ciudad hispanoamericana, medieval, renacentista y americana. *Atrio. Revista de Historia del Arte*, (10-11), 27-36. <https://www.upo.es/revistas/index.php/atRIO/article/view/294>
- Pérez Pulido, L. A. y Romo Aguilar, M. L. (2019). Modelo analítico de justicia socio-territorial: implicaciones de la expansión urbana en el desarrollo social. *Economía, sociedad y territorio*, XIX(61), 479-506. <http://dx.doi.org/10.22136/est20191365>
- Sarmiento, C. y Clerc, J. (2016). *Guía dots para Comunidades Urbanas*. CTS, Embarq México. https://es.wri.org/sites/default/files/GUIACOMUNIDADES_VF_NOV8.pdf
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (28 de mayo de 2021). *Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021-2024*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/643102/PNOTDU_VERSION_FINAL_28.05.2021-comprimido.pdf
- Secretaría de Desarrollo Social. (1999a). *Estructura del sistema normativo*. <https://aducarte.weebly.com/uploads/5/1/2/7/5127290/estructura.pdf>
- Secretaría de Desarrollo Social. (1999b). *Sistema normativo de equipamiento urbano. Tomo V. Recreación y deporte*. <https://aducarte.weebly.com/uploads/5/1/2/7/5127290/tomo5.pdf>

Vigliocco, M. A. (2008). El planeamiento territorial en la leyes de Indias. *Taller vertical meda Altamirano Yantorno, El Planeamiento en la Argentina*, (4), 1-8. <https://blogs.ead.unlp.edu.ar/planeamientofau/files/2013/05/Ficha-16-EL-PLANEAMINETO-TERRITORIAL-EN-LAS-LEYES-DE-INDIAS.pdf>

INCONGRUENCIAS EN LA PLANIFICACIÓN URBANA Y DISTRIBUCIÓN DEL EQUIPAMIENTO URBANO EN AGUASCALIENTES, (1980-2024)

Juan José Orozco López
Rodrigo Franco Muñoz
Aída Alejandra Carrillo Arredondo

Resumen

Este artículo examina cómo ha evolucionado la relación entre la planeación urbana y la realidad del equipamiento urbano de nivel barrio y vecinal en Aguascalientes a lo largo de más de cuatro décadas, de 1980 a 2024. El propósito central es identificar si la ciudad ha logrado instalar, en tiempo y forma, el equipamiento de proximidad que fue previsto en cinco Programas de Desarrollo Urbano (PDU). Para ello, se emplea una metodología que combina la revisión documental con análisis cartográfico apoyado en SIG, lo que permite contrastar lo proyectado con lo que hoy existe en la ciudad.

Los resultados muestran desajustes claros entre las intenciones de la planeación y su materialización, reflejados en una distribución desigual del equipamiento y en carencias persistentes en varias zonas urbanas. Estos hallazgos apuntan a problemas recurrentes: diagnósticos imprecisos, un crecimiento urbano que superó la capacidad de respuesta institucional y la ausencia de una política consistente para asegurar reservas destinadas a equipamiento.

La aportación principal de este trabajo radica en ofrecer una lectura de largo plazo que combina perspectiva histórica y análisis espacial detallado. A partir de ello, se concluye que la falta de coherencia entre los instrumentos de planeación y la urbanización realmente ejecutada ha contribuido a configurar una ciudad fragmentada, con impactos directos en la provisión cotidiana de servicios y en la calidad de vida de sus habitantes. El estudio invita a reconsiderar cómo se formulan y gestionan los PDU, y a fortalecer la relación entre planeación y acción urbana.

Palabras clave: planeación urbana, equipamiento urbano, SIG, desarrollo urbano, Aguascalientes.

Abstract

This article examines how the relationship between urban planning and the reality of neighborhood-level urban infrastructure in Aguascalientes has evolved over more than four decades, from 1980 to 2024. The main purpose is to identify whether the city has managed to install, in a timely manner, the local facilities that were planned in five Urban Development Programs (PDU). To this end, a methodology is used that combines documentary review with GIS-supported cartographic analysis, which allows for a comparison between what was planned and what currently exists in the city.

The results show clear discrepancies between planning intentions and their implementation, reflected in an uneven distribution of facilities and persistent deficiencies in several urban areas. These findings point to recurring problems: inaccurate diagnoses, urban growth that exceeded institutional response capacity, and the absence of a consistent policy to ensure reserves for facilities.

The main contribution of this work lies in offering a long-term reading that combines historical perspective and detailed spatial analysis. Based on this, it concludes that the lack of coherence between planning instruments and the urbanization that has actually been implemented has contributed to the creation of a fragmented city, with direct impacts on the daily provision of services and the quality of life of its inhabitants. The study invites us to reconsider how PDUs are formulated and managed, and to strengthen the relationship between planning and urban action.

Keywords: urban planning, urban facilities, GIS, urban development, Aguascalientes.

INTRODUCCIÓN

Se ha intentado encauzar el desarrollo urbano a través de los Programas de Desarrollo Urbano (PDU); sin embargo, su aplicación ha presentado alcances limitados. Esto ha derivado en ciudades cuyo funcionamiento dista de ser eficiente: estructuras urbanas ambiguas, desajustes entre usos de suelo, distorsiones generadas por intereses de mercado y, de manera crítica, omisiones o deficiencias en la planificación, distribución y gestión del equipamiento urbano.

El caso de Aguascalientes resulta especialmente significativo para comprender esta dinámica. Desde 1980 fue oficialmente planificada para consolidarse como un asentamiento ordenado, sustentado en una jerarquía de subcentros urbanos, centros de barrio y centros vecinales que equilibraran la expansión residencial con servicios complementarios (Gobierno del Estado de Aguascalientes y Municipio de Aguascalientes, 1980). Sin embargo, la realidad territorial actual revela una marcada diferencia. La acelerada transformación urbana impulsada por el dinamismo del mercado inmobiliario, la demanda de vivienda y procesos de descentralización, como la relocalización del INEGI entre 1986 y 1988, generó incrementos poblacionales de hasta el 3.4% en periodos

cortos. Para mediados de esa década, la capital concentraba el 80% de la población urbana del estado (Bassols y Delgadillo, 1989). Esta presión demográfica desbordó la capacidad de planeación, impidió la adquisición oportuna de suelos para equipamiento y fomentó desviaciones respecto a lo originalmente proyectado, debilitando la idea de una ciudad equilibrada.

Ante este escenario, se vuelve necesaria una revisión crítica y sistemática de los PDU emitidos entre 1980 y 2024 para valorar su certeza, pertinencia y eficacia, particularmente en relación con el equipamiento de nivel barrio y vecinal, el más cercano a la vida cotidiana. Este estudio presenta un enfoque descriptivo, comparativo y espacial, basado en la revisión documental de los PDU y en análisis cartográfico mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), con el fin de contrastar lo planificado con lo realmente ejecutado.

La investigación parte de la hipótesis de que la estructura actual del equipamiento urbano de proximidad no corresponde a lo previsto en los programas de desarrollo urbano, debido a deficiencias en sus diagnósticos, objetivos y estrategias (Secretaría de Desarrollo Social [SEDESOL], 1999; ONU-Hábitat, 2016). El objetivo general es analizar la suficiencia, distribución y correspondencia del equipamiento existente respecto a lo planificado. Los objetivos específicos se dirigen a comparar lo planeado y lo construido, evaluar la coherencia interna de los PDU e identificar deficiencias, omisiones y logros.

La operacionalización del estudio se organiza en torno a dos variables centrales: (1) la planeación del equipamiento urbano de nivel barrio y vecinal, y (2) la estructura actual del equipamiento existente, cada una traducida en indicadores que permiten evaluar el grado de congruencia entre intención institucional y materialización territorial.

La interrogante central de este artículo es: ¿la estructura del equipamiento urbano de nivel barrio y vecinal en Aguascalientes corresponde realmente a lo previsto en los programas de desarrollo urbano elaborados durante casi cinco décadas (1980–2024)?

DESARROLLO

Bases conceptuales y referentes internacionales en Planeación Urbana

La comprensión del equipamiento urbano de proximidad requiere situarlo dentro de un marco conceptual amplio influido por diversas agendas internacionales de desarrollo urbano. Las conferencias globales sobre asentamientos humanos han construido, a lo largo de cuatro décadas, los lineamientos fundamentales que orientan la planificación contemporánea.

La Conferencia Hábitat I (Naciones Unidas, 1976) representó el primer esfuerzo multilateral por reconocer el crecimiento acelerado de las ciudades y su impacto en las condiciones de vida. En este encuentro se planteó la necesidad de fortalecer las capacidades institucionales locales,

promover la planificación participativa y vincular las estrategias urbanas con políticas económicas y sociales. Se subrayó, además, el derecho a una vivienda adecuada como elemento central del bienestar humano.

Dos décadas después, Hábitat II (Naciones Unidas, 1996) amplió el enfoque incorporando principios de gobernanza democrática, sustentabilidad y participación ciudadana. En el contexto de globalización y expansión urbana descontrolada, se destacó la importancia de construir ciudades inclusivas, ambientalmente responsables y económicamente dinámicas. Sin embargo, análisis posteriores demostraron la persistencia de desigualdades urbanas, lo que dio lugar a una revisión crítica del avance de estos compromisos.

Durante la sesión Estambul +5 (Naciones Unidas, 2001) se reconocieron progresos normativos, pero también se evidenció que la pobreza urbana, la falta de vivienda adecuada y la marginación social continuaban siendo desafíos estructurales. Esta revisión enfatizó la necesidad de enfoques multisectoriales y de coordinación interinstitucional para enfrentar los retos derivados de la urbanización acelerada.

Hábitat III introdujo la Nueva Agenda Urbana (ONU-Hábitat, 2016), que plantea un modelo de ciudad compacta, inclusiva, conectada y sostenible, alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente el ODS 11. La NAU destaca la importancia del acceso equitativo a servicios y equipamientos urbanos, así como la necesidad de fortalecer el enfoque de proximidad para reducir desplazamientos y mejorar la calidad de vida.

En este marco conceptual, el equipamiento urbano se entiende como el conjunto de espacios, instalaciones e inmuebles destinados a proporcionar servicios que sustentan la vida social, económica, cultural y administrativa de la población (SEDESOL, 1999). Su organización se estructura en niveles jerárquicos de atención:

- Nivel vecinal (Perry, 1929): jardines, juegos y equipamiento básico dentro de 500 metros.
- Nivel barrio: escuelas primarias, centros de salud y mercados.
- Nivel sectorial o regional: hospitales, universidades y centros culturales.

El concepto de equipamiento de proximidad se relaciona directamente con el modelo de la Unidad Vecinal formulado por Clarence Perry (1929), que proponía servicios básicos accesibles a pie dentro de una comunidad delimitada. Aunque este modelo influyó en la planeación urbana moderna, ha recibido críticas por su rigidez. Autores como Jacobs (1961) y Alexander (1965) señalaron que la vitalidad urbana requiere flexibilidad, diversidad y redes complejas de interacción social.

En el caso de ciudades mexicanas como Aguascalientes, la falta de consolidación de centros de barrio y vecinal no sólo evidencia la insuficiencia y las desviaciones en la infraestructura, sino también el incumplimiento de los principios de accesibilidad, cohesión y bienestar comunitario que dichos modelos buscaban garantizar.

METODOLOGÍA

Este estudio adopta un enfoque descriptivo, comparativo y espacial, orientado a contrastar la planeación urbana formal con su materialización en la ciudad de Aguascalientes. Esta aproximación permite identificar con precisión las correspondencias, divergencias y vacíos entre los instrumentos de política urbana y la configuración real del equipamiento urbano de nivel barrio y vecinal.

El análisis se sustenta en dos conjuntos principales de información: fuentes documentales vinculadas con la planeación y fuentes cartográficas que permiten evaluar la ejecución real.

1. Fuentes documentales (planeación urbana)

Se revisaron de manera sistemática los principales instrumentos de planeación elaborados para la ciudad de Aguascalientes durante más de cuatro décadas, entre ellos:

- Plan Director Urbano (1980).
- Programas de Desarrollo Urbano (PDU): 1994–2010, 2000–2020, 2030.
- Programas de Desarrollo Urbano 2040: versiones 2018, 2021 y 2024.
- Sistema Normativo de Equipamiento Urbano (SNEU, SEDESOL, 1999).

Estos documentos constituyen la base normativa y programática para identificar el equipamiento urbano previsto, su estructura jerárquica y los criterios técnicos aplicables a su localización y dimensionamiento.

2. Fuentes cartográficas (ejecución territorial)

Para evaluar la estructura real del equipamiento, se empleó cartografía proveniente de diversas instituciones:

- Planos oficiales incluidos en los PDU.
- Cartografía digital (usos de suelo, límites administrativos, ejes viales).
- Ortofotos y mapas base correspondientes a diferentes periodos.
- Capas geoespaciales generadas a partir de levantamientos recientes.

Instrumentos metodológicos

Se elaboraron matrices de análisis comparativo para identificar la coherencia interna de los PDU emitidos entre 1980 y 2024. Estas matrices permitieron extraer y contrastar de manera sistemática los elementos centrales de cada documento:

- a) Diagnósticos
- b) Objetivos

ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN

El análisis transversal facilita identificar la persistencia de problemas, la evolución del enfoque de planeación y la presencia de omisiones o contradicciones entre periodos. Mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), se georreferenciaron y digitalizaron los planos oficiales incluidos en los PDU. Posteriormente se realizó una superposición entre el equipamiento planificado correspondiente a las áreas designadas para usos comunitarios en cada programa de desarrollo urbano y el equipamiento ejecutado, es decir, se contrastó con la infraestructura realmente construida.

Este proceso permitió evaluar con precisión los déficits, entendidos como equipamientos planeados que no fueron materializados; las distorsiones, relativas a equipamientos construidos en ubicaciones distintas a las previstas; la cobertura, mediante el análisis de radios y áreas de influencia definidos por criterios normativos; la integración, a partir del cálculo de tiempos de traslado peatonal mediante análisis de red, y la conectividad vial, considerando los accesos efectivos conforme a los criterios establecidos por el SNEU (1999). El cruce espacial entre la planeación y la ejecución constituye el núcleo analítico del estudio, ya que revela discrepancias en el entorno urbano que no son evidentes mediante la revisión documental aislada.

Dimensión	Indicador	Dimensionamiento	Índice
Ejecución vs planeación	Problemas urbanos identificados en materia de equipamiento	Revisión documental de cada programa (1980, 1994-2010, 2000-2020, 2030, 2040 versiones 2018, 2021 y 2024)	Contrastación entre lo planteado (objetivos y estrategias), con la realidad del equipamiento actual en la ciudad
Objetivos	Claridad y pertinencia de los objetivos relacionados con equipamiento	Comparación entre objetivos formulados y necesidades detectadas en los diagnósticos	

Figura 1. Variable independiente:
La Planeación del Equipamiento Urbano (1980-2024)
Fuente: Elaboración propia.

Dimensión	Indicador	Dimensionamiento	Índice
Ubicación / Tipo	Ubicación en escala de centro vecinal	Recreativo: Jardín vecinal, Juegos infantiles. Educativo: Jardín de niños, Escuela primaria.	Se ubica o no se ubica el equipamiento
	Ubicación en escala de barrio	Recreativo: Canchas deportivas, Parque de barrio. Educativo: Escuela secundaria. Religioso: Templo.	
Cobertura	Radio de influencia (SEDESOL): distancia máxima en metros desde la vivienda al equipamiento	a) Escala vecinal: Jardín vecinal: 350 m Juegos infantiles: 350–700 m Jardín de niños: 750 m Escuela primaria: 500 m	Radio de cobertura (m)
		b) Escala barrial: Canchas deportivas: 750–1000 m Parque de barrio: 670 m Escuela secundaria: 1000 m Templo: sin radio fijo.	
Integración	Tiempo de traslado promedio a pie: Tiempo promedio de traslado en minutos con un paso urbano de unos 1.2 m/s (\approx 4.3 km/h)	a) Vecinal: Jardín vecinal: 4–5 min Juegos infantiles: 6–7 min Jardín de niños: 9–10 min Escuela primaria: 6 min	Tiempo de traslado a pie (min)
		b) Barrial: Canchas deportivas: 10–11 min Parque de barrio: 8 min Escuela secundaria: 12 min Templo: sin radio normativo.	
Conectividad vial	Presencia de acceso directo desde vialidades primarias y secundarias	Vecinal: Calle local o secundaria, 1–2 accesos. Barrial: Secundaria o primaria, 2 o más accesos.	Determinar si el equipamiento cuenta con al menos un punto de acceso directo a vialidad primaria o secundaria

Figura 2. Variable dependiente: Estructura del Equipamiento Urbano existente
Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

Coherencia de la planeación (1980–2024)

El análisis sistemático de las matrices documentales correspondientes a los cinco Programas de Desarrollo Urbano elaborados entre 1980 y 2024 evidencia una tendencia preocupante: la persistente identificación del déficit de equipamiento urbano en las escalas de barrio y vecinal, independientemente de las sucesivas actualizaciones metodológicas y normativas. Desde las primeras versiones, como el Plan Regulador de 1980 y el PDU 1994–2010, ya se señalaba la insuficiencia de áreas destinadas a la vida comunitaria, especialmente en las zonas de expansión acelerada. El PDU 1994–2010, por ejemplo, advertía que el crecimiento del poniente de la ciudad había generado “una carencia crítica de áreas destinadas a esparcimiento y centros comunitarios vecinales”, reconociendo tempranamente la falta de suelo destinado a funciones de convivencia y recreación.

Programa	Enfoque principal	Fortalezas	Debilidades / Omisiones	Relación con el equipamiento barrio–vecinal
PDU 1980	Primer intento moderno de ordenamiento urbano. Enfoque tecnocrático y funcionalista.	Introduce zonificación. Propone subcentros urbanos. Propone jerarquías territoriales.	No define metodologías cuantitativas. No evalúa equipamiento existente. No aborda escalas vecinales/barriales.	Menciona equipamiento por escalas pero sin definir redes o estándares. No hay cartografía analítica.
PDU 1994–2010	Visión metropolitana. Enfoque técnico más robusto.	Incorpora inventarios y tablas normativas. Define centros vecinales y de sector. Usa radios de cobertura.	Sin metodologías precisas de evaluación espacial. No integra mecanismos de ejecución. Débil atención a desigualdad territorial.	Primera definición clara de escalas vecinal/barrial. Usa estándares de SEDESOL. Identifica déficits por zona.
PDU 2000–2020	Escala macro a nivel delegación. Enfoque demográfico.	Reconoce desigualdades territoriales. Define subcentros urbanos.	No ofrece análisis por barrio o vecindario. No clasifica equipamiento por nivel. Cartografía insuficiente.	Menciona centros de barrio/vecinal, pero sin dimensionamiento ni localización. No define necesidades por radio normativo.
PDU 2030	Orientado a equidad territorial y accesibilidad.	Incluye diagnóstico más completo. Propone normas municipales específicas para equipamiento.	No muestra mapas de equipamiento por niveles. Escaso análisis de accesibilidad peatonal.	Propone localizar equipamiento en centros vecinales y sectoriales, pero no dimensiona cumplimiento real.
PDU 2040 (EV1, EV2, EV3)	Enfoque contemporáneo: sostenibilidad, núcleos de equipamiento.	Define jardín vecinal, centro vecinal y centro de barrio con superficies normativas. Homogeneidad entre versiones.	No analiza cumplimiento histórico. No integra evaluación de déficits por zona.	Programa más completo: establece criterios de diseño, estándares, población usuaria y radios. Falta análisis de ejecución real.

Figura 3. Síntesis comparativa entre programas.
Fuente: Elaboración propia.

La revisión de los Programas de Desarrollo Urbano (PDU) evidencia una transformación hacia marcos conceptuales más integrales que incorporan criterios de sostenibilidad, equidad territorial y provisión de equipamiento de proximidad. Desde el PDU 1980, que sentó las bases del sistema de zonificación y jerarquización urbana, hasta el PDU 2040, que introduce categorías contemporáneas como núcleos de equipamiento y jardines vecinales normativos, se observa una creciente sofisticación técnica y una mayor atención a las desigualdades socioespaciales. Esta evolución refleja la adaptación de la planeación urbana a nuevas demandas demográficas, económicas y ambientales.

No obstante, el análisis comparativo permite identificar persistencias estructurales en las debilidades de los programas. A lo largo de las diferentes generaciones de PDU, se mantienen insuficiencias en la definición de metodologías de evaluación espacial, limitada capacidad para operar con mecanismos de implementación y una cartografía inadecuada para la escala de análisis requerida.

En cuanto al equipamiento barrio-vecinal, los programas muestran una progresiva consolidación conceptual, aunque aún con déficits significativos en términos de articulación normativa y territorial. Si bien el PDU 2040 ofrece el avance más consistente al integrar criterios de diseño, estándares y lineamientos de localización, subsiste la necesidad de establecer mecanismos de seguimiento, monitoreo y evaluación que permitan verificar su implementación en el territorio. En conjunto, la síntesis comparativa pone de manifiesto que, aunque la planeación urbana ha logrado avances relevantes en su marco normativo y conceptual, persiste una brecha considerable entre la formulación programática y la capacidad de incidencia real en la estructura urbana.



Figura 4. Traza urbana de 1980 y la planeación propuesta para 1980–2010 en la ciudad de Aguascalientes.

Fuente: Elaboración propia.

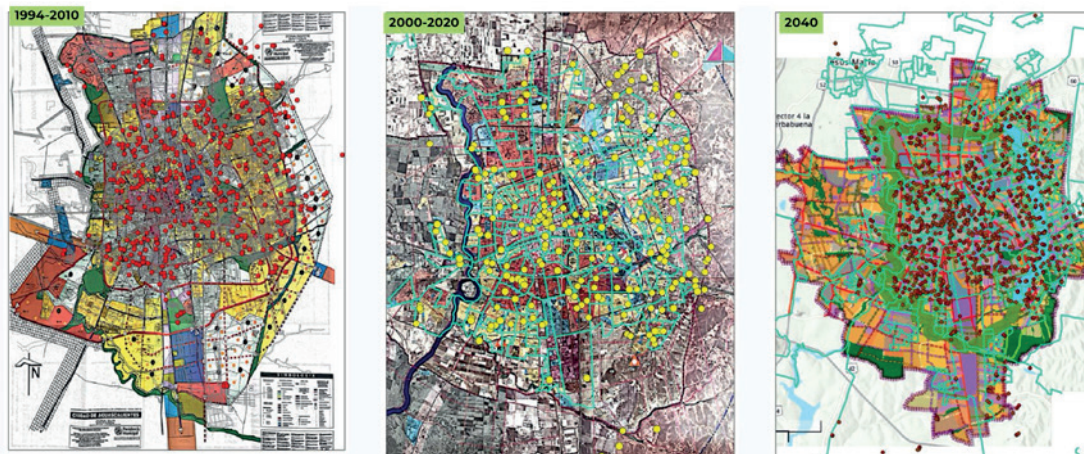


Figura 5. Comportamiento urbano real frente a lo planificado.
Fuente: Elaboración propia.

Con la llegada de los PDU 2000–2020 y 2030, el diagnóstico mantiene su núcleo problemático, pero incorpora además una crítica dirigida a la desregulación urbana y al frecuente cambio de uso de suelo. El PDU 2030 enfatiza que el equipamiento existente no cumple con los radios normativos de cobertura, lo cual provoca grandes vacíos urbanos y obliga a la población a realizar recorridos más largos de los previstos originalmente. Esta observación confirma no sólo la persistencia del déficit, sino también su agravamiento por la falta de control y planeación en la habilitación del suelo urbano.



Figura 6. Persistencia del déficit de equipamiento urbano en los Programas de Desarrollo Urbano (1980–2024).
Fuente: Elaboración propia.

EL PDU 2040 particularmente con sus versiones 2018, 2021 y 2024 retoman nuevamente esta problemática y la documentan mediante indicadores geoespaciales más precisos. Las tres versiones, en materia de equipamiento, no cuenta con cambios significativos. En los tres casos se identifican amplios polígonos habitacionales carentes de acceso a áreas verdes y equipamientos de proximidad, confirmando un patrón de urbanización fragmentado y socialmente desigual. La revisión muestra una coherencia notable a lo largo de 44 años: la carencia de equipamiento de proximidad se mantiene como un problema estructural, no coyuntural, cuya persistencia

obliga a cuestionar la pertinencia y eficacia de los objetivos y estrategias diseñados para atenderlo.

Programa	¿Diagnóstico? (tipo)	¿Indicadores?	¿Objetivos derivados del diagnóstico?	¿Objetivo general?	¿Objetivos específicos?	¿Vincula OG–OE?	¿Estrategias / acciones?	¿Vincula estrategias–objetivos?
PDU Aguascalientes 1980	Sí (general)	No	Parcial (coherencia conceptual, falta precisión)	No (sobre equipamiento)	Sí	No aplica (sin OG)	Sí (genéricas; acciones poco operativas)	Parcial
PDU 1994–2010	Sí (específico)	Sí (cobertura, radios, tipos)	Sí (fuerte, aunque no total)	No (sobre equipamiento)	Sí	No aplica (sin OG)	Sí (sectorización, tablas, fichas, ejemplos)	Sí (directa)
PDU 2000–2020	Sí (general, con cuantificación básica)	Parcial	Parcial (coherente pero general)	Sí	Sí	Sí (con debilidad en vivienda/temporalidad)	Sí (subcentros, barrios, vecinales)	Sí (acciones ejecutan descentralización)
PDU 2030	Sí (general, con porcentajes)	Parcial	Parcial	Sí	Sí	Sí (clara)	Parcial (acciones poco explícitas)	Parcial
PDU 2040 – Versión 2018 (Eval. 1)	Sí (general; conteo por tipo y ZUFO)	Parcial (sin déficit/superávit)	Parcial (coherencia temática)	No (sobre equipamiento; los OG están en diagnóstico)	No (explícitos sobre equipamiento)	—	Sí (estrategia de Núcleos; sin plan operativo)	Parcial
PDU 2040 – Versión 2021 (Eval. 2)	Sí (general; conteo por tipo y ZUFO)	Parcial (sin déficit/superávit)	Parcial (coherencia temática)	No (sobre equipamiento; los OG están en diagnóstico)	No (explícitos sobre equipamiento)	—	Sí (estrategia de Núcleos; sin plan operativo)	Parcial
PDU 2040 – Versión 2024 (Eval. 3)	Sí (general; conteo por tipo y ZUFO)	Parcial (sin déficit/superávit)	Parcial (coherencia temática)	No (sobre equipamiento; los OG están en diagnóstico)	No (explícitos sobre equipamiento)	—	Sí (estrategia de Núcleos; sin plan operativo)	Parcial

Figura 7. Incoherencia entre objetivos y estrategias.

Fuente: Elaboración propia.

El contraste entre la claridad del diagnóstico y la formulación de los objetivos y estrategias revela una de las principales fallas en la planeación urbana del periodo. Aunque los programas suelen definir objetivos pertinentes, éstos tienden a ser amplios y ambiguos. Un ejemplo representativo es el PDU 2000–2020, cuyo propósito de “garantizar la dotación suficiente y oportuna de equipamiento urbano en todos los niveles jerárquicos” expresa una aspiración legítima, pero carece de especificidad operativa. Esta vaguedad reduce la posibilidad de evaluar avances, asignar responsabilidades concretas o establecer metas verificables.

En términos generales, todos los programas incluyen algún tipo de diagnóstico, aunque su calidad varía: los primeros son más generales y las versiones recientes (2040) incorporan conteos por tipo y Zona Urbana de Focalización (ZUFO), mostrando mayor rigor técnico. Sin embargo, los indicadores a lo largo del tiempo suelen ser parciales y nunca conforman un sistema completo de seguimiento. La vinculación entre diagnóstico y objetivos también se mantiene limitada: sólo el PDU 1994–2010 presenta una relación fuerte, mientras que los demás muestran coherencias parciales o demasiado generales. El objetivo general no aparece claramente formulado en varias versiones, especialmente en los PDU 2040, donde no se declara de forma explícita, dejando los objetivos difusos dentro del diagnóstico. Los objetivos específicos están presentes en todos los programas, pero en las versiones recientes se limitan principalmente al equipamiento, lo cual reduce su alcance programático.

Las estrategias y acciones evolucionan con el tiempo: las primeras versiones son genéricas y poco operativas, el PDU 1994–2010 incorpora sectorización, tablas y fichas, y el PDU 2030 incluye acciones vinculadas a subcentros y barrios. Los PDU 2040 integran la estrategia de Núcleos, pero carecen de un plan operativo que determine cómo ejecutar dicha estrategia. Finalmente, la articulación entre estrategias y objetivos es mayor en programas como el PDU 1994–2010 y el 2000–2020.

La mayor ruptura, sin embargo, aparece en la dimensión estratégica. Los PDU han sido robustos en materia normativa, especialmente en la definición de zonificaciones y densidades, pero muestran debilidad en los elementos relacionados con la gestión y ejecución física del equipamiento vecinal y barrial. En la mayoría de los casos, las estrategias no contemplan mecanismos claros para la adquisición y reserva de suelo destinado a estos equipamientos, lo que deja su materialización en manos de los desarrolladores inmobiliarios. Esta situación ha derivado frecuentemente en cambios de uso de suelo orientados a la vivienda, desvirtuando la intención original de crear centros comunitarios.

Otro componente crítico es la ausencia de programas presupuestales específicos que respalden la construcción de los equipamientos previstos. Al no existir partidas definidas, la ejecución depende de recursos discrecionales o de la voluntad política, lo que dificulta la continuidad y materialización de los proyectos a lo largo del tiempo.

Los PDU identificaron adecuadamente la naturaleza del problema (déficit estructural de equipamiento de proximidad) y formularon objetivos deseables, pero insuficientemente precisos, pues fallaron al no desarrollar estrategias de gestión y ejecución viables que permitieran transformar los diagnósticos en acciones concretas. Esta brecha entre lo planeado y lo ejecutado confirma la hipótesis de que las deficiencias internas de la planeación han contribuido decisivamente a la persistencia del problema durante más de cuatro décadas.

Análisis espacial: planeación vs. ejecución

El análisis cartográfico comparativo realizado mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituye la evidencia de las diferencias en la ejecución de la planeación urbana. Al superponer los planos de zonificación propuesta con la localización georreferenciada del equipamiento urbano actualmente existente, se confirma una falta sistemática de correspondencia entre lo planeado y lo construido.

El equipamiento educativo en la actualidad, particularmente las secundarias, constituye el sistema más robusto con 440 unidades y una cobertura de 11 756 hectáreas, seguido por los templos (65 unidades) y las bibliotecas (27 unidades), estas últimas con una amplia zona de influencia de 1.5 km que cubre 9 368 hectáreas. En contraste, los equipamientos recreativos y culturales tienen una presencia significativamente reducida: únicamente 17 canchas deportivas, cinco parques de barrio y cinco casas de la cultura, lo que revela una limitada infraestructura destinada al bienestar comunitario y a las actividades culturales.

La superficie total cubierta por el conjunto de equipamientos a nivel barrio asciende a 15 913 hectáreas. Sin embargo, esta cifra está fuertemente influida por la extensión de cobertura de las secundarias y las bibliotecas, mientras que los equipamientos recreativos y culturales aportan superficies marginales debido a su escasa disponibilidad.

Nivel Vecinal				
Categoría	Tipo de equipamiento	Unidades	Radio de influencia	Superficie cubierta (ha)
Recreativo	Jardín vecinal	4	350 m	154 ha
Recreativo	Juegos infantiles	11	350–700 m	1,463 ha
Educativo	Jardín de niños (Preescolar)	225	750 m	15,201 ha
Educativo	Escuela primaria	251	500 m	9,524 ha
TOTAL	—	491	—	---
<i>* La superficie total corresponde a la cobertura integrada, no a la suma de las coberturas individuales (las cuales se superponen entre sí)</i>				
Nivel Barrio				
Categoría	Tipo de equipamiento	Unidades	Radio de influencia	Superficie cubierta (ha)
Educativo	Secundaria	440	1,000 m	11,756 ha
Cultural	Casa de la Cultura	5	-----	—
Cultural	Biblioteca	27	1.5 km	9,368 ha
Recreativo	Canchas deportivas	17	750–1,000 m	3,675 ha
Recreativo	Parque de barrio	5	670 m	706 ha
Religioso	Templo	65	No aplica	No aplica
TOTAL	—	559	—	15,913 ha (cobertura total conjunta)**

Figura 8. Equipamiento urbano año 2024.

Fuente: Elaboración propia.

En la Dimensión 1, relativa a la ubicación y el tipo de equipamiento, se identifican déficits significativos concentrados en las periferias urbanas desarrolladas después de 1994, coincidiendo con el periodo de expansión acelerada derivado del *boom* demográfico. Un hallazgo central es la ausencia de numerosos centros vecinales: una parte sustancial de las áreas clasificadas como “Equipamiento Vecinal” en los PDU de 1994 a 2030 han sido ocupadas por usos habitacionales o permanecen como lotes baldíos, evidenciado que la presión inmobiliaria prevaleció sobre las directrices de planeación. Además, se detectó una distorsión en el tipo de equipamiento construido: en diversos casos, reservas territoriales destinadas para servi-

cios de alto impacto social, tales como escuelas secundarias o centros de salud barriales. Las cuales fueron sustituidas por equipamientos de menor impacto o de carácter privado, tales como canchas comerciales o templos de pequeña escala. Esto altera la función social prevista para dichas áreas.

En lo que respecta a las Dimensiones 2 y 3, relacionadas con la cobertura y la integración, los resultados del análisis de red (tiempos de traslado a pie) confirman incumplimientos significativos respecto a la normativa establecida en el Sistema Normativo de Equipamiento Urbano (SNEU). En el 68% de las colonias periféricas analizadas, el equipamiento de nivel vecinal, como jardines de niños o canchas, se localiza fuera del radio normativo de 500 metros desde los puntos centrales de las unidades habitacionales. Esta situación obliga a las familias a recorrer trayectos de entre 15 y 25 minutos caminando, superando ampliamente el límite de 10 minutos considerado accesible. El déficit de cobertura se distribuye de manera desigual: se concentra en los cinturones de pobreza y en los fraccionamientos de interés social de rápida construcción, mientras que tanto las zonas centrales históricas como los desarrollos habitacionales de alta gama presentan una dotación mucho más adecuada de servicios de proximidad.

La Dimensión 4, relativa a la conectividad vial, también presenta inconsistencias relevantes. Aunque la mayoría de los equipamientos barriales cuenta con acceso desde vialidades secundarias o primarias, un número considerable de centros vecinales que deberían ubicarse en espacios internos, tranquilos y seguros se localiza en las periferias de avenidas principales o carece de accesos peatonales adecuados. Esta situación no sólo pone en riesgo la seguridad de los peatones, especialmente de niñas y niños, sino que contradice el propio concepto de equipamiento vecinal, el cual debe priorizar la accesibilidad y la movilidad a pie.

En conjunto, la evidencia espacial derivada del análisis SIG, sumada al contraste con los indicadores normativos, demuestra que la estructura real del equipamiento urbano es ineficiente, desequilibrada y contraria a los principios establecidos en los PDU.

CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación revelan una marcada incongruencia entre la planeación y la ejecución del equipamiento urbano en Aguascalientes durante el periodo 1980–2024. El contraste confirma que la estructura actual del equipamiento de proximidad presenta déficits, distorsiones y omisiones que afectan directamente la calidad de vida de las familias, incrementando sus tiempos y costos de traslado. Esta falta de correspondencia no es un fenómeno aislado, sino la manifestación de una debilidad estructural en los propios Programas de Desarrollo Urbano (PDU). Aunque estos documentos identifican correctamente la problemática, el análisis documental evidencia que sus estrategias de gestión y adquisición de suelo han sido insuficientes para garantizar la materialización de la zonificación propuesta. Así, la falla

de ejecución no proviene únicamente de factores externos, sino también de la fragilidad interna de los instrumentos de planeación.

Un aspecto crítico es la ausencia de instrumentos jurídicos y financieros capaces de asegurar las reservas territoriales previstas por los PDU. Esta omisión ha permitido que la especulación inmobiliaria y las lógicas del mercado definan la estructura funcional de la ciudad por encima del interés colectivo establecido en los planes. La expansión urbana acelerada, en conjunto con las políticas de descentralización impulsadas en los años ochenta, puso en evidencia que la zonificación es un instrumento limitado cuando no existe un soporte efectivo de gestión del suelo. En lugar de funcionar como guía del desarrollo urbano, la planeación terminó siendo desbordada por el crecimiento real, incapaz de contener la fragmentación o de asegurar la provisión equitativa de equipamiento básico.

La planeación urbana local se ha convertido, históricamente, en un documento declarativo más que en un instrumento capaz de conducir y ordenar el territorio. Desde una perspectiva más amplia, los hallazgos evidencian además el incumplimiento de los principios de la Nueva Agenda Urbana, especialmente los relacionados con la construcción de ciudades compactas, inclusivas y accesibles. La inexistencia o insuficiencia del equipamiento de proximidad incrementa la dependencia del automóvil, fomenta la expansión dispersa, agrava las desigualdades y refuerza la fragmentación social.

Frente a este panorama, es necesario replantear la manera en que se diseña y gestiona el desarrollo urbano. Para mejorar los futuros PDU de Aguascalientes, la investigación sugiere adoptar una estrategia más decidida en materia de reserva territorial y financiamiento, mediante mecanismos de captura de plusvalías y herramientas que permitan al municipio asegurar predios para el equipamiento desde las primeras etapas del crecimiento urbano. De igual forma, se propone transitar de la planeación normativa hacia una planeación estratégica y operativa, donde las decisiones no se limiten a definir usos de suelo, sino que incluyan presupuestos, responsables institucionales y cronogramas obligatorios de ejecución. Además, el uso sistemático de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) debería convertirse en una herramienta permanente para el monitoreo y la evaluación continua del cumplimiento de los programas.

Aguascalientes ha crecido bajo un modelo de planificación donde el diseño racional plasmado en los documentos oficiales ha sido superado por la dinámica del mercado y la ausencia de mecanismos efectivos de gestión. La estructura actual del equipamiento urbano de nivel barrio y vecinal es insuficiente, desequilibrada y contradictoria respecto a los programas que debieron guiarla. La construcción de una ciudad más ordenada, eficiente y equitativa sólo será posible si las autoridades dejan atrás la simple zonificación y adoptan una gestión activa del suelo, acompañada de una planeación estratégica con verdadera capacidad de ejecución.

REFERENCIAS

- Alexander, C. (1965). A city is not a tree. *Architectural Forum*, 122(1), 58–62. <https://christopher-alexander-ces-archive.org/article/a-city-is-not-a-tree-part-1/>
- Alexander, C. (1965). A city is not a tree. *Architectural Forum*, 122(2), 58–61. <https://christopher-alexander-ces-archive.org/article/a-city-is-not-a-tree-part-2/>
- Batty, M. (2013). *The new science of cities*. The MIT Press.
- Borja, J. y Castells, M. (1997). Local y global: La gestión de las ciudades en la era de la información. Taurus.
- Bassols Ricardez, M. y Delgadillo Macías, J. (1989). Aguascalientes. Entre la modernización y la crisis. *Ciudades*, (1).
- Friedmann, J. (1987). Planning in the public domain: From knowledge to action. Princeton University Press.
- Gobierno del Estado de Aguascalientes y Municipio de Aguascalientes. (1980). Plan Director Urbano de Aguascalientes 1980.
- Gobierno del Estado de Aguascalientes y Municipio de Aguascalientes. (1994). Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Aguascalientes 1994–2010.
- Gobierno del Estado de Aguascalientes y Municipio de Aguascalientes. (2000). Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Aguascalientes 2000–2020.
- Gobierno del Estado de Aguascalientes y Municipio de Aguascalientes. (2010). Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Aguascalientes 2030.
- Hall, P. (2002). *Cities of tomorrow: An intellectual history of urban planning and design in the twentieth century* (3rd ed.). Blackwell Publishing.
- Instituto Municipal de Planeación y Evaluación de Aguascalientes. (2018). *Programa de Desarrollo Urbano 2040, Versión 2018*. Gobierno del Estado.
- Instituto Municipal de Planeación y Evaluación de Aguascalientes. (2021). *Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Aguascalientes 2040, Versión 2021*. Gobierno del estado.
- Instituto Municipal de Planeación y Evaluación de Aguascalientes. (2021). *Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Aguascalientes 2040, Versión 2024*. Gobierno del estado.
- Jacobs, J. (1961). *The death and life of great American cities*. Random House.
- Naciones Unidas. (1976). *Informe de Hábitat: Conferencia de las Naciones Unidas sobre los Asentamientos Humanos*. <https://unhabitat.org/sites/default/files/2021/01/n7696714.pdf>
- Naciones Unidas. (1996). *Conferencia de las Naciones Unidas sobre los Asentamientos Humanos*. <https://docs.un.org/es/A/CONF.165/14>
- Naciones Unidas. (2001). *Estambul+5: Período extraordinario de sesiones de las Naciones Unidas para realizar un examen y una evaluación generales de la ejecución del Programa de Hábitat*. https://www.un.org/es/events/pastevents/ga_habitat_2001/pdfs/spanish.pdf

- ONU-Habitat. (2016). *Nueva Agenda Urbana*. Naciones Unidas.
- Perry, C. (1929). *The Neighborhood Unit*. Regional Plan of New York and Its Environs.
- Secretaría de Desarrollo Social. (1999). Sistema Normativo de Equipamiento Urbano (SNEU).

SEGUNDO EJE:

SUSTENTABILIDAD Y MEDIO AMBIENTE

DESEMPEÑO TÉRMICO DE UN TECHO VERDE EN CLIMA CÁLIDO SECO: CULIACÁN ROSALES, SINALOA, MÉXICO

Gilberto Pérez López
Juan Carlos Rojo Carrascal
Gabriel Castañeda Nolasco

Resumen

El crecimiento de las ciudades y sus consecuencias incrementan el efecto isla de calor urbano que impacta en la temperatura del aire exterior e interior de las edificaciones. Por consiguiente, se incrementa la demanda de energía en los edificios tras la creciente utilización de equipos eléctricos para mejorar las condiciones térmicas producidas.

Por lo anterior se expone el resultado de la evaluación del comportamiento térmico experimental de un techo verde realizado en el mes de mayo. En el experimento se utilizaron dos losas de concreto reforzado, una con cubierta verde y la otra convencional que fungió como testigo. Las dos fueron construidas en el mismo edificio ubicado en la ciudad de Culiacán, que registra un clima semiárido cálido.

Los parámetros medidos fueron radiación solar, temperatura del aire y humedad exterior, temperatura superficial interior de las losas, la temperatura y humedad del aire interior. El resultado demuestra que la ganancia térmica de la losa disminuye significativamente a través de la cubierta vegetal, lo que motiva su aplicabilidad para reducir el consumo de energía utilizada en los quipos eléctricos que minimizan la incomodidad térmica en los espacios interiores. Este hallazgo es relevante y fortalece la necesidad de recurrir a esta estrategia bioclimática, especialmente en ciudades vulnerables al cambio climático.

Palabras clave: techo verde, confort térmico, clima cálido, estrategia pasiva, cambio climático.

Thermal performance of a green roof in a hot, dry climate: Culiacán Rosales, Sinaloa, México

Abstract

The growth of cities and the consequences increases the urban heat island effect, which impacts the air temperature both outside and inside buildings. Consequently, energy demand in buildings increases due to the growing use of electrical equipment to improve thermal conditions.

Therefore, this paper presents the results of an experimental evaluation of the thermal behavior of a green roof carried out in May. The experiment used two reinforced concrete slabs, one with a green roof and the other conventional, which served as a control. Both were built in the same building located in the city of Culiacán, which has a warm semi-arid climate.

The parameters measured were solar radiation, air temperature and outdoor humidity, indoor surface temperature of the slabs, and indoor air temperature and humidity. The results show that the thermal gain of the slab decreases significantly through the vegetation cover, which motivates its applicability to reduce the energy consumption of electrical equipment that minimizes thermal discomfort in indoor spaces. This finding is relevant and reinforces the need to use this bioclimatic strategy, especially in cities vulnerable to climate change.

Keywords: green roof, thermal comfort, warm climate, passive strategy, climate change.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es una realidad presente. La temperatura global ha aumentado de forma sostenida, provocando alteraciones importantes en el equilibrio climático del planeta. Este fenómeno se relaciona directamente con la actividad humana, principalmente por la emisión constante de gases de efecto invernadero, la sobreexplotación de recursos naturales y el cambio en el uso del suelo. Uno de los impactos más relevantes es el incremento de la temperatura ambiental, que a su vez afecta el comportamiento térmico de los espacios construidos, generando mayor demanda energética para su acondicionamiento. Como señala el Intergovernmental Panel on Climate Change, “la influencia humana ha calentado el clima a un ritmo sin precedentes en al menos los últimos 2000 años” ([IPCC] 2023), lo que ha intensificado fenómenos extremos como olas de calor, sequías y el aumento del nivel del mar.

Como consecuencia del calentamiento global, se ha observado un incremento de las temperaturas en las zonas urbanas, lo cual influye directamente en las edificaciones, elevando la demanda energética para enfriar (Santamouris, 2014). Las ciudades enfrentan una creciente vulnerabilidad ante el cambio climático, la elevación de las temperaturas es uno de los efectos más notorios. En regiones de clima cálido, este fenómeno se acen-

túa por la expansión urbana, el uso de materiales de alta inercia térmica, la reducción de áreas permeables y la falta de áreas verdes como factores que intensifican el efecto isla de calor urbano (Libertun, 2023).

Frente a este panorama, los techos verdes emergen como una estrategia pasiva y multifuncional que no sólo mejora el desempeño térmico de las edificaciones, sino que también contribuye a la sostenibilidad urbana mediante la regulación microclimática, la mejora de la calidad del aire, la reducción de escorrentías, el aislamiento acústico y el aumento de la biodiversidad urbana (López-González *et al.*, 2020).

El presente estudio analiza el comportamiento térmico de dos losas de concreto armado ubicadas en un mismo edificio en la ciudad de Culiacán, Sinaloa: una cubierta con sistema de techo verde y otra con características convencionales. Ambas fueron evaluadas durante el mes de mayo, bajo las condiciones climáticas propias de una región cálida seca. El objetivo es generar evidencia que respalde la implementación del techo verde como una estrategia pasiva de adaptación al cambio climático en entornos urbanos, ya que diversos estudios han demostrado que los techos verdes no sólo contribuyen a la mitigación del efecto de isla de calor urbano, sino que también ofrecen beneficios térmicos, energéticos y ambientales significativos, lo que los convierte en una solución sostenible particularmente útil en climas cálidos (Berardi *et al.*, 2014).

Antecedentes

El cambio climático es un fenómeno inequívoco que representa una amenaza global urgente. Entre 1850 y 2019, las actividades humanas –como la emisión de gases de efecto invernadero, la sobreexplotación de los recursos naturales y la transformación del uso del suelo– han sido responsables de un aumento aproximado de 1,1 °C en la temperatura media global (IPCC, 2021). Este calentamiento ha provocado alteraciones graves en los patrones climáticos, manifestándose en fenómenos meteorológicos extremos, elevación del nivel del mar e impactos sobre la producción de alimentos (IPCC, 2021; Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2021). En particular, el informe del IPCC señala que, sin reducciones significativas de emisiones, la temperatura superará pronto los 1,5 °C, intensificando los riesgos climáticos en escala global.

Por otro lado, las investigaciones sobre los techos verdes generan evidencia sobre sus múltiples beneficios, haciendo que su implementación sea viable. Un metaanálisis en ciudades mediterráneas concluyó que los techos verdes pueden reducir las temperaturas exteriores hasta 7,4 °C durante el verano, y de 0,2 a 2,3 °C en interiores, con ahorros energéticos anuales del 10% al 34.7% (De Cristo *et al.*, 2025). Adicionalmente, datos obtenidos en condiciones reales en Querétaro, México, mostraron una reducción promedio de 6 °C en temperatura interior respecto al control y un retraso en el escurrimiento pluvial del 80%, evidenciando beneficios mixtos térmicos e hidrológicos (Pérez, 2010).

Las investigaciones en ciudades áridas, como Mendoza (Argentina), han comparado techos reflectivos y verdes, encontrando que estos últimos reducen la temperatura del aire urbano en aproximadamente 2,1 K, frente a 1,6 K con la opción reflectiva (Alchapar *et al.*, 2018). Así mismo, un estudio global refleja que la implementación de infraestructuras verdes –como techos y muros vegetales– puede disminuir la temperatura del aire urbano hasta en 11,3 °C y reducir la transmitancia térmica en edificios en 0,27 W/m²·K, además de secuestrar carbono y gestionar el escurrimiento (Barriuso y Urbano, 2021).

En particular, los techos verdes se presentan como alternativas naturales de infraestructura resiliente: ofrecen evapotranspiración, aislamiento térmico y captación de lluvia, además, actúan como soluciones basadas en la naturaleza para mejorar el clima urbano, ser más eficientes energéticamente y reforzar la infraestructura contra inundaciones.

MARCO TEÓRICO

Concepto y clasificación

Un techo verde es un sistema pasivo que se construye en las azoteas de las edificaciones, es decir, donde se recibe la mayor radiación solar directa durante el día. Para garantizar su efectividad con múltiples ventajas ambientales, está integrado por un conjunto de capas junto con el sustrato y la vegetación. Sobre esto, la Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-013-RNAT-2007 establece las especificaciones técnicas para la instalación de sistemas de naturación (techo verde) en la Ciudad de México, dentro de las cuales contempla que es necesario utilizar capa impermeabilizante, anti-raíz, drenante, filtrante, sustrato y vegetación (Norma Ambiental para el Distrito Federal [NADF], 2008).

Además, contempla una clasificación de tres tipos distintos: extensivos, los cuales generan una carga adicional promedio entre los 110-140 kg/m², semi intensivos con una carga de hasta 250 kg/m² e intensivos, en los que la carga adicional es mayor a los 250 kg/m². La diferencia depende del espesor de capa de sustrato, lo que lleva a colocar en ellos diferentes especies de vegetación como crasuláceas, pastos, arbustos y árboles que no excedan los cuatro metros de altura, por lo cual es de suma importancia que se atiendan las condicionantes, por ejemplo, todo debe ser apto a la región donde se implemente, la estructura debe tener la resistencia necesario para la carga adicional y dar el mantenimiento requerido según la clasificación (NADF, 2008).

Mecanismos de mitigación térmica

a) Evapotranspiración

El agua del sustrato se evapora y reduce la temperatura del techo (Cascone *et al.*, 2019).

b) Aumento del albedo

Su reflectividad (0.70–0.85) es mucho mayor que la de cubiertas convencionales (<0.20), lo que contribuye a disminuir la absorción de calor solar. Esto se consigue gracias al aislamiento y masa térmica, pues el sustrato y las plantas actúan como barreras térmicas que moderan el flujo de calor hacia el interior.

c) Mitigación de la isla de calor urbana

A escala urbana, los techos verdes disminuyen la temperatura superficial y aérea, por lo tanto, contribuyen a mitigar la isla de calor. Un metaanálisis de 89 estudios mostró reducciones de hasta 3 °C en climas secos y alrededor de 1 °C en climas cálidos-húmedos (Jamei *et al.*, 2021). Modelos urbanos (por ejemplo, en Chicago) indican que aumentar la cobertura de techos verdes reduce el flujo de calor sensible, eleva el flujo de calor latente y disminuye las temperaturas tanto diurnas como nocturnas (Sharma *et al.*, 2016).

d) Efectos en eficiencia energética y confort interior

En verano se ha observado que el uso de un techo verde puede reducir la temperatura del interior en 2 °C, disminuir la variación térmica del techo en 30 °C, y reducir la demanda energética anual en hasta un 6% (Jaffal *et al.*, 2012).

Diseño según las condiciones climáticas

El desempeño de los techos verdes varía según el clima local, diseño y clasificación. En climas mediterráneos (cálidos y secos), es fundamental emplear sustratos resistentes, especies de la región ya que son tolerantes a la sequía, sistemas eficientes de riego y considerar la profundidad adecuada del sustrato para que las plantas puedan desarrollarse.

Los estudios indican que, combinando buena aislación y vegetación, se logra maximizar el efecto térmico tanto en invierno como en verano. Por lo que, en los beneficios laterales y relacionales, más allá del alivio térmico, los techos verdes procuran mitigación del escurrimiento pluvial, mejora de la calidad del aire, soporte de biodiversidad urbana y proyección estética y psicológica positiva (Think, 2024).

Componentes del techo verde aplicado

Se partió de la información base de la NADF-013-RNAT-2007 para la construcción del techo verde y se tomó en cuenta la información brindada por investigadores de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), “El doctor Gabriel Castañeda Nolasco [...] señala que ‘en los techos verdes se utiliza plástico PET para atrapar las raíces y evitar que rompan los techos’” (Vanguardia, 2024). Es decir, para el material usado en la capa filtrante se utilizaron botellas PET para retener el agua y que las raíces de la vegetación fueran atrapadas en su interior cuando buscaran humedad. Además, se diseñó una estructura especial para el techo verde donde se hizo la investigación experimental (Figura 1).

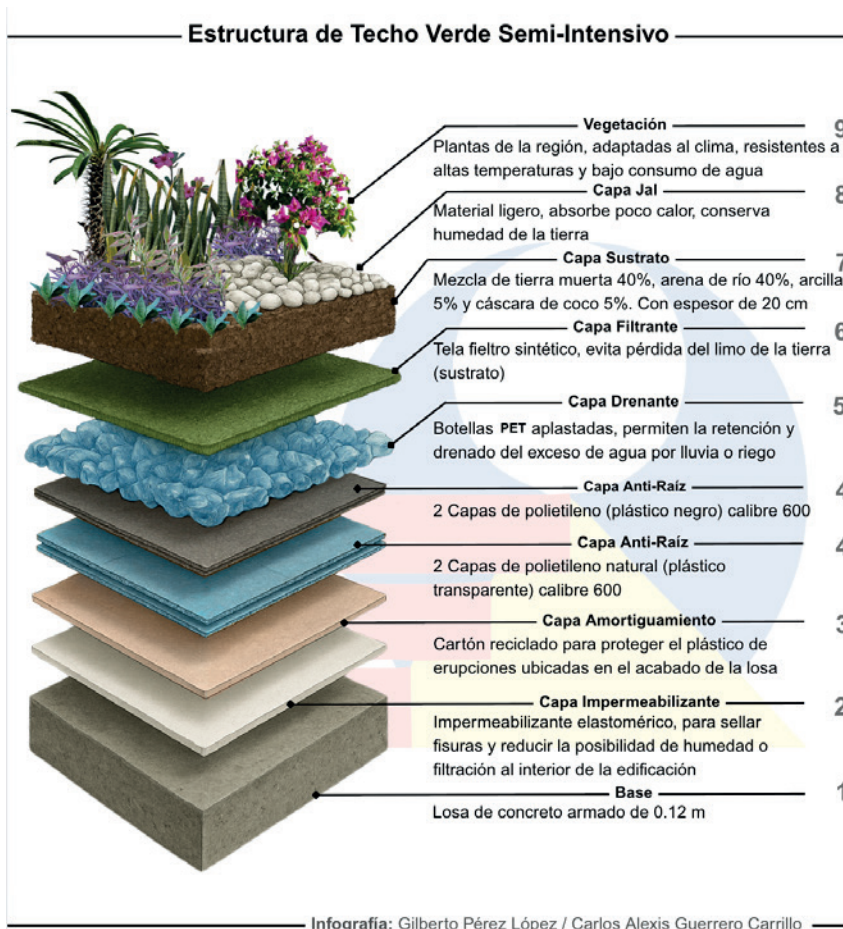


Figura 1. Estructura de techo verde semi intensivo. Fuente: por Gilberto Pérez López y Carlos Alexis Guerrero Carrillo.

Se incluyó una capa de amortiguamiento hecha con cartón reciclado debido a que el acabado en la losa presentaba algunas imperfecciones. Esta capa aumentó el aislamiento térmico. En total se colocaron cuatro capas de plástico de polietileno para aumentar la protección por posible humedad en la losa y una capa de Jal por ser un material ligero que ayuda a mantener la humedad y a concentrar un mínimo de calor gracias a sus características porosas.

Comportamiento térmico y confort en climas cálidos

En regiones con clima cálido se requieren estrategias pasivas para reducir la ganancia térmica que produce mayor calor al interior de las edificaciones. Las azoteas son el elemento construido con mayor ganancia térmica por recibir la mayor radiación solar prácticamente todos los días del año. Por otro lado, un denso techo de pasto en verano tiene un efecto de enfriamiento considerable y en invierno muestra un excelente efecto de aislación térmica (Minke, 2004).

Estudios previos relevantes

Existen investigación en regiones con clima cálido que han demostrado los beneficios térmicos de los techos verdes. Por ejemplo, un estudio sobre una cubierta verde encima del tejado de un edificio de servicios en las instalaciones de Itecons, en Coímbra, Portugal, revela en sus conclusiones que las cubiertas verdes son una de las posibles soluciones para mitigar los efectos adversos del cambio climático, especialmente en los centros urbanos (Troise, 2024).

En México, con la investigación sobre el efecto térmico de las azoteas verdes en la Ciudad de México, Yucatán y Coahuila se concluyó que “la amplitud de oscilación de la temperatura interior de la edificación fue menor cuando ésta tiene una azotea verde. [...] Además los resultados muestran que las azoteas verdes contribuyen al ahorro de energía, ya que reduce su consumo hasta en 85%” (Escobedo *et al.*, 2003).

En Torreón Coahuila, donde las temperaturas medias máximas sobrepasan los 31 °C, se hizo un análisis en un módulo de prueba del que se concluyó que “Las mayores diferencias de temperaturas fueron registradas en las temperaturas superficiales siendo hasta nueve grados centígrados de diferencia entre la losa común y la losa con cubierta verde, lo que significa que se disminuye considerablemente la ganancia por radiación interna de la losa” (Quiroa *et al.*, 2020). Estos trabajos refuerzan el valor adaptativo de los techos verdes como estrategia de construcción pasiva desde el ámbito térmico, además del resto de los beneficios que éstos generan.

METODOLOGÍA

Esta investigación se desarrolló mediante un enfoque experimental y comparativo. Se tomaron dos aulas de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS) en Culiacán Rosales, con características similares en cuanto a dimensiones, materiales, orientación y exposición solar. Ambas aulas tienen losa de concreto armado con la variación de que a una de ellas se le incorporó un techo verde. La idea principal fue registrar la temperatura superficial de las losas en su interior, así como la temperatura y humedad relativa en el interior de cada una para hacer comparativos.

La ubicación del estudio corresponde a las coordenadas geográficas 24° 82'63.3", Latitud Norte y 107°37'99.58" Latitud Oeste, según la clasificación climáticamente de Köppen, se ubica en en el grupo BSh correspondiente a un clima semiárido cálido (estepario cálido), con temperaturas promedio anuales entre 26.2 °C y 33 °C (Salomón *et al.*, 2021).

Como se mencionó anteriormente, el techo verde se construyó en una de las aulas de la Facultad de Arquitectura de la UAS, donde se aprovechó la losa de concreto armado que permitió una carga adicional. Las aulas están en un segundo nivel con azotea a dos aguas con una pendiente del 3% aproximadamente que, por la gravedad, facilita el drenaje del exceso de agua por riego o lluvia. El área del proyecto es de 20 metros cuadrados

aproximadamente (Figura 2), corresponde a la clasificación semi intensivo, cuenta con una capa de sustrato de 20 cm aproximadamente y una variedad de vegetación donde se incluyen arbustos, bugambilias mini moradas, corona de cristo enana y mini, flor del desierto y niña en barco rastrea.



Figura 2. Techo verde en la Facultad de Arquitectura de la UAS.

Para la obtención de datos de temperatura y humedad relativa interior con parámetro a cada hora, se instalaron registradores HOBO, específicamente la pieza -MX1104 (Figura 3). Se trata de un registrador de datos analógico con bluetooth habilitado, mide y transmite datos de temperatura, humedad relativa, luz y exterior de forma inalámbrica. Incluye una entrada analógica externa para conectar diversos sensores adicionales (HOBO, s. f.).



Figura 3. Registrador de datos analógico HOBO MX1104.
Fuente: HOBO, <https://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/mx1104>

La temperatura del espacio interior se midió con el registrador de temperatura HOBO MX1104, el cual tiene las siguientes especificaciones técnicas (Figura 4):

Sensor de temperatura (MX1104)	
Rango	-20° a 70°C -4° a 158°F
Exactitud	±0,20°C de 0° a 50°C ±0,36 °F de 32 ° a 122 °F
Resolución	0,002 °C a 25 °C 0,004 °F a 77 °F
Deriva	<0,1 °C (0,18 °F) por año

Figura 4. Especificaciones técnicas del HOBO MX1104, sensor de temperatura.
Fuente: HOBO, <https://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/mx1104>

El mismo equipo midió la humedad relativa del espacio interior con las siguientes especificaciones técnicas (Figura 5):

Sensor de HR (MX1104)	
Rango	0% a 100% a -20° a 70°C (-4° a 158°F); la exposición a condiciones superiores al 95% puede aumentar temporalmente el error máximo del sensor de HR en un 1% adicional
Exactitud	±2,5 % del 10 % al 90 % (típico) hasta un máximo de ±3,5 % incluida la histéresis a 25 °C (77 °F); por debajo del 10 % y por encima del 90 % ±5 % típico
Resolución	0,01%
Deriva	<1% por año típico

Figura 5. Especificaciones Técnicas HOBO MX1104, sensor de humedad relativa.
Fuente: Elaborada a partir de HOBO, <https://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/mx1104>

La temperatura superficial interior del techo se midió haciendo uso de la sonda temp-06, la cual mide temperatura por contacto, ésta se conecta

al equipo HOBO MX1104. La sonda tiene características que se tomaron en cuenta para la selección de la medición de temperatura superficial interior de las losas, este instrumento ha sido usado en otras investigaciones (Figura 6).

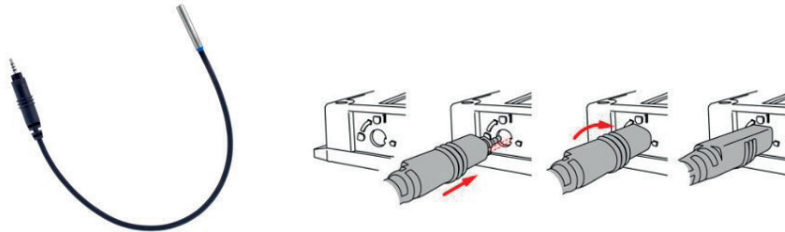


Figura 6. Sonda TEMP-06.

Fuente: HOBO, <https://www.onsetcomp.com/products/sensors/sd-temp-xx>

Se tomaron en cuentas las características de la sonda TEMP-06 para la medición de la temperatura superficial al interior de la losa, la cuales se describen en la Figura 7.

Características

Tecnología de autodescripción para una configuración rápida y sencilla

Conector de bloqueo para garantizar que el sensor esté conectado y permanezca conectado

Rango de medición de -40° y 100°C (-40° a 212°F)

Precisión de $\pm 0,15^{\circ}\text{C}$ de 0°C a 50°C ($\pm 0,27^{\circ}\text{F}$ de 32°F a 122°F)

Figura 7. Características de la sonda TEMP-06.

Fuente: Elaborada a partir de HOBO, <https://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/mx1104#features>

Para la temperatura y humedad relativa ambiente se tomaron registros generados en la estación climatológica de la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa, ubicada en el techo del edificio norte de ésta (Figura 8). La estación está a una altitud de 68.797 y sus coordenadas geográficas de $24^{\circ} 49' 38.6''$ Latitud Norte y $107^{\circ} 22' 48.95''$ de Longitud Oeste.



Figura 8. Estación climatológica Facultad de Biología UAS.
Fuente:

El 21 de mayo fue el día con la temperatura registrada más elevada durante dicho mes en la estación climatológica de la UAS. Se graficó la información correspondiente a las 24 horas del día, donde se muestra la relación temperatura y humedad relativa ambiente. A las 6:00 horas se registró la temperatura más baja (20.0 °C) y la humedad relativa más elevada (58%), mientras que a las 14:00 horas se registró la temperatura más elevada (38.1 °C) y a las 13:00 horas fue la humedad más baja (18%). Coincide que a menor temperatura mayor humedad y viceversa (Figura 9).

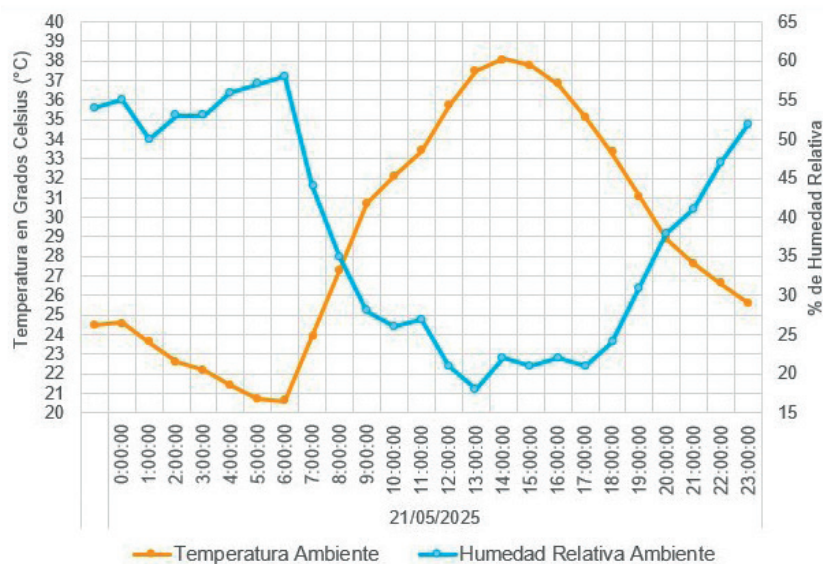


Figura 9. Relación temperatura y humedad relativa ambiente.
Fuente: El monitoreo se realizó en intervalos regulares (cada hora) durante el mes de mayo de 2025, capturando datos representativos de los ciclos térmicos diarios.

RESULTADOS

Comportamiento térmico de losas y ambiente en relación con la radiación solar el 21 de mayo de 2025

La Figura 10 muestra la evolución horaria del comportamiento de dos tipos de losa: una con techo verde (losa TV) y otra sin vegetación (losa STV), comparando la temperatura ambiente y la radiación solar durante el 21 de mayo de 2025. La temperatura de la losa sin vegetación (curva roja) presenta un notable aumento a partir de las 08:00 h y alcanza su máxima a las 16:00 h con aproximadamente 44 °C, coincidiendo con el pico de radiación solar, alrededor de 834 W/m². En contraste, la losa con techo verde (curva verde) mantiene una temperatura casi constante durante todo el día y oscila ligeramente entre 28 °C y 29,6 °C. Esto evidencia su capacidad de amortiguación térmica.

La temperatura ambiente (curva naranja) también responde al ciclo solar y alcanza una máxima de 38.1 °C a las 15:00 h. La curva de radiación solar (área amarilla) muestra un perfil típico que inicia alrededor de las 07:00 h, con su punto máximo entre las 13:00 y 14:00 h, para luego descender progresivamente hasta desaparecer al anochecer.

Este comportamiento confirma que el sistema de techo verde contribuye significativamente a la estabilidad térmica del interior del espacio, ya que atenúa el ingreso de calor durante las horas de mayor exposición solar.

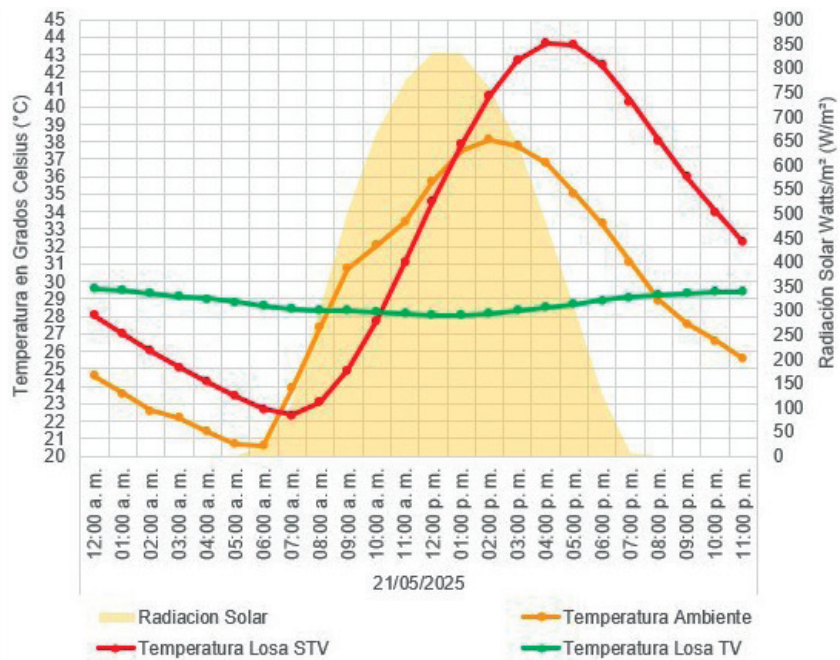


Figura 10. Comportamiento térmico de lasas y ambiente en relación con la radiación solar.

Fuente: Gráfico generado en Excel con información térmica de las sondas conectadas a registradores HOBO y la radiación solar registrada en la estación climatológica de la UAS.

Comportamiento térmico interior comparativo entre espacios con y sin techo verde frente a la temperatura ambiente

La Figura 11 muestra la evolución horaria de la temperatura ambiente (curva naranja) y las temperaturas interiores registradas en dos espacios: uno con techo convencional (Losa STV, curva amarilla) y otro con techo verde (Losa TV, curva verde), durante el 21 de mayo de 2025.

Durante las primeras horas del día (00:00–06:00 h), se observa que la temperatura ambiente disminuye progresivamente hasta alcanzar un mínimo de 20.6 °C, mientras que la temperatura en los espacios interiores disminuye ligeramente en ambos, aunque el espacio interior con techo verde sostiene una temperatura mayor entre 1.5 y 3°C arriba del espacio sin techo verde.

A partir de las 08:00 h, la temperatura ambiente incrementa rápidamente hasta alcanzar su valor máximo de 38.1 °C a las 14:00 h. En contraste, el espacio con techo verde muestra poca variación en su temperatura y alcanza una máxima de 30.7 °C, mientras que el espacio sin vegetación alcanza los 33.9 °C, es decir, 3.2 °C por encima del que tiene techo verde.

La diferencia térmica entre ambos espacios interiores se acentúa entre las 13:00 y 17:00 h, justo en las horas de mayor radiación solar. Esta comparación evidencia el efecto moderador del sistema de techo verde, que actúa como barrera térmica frente a las condiciones externas extremas.

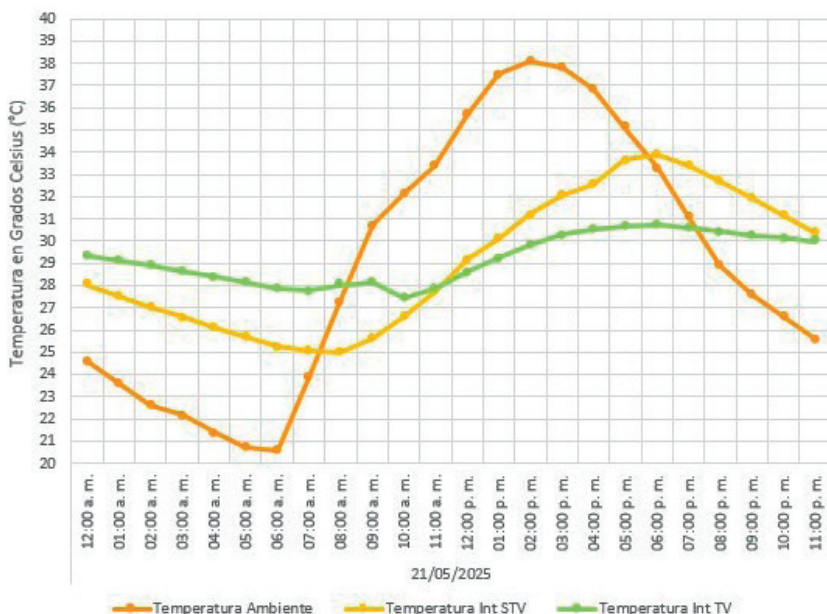


Figura 11. Comportamiento térmico interior comparativo entre espacios con y sin techo verde frente a la temperatura ambiente.

Fuente: Gráfico generado en Excel con información térmica de los registradores HOBO y la temperatura ambiente registrada en la estación climatológica de la UAS.

Comparación de la humedad relativa en ambiente exterior y espacios interiores con y sin techo verde

La Figura 12 muestra la variación horaria de la humedad relativa (HR) registrada en el ambiente exterior (curva azul), en el espacio con losa sin vegetación (curva rosa) y en el espacio con techo verde (curva verde), el 21 de mayo de 2025. Durante la madrugada (00:00 – 06:00 h), la HR ambiente fluctúa entre 50% y 58%, mientras que los espacios interiores presentan valores más bajos y estables: aproximadamente 34.3% y 38.6% en el STV y 35.6% a 36% en el TV.

A partir de las 06:00 h, la HR exterior disminuye rápidamente conforme aumenta la temperatura ambiente hasta alcanzar un mínimo cercano al 18% alrededor de las 13:00 h. En cambio, el espacio con techo verde mantiene un rango más estable, con una HR media entre 31% y 36%, con menor variación a lo largo del día. Por otro lado, la losa sin vegetación experimenta una mayor caída ya que registra valores mínimos por debajo del 26.3% entre las 16:00 y 18:00 h.

Esta comparación indica que el sistema de techo verde favorece un microclima interior más húmedo y estable, lo que mejora el confort higrotérmico en comparación con un espacio sin vegetación, particularmente durante las horas de mayor carga térmica.

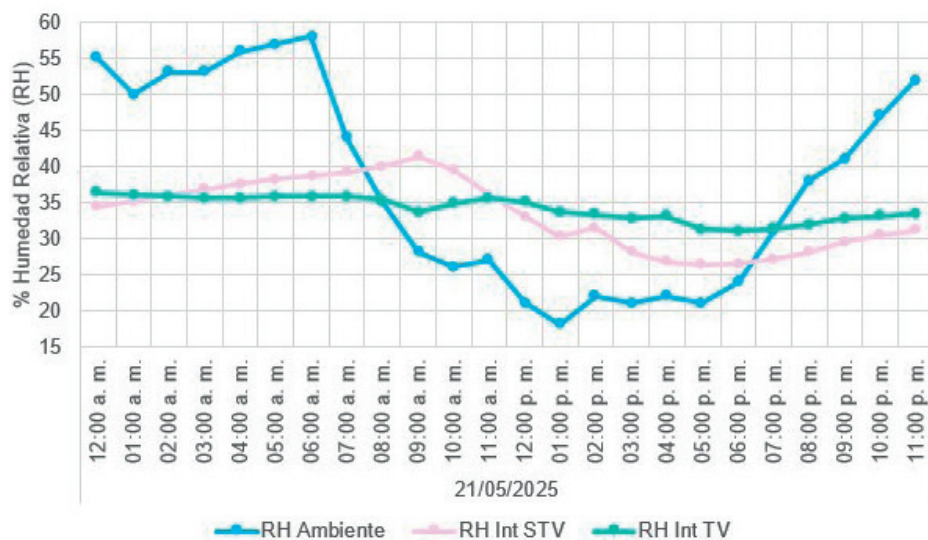


Figura 12. Comparación de la humedad relativa en ambiente exterior y espacios interiores con y sin techo verde.

Fuente: Gráfico generado en Excel con información de los registradores HOBO y la humedad relativa registrada en la estación climatológica de la UAS.

Análisis comparativo e interpretativo de resultados

El comportamiento térmico y de humedad registrado en esta investigación nos permite comprobar diferencias sustanciales entre el espacio con techo verde (TV) y el espacio con losa sin vegetación (STV), en relación con las condiciones del ambiente exterior.

Temperatura

Durante el día, el espacio sin vegetación alcanzó una temperatura máxima de 43,7 °C en la superficie interior de losa y 33,9 °C en el interior del espacio, mientras que el espacio con techo verde presentó una temperatura superficial estabilizada entre 28 y 29,6 °C, y un valor interior máximo de apenas 30,7 °C. Esto representa una diferencia de 3,2 °C en el interior a favor del techo verde, que además mantuvo una curva térmica más plana a lo largo del día. El pico térmico en el STV se genera cuatro horas después de la mayor radiación solar (850 W/m²), lo que sugiere una alta transmisión de calor desde la cubierta hacia el interior con un retraso térmico.

Estas variaciones confirman que el techo verde actúa como barrera térmica natural, ya que reduce significativamente el flujo de calor hacia el interior y retrasa el calentamiento. Esta capacidad se debe a su composición vegetal y al sustrato, que promueven fenómenos como la evapotranspiración y el aislamiento térmico.

Humedad relativa

En cuanto a la humedad relativa, el ambiente exterior experimentó una caída pronunciada desde 58 % hasta 18 % entre las 07:00 y 13:00 h, coincidiendo

con el ascenso térmico. En cambio, el espacio con techo verde mantuvo una HR más estable, entre 31,1 % y 36,4 %, mientras que en el espacio STV se observó una mayor desecación, con niveles mínimos de hasta el 26,3%.

La menor variabilidad de humedad en el espacio con techo verde sugiere una capacidad de regulación higrotérmica más eficiente, probablemente asociada al microclima generado por la vegetación y la menor exposición directa al calor. Esta estabilidad contribuye al confort térmico percibido, ya que evita ambientes interiores secos durante las horas críticas.

Relación temperatura–humedad

Ambos indicadores muestran que el techo verde no sólo mitiga la temperatura interior, sino que también contribuye a conservar la humedad en niveles más constantes. Esta combinación reduce la sensación térmica percibida y mejora la habitabilidad en entornos calurosos. En contraste, el techo convencional amplifica tanto el calor como la sequedad del aire, lo que incrementa el desconfort térmico.

CONCLUSIONES

La evaluación térmica e higrométrica a escala real realizada en condiciones climáticas cálidas demuestra que los techos verdes son una estrategia pasiva eficaz para mejorar el desempeño ambiental de las edificaciones. Los resultados indican que el techo verde reduce significativamente la temperatura interior del espacio construido, con diferencias de hasta 3,2 °C respecto a una losa convencional y mantiene su superficie a niveles térmicos más estables. Además, la humedad relativa en el interior también se conserva de forma más equilibrada, evitando los picos de desecación que se presentan en espacios sin vegetación.

Así, los techos verdes contribuyen a un mejor confort higrotérmico, especialmente en horas de alta radiación, al moderar simultáneamente el ingreso de calor y las pérdidas de humedad. Su implementación representa una medida viable y replicable para mitigar los efectos del cambio climático urbano, particularmente en zonas con temperaturas elevadas.

Esta investigación comprueba el potencial de los techos verdes como soluciones basadas en la naturaleza, orientadas a la adaptación climática en ciudades cálidas. Su validación empírica a escala real fortalece la base técnica y científica para su promoción en políticas públicas, diseño urbano y edificación sustentable.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos evidencian que el techo verde actúa eficazmente como una solución pasiva de moderación térmica, ya que reduce la temperatura interior hasta en 3,2 °C respecto a una losa sin vegetación. Esta

diferencia coincide con hallazgos reportados en la literatura científica, donde se identifican reducciones similares en climas de calor extremo (Cuevas *et al.*, 2024), aunque con variaciones en magnitud según el contexto climático y el tipo de sistema implementado.

A diferencia de los estudios basados en simulaciones, este análisis a escala real demuestra no sólo una reducción térmica, sino también una mayor estabilidad higrotérmica a lo largo del día, lo que representa un beneficio doble: menor demanda de refrigeración y mejor confort percibido. La humedad relativa en el espacio con techo verde se mantuvo entre 31,1% y 36,4%, mientras que en el espacio sin vegetación descendió por debajo del 26,3%, revelando un ambiente más seco y menos confortable.

Además, se confirma la capacidad del techo verde para desacoplar el comportamiento interior respecto de la radiación solar directa. Mientras la temperatura de la losa convencional se incrementó después del pico de radiación, la cubierta verde mostró un comportamiento más amortiguado, sin alcanzar picos extremos. Este efecto de desfase térmico ha sido documentado por autores como Diana Verónica López Silva (2020) y se ratifica en esta investigación en condiciones propias de climas cálidos.

Si bien los resultados coinciden con tendencias globales, aportan valor añadido al enfocarse en un clima urbano cálido específico, utilizando datos experimentales y no modelos teóricos. Este enfoque permite verificar en condiciones reales lo que la teoría ha propuesto: los techos verdes no sólo enfrían, sino que estabilizan y mejoran el microclima interior. Por lo tanto, la aplicación de techos verdes en contextos similares se refuerza como una estrategia viable y urgente ante el avance del calentamiento global.

REFERENCIAS

- Alchapar, N. L., Correa, É. N. y Cantón, M. A. (2018). ¿Techos reflectivos o verdes? influencia sobre el microclima en ciudades de zonas áridas. Mendoza, Argentina. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 11(22). <https://doi.org/10.11144/javeriana.cvu11-22.trvi>
- Barriuso, F. y Urbano, B. (2021). Green Roofs and Walls Design Intended to Mitigate Climate Change in Urban Areas across All Continents. *Sustainability*, 13(4), 2245. <https://doi.org/10.3390/su13042245>
- Berardi, U., GhaffarianHoseini, A. y GhaffarianHoseini, A. (2014). State-of-the-art analysis of the environmental benefits of green roofs. *Applied Energy*, 115, 411-428. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.10.047>
- Cascone, S., Coma, J., Gagliano, A y Pérez, G. (2019). The evapotranspiration process in green roofs: A review. *Building and Environment*, 147, 337-355. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.10.024>
- Cuevas Acuña, G. A., Ayala Moreno, J. P., Esquer Peralta, J., Munguia Vega, N. E. y Alvarado Ibarra, J. (2024). Desempeño término de prototipo de techo verde bajo condiciones de calor extremo. *Entreciencias:*

- Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 12(26), 1-19. <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2024.26.89127>
- De Cristo, E., Evangelisti, L., Barbaro, L., De Lieto Vollaro, R. y Asdrubali, F. (2025). A Systematic Review of Green Roofs' Thermal and Energy Performance in the Mediterranean Region. *Energies*, 18(10), 2517. <https://doi.org/10.3390/en18102517>
- Escobedo Izquierdo, M. A., Quezada García, S., Cázeres Ramírez, R. I., Polo Labarrios, M. A. y Sánchez Mora, H. (2023). Efecto término de las azoteas verdes en la Ciudad de México, Yucatán y Coahuila. *Ingenierías*, xxvi(95), 34-49. <https://ingenierias.uanl.mx/index.php/i/article/view/799/666>
- HOBO. (s. f.). HOBO Temp/RH/Light/Ext-Analog Data Logger. <https://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/mx1104>
- HOBO. (s. f.). Self-Describing Air/Water/Soil Temperature Sensor. <https://www.onsetcomp.com/products/sensors/sd-temp-xx>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). *Climate Change 2023, AR6 Synthesis Report*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
- Jaffal, I., Ouldboukhitine, S. E. y Belarbi, R. (2012). A comprehensive study of the impact of green roofs on building energy performance. *Renewable Energy*, 43, 157-164. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.12.004>
- Jamei, E., Chau, W. H., Seyedmahmoudian, M. y Stojcevski, A. (2021). Review on the cooling potential of green roofs in different climates. *Science of The Total Environment*, 791, 148407. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148407>
- Libertun De Duren, N. R. (25 de octubre de 2023). *Ocho estrategias para adaptar nuestras ciudades al cambio climático*. BID. <https://www.iadb.org/es/blog/desarrollo-urbano-y-vivienda/ocho-estrategias-para-adaptar-nuestras-ciudades-al-cambio-climatico>
- López-González, B. G., Camacho, A., Martínez-Rodríguez, M. C. y Marcelin-Aranda, M. (2020). Techos verdes: una estrategia sustentable. *Tecnología en Marcha*, 33(3), 68-79. <https://doi.org/10.18845/tm.v33i3.4389>
- López Silva, Diana Verónica. (2020). *Comparación de plantas con diferentes metabolismo en el desempeño término de techos verdes extensivos* [Tesis de maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California]. <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/3281>
- Minke, G. (2004). *Techos verdes. Planificación, ejecución, consejos prácticos*. Editorial Fin de Siglo. <https://ecocosas.com/wp-content/uploads/Biblioteca/Arquitectura/minke-gernot-techos-verdes.pdf>
- Norma Ambiental para el Distrito Federal, [NADF-011-AMBT-2007], Establecida en la Gaceta Oficial del Distrito Federal [G.O.D.F.], 24 de diciembre de 2008, (México).

- Organización de las Naciones Unidas. (2021). *Cambio climático*. <https://www.un.org/es/global-issues/climate-change>
- Pérez González, M. L. (2010). *Evaluación del confort término y comportamiento hidrológico en edificios urbanos con techos verdes para regions semiáridas* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Querétaro]. <https://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/917/1/RI004022.pdf>
- Quiroa Herrera, J. A., Castañeda Nolasco, G. y Villanueva Solís, J. (2020). La cubierta verde como estrategia de mitigación en vivienda social ante el cambio climático. En Ceballos S., Villanueva J. y Quiroa J. (dirs.). *Infraestructura verde y planeación urbana para el desarrollo sustentable* (pp. 85-113). Universidad Autónoma de Coahuila, El colegio del Estado de Hidalgo.
- Salomón Montijo, B., Márquez Salazar, G. y Sánchez Bañuelos, R. (2021). Normales climatológicas condicionadas y valores extremos periodos 1995-2020. https://www.uas.edu.mx/pdf/servicios/clima/Normales_climatologicas_Fac_de_Biologia_UAS_1995-2020.pdf
- Santamouris, M. (2014). Cooling the cities – A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. *Solar Energy*, 103, 682-703. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2012.07.003>
- Sharma, A., Conry, P., Fernando, H. J. S., Famlet, A. F., Hellmann, J. J. y Chen F. (2016). Green and cool roofs to mitigate urban heat island effects in the Chicago metropolitan area: evaluation with a regional climate model. *Environmental Research Letters*, 11(6): 064004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/6/064004>
- Think. (20 de noviembre de 2024). *5 razones para considerar tener techos verdes si vives en Mérida*. <https://merida.anahuac.mx/think/techos-verdes-en-merida>
- Troise, M. S. (2023). *Evaluación del rendimiento término de las cubiertas verdes en condiciones reales de instalación* [Trabajo final de máster, Universidad de Coimbra]. <https://upcommons.upc.edu/server/api/core/bitstreams/27ebd42f-12d2-4472-aa35-41b64f91c4ae/content>
- Vanguardia. (6 de septiembre de 2016). *Pon a tu casa una piel verde*. <https://vanguardia.com.mx/vida/pon-tu-casa-una-piel-verde-KO-VG3248406>

ISLAS DE CALOR URBANO EN CIUDADES INTERMEDIAS VALLECAUCANAS DE COLOMBIA: CONTRIBUCIÓN HACIA OBJETIVOS

Luis Euseppe Ortiz Sáenz
Kimmel Chamat Garcés
Christian Camilo García Altamirano

RESUMEN

El cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en contextos urbanos requiere comprensión de los fenómenos que afectan la habitabilidad y sostenibilidad urbana. Las Islas de Calor Urbano (ICU) representan una amenaza creciente para el ODS 11 (ciudades y comunidades sostenibles) y el ODS 13 (acción por el clima), especialmente en países en desarrollo como Colombia. Este estudio analiza los factores físicos y sociodemográficos que inciden en la variación de la temperatura superficial terrestre (LST) y en el desarrollo de ICU en 18 cabeceras urbanas del Valle del Cauca, Colombia. Se emplearon imágenes satelitales para calcular LST y el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), integradas con seis variables priorizadas del censo de población y vivienda 2018, espacializadas a nivel de manzana. El análisis exploratorio incluyó correlaciones, análisis de componentes principales (PCA) y modelamiento predictivo con seis algoritmos de regresión. Los resultados indican una relación inversa significativa entre NDVI y LST, así como una influencia positiva de la densidad edificatoria, uso mixto del suelo y estratos socioeconómicos bajos sobre la LST. Se concluye que las condiciones biofísicas urbanas, en conjunto con la desigualdad socioeconómica, configura patrones de inequidad térmica que requieren ser abordados mediante estrategias basadas en infraestructura verde y justicia climática. La metodología aplicada demuestra el potencial del uso conjunto de sensores remotos, datos censales y aprendizaje automático para el monitoreo de los ODS a escala local.

Palabras clave: Islas de Calor Urbano (ICU), Temperatura Superficial Terrestre (LST), Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), Desigualdad socioespacial, Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Urban heat islands in intermediate cities of Valle del Cauca, Colombia: contribution towards objectives

Abstract

Achieving the Sustainable Development Goals (SDGs) in urban settings requires a comprehensive understanding of the phenomena affecting habitability and urban sustainability. Urban Heat Islands (UHI) pose an increasing threat to SDG 11 (sustainable cities and communities) and SDG 13 (climate action), particularly in developing countries such as Colombia. This study examines the physical and sociodemographic factors influencing the variation in land surface temperature (LST) and the development of UHI in 18 municipal capitals of Valle del Cauca, Colombia. Satellite imagery was used to calculate LST and the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), integrated with six prioritized variables from the 2018 national population and housing census, spatialized at the urban block level. The exploratory analysis included correlation matrices, principal component analysis (PCA) and predictive modeling using six regression algorithms. The results reveal a significant inverse relationship between NDVI and LST, as well as a positive influence of built density, mixed land use and low socioeconomic strata on elevated surface temperatures. The findings suggest that urban biophysical conditions, combined with socioeconomic disparities, generate thermal inequity patterns that must be addressed through green infrastructure strategies and climate justice approaches. The methodology demonstrates the potential of integrating remote sensing, census data and machine learning techniques for local-scale SDG monitoring.

Key words: Urban Heat Islands (UHI), Land Surface Temperature (LST), Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Socio-spatial Inequality, Sustainable Development Goals (SDGs)

INTRODUCCIÓN

A partir de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), la Agenda 2030 plantea el desafío de construir ciudades inclusivas, resilientes y sostenibles (ODS 11), además de adoptar medidas urgentes frente al cambio climático (ODS 13) (United Nations, 2023). En este marco, el estudio de las Islas de Calor Urbano (ICU) adquiere relevancia en América Latina, donde la urbanización acelerada se combina con vulnerabilidades socioeconómicas (Rosenzweig *et al.*, 2018). Comprender cómo se forman y cuáles son sus principales determinantes resulta fundamental para orientar intervenciones efectivas.

Las ICU se originan por diferencias en la temperatura superficial terrestre (LST) entre áreas urbanas y rurales, asociado a materiales de bajo

albedo, reducción de cobertura vegetal y condiciones climáticas locales (Jiang *et al.*, 2024; Gálvez, 2014). Estas alteraciones aumentan el consumo energético y la contaminación atmosférica y térmica, además, afectan la calidad de vida, infiriendo también con el ODS 3 (salud y bienestar) y el ODS 6 (agua limpia y saneamiento) (Soto-Estrada, 2019; Santamouris, 2020).

En Colombia, cerca del 75% de la población habita en ciudades, proporción que podría superar el 85% en 2050 (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2014; [DNP], 2017). Esta tendencia plantea retos para la planificación urbana y monitoreo ambiental, agravados por la desactualización de datos censales debido a factores logísticos y coyunturales como la pandemia (Maldonado, s. f.; Stacey, 2025). En este contexto, las imágenes satelitales Landsat y Sentinel se consolidan como una herramienta de bajo costo para medir la temperatura superficial terrestre (LST) y el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), apoyando el seguimiento local de los ODS (Cuesta, 2020; Paganini *et al.*, 2018).

Por lo tanto, el presente estudio analiza la relación entre variables físicas, como el NDVI, y sociodemográficas, considerando el censo en Colombia del 2018, (Dirección de Censos y Demografía [DCD] y Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2023) en la variación de la LST y la formación de ICU en 18 cabeceras urbanas del Valle del Cauca; con el propósito de aportar evidencia científica que oriente políticas de desarrollo urbano sostenible y justicia climática, contribuyendo al cumplimiento de los ODS 11, 13, 3 y 10 (Klopp y Petretta, 2017).

METODOLOGÍA

Localización

El análisis se desarrolló al interior de 18 cabeceras urbanas distribuidas de norte a sur a lo largo del departamento Valle del Cauca, Colombia (Figura 1). Los municipios fueron priorizados según los índices de calidad ambiental urbana (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente], 2013) evaluados por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), en el ejercicio de sus competencias como autoridad ambiental regional del departamento. Esta priorización se alinea con la meta 11.6 del ODS 11 que busca reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo (UN-Habitat, 2020).

De acuerdo con la Ley 136 de 1994, las cabeceras urbanas priorizadas se clasifican como municipios grandes, intermedios o pequeños por el número de habitantes, con categorías de la primera a la sexta de mayor a menor población.

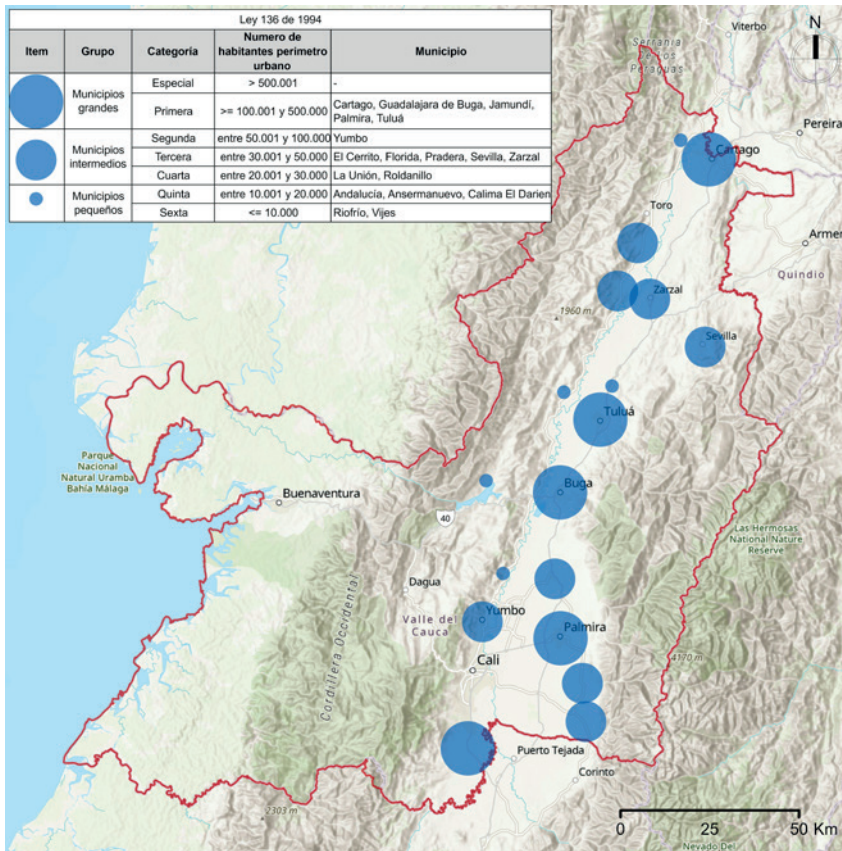


Figura 1. Mapa de localización de los municipios de Valle de Cauca, priorizados como objeto de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

De cada cabecera se obtuvo información del perímetro urbano, siendo el área de cada cabecera urbana definida con base en los datos consignados dentro de los planes de ordenamiento territorial o a través de canales directos con las instituciones territoriales. Mientras que la información sociodemográfica se extrajo a partir del censo de población y vivienda.

Imágenes satelitales

Se obtuvieron 13 imágenes entre LandSat 8 y Sentinel 2 entre los años 2019 y 2022, a través del portal web del servicio Geológico de los Estados Unidos¹ y el navegador del ecosistema espacial de datos de Copernicus,² con un porcentaje de nubosidad inferior al 45%, garantizando la ausencia de nubosidad en las áreas de interés con el objeto de determinar la LST y el NDVI (Figura 2). El procesamiento de las imágenes se desarrolló en QGIS y las salidas cartográficas en ArcGIS. Esta metodología contribuye al ODS 9 mediante el

1 Science for a changing world, *EarthExplorer*, <https://earthexplorer.usgs.gov/>

2 *Copernicus Browser*, <https://dataspace.copernicus.eu/browser/>

uso de infraestructuras resilientes y tecnologías sostenibles para el monitoreo ambiental.

Satélite	Imagen	Fecha	Variable
LandSat 8	LC08_L1TP_009057	9-ene-20	LST
		5-sep-20	
		4-ago-20	
		24-nov-20	
		27-mar-19	
		3-sep-19	
	LC08_L1TP_009058	18-ago-19	
		6-jul-21	
		22-may-22	
Sentinel 2	T18NUJ	1-ago-20	NDVI
		20-jul-21	
	T18NUK	17-jul-20	
		22-mar-20	
	T18NUL	18-feb-20	

Figura 2. Imágenes de satélites empleadas para el cálculo de LST y NDVI. Fuente: Elaboración propia.

Conforme a la Figura 3, la estimación de LST se realizó a partir de imágenes TIRS (Thermal Infrared Sensor) mediante tres etapas: 1) conversión de niveles digitales a radiancia TOA usando los coeficientes de calibración del metadato; 2) cálculo de la temperatura de brillo (TB) aplicando la ecuación invertida de Planck y 3) corrección de TB por emisividad espectral (ε), estimada a partir del NDVI (Alcudia *et al.*, 2024).

$$LST = \frac{TB}{1 + \left(\lambda * \frac{TB}{\rho}\right) \ln(\epsilon)} - 273.15$$

Donde

- LST:** Temperatura de superficie (Celsius).
- TB:** Temperatura de brillo aparente (Kelvin).
- λ:** Longitud de onda de la radiancia emitida en cada banda.
- ρ:** $h c/\sigma = 14380$ mK.
- σ:** Constante de Boltzmann ($1.38 \cdot 10^{-23}$ J/K).
- h:** Constante de Planck ($6.626 \cdot 10^{-34}$ Js).
- c:** Velocidad de la luz ($2.998 \cdot 10^8$ m/s).
- ε:** Emisividad = $0.004 \cdot Pv + 0.986$

Figura 3. Ecuación para determinar la temperatura superficial terrestre (LST). Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de ICU

Para determinar la ICU, se adaptó la metodología de Fernández (1996) donde la intensidad se calcula con la diferencia entre la temperatura media del perímetro urbano y la temperatura de superficie. De acuerdo con las diferencias

por encima de 1 °C, se reclasificó la intensidad de la ICU en seis categorías (Figura 4), contribuyendo al desarrollo de métricas que pueden ser utilizadas para el monitoreo del ODS11 a nivel local:

Clasificación	Intensidad (°C)
Débil	Hasta 1
Moderadamente débil	1 a 2
Moderada	2 a 3
Moderada mente fuerte	3 a 4
Fuerte	4 a 5
Muy fuerte	>5

Figura 4. Clasificación de la intensidad de la isla de calor urbano (ICU). Fuente: Elaboración propia a partir de Fernández (1996).

Cálculo de NDVI

El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) se determinó mediante la ecuación de la Figura 5, utilizando la clasificación adaptada de Nicolás Herrera Vargas (2017) que permite evaluar la contribución de la infraestructura verde urbana al cumplimiento del ODS 11 y 15 (McDonald *et al.*, 2020).

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Donde

NDVI: Índice de vegetación de diferencia normalizada entre -1 y 1.

NIR: Banda del infrarrojo cercano (banda 8).

RED: Banda del rojo (banda 4).

Figura 5. Ecuación para determinar el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI).

Para su clasificación y análisis, se adaptaron los rangos de evaluación definidos por Herrera Vargas (2017), como se aprecia en la siguiente tabla:

Rango	Cobertura	Interpretación
< a 0.1	Clases no vegetales	Cuerpos de agua, nubes, construcciones.
0.1 a 0.15	Suelo descubierto	Tierras degradadas, asentamientos, vías, suelo sin cobertura vegetal.
0.15 a 0.25	Vegetación muy abierta	Tierras cultivadas, herbazales, arbustos, pastizales, terreno arado.
0.25 a 0.40	Vegetación dispersa	Vegetación leñosa, plantación arbustiva, bosque seco.
0.40 a 0.60	Vegetación cerrada	Plantas densas en crecimiento, bosque húmedo.
>0.6	Vegetación muy densa	Cobertura con altas densidades de hojas verdes.

Figura 6. Interpretación para el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI). Fuente: Elaboración propia a partir de Herrera Vargas (2017).

Población y vivienda

Para cada área de estudio se obtuvo la distribución espacial de manzanas urbanas del censo nacional de población y vivienda realizado por la Dirección de Censos y Demografía (DCD) y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en 2018. Cada manzana contaba con 106 variables categóricas y numéricas de interés que incluían densidad poblacional, usos del suelo, estratos socio económicos, nivel educativo, área, entre otros. Durante el análisis estadístico las variables fueron depuradas, priorizando sólo cuatro; posteriormente, se adicionaron tres de la intersección por cada manzana entre LST, ICU y NDVI, dando un total de siete variables (Figura 7). Esta selección responde a la necesidad de comprender las dimensiones socioeconómicas relacionados con los riesgos climáticos urbanos, contribuyendo al ODS 10 mediante el análisis de inequidades térmicas urbanas (Chakraborty *et al.*, 2019).

Variable	Descripción
DENSIDAD	Número promedio de habitantes en la manzana que viven sobre una unidad de superficie (m ²).
E3	Conteo de viviendas que reportan recibir facturación de energía eléctrica en Estrato 3.
E4	Conteo de viviendas que reportan recibir facturación de energía eléctrica en Estrato 4.
E5	Conteo de viviendas que reportan recibir facturación de energía eléctrica en Estrato 5.
E6	Conteo de viviendas que reportan recibir facturación de energía eléctrica en Estrato 6.
NDVI	Valor de la mediana para el índice de vegetación de diferencia normalizada.
ICU	Valor de la mediana para la isla de calor urbana.
LST	Valor de la mediana para la temperatura de superficie.

Figura 7. Variables de interés a nivel manzana definida para el estudio. Fuente: Elaboración propia a partir de CDC y DANE (2023).

Análisis estadístico

Los datos fueron inspeccionados visual y estadísticamente con Python. Se descartaron observaciones con valores faltantes y las variables con valores cero se recodificaron como valores perdidos (NaN). Posteriormente, se estandarizaron todas las variables a media cero y desviación estándar uno para permitir comparabilidad en escala.

Se aplicaron análisis exploratorios mediante gráficos de caja y diagramas de dispersión para examinar asimetrías, presencia de valores atípicos y posibles relaciones no lineales con la LST, evidenciando la ocurrencia de valores extremos y distribución sesgada, especialmente en variables socioeconómicas y educativas. Además, se calculó la matriz de correlación de Pearson para evaluar colinealidades y relaciones directas con LST.

Se evaluó el análisis de colinealidad entre variables mediante el cálculo del Factor de Inflación de la Varianza (VIF). Las variables con VIF > 10 e iguales a infinito ($= \infty$) fueron descartadas del modelado predictivo por su

alto nivel de redundancia estadística y colinealidad perfecta, lo que permitió reducir el conjunto inicial a un subconjunto de siete variables con buena independencia estadística, revelando la presencia de multicolinealidad entre ciertos grupos de variables predictoras.

Así mismo, seis modelos supervisados de regresión fueron evaluados, tanto lineales como no lineales: Regresión Lineal, Ridge, Lasso, Árbol de Decisión, Random Forest y Gradient Boosting. Los modelos se entrenaron utilizando una partición del 70% de datos para entrenamiento y 30% para prueba, y se evaluaron con las métricas de Error Medio Absoluto (MAE), Error Absoluto Mediano (MedAE), Raíz del Error Cuadrático Medio (RMSE) y Coeficiente de determinación (R^2). La elección del mejor modelo se realizó mediante un conteo de Borda, sumando los rankings de desempeño en cada métrica.

Finalmente, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) sobre el conjunto reducido de variables estandarizadas para evaluar la posibilidad de reducir la dimensionalidad. Se retuvo la cantidad de componentes necesaria para explicar al menos el 80% de la varianza acumulada.

RESULTADOS

Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada y su contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible

El NDVI evidencia una alta variabilidad en la cobertura vegetal entre cabeceras urbanas, con implicaciones directas para el cumplimiento del ODS 15 y su meta 15.9 sobre la integración de los valores de los ecosistemas y la diversidad biológica en la planificación nacional y local (McDonald *et al.*, 2020). La proporción de vegetación muy densa se presentó con mayor intensidad en municipios como Sevilla (46.2%), Calima El Darién (21.7%) y Zarzal (28.4%), lo cual sugiere una mayor presencia de infraestructura verde consolidada, bosques urbanos o conexión directa con áreas naturales periurbanas, contribuyendo a la resiliencia urbana contemplada en el ODS 11.

En contraste, cabeceras como Palmira, La Unión y Pradera mostraron coberturas inferiores al 1% en esta clase, reflejando una urbanización intensiva que compromete el logro de múltiples ODS simultáneamente (Figura 8).

Las clases intermedias, vegetación cerrada y vegetación dispersa, aportan matices adicionales sobre la estructura del verde urbano y su potencial contribución a los servicios ecosistémicos urbanos contemplados en el ODS 11. Cabeceras como Andalucía y Ansermanuevo destacaron con valores significativos de vegetación cerrada (24.2% y 36.1%, respectivamente), mientras que otros, como Vijes, Yumbo y Tuluá, se caracterizaron por una combinación notable de vegetación dispersa y muy abierta, asociado a parques, patios o áreas verdes fragmentadas. Esta composición sugiere condiciones ecológicas urbanas con mayor fragmentación estructural y baja conectividad de hábitats, lo que limita su capacidad para contribuir

efectivamente a la mitigación del cambio climático (ODS 13) y la conservación de la biodiversidad urbana (ODS 15).

Por otro lado, la proporción de suelo descubierto y clases no vegetales fue significativamente alta en municipios como Palmira (31.3% y 35.7%, respectivamente), La Unión (33.6% y 35.5%) y Pradera (30.5% y 32.4%), denotando una fuerte presión antrópica y alta impermeabilización del suelo que compromete la resiliencia urbana contemplada en el ODS 11. Estos valores contrastan con cabeceras como Zarzal y Sevilla, donde la cobertura artificial es considerablemente menor. Estos hallazgos permiten inferir una relación inversa entre el grado de vegetación urbana y el nivel de urbanización intensiva, lo cual tiene implicaciones directas en la regulación microclimática, la conectividad ecológica y la resiliencia frente al cambio climático, aspectos fundamentales para el cumplimiento del ODS 13 (Cohen-Shacham *et al.*, 2019).

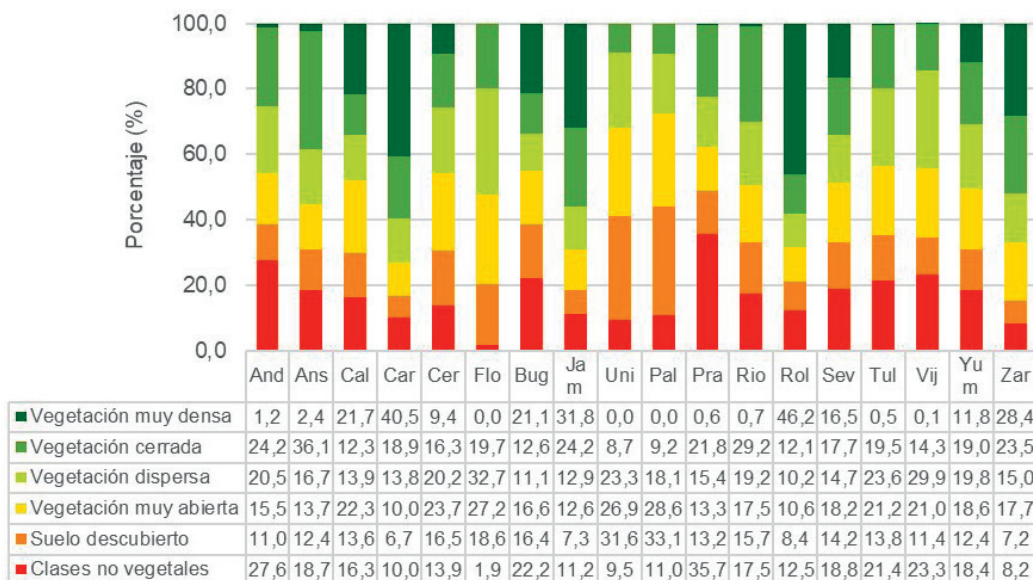


Figura 8. Distribución porcentual del área según categorías del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI). Fuente: Elaboración propia.

Temperatura Superficial Terrestre y las implicaciones para la salud urbana

De acuerdo con la LST, las cabeceras urbanas presentan temperaturas entre 32.6 °C y 14.9 °C, con una mediana de 25.9 °C, siendo este comportamiento coherente con la temperatura del departamento por la ubicación geográfica y altitud (Santana y Vásquez, 2002). Esta variabilidad térmica tiene implicaciones directas para el ODS 3 (salud y bienestar), especialmente considerando que las temperaturas elevadas están asociadas con incrementos en la morbilidad y mortalidad urbana (Watts *et al.*, 2021).

Las cabeceras urbanas homogéneas en edificaciones, con influencia de zona rural, superficies verdes, cultivos y cuerpos de agua, registraron las menores desviaciones estándar, como La Unión o Riofrio, indicando mayor estabilidad térmica que contribuye al bienestar de sus habitantes. Mientras que cabeceras heterogéneas registraron la mayor desviación estándar, como Sevilla, G. Buga o Calima El Darién (Figura 9), sugiriendo la presencia de microclimas urbanos contrastantes que pueden generar inequidades térmicas relacionadas con el ODS 10.

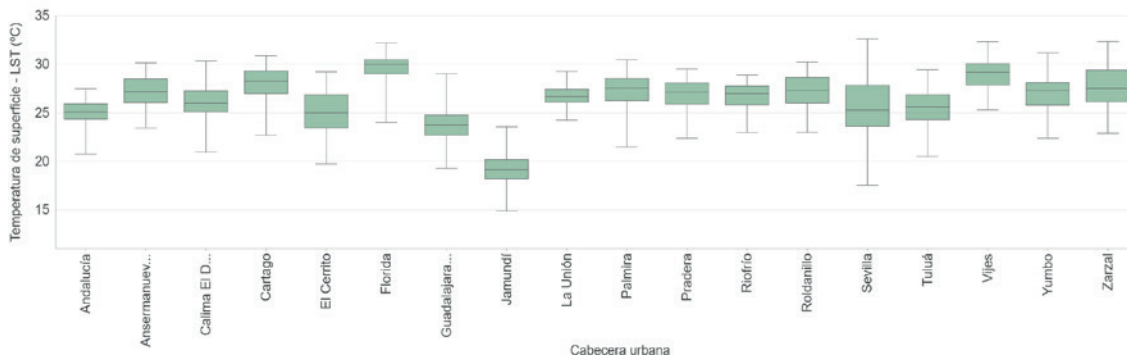


Figura 9. Variación de la temperatura de superficie (LST) por cabecera urbana. Fuente: Elaboración propia.

Islas de Calor Urbano y equidad urbana

Los resultados muestran que la categoría débil predomina ampliamente en la mayoría de las cabeceras urbanas, con proporciones superiores al 50% en muchos casos, lo que indica condiciones relativamente favorables para el cumplimiento del ODS 11. Sin embargo, las categorías de mayor intensidad (moderadamente fuerte, fuerte y muy fuerte) se presentan en menor proporción y localizadas en sectores específicos que afecta de manera directa a 51 943 habitantes que viven bajo esta condición, creando zonas de vulnerabilidad térmica que requieren atención prioritaria desde la perspectiva del ODS 10 (reducción de las desigualdades).

Mediante el análisis de conglomerados y reducción de dimensionalidad, se identificaron tres agrupaciones principales con implicaciones diferenciadas para los ODS. La primera agrupación contiene cabeceras urbanas con un perfil térmico dominado por condiciones de la categoría débil, indicando una baja presión térmica urbana que favorece el cumplimiento del ODS 11 y 3 (La Unión, Florida, Zarzal, G. Buga, Calima, Jamundí, Yumbo, Cartago, Tuluá, Vijes y Cerrito). La segunda agrupación reúne cabeceras con distribución más balanceada entre categorías bajas e intermedias (Andalucía, Ansermanuevo, Riofrio, Pradera y Palmira), requiriendo intervenciones moderadas para mantener la sostenibilidad urbana. La tercera agrupación incluye aquellos con mayores proporciones de áreas moderadas o fuertes, reflejando condiciones térmicas urbanas más críticas que demandan acciones urgentes, aunque este caso sólo se presentó en Sevilla.

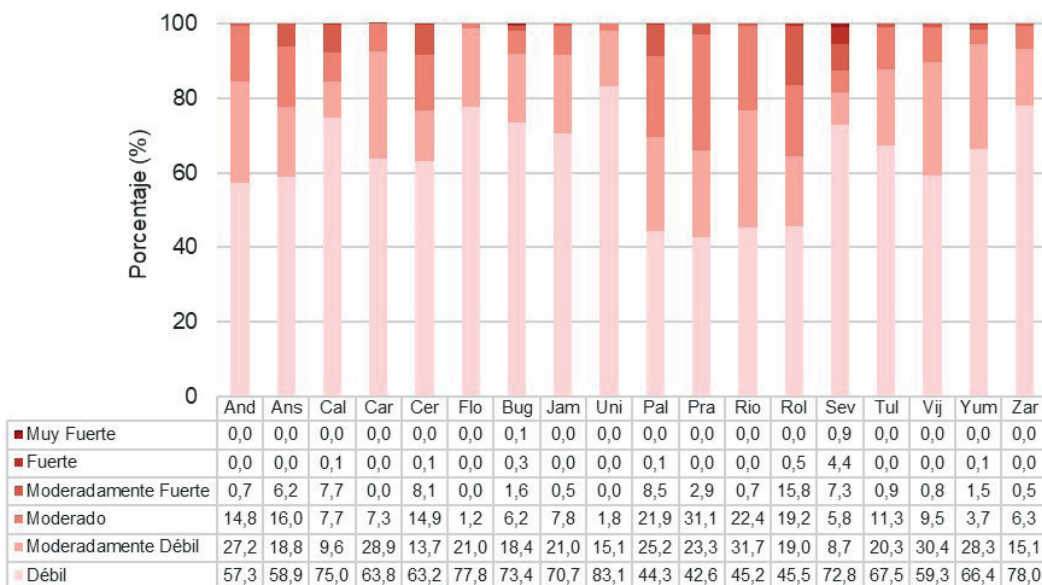


Figura 10. Distribución porcentual del área según categorías de intensidad de isla de calor urbana (ICU). Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la distribución espacial de la ICU (Figura 11), las categorías de mayor intensidad se concentran hacia los centros históricos o centros fundacionales, mientras que las categorías de menor intensidad se presentan con mayor variabilidad hacia las periferias, consecuente con otros estudios (Jiang *et al.*, 2024; Godée y Lemne, 2023, Gálvez, 2014). Esto está relacionado con la cobertura vegetal, uso del suelo, materiales constructivos, cuerpos de agua y densidad poblacional (Yoo, 2018), creando patrones de inequidad térmica urbana que intersectan con variables socioeconómicas y comprometen el principio de justicia climática inherente a los ODS (Chakraborty *et al.*, 2019).

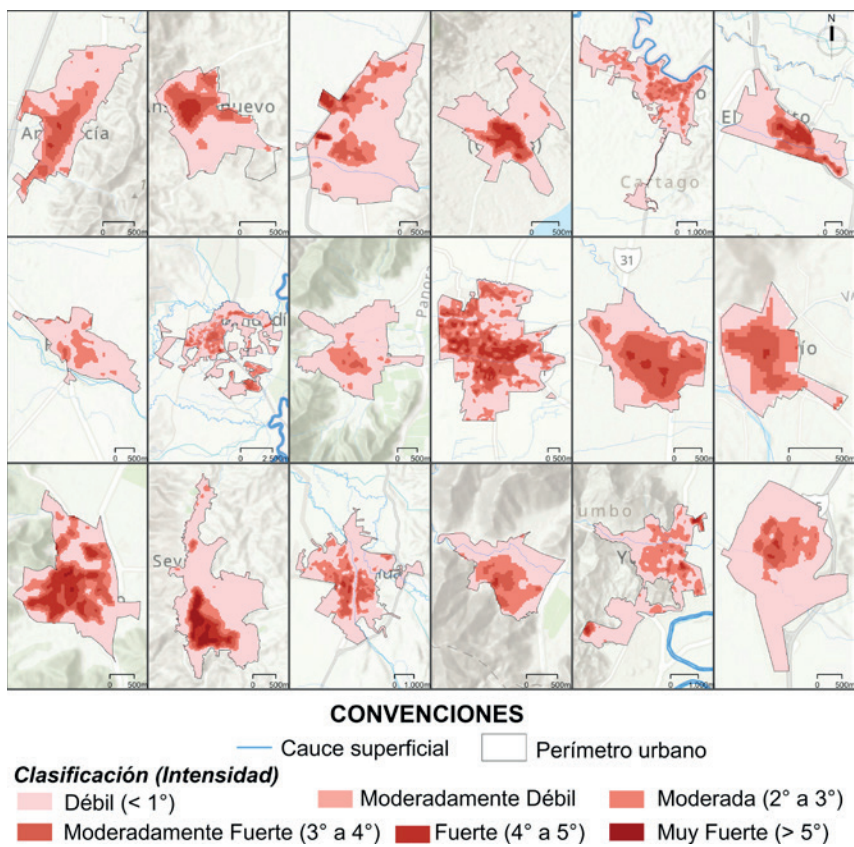


Figura 11. Distribución espacial de isla de calor urbana (ICU). Fuente: Elaboración propia.

Análisis estadístico y determinantes de la sostenibilidad térmica urbana

De acuerdo con la matriz de correlación (Figura 12), se evidencia una asociación negativa moderada entre LST y NDVI (equivalente al 25.3%), lo cual indica que a mayor vigor de vegetación menor es la temperatura registrada, confirmando el potencial de las soluciones basadas en la naturaleza para contribuir simultáneamente al ODS 11, 13 y 15 (Cohen-Shacham et al., 2016).

En cuanto a la relación entre la LST y los estratos socioeconómicos, se evidencia un patrón desigual. Los estratos medios (estratos 3 y 4) muestran una correlación muy baja o prácticamente nula con la LST (12.7% y -5.1%, respectivamente), lo que sugiere que no hay una tendencia clara en estos grupos. Sin embargo, en los estratos altos, especialmente el estrato 6, se observa una correlación negativa más evidente (-2.1%), esto implica que en las zonas con mayor nivel socioeconómico las temperaturas superficiales tienden a ser menores. Esta relación puede ser por la mayor disponibilidad de áreas verdes, mejores condiciones de vivienda y acceso a infraestructura

urbana que caracteriza a los sectores de mayores ingresos, factores que contribuyen significativamente a mitigar el calor urbano (Lloyd *et al.* 2023).

Por otro lado, si bien la densidad urbana y, particularmente, la proporción entre la altura de los edificios y la anchura de las calles determinan la circulación del aire y las zonas de sombra en ciudades, las edificaciones muy altas tienden a concentrar el calor a diferencia de ciudades intermedias con edificaciones bajas (Eshetie, 2024; Rezaei, 2023; Salameh, 2023), como se identifica en la baja correlación con la LST (2.6%).

En general, este balance entre elementos que promueven el calentamiento y aquellos que favorecen la disipación del calor explica en gran parte las diferencias espaciales en la temperatura de la superficie urbana y determina la capacidad de las ciudades para contribuir al cumplimiento de los ODS.

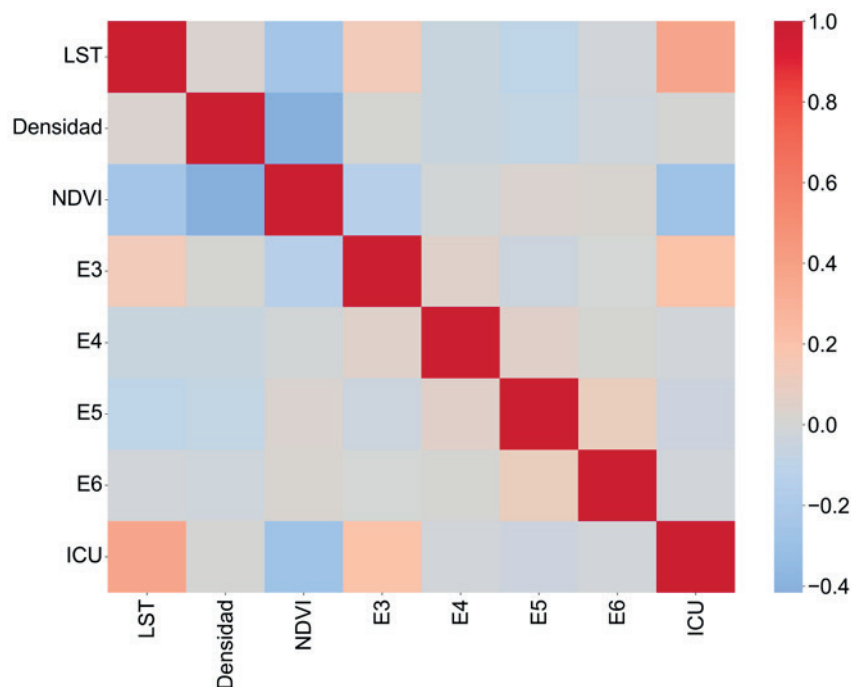


Figura 12. Matriz de correlación de variables priorizadas y temperatura de superficie terrestre (LST). Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los modelos predictivos (Figura 13), el mejor modelo fue Gradient Boosting Regressor ($MAE = 0.65$, $MedAE = 0.43$, $R^2 = 0.197$). Este modelo superó en precisión tanto a modelos lineales como a otros métodos de árbol. Aunque el valor de R^2 es modesto, es el más alto observado, esto sugiere que las variables explicativas incluidas capturan parte de la variabilidad de temperatura, pero que existen otros factores (espaciales, atmosféricos o de infraestructura) no contenidos en el conjunto de datos que son relevantes para el desarrollo de estrategias integrales orientadas al cumplimiento de los ODS.

Modelo	MSE	RMSE	MAE	MedAE	R ²
Regresión Lineal	0.851	0.922	0.667	0.450	0.178
Ridge	0.851	0.922	0.667	0.450	0.178
Lasso	0.884	0.940	0.689	0.474	0.146
Árbol de Decisión	0.863	0.929	0.665	0.464	0.166
Random Forest	0.838	0.916	0.656	0.450	0.190
Gradient Boosting	0.831	0.912	0.653	0.437	0.197

Figura 13. Métricas de desempeño de modelos predictivos.
Fuente: Elaboración propia.

El análisis de importancia de variables basado en el modelo de Gradient Boosting permitió identificar los predictores más influyentes sobre la LST, proporcionando información crucial para priorizar intervenciones urbanas orientadas al desarrollo sostenible. La variable con mayor contribución al modelo fue ICU, un indicador que representa la intensidad de ocupación urbana por manzana, con una importancia relativa cercana al 42%. Esto sugiere que las áreas con mayor compactación construida tienden a presentar mayores temperaturas superficiales, posiblemente debido a una mayor acumulación de calor en superficies artificiales, lo que tiene implicaciones directas para las estrategias de densificación urbana contempladas en el ODS 11.

En segundo lugar, se ubicó NDVI, con una importancia del 24%, confirmando empíricamente el efecto atenuador de la vegetación urbana en los microclimas locales y su potencial como solución basada en la naturaleza para múltiples ODS. La tercera variable más relevante fue densidad urbana, con un peso del 18%, lo que indica que la concentración de población también guarda una relación sustancial con la temperatura superficial, posiblemente como apoderado de la intensidad de uso del suelo o infraestructura térmicamente activa, aspectos clave para la planificación urbana sostenible.

Las variables socioeconómicas, representadas por los conteos de viviendas en estratos 3, 4, 5 y 6, mostraron una contribución decreciente al modelo. Aunque con menor influencia individual, estas variables podrían estar capturando diferencias en la configuración del entorno urbano, materiales constructivos o cobertura vegetal según el nivel socioeconómico del área, evidenciando la intersección entre inequidades socioeconómicas y vulnerabilidad térmica urbana que debe ser abordada desde la perspectiva del ODS 10.

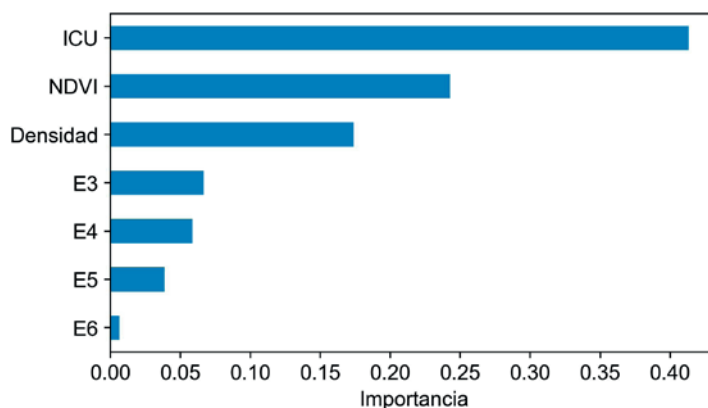


Figura 14. Importancia de variables por el modelo Gradient Boosting.
Fuente: Elaboración propia.

La gráfica de varianza acumulada indica que, al seleccionar cinco componentes principales, se logra explicar aproximadamente el 82% de la varianza total del conjunto de datos original. Este nivel de explicación supera el umbral común del 80%, sugiriendo que estos componentes capturan la estructura informativa más importante de los datos para dar a conocer estrategias de gestión urbana orientadas al desarrollo sostenible.

Esta selección permite una reducción significativa de la dimensionalidad, pasando de las siete variables originales a sólo cinco componentes transformados. Dicha reducción es beneficiosa para simplificar modelos subsecuentes, mitigar la multicolinealidad y reducir la carga computacional, facilitando la implementación de sistemas de monitoreo que apoyen el seguimiento de los indicadores ODS a nivel local. Por lo tanto, retener cinco componentes representa un compromiso eficaz entre el almacenamiento de información y la parsimonia del modelo, aspectos fundamentales para desarrollar herramientas de gestión urbana operativamente viables.

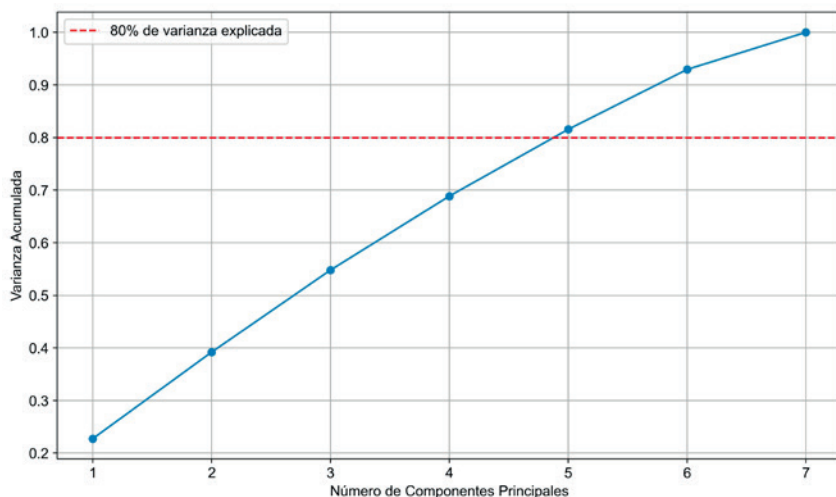


Figura 15. Varianza acumulada explicada por componentes principales.
Fuente: Elaboración propia.

Integración de hallazgos en la planificación urbana y la política pública

a) Integración en los instrumentos de planificación y regulación urbana
Los municipios deben fortalecer sus marcos normativos y de planificación para abordar explícitamente la mitigación de las ICU y la humanización del espacio público. Es esencial que los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) y los Planes Especiales de Manejo y Protección (PEMP) integren estas prioridades como determinantes ambientales y urbanísticas de superior jerarquía (Sepúlveda, 2024; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente], 2022). Esto implica reformular la planificación urbana para centrarla en las necesidades del habitante, fortaleciendo la estructura ambiental y fomentando la vida social y cultural en el espacio público [7576 S479.pdf, 5]. Los hallazgos en este estudio resaltan la necesidad de evidencia científica para apoyar estas políticas urbanas sostenibles y contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 11 (ciudades y comunidades sostenibles) y el ODS 13 (acción por el clima). La información censal espacializada a nivel de manzana puede ser una base, pero se necesita información actualizada y enfoques integrados para considerar dimensiones biofísicas, socioeconómicas y tecnológicas en el desarrollo urbano. La Política de Gestión Ambiental Urbana (PGAU) proporciona directrices y principios para el manejo ambiental sostenible en áreas urbanas (Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca y Universidad del Valle [cvc-Univalle], 2022).

b) Implementación de infraestructura verde para la mitigación de ICU
La infraestructura verde es una herramienta crucial para la humanización del entorno urbano y la mitigación de las ICU, por lo tanto, los municipios deben priorizar la creación e interconexión de espacios verdes, como parques, jar-

dines, arbolado urbano y corredores verdes. Esta estrategia no sólo mejora la calidad del aire y la biodiversidad, sino que también actúa como regulador térmico al proporcionar sombra y reducir la temperatura ambiente, mitigando el efecto de isla de calor (Sepúlveda, 2024; Gálvez, 2014). Enfoques como la selección de especies vegetales adecuadas, la creación de corredores de enfriamiento y la inclusión de elementos acuáticos son importantes para el bienestar de los residentes. Además, los resultados encontrados sugieren que la infraestructura verde puede reducir significativamente las inequidades térmicas urbanas, contribuyendo al ODS 10 (reducción de las desigualdades), antes mencionado. Ejemplos exitosos incluyen las supermanzanas de Barcelona (Morales, 2025) y los bosques de bolsillo en Santiago (Ramos, 2025). El Plan Ambiental Regional de la CVC (2015-2036) ya enfatiza la silvicultura urbana y la integración de árboles en la estructura ecológica de los centros urbanos (CVC-Univalle, 2022).

c) Promoción de espacios públicos y movilidad centrada en el humano
Se debe priorizar el diseño urbano inclusivo y accesible, centrado en las necesidades de las personas y no en los vehículos. La peatonalización de calles y la creación de espacios de encuentro son estrategias esenciales para revitalizar los centros históricos y fomentar la interacción social. Esto implica la redistribución de la carga vehicular en favor del peatón y la ampliación de espacios públicos, incorporando movilidad universal con rampas y aceras amplias. La implementación de *parklets* y la acupuntura urbana puede diversificar las actividades culturales, comerciales y deportivas en el espacio público, enriqueciendo la vida urbana (Sepúlveda, 2024). La configuración física del entorno urbano, la cobertura vegetal y la densidad constructiva son determinantes críticos de la capacidad de las ciudades para el desarrollo sostenible de manera equitativa e inclusiva (CVC-Univalle 2022).

d) Estrategias de financiamiento sostenible
Los municipios deben desarrollar esquemas de financiación y compensación para proyectos de impacto regional (DNP, 2014). Es crucial potenciar la generación de recursos propios, con énfasis en el impuesto predial, y mejorar las capacidades institucionales para la inversión de estos recursos. Se deben fomentar las alianzas público-privadas (APP) para el desarrollo de proyectos urbanos, especialmente en aglomeraciones urbanas. La nación debe incentivar el uso eficiente de las figuras de asociación interterritorial y proporcionar herramientas e incentivos (financieros, delegación de funciones, cofinanciación) para apoyar proyectos supramunicipales o subregionales (DNP, 2014). Además, la inversión forzosa de un porcentaje de ingresos (por ejemplo, al menos el 1% de los ingresos corrientes anuales para la conservación de recursos hídricos) puede apalancar la financiación de la estructura ecológica y otros programas ambientales (CVC-Univalle 2022).

e) Monitoreo, evaluación y adaptación continua
Es igualmente importante que los municipios implementen un sistema robusto de monitoreo y evaluación para seguir el progreso de las estrategias

de mitigación de ICU y adaptación al cambio climático. La aplicación integrada de sensores remotos, datos censales y análisis estadísticos avanzados a nivel de manzana urbana permite evaluar los riesgos térmicos y monitorear el cumplimiento de los ODS a nivel local. Esta metodología puede ser replicada en otros contextos urbanos. El Índice de Calidad Ambiental Urbana (ICAU) es una herramienta del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para agregar información sobre la calidad ambiental, comparar áreas urbanas y soportar decisiones de política pública (MinAmbiente, 2016). Es fundamental que los planes de ordenamiento territorial incluyan una fase de seguimiento y evaluación continua para revisar la coherencia y efectividad de las medidas implementadas, así como la identificación de cambios en temperatura y precipitación proyectados por los escenarios de cambio climático (MinAmbiente, 2022). La participación ciudadana es vital para evaluar la eficacia de los lineamientos implementados y para una adaptación continua (Sepúlveda, 2024). La tecnología, como los drones especializados, puede ser utilizada para detectar y minimizar las ICU (Infobae, 2024).

Limitaciones y alcances del estudio

Este análisis aporta elementos relevantes para comprender las islas de calor urbano en ciudades intermedias del Valle del Cauca; sin embargo, presenta ciertas limitaciones metodológicas que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, la resolución espacial de las imágenes satelitales condiciona el nivel de detalle alcanzado: mientras que Landsat, con 100 m en la banda térmica, puede subestimar variaciones microclimáticas en áreas urbanas pequeñas; Sentinel, con 10 m de resolución para el NDVI, permite un análisis más detallado de la vegetación, aunque no siempre coincide temporalmente con las adquisiciones térmicas. En segundo lugar, la cobertura temporal de las imágenes (2019–2022) no es continua ni uniforme, lo que limita la identificación de tendencias de largo plazo y la detección de fenómenos extremos como olas de calor. En tercer lugar, las variables sociodemográficas provienen del Censo Nacional de Población y Vivienda 2018, que, si bien es la fuente oficial más completa a escala de manzana urbana, presenta rezagos temporales y posibles sesgos de cobertura que restringen la representación actual de las desigualdades térmicas.

Reconocer estas limitaciones no sólo permite contextualizar los hallazgos, sino que también orienta futuras investigaciones hacia la integración de sensores con mayor resolución espacial y temporal, series de datos más extensas y fuentes sociodemográficas complementarias (registros administrativos o datos colaborativos). Estos avances contribuirán a mejorar la precisión de los diagnósticos urbanos y a consolidar herramientas más robustas para la planificación territorial sostenible y el seguimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible a escala local.

CONCLUSIONES

Las ICU en el Valle del Cauca presentan una alta variabilidad espacial, tanto en su intensidad como en su distribución, con patrones claramente diferenciados entre cabeceras urbanas que tienen implicaciones directas para el cumplimiento de múltiples ODS. La mayoría de las ciudades analizadas presentan una categoría débil de ICU, aunque en casos como Sevilla y Palmira se evidencian zonas con intensidades moderadas y fuertes, especialmente en sectores con mayor densidad edificatoria y menor cobertura vegetal, lo que compromete el logro del ODS 11 y evidencia la necesidad de intervenciones urgentes orientadas hacia la sostenibilidad urbana (UN-Habitat, 2020).

La vegetación urbana, representada por el NDVI, demuestra un efecto significativo de mitigación sobre la LST, constituyendo una solución basada en la naturaleza que contribuye simultáneamente al ODS 11 (ciudades y comunidades sostenibles), ODS 13 (acción por el clima) y ODS 15 (vida de ecosistemas terrestres) (Cohen-Shacham *et al.*, 2019). Las correlaciones negativas encontradas entre NDVI y LST, así como la importancia de esta variable en los modelos predictivos, confirman su rol regulador en la formación de ICU y su potencial como estrategia de adaptación climática urbana que puede generar cobeneficios para múltiples dimensiones del desarrollo sostenible.

Los modelos estadísticos y de aprendizaje automático permitieron identificar los factores más influyentes en la variación de la LST, contribuyendo al ODS 9 (industria, innovación e infraestructura) mediante el uso de tecnologías avanzadas para el desarrollo sostenible. El modelo Gradient Boosting arrojó el mejor desempeño ($R^2 = 0,197$), destacando a ICU, NDVI y densidad como las variables más relevantes. Aunque la capacidad explicativa es limitada, los resultados reflejan con claridad la influencia de la estructura física urbana sobre el microclima y proporcionan bases científicas sólidas para la formulación de políticas urbanas sostenibles.

Las variables sociodemográficas, particularmente las asociadas a estratos socioeconómicos bajos (estratos 1 a 3), muestran correlaciones positivas con la temperatura superficial, lo que sugiere una posible relación entre inequidad térmica y condiciones de vulnerabilidad urbana, comprometiendo el principio de *no dejar a nadie atrás* central en la Agenda 2030 y evidenciando la necesidad de enfoques de justicia climática urbana (Chakraborty *et al.*, 2019). Sin embargo, estas relaciones son menos intensas que las observadas para las variables biofísicas, lo que indica que las intervenciones basadas en infraestructura verde pueden tener efectos significativos en la reducción de inequidades térmicas urbanas, contribuyendo simultáneamente al ODS 10 (reducción de las desigualdades) y otros objetivos relacionados.

La aplicación integrada de sensores remotos, datos censales y análisis estadísticos avanzados a nivel de manzana urbana ofrece un enfoque robusto para la evaluación de riesgos térmicos urbanos que puede contribuir significativamente al monitoreo y cumplimiento de los ODS a nivel local. Esta metodología puede ser replicada en otros contextos urbanos del país y constituye una herramienta útil para la planificación territorial sostenible y

la toma de decisiones basada en evidencia, contribuyendo al desarrollo de ciudades más resilientes, inclusivas y sostenibles en consonancia con la Agenda 2030.

Los hallazgos de este estudio evidencian que el cumplimiento de los ODS en contextos urbanos requiere enfoques integrados que consideren simultáneamente las dimensiones biofísicas, socioeconómicas y tecnológicas del desarrollo urbano. La configuración física del entorno urbano, particularmente la cobertura vegetal y la densidad constructiva, emerge como un determinante crítico no sólo de la temperatura superficial, sino también de la capacidad de las ciudades para contribuir al desarrollo sostenible de manera equitativa e inclusiva.

REFERENCIAS

- Alcudia Aguilar, A., Popoca Cruz, P. E., Madrigal Gómez, J. M., Jácome-Flores, M. E., Sanaphre-Villanueva, L. y Medrano-Pérez, R. O. (2024). Evaluación del efecto isla de calor urbano y sus implicaciones en la vulnerabilidad social en Villahermosa, Tabasco, México. En R. Lemoine-Rodríguez, A. Pérez Vega y J. F. Mas (coords.), *Avances en el estudio de islas de calor urbano en América Latina* (pp. 140-180). Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad de Guanajuato. <https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/view/view.php?doc=9786073092937-Estudio-islas-calor-urbano.pdf>
- Anderson, K., Ryan, B., Sonntag, W., Kavvada, A. y Friedl, L. (2017). Earth observation in service of the 2030 Agenda for Sustainable Development. *Geo-spatial Information Science*, 20(2), 77-96. <https://doi.org/10.1080/10095020.2017.1333230>
- Chakraborty, T., Hsu, A., Manya, D. y Sheriff, G. (2019). Disproportionately higher exposure to urban heat in lower-income neighborhoods: A multi-city perspective. *Environmental Research Letters*, 14(10), 105003. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab3b99>
- Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. y Maginnis, S. (2016). *Nature-based Solutions to address global societal challenges*. IUCN.
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, Centro Internacional de Agricultura Tropical y Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente. (2015). *Identificación de zonas y formulación de propuestas para el tratamiento de islas de calor. Municipio de Santiago de Cali*. Convenio No. 110 de 2015. Informe técnico. http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/IDENTIFICACION_DE_ZONAS_Y_FORMULACION_DE_PROPUUESTAS_PARA_EL_TRATAMIENTO_DE_ISLAS_DE_CALOR-SANTIAGO_DE_CALI.pdf
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca y Universidad del Valle. (2022). *Programa de mejoramiento de los elementos naturales del espacio público y arbolado urbano*. <https://ecopedia.cvc.gov.col>

- calidad-ambiental/gestion-ambiental/programa-de-mejoramiento-de-los-elementos-naturales-del-5
- Departamento Nacional de Planeación. (2014). *Misión sistema de ciudades. Una política nacional para el sistema de ciudades colombiano con visión a largo plazo*. Puntoaparte Bookvertising.
- Departamento Nacional de Planeación. (2017). *Expansión urbana ordenada. Kit de Ordenamiento Territorial*. <https://portalterritorial.dnp.gov.co/KitOT/Content/uploads/Cartilla%20Expansion.pdf>
- Dirección de Censos y Demografía y Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2023). Censo Nacional de Población y Vivienda – CNPV – 2018. Dirección de Censos y Demografía. <https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/643>
- Elmqvist, T., Andersson, E., Frantzeskaki, N., McPhearson, T., Olsson, P., Gaffney, O., Takeuchi, K. y Folke, C. (2019). Sustainability and resilience for transformation in the urban century. *Nature Sustainability*, 2, 267-273. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0250-1>
- Eshetie, S. M. (2024). Exploring urban land surface temperature using spatial modelling techniques: a case study of Addis Ababa city, Ethiopia. *Scientific Reports*, (14), 6323. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-55121-6>
- Fernández García, F. (1996). *Manual de climatología aplicada. Clima, medio ambiente y planificación*. Editorial Síntesis.
- Gálvez, J. (2014, 24-27 de noviembre). *Criterios para la planificación y el diseño de corredores fluviales urbanos para la mitigación de la isla de calor* [Sesión de Congreso]. Congreso Nacional del Medio Ambiente. Madrid.
- Godée, W. y Lemne, H. (2023). *Vulnerable Populations and Urban Heat Islands: A Spatial Analysis of Socio-Demographic Factors and Heat Exposure in Stockholm* [Tesis de grado, KTH Royal Institute of Technology]. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1820539/FULLTEXT01.pdf>
- Herrera Vargas, N. (2017). *Implementación de Biomodelos estimativos de la calidad ecosistemática en el nevado del Cocuy al año 2030 producto del retroceso glaciar* [Tesis de especialidad, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/13658fa9-a1af-43a7-bc26-4f1b54713f8e/content>
- International Energy Agency. (2021). *The Future of Cooling in Southeast Asia*. <https://www.iea.org/reports/the-future-of-cooling-in-southeast-asia>
- Jiang, S., Yongling, Z., Lei, Z. Dominique, D., Jan, C. y Peng, J. (2024, 9-13 de diciembre). *Climate-dependent variations in biophysical controls of urban heat island and the implications for mitigation strategies* [Sesión de Congreso]. Session: Global Environmental Change / Advances in Climate Impacts and Adaptation for Urban Resiliency, Washington, D.C.
- Klopp, J. M. y Petretta, D. L. (2017). The urban sustainable development goal: Indicators, complexity and the politics of measuring cities. *Cities*, 63, 92-97. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.12.019>

- Lloyd, S. J., Quijal-Zamorano, M., Achebak, H., Hajat, S., Muttarak, R., Striessnig, E. y Ballester, J. (2023). The direct and indirect influences of interrelated regional-level sociodemographic factors on heat-attributable mortality in Europe: insights for adaptation strategies. *Environ Health Perspect*, 131(8), 87013. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37606292/>
- Maldonado, H. (s. f.). *Políticas para la Producción, Difusión y Uso de la Información Estadística Sociodemográfica*. Revista de la información básica virtual. ISSN: 1909-2466. https://sitios.dane.gov.co/revista_ib/html_r5/articulo1_r5.html
- Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H. O., Roberts, D., Skea, J., & Shukla, P. R. (2022). *Global Warming of 1.5 °C: IPCC special report on impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels in context of strengthening response to climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Cambridge University Press.
- McDonald, R. I., Mansur, A. V., Ascensão, F., Colbert, M., Crossman, K., Elmqvist, T., González, A., Güneralp, B., Haase, D., Hamann, M., Hillel, O., Huang, K., Kahnt, B., Maddox, D., Pacheco, A., Pereira, H., Seto, K., Simkin, R., Walsh, B., ... Ziter, C. (2020). Research gaps in knowledge of the impact of urban growth on biodiversity. *Nature Sustainability*, 3(1), 16-24.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2013). *Implementación Índice de Calidad Ambiental Urbana – ICAU*. Circular 8000-2-34415. Colombia. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Circular-8000-2-34415-de-2013.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). *Orientaciones para la definición y actualización de las determinantes ambientales por parte de las autoridades ambientales y su incorporación en los planes de ordenamiento territorial*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2025/06/20250616_CARTILLA-6_DETERMINANTES-AMBIENTALES-2024.pdf
- Morales Flores, P. (2025). *La incidencia de las actuaciones de pacificación viaria en la consolidación del capital social. La experiencia de la Supermanzana de Sant Antoni en Barcelona* [Tesis de doctorado, Universitat Politècnica de Catalunya]. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.5821/dissertation-2117-440623>
- Newsroom Infobae. (28 de agosto de 2024). *Desarrollan drones especiales para detectar y minimizar las islas de calor urbano*. Infobae. <https://www.infobae.com/america/agencias/2024/08/28/desarrollan-drones-especiales-para-detectar-y-minimizar-las-islas-de-calor-urbano/>
- Paganini, M., Petiteville, I., Ward, S., Dyke, G., Steventon, M., Harry, J. y Kerblat, F. (Eds). (2018). *Satellite earth observations in support of the sustainable development goals*. European Space Agency.
- Pettorelli, N., Schulte to Bühne, H., Tulloch, A., Dubois, G., Macinnis-Ng, C., Queirós, A. M., Keith, D. A., Wegmann, M., Schrodt, F., Stellmes,

- M., Sonnenschein, R., Geller, G. N., Roy, S., Somers, B., Murray, N., Bland, L., Geizendorffer, I., Kerr, J. T., Broszeit, S., ... Nicholson, E. (2017). Satellite remote sensing of ecosystem functions: opportunities, challenges and way forward. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 4(2), 71-93. <https://doi.org/10.1002/rse2.59>
- Preciado Vargas, M. y Aldana Olave, A. (2011). Análisis de presencia de islas de calor en Santiago de Cali empleando técnicas de teledetección. *Ventana Informática*, (24), 95-114. <https://doi.org/10.30554/ventanainform.24.162.2011>
- Ramos-Hajna, F. (2025). *Como se debe actuar para disminuir el efecto de las islas de calor urbano*. El Mercurio de Chile. https://noticias.unab.cl/assets/uploads/2025/01/5675422_4217254.pdf
- Rezaei Rad, H., Khodaei, Z. y Mehdi Ghiai, M. (2023). The impact of building height on microclimate characteristic of urban open spaces (Case study: Narmak neighborhood). *International Journal of Architectural Engineering & Urban Planning*, 33(4), 1-13. <https://ijaup.iust.ac.ir/article-1-779-en.pdf>
- Rosenzweig, C., Solecki, W., Romero-Lankao, P., Mehrotra, S., Dhakal, S. e Ibrahim, S. A. (Eds.). (2018). *Climate Change and Cities: Second assessment report of the urban climate change research network*. Cambridge University Press.
- Salameh, M., Elkhazindar, A. & Touqan, B. (2023). The effect of building height on thermal properties and comfort of a housing project in the hot arid climate of the UAE. *Frontiers in Built Environment*, 9, 1174147. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2023.1174147>
- Santamouris, M. (2020). Recent progress on urban overheating and heat island research. Integrated assessment of the energy, environmental, vulnerability and health impact. Synergies with the global climate change. *Energy and Buildings*, 207, 109482. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109482>
- Santana Rodríguez, L. M. y Vásquez Sánchez, J. (2002). Características geográficas del departamento del Valle del Cauca. *Entorno Geográfico*, (1). <https://doi.org/10.25100/eg.v0i1.3556>
- Santana, L., Escobar, L. y Capote, P. (2010). Estimación de un índice de calidad ambiental urbano, a partir de imágenes de satélite. *Revista de Geografía Norte Grande*, (45), 77-95. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022010000100006>
- Sepúlveda Valencia, A. (2024). *Lineamientos de diseño urbano para la humanización del espacio público en el centro histórico de Santiago de Cali*. [Tesis de maestría, Universidad del Valle]. <https://hdl.handle.net/10893/30945>
- Soto-Estrada, E. (2019). Estimación de la isla de calor urbana en Medellín, Colombia. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 35(2), 421-434. <https://doi.org/10.20937/rica.2019.35.02.13>
- Stacey, D. (2025). *Los médicos revisan la gestión del covid-19 en Colombia: "No estamos preparados para otra pandemia"*. El País. <https://elpais.com/america-colombia/2025-03-16/los-medicos-revisan-la->

gestion-del-covid-19-en-colombia-no-estamos-preparados-para-otra-pandemia.html

- UN-Habitat. (2020). *World cities report 2020: The value of sustainable urbanization*. United Nations Human Settlements Programme. https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/10/wcr_2020_report.pdf
- United Nations. (2023). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- Watts, N., Amann, M., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Beagley, J., Belesova, K., Boykoff, M., Byass, P., Cai, W., Campbell-Lendrum, D., Capstick, S., Chambers, J., Coleman, S., Dalin, C., Daly, M., Dasandi, N., Dasgupta, S., Davies, M., Di Napoli, C., ... Costello, A. (2020). The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises. *Lancet*, 397(10269), 129-170. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32290-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32290-X)
- Yoo, S. (2018). Investigating important urban characteristics in the formation of urban heat islands: a machine learning approach. *Journal of Big Data* 5(2). <https://doi.org/10.1186/s40537-018-0113-z>

TERCER EJE:

SEGREGACIÓN URBANA

URBANIZACIÓN Y SEGREGACIÓN RESIDENCIAL DE LA POBREZA EN MEXICALI, 2010: UN ANÁLISIS ESPACIAL

Oswaldo Leyva Camacho
Raúl Holguín Ávila
Herman Barrera Mejía

Resumen

En el contexto de fragmentación urbana y desigualdad en México, este estudio analiza los patrones espaciales de la segregación residencial asociados a la pobreza en Mexicali, Baja California, México. Utilizando datos del Censo de Población y Vivienda 2010 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y Sistemas de Información Geográfica (SIG), se clasificaron los hogares mediante Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) y se midió la segregación con un índice espacial multigrupo y análisis de *lacunarity* a múltiples escalas. Los resultados clave indican una alta prevalencia de NBI (>60%) y una fuerte correlación positiva entre el nivel de NBI y la intensidad de la segregación. Los hogares con mayores carencias (NBI4+) mostraron alta segregación y agrupamiento espacial, confirmado por *lacunarity*, contrastando con la baja segregación y dispersión de hogares sin carencias (NBS/NBI1). El valor del trabajo reside en la aplicación de métodos de estadística espacial al análisis de la pobreza, generando una línea base detallada de la desigualdad socio residencial en una ciudad fronteriza. Se concluye que existe una significativa estratificación espacial vinculada a la pobreza en Mexicali, subrayando el aislamiento de los grupos más vulnerables y demostrando la utilidad del análisis espacial para informar una planificación urbana más equitativa.

Palabras clave: Segregación residencial, índice de segregación, análisis de *lacunarity*, pobreza urbana.

Urbanization and residential segregation of poverty in Mexicali, 2010: a spatial analysis

Abstract

In the context of urban fragmentation and inequality in Mexico, this study analyzes the spatial patterns of residential segregation associated with poverty in Mexicali, Baja California, Mexico. Using data from the 2010 Population and Housing Census by the National Institute of Statistics and Geography (INEGI) and Geographic Information Systems (GIS), households were classified according to Unsatisfied Basic Needs (UBN), and segregation was measured using a multi-group spatial index and multi-scale lacunarity analysis. Key results indicate a high prevalence of UBN (>60%) and a strong positive correlation between the level of UBN and the intensity of spatial segregation. Households with the greatest deprivation (UBN4+) showed high segregation and spatial clustering, confirmed by lacunarity, contrasting sharply with the low segregation and dispersion of households without UBN (UBS) or with only one (UBN1). The value of this work lies in the application of spatial statistical methods to poverty analysis, generating a detailed baseline of socio-residential inequality in a border city. It concludes that there is significant spatial stratification linked to poverty in Mexicali, highlighting the isolation of the most vulnerable groups and demonstrating the usefulness of spatial analysis to inform more equitable urban planning.

Keywords: Residential segregation, segregation index, lacunarity analysis, urban poverty.

INTRODUCCIÓN

Los factores socioeconómicos ejercen una influencia primordial y transversal en la configuración del espacio urbano, operando a través de mecanismos como los mercados de suelo, las políticas de vivienda, las preferencias residenciales y, en ocasiones, la discriminación. Estas fuerzas actúan como motores que impulsan a diversos grupos poblacionales a buscar la separación o el aislamiento, modelando así las distintas formas de apropiarse y utilizar el territorio (Aparicio Moreno *et al.*, 2011).

En este sentido, Aparicio Moreno *et al.* (2011) señalan la intrincada relación entre los elementos que impulsan la diversificación y la división del espacio urbano. Identifican la dimensión económica –intrínsecamente vinculada con la producción y reproducción de la desigualdad–, el aspecto colectivo, asociado a las formas de segregación que emergen de las dinámicas e identidades grupales, y la resultante distribución territorial que a menudo genera la fragmentación física y funcional de la ciudad. Estos procesos interconectados están determinados por la acción, intencionada o no, de distintos grupos sociales que desarrollan y refuerzan un sentido de pertenencia o exclusión respecto a los beneficios y oportunidades inherentes a la vida urbana.

La literatura especializada subraya la profunda transformación experimentada por las ciudades latinoamericanas en las últimas décadas, impulsada por factores como la globalización económica, la implementación de políticas neoliberales y la creciente preocupación por la seguridad entre ciertos estratos sociales (Aparicio Moreno *et al.*, 2011; Valdés y Koch, 2009). Se observa una transición desde un modelo de ciudad relativamente compacta, característico de la segregación tradicional, hacia un modelo urbano más disperso y fragmentado. En este nuevo paradigma, las élites económicas a menudo se desplazan hacia la periferia, estableciendo nuevos subcentros urbanos y enclaves residenciales exclusivos de acceso controlado; mientras que los grupos de menores recursos son frecuentemente relegados a zonas periurbanas, incrementando significativamente las distancias, tiempos y costos de acceso a empleos formales y servicios básicos.

La década de 2010 representa un periodo crucial para el estudio de la urbanización y sus repercusiones socioeconómicas, particularmente en las ciudades de la frontera norte de México (La Botz, 1994; Garcia y Mello, 2023). Este lapso se distinguió por un significativo incremento del desarrollo inmobiliario y una notable expansión de la actividad maquiladora, fenómenos impulsados en gran medida por la consolidación del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) (Brannon y James, 1994; Hansen, 2020). La afluencia poblacional atraída por el empleo en las maquiladoras a menudo superó la capacidad de desarrollo de vivienda adecuada y servicios urbanos básicos, contribuyendo a la expansión de asentamientos informales y al reforzamiento de las divisiones espaciales preexistentes, planteando así desafíos considerables en planificación y gestión urbana e intensificando la segregación residencial.

En el contexto mexicano más amplio de esa década, la urbanización se caracterizaba por su rapidez y, en ocasiones, por un carácter desordenado, influenciado por la especulación inmobiliaria y una limitada capacidad institucional de las autoridades locales para gestionar eficazmente los complejos asuntos urbanos (Mier y Terán *et al.*, 2012). En las ciudades de la frontera norte, el crecimiento previo propició un modelo económico centrado en actividades primarias y, sobre todo, terciarias (servicios y comercio), fuertemente vinculado a la industria maquiladora y atrayendo importantes flujos migratorios (Allegra *et al.*, 2012; Barrera *et al.*, 2020). Estas ciudades se distinguían por su orientación funcional hacia el mercado estadounidense y una estructura urbana profundamente influenciada por el contexto transfronterizo de producción y servicios compartidos (Ranfla González *et al.*, 2015).

En el caso específico de Mexicali, para el año 2010, la economía se sustentaba fuertemente en la industria de exportación, con patrones de consumo similares a los de su vecino del norte. No obstante, la ciudad experimentaba una creciente dispersión espacial, producto de una estructura urbana desequilibrada. Ésta se caracterizaba por una escasa diversificación económica, haciéndola vulnerable a ciclos económicos externos, y por ofrecer oportunidades limitadas para un desarrollo regional más equitativo y trayectorias de movilidad social ascendente para amplios sectores de la población (Leyva-Camacho *et al.*, 2010).

Dicho desequilibrio estructural en Mexicali se manifestaba concretamente en una provisión irregular y, en ciertas zonas, un notable deterioro de la infraestructura, el equipamiento y servicios urbanos básicos (agua potable, saneamiento, pavimentación, espacios públicos). Además, era palpable una marcada división socioespacial de la ciudad y una fragmentación funcional de los mercados locales y regionales, elementos clave para comprender cómo se configura y reproduce la desigualdad en el territorio (Leyva-Camacho *et al.*, 2010).

El análisis de la segregación residencial, con extensa tradición en estudios territoriales, se entiende como un fenómeno multidimensional vinculado a las desigualdades sociales que no sólo se manifiesta, sino que también se refuerza a través de la organización del espacio. Las zonas residenciales segregadas pueden facilitar la perpetuación de las posiciones de clase y la desigualdad de oportunidades, en parte mediante la concentración de ventajas o desventajas y la influencia del entorno en las redes sociales, el acceso a servicios de calidad diferenciada y la exposición a distintos estilos de vida (Valdés y Koch, 2009).

Si bien autores como Sabatini (2006) argumentan que la segregación no debe considerarse únicamente como un problema –reconociendo que puede tener aspectos positivos como la formación de redes de apoyo intragrupal o la preservación de identidades culturales–, su expresión territorial es parte ineludible de la realidad social y sus consecuencias negativas asociadas a la inequidad y la exclusión suelen ser el foco principal de la investigación y la política urbana. El espacio adquiere así un significado social profundo al cumplir diversas funciones en los procesos sociales (socialización, control, acceso) y manifestarse en diferentes escalas geográficas, desde el entorno inmediato hasta la estructura metropolitana completa (Owens, 2019). Además, como señalan Mier y Terán *et al.* (2012), la baja integración laboral, económica y social en las ciudades tiende a intensificar la segregación, dificultando el acceso a los activos del capital social y pudiendo aislar socialmente a los sectores más desfavorecidos.

Un enfoque relevante para medir la pobreza, condición estrechamente ligada a ciertas formas de segregación, consiste en observar sus diversas manifestaciones espaciales, no sólo económicas sino también políticas y sociales (Fallatah *et al.*, 2019; Fernández *et al.*, 2022). La literatura especializada distingue principalmente dos propuestas metodológicas: una basada en el análisis del ingreso monetario y su comparación con umbrales de pobreza, y otra centrada en la identificación directa de la insatisfacción de un conjunto de necesidades humanas básicas, información usualmente captada a través de los censos de población y vivienda (Schuschny y Gallopín, 2004; Fuentes *et al.*, 2018).

Para el análisis de la población urbana en situación de pobreza y su distribución territorial, se recomienda frecuentemente adoptar un enfoque que priorice la distribución de recursos, el acceso a servicios y las condiciones de habitabilidad por encima del mero ingreso monetario. Este enfoque multidimensional resalta cómo los individuos y hogares desarrollan sus trayectorias de vida en el territorio concreto, basándose en sus prácticas

cotidianas, capitales disponibles, tradiciones y cultura (Guzmán Ramírez y Frausto Vargas, 2012; Mier y Terán *et al.*, 2012), dando forma a paisajes urbanos que reflejan vívidamente la desigualdad, la segregación y la fragmentación en la vida diaria.

El método de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), desarrollado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) a principios de los ochenta, propuso precisamente identificar carencias en dimensiones fundamentales del bienestar, evaluando el cumplimiento de un conjunto de necesidades esenciales con niveles mínimos considerados socialmente aceptables (Figura 1).

Necesidades básicas	Tipo de carencia	Variables censales
Acceso a la vivienda	Calidad de la vivienda	Materiales de construcción utilizados en piso, paredes y techo.
	Hacinamiento	Número de personas que habitan cuartos que no sean baño o cocina.
Acceso a servicios sanitarios	Disponibilidad de agua potable	Tipo de fuente de abastecimiento de agua en la vivienda.
	Sistema de eliminación de excretas	Tipo de sistema y disponibilidad de servicio sanitario.
Acceso a la educación	Asistencia de niños en edad escolar a establecimiento educativo	Presencia de al menos un niño en edad escolar (6 a 14) que no asista a la escuela.
Capacidad económica	Probabilidad de insuficiencia de ingresos del hogar	Utiliza la edad de los miembros del hogar, el último nivel educativo aprobado, el número de personas en el hogar y la condición de actividad (este indicador pretende reflejar la "probabilidad" de generar ingresos con que cuenta el hogar).

Figura 1. Indicadores NBI.
Fuente: Elaboración propia.

Según Guzmán Ramírez y Frausto Vargas (2012), este indicador se construye identificando déficits mediante variables censales que miden la situación de satisfacción respecto a umbrales predefinidos para una vida digna.

Como se indicó, el método NBI se fundamenta en información censal. En la mayoría de los censos latinoamericanos, las dimensiones comúnmente incluidas se refieren al acceso a una vivienda con materiales adecuados y sin hacinamiento crítico, disponibilidad de servicios básicos como agua potable y saneamiento adecuado, acceso a educación básica (asistencia escolar y nivel educativo del jefe o jefa de hogar) y una capacidad económica mínima del hogar, usualmente medida de forma indirecta a través de la tasa de dependencia económica (Feres y Mancero, 2001; Schuschny y Gallopín, 2004).

Operacionalmente, la segregación residencial se refiere a la distribución desigual de distintos grupos de población en el espacio urbano. Aunque puede analizarse según diversas características (etnia, religión, ciclo de vida), en este contexto se enfoca en la dimensión socioeconómica (Rodríguez Vignoli, 2001; Sabatini, 2006). Esta definición abarca la distribución desigual de los grupos, como su grado de exposición o aislamiento relativo, y el acceso diferenciado a recursos materiales, institucionales y simbólicos, así como el nivel de interacción social potencial entre grupos que residen en distintas áreas.

Como se ha mencionado, los índices de segregación buscan reflejar el grado en que la distribución espacial observada de los grupos se

desvía de un patrón de referencia, usualmente la distribución homogénea (ausencia de segregación) o, en el otro extremo, la separación total (máxima segregación), tal como ilustra conceptualmente la Figura 2 (Rodríguez Vignoli, 2001). La elección del índice adecuado depende de la dimensión de la segregación que se quiera medir (uniformidad, exposición, concentración, centralización, agrupamiento).

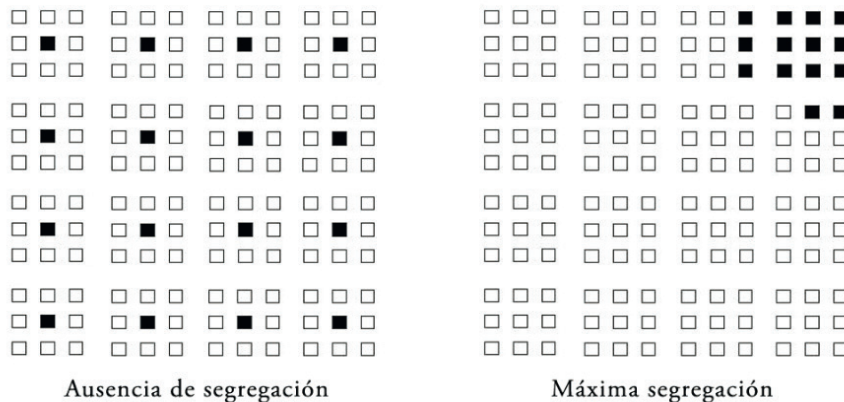


Figura 2: Distribución espacial de un grupo con ausencia y máxima segregación.
Fuente: Rodríguez Vignoli (2001).

En la actualidad, coexisten dos enfoques predominantes para la medición empírica de la segregación. Por un lado, los índices tradicionales, mayormente no espaciales, que miden principalmente la dimensión de uniformidad (como el índice de disimilitud) y surgieron en los años cuarenta. Por otro lado, un conjunto de métodos basados en la estadística espacial y herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permiten incorporar explícitamente la dimensión geográfica y analizar patrones de agrupamiento, proximidad y escala.

Garrocho y Campos-Alanís (2013) señalan que los índices no espaciales, aunque son útiles para hacer comparaciones históricas, presentan limitaciones significativas. Entre ellas destacan el Problema de la Unidad Espacial Modificable (MAUP), donde los resultados pueden variar drásticamente según la escala o la delimitación de las unidades de análisis (por ejemplo, Área Geoestadística Básica AGEB vs manzanas), y el “problema del tablero de ajedrez”, ya que ignoran la proximidad espacial entre unidades con composiciones similares o diferentes. Adicionalmente, no informan sobre la distancia física entre áreas segregadas y dependen fuertemente de la fiabilidad estadística de los datos en cada unidad.

Para superar estas limitaciones, se han desarrollado y adaptado métodos espaciales, incluyendo técnicas cartográficas y multiescalares (Gómez, 2011; Tocarruncho, 2020). Algunas de éstas, como los fractales y la *lacunarity*, provienen de la ecología del paisaje y se han aplicado a las ciencias sociales para describir la complejidad y heterogeneidad de patrones espaciales urbanos (Barros Filho y Sobreira, 2005; Barros Filho y Sobreira, 2008).

La *lacunarity*, en particular, mide la rugosidad o falta de homogeneidad de un patrón espacial a diferentes escalas. Cuantifica cómo los vacíos o lagunas se distribuyen en el espacio, dependiendo de la proporción del área ocupada por un fenómeno y de la escala de observación. Su naturaleza multiescalar es crucial, ya que permite revelar cómo la percepción de la aglomeración o dispersión cambia al observar el patrón con diferentes ventanas de análisis. En estudios urbanos, se usa para analizar la heterogeneidad espacial y la asociación entre la distribución de grupos socioeconómicos y la morfología urbana (Dale, 2000; do Eirado Amorim *et al.*, 2014).

El cálculo, siguiendo a Plotnick *et al.* (1996), a menudo implica deslizar una ventana de análisis de tamaño variable ($r \times r$) sobre un mapa (por ejemplo, de la distribución de hogares con NBI). Se calcula la masa (S , suma de valores o cuenta de píxeles de interés) dentro de la ventana en cada posición. La distribución de frecuencias de estas masas, $n(S,r)$, y su correspondiente distribución de probabilidad, $Q(S,r)$, permiten calcular la *lacunarity* para cada tamaño de ventana (escala r).

La interpretación de la *lacunarity* se relaciona con la textura espacial: valores bajos indican homogeneidad (vacíos de tamaño similar, distribuidos regularmente) a una escala dada, mientras que valores altos señalan heterogeneidad (vacíos de tamaños variables, distribución irregular o agrupada). Una *lacunarity* alta podría sugerir un tejido urbano fragmentado con barreras o discontinuidades significativas entre las áreas ocupadas por un grupo, impactando potencialmente el acceso a oportunidades o la cohesión social. La forma en que la *lacunarity* cambia con la escala (el tamaño de la ventana r) proporciona información adicional sobre la estructura espacial dominante.

Según Escolano (2007), distintos modelos teóricos de distribución urbana (central, sectorial, disperso, periférico) generan curvas de *lacunarity* características al variar la escala lo que permite comparar los patrones observados empíricamente con estos modelos teóricos e inferir sobre la naturaleza de la distribución espacial analizada.

La mayoría de la literatura coincide en que medir la segregación es relevante para comprender y transformar la realidad urbana (Wolf *et al.*, 2021). Sin embargo, esta medición exige tomar decisiones metodológicas explícitas y fundamentadas que influirán directamente en los resultados. Estas decisiones incluyen la definición operativa de los grupos sociales a comparar, la elección de las medidas estadísticas (índices o métodos espaciales) más adecuadas para capturar la dimensión de interés, así como la determinación de las escalas espaciales y las unidades geográficas de análisis apropiadas para el fenómeno estudiado (Rodríguez Merkel, 2012). Estas elecciones no son meramente técnicas, sino que configuran la comprensión misma de la segregación, afectando qué grupos se identifican como segregados, con qué intensidad y a qué nivel espacial, lo cual tiene implicaciones directas para el diagnóstico y las recomendaciones de política pública.

En este marco conceptual y metodológico, el análisis que sigue se enfoca en la segregación residencial urbana en Mexicali durante 2010. Se busca aplicar una metodología de análisis espacial utilizando SIG para iden-

tificar patrones de segregación socioeconómica que reflejen las condiciones de desigualdad generadas por el proceso de urbanización específico de esta ciudad fronteriza.

La metodología empleó el método de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) con datos del Censo de Población y Vivienda 2010, para identificar y localizar hogares en situación de pobreza. Posteriormente, se calculó un índice de segregación multigrupo donde x_i representa a la población del grupo de interés en la sección censal i , X es la población total del grupo de interés en la ciudad; t_i es la población total en la sección censal i , y T es la población total de la ciudad, y n es el número de secciones censales de la ciudad. Este cálculo se realizó utilizando datos desagregados a nivel manzana y también agregándolos por Área Geoestadística Básica (AGEB) para explorar la segregación a distintas escalas geográficas.

$$IS = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left| \frac{x_i}{X} - \frac{t_i - x_i}{T - X} \right| \quad 0 \leq IS \leq 1$$

La elección del NBI se justifica por su eficacia, señalada por Schuschny y Gallopín (2004), para localizar geográficamente las carencias de la población, actuando como una herramienta valiosa para la caracterización espacial de la pobreza. Además, este método es espacialmente relevante al basarse en variables censales frecuentemente disponibles a escalas geográficas finas (como la manzana), capturando dimensiones tangibles de la privación directamente observables en el entorno urbano y pertinentes para la planificación, como la vivienda, servicios, educación y capacidad económica.

Se adopta aquí el índice NBI como una medida multidimensional que permite identificar patrones de concentración espacial de distintos estratos de la población según sus carencias socioeconómicas, enfoque que se alinea con la propuesta de Baires (2006). Para cuantificar la segregación diferencial de los hogares urbanos según su grado de privación, el análisis clasificó a los hogares en los cinco grupos o estratos definidos por el método NBI (NBI, NBI1, NBI2, NBI3 y NBI4+, indicando hogares con 0, 1, 2, 3, y 4 o más necesidades insatisfechas, respectivamente).

Las variables censales requeridas para construir estos estratos se extrajeron del Censo de Población y Vivienda 2010 (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2010). La información fue procesada y agregada a dos niveles espaciales principales: el nivel de manzana, para permitir análisis espaciales de alta resolución (como la rasterización y el cálculo de *lacunarity*), y el nivel AGEB, para posibilitar la presentación de resultados y el cómputo de índices en unidades administrativas más estables y comúnmente utilizadas.

Un aspecto metodológico importante fue la construcción de la variable *ad hoc* denominada Capacidad Económica (CAPECO). Ante la ausencia de datos censales fiables y públicamente disponibles sobre el ingreso de los hogares a nivel de manzana o AGEB para el año 2010, se siguió la recomendación de Schuschny y Gallopín (2004) de utilizar la insatisfacción

de ciertas necesidades básicas como un indicador proxy de la dimensión económica de la pobreza. Si bien es una aproximación condicionada por las limitaciones de los datos, permitió incorporar una dimensión crucial de la capacidad económica, basada en condiciones materiales de vida, dentro del análisis multidimensional de la pobreza y la segregación.

Para el procesamiento y análisis espacial de la distribución de los hogares clasificados por NBI, se adaptó y utilizó una herramienta desarrollada por Dong (2009) para el software ArcGis 9.3. Aunque esta herramienta fue originalmente creada para estimar la segregación residencial étnica en Houston, su lógica subyacente para analizar la distribución espacial, la proximidad y los patrones para reunir grupos poblacionales distintos es directamente aplicable al estudio de la segregación socioeconómica basada en los estratos de NBI.

El flujo de trabajo geoespacial implicó, en primer lugar, la conversión de los datos censales vectoriales (originalmente asociados a polígonos de manzanas) a un formato ráster (cuadrícula). Esta rasterización se realizó generando *grids* con tres resoluciones espaciales distintas: 25x25 metros, 50x50 metros y 100x100 metros por píxel. El uso de múltiples resoluciones fue fundamental para investigar la dependencia de la escala en los patrones de segregación observados, es decir, cómo la percepción del agrupamiento o la dispersión puede variar según el nivel de detalle espacial considerado.

Sobre estas cuadrículas rasterizadas se efectuaron los cálculos de vecindad, descritos como basados en un modelo binario (lo que podría implicar una simplificación de los estratos NBI, por ejemplo, contrastando hogares con NBI vs. sin NBI, o la presencia/ausencia de hogares por encima de cierto umbral de NBI en cada píxel). Finalmente, los resultados de estos análisis espaciales a nivel de píxel o *grid* fueron reagrupados para calcular el índice de segregación también a nivel AGEB vinculando así los hallazgos del análisis espacial detallado con las unidades administrativas de referencia.

Asimismo, se implementó un procedimiento crucial para asegurar la robustez de los análisis espaciales basados en vecindad: el manejo de los bordes del área de estudio. Se delimitaron y restringieron explícitamente las áreas sin datos censales o fuera de la mancha urbana consolidada mediante la aplicación de un polígono de contorno o una máscara ráster. Este enmascaramiento evita que las ventanas móviles utilizadas en los cálculos de vecindad (como en *lacunarity* o para definir entornos locales) se extiendan más allá del área de interés e incluyan píxeles sin información válida (NoData). Ignorar este paso podía introducir sesgos significativos (efectos de borde), especialmente cerca de los límites del área de estudio, al subestimar artificialmente las densidades o heterogeneidades locales. Por lo tanto, este procedimiento contribuyó a disminuir inconsistencias y a aumentar la fiabilidad de los resultados de las estadísticas espaciales calculadas.

Complementando el índice de segregación, se empleó el análisis de *lacunarity* sobre las distribuciones rasterizadas de hogares con NBI a las diferentes resoluciones. Esta técnica permitió una caracterización más profunda de la textura espacial de la segregación, cuantificando la hetero-

geneidad y el grado de fragmentación del patrón de distribución a múltiples escalas. Los resultados de la *lacunarity* (Figura 3) ofrecen una visión complementaria sobre cómo se organiza espacialmente la pobreza urbana en Mexicali, más allá de lo que captura un único índice de segregación.

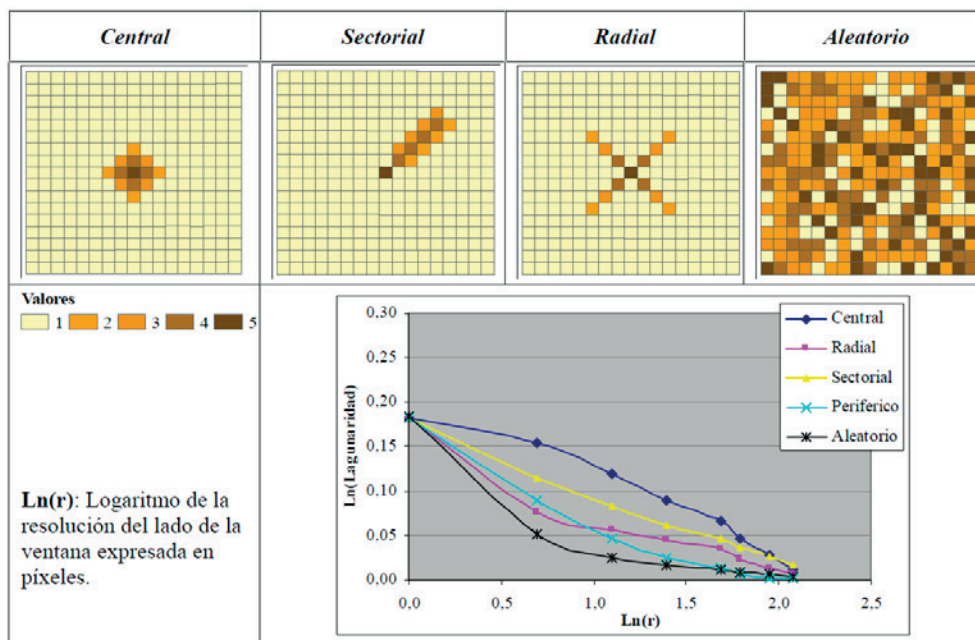


Figura 3: Distribuciones espaciales y diagramas de *lacunarity*. Fuente: Escolano (2007)

La pertinencia de centrar el estudio en 2010 radica en su capacidad para establecer una línea de base histórica detallada y robusta. El Censo de Población y Vivienda del INEGI de ese año ofrece un registro exhaustivo y geográficamente preciso, permitiendo vincular los patrones de segregación con los procesos socioeconómicos y urbanos específicos de ese momento.

Comprender esta situación de 2010 es esencial no sólo como registro histórico, sino también para interpretar las transformaciones urbanas subsecuentes y evaluar el impacto a largo plazo de las políticas implementadas desde entonces. Este enfoque temporal establece un antecedente valioso para investigar correlaciones con cambios posteriores y proporciona un marco analítico sólido para estudios comparativos y longitudinales. Además, el análisis evidencia necesidades específicas en planificación, vivienda y programas sociales que existían en ese momento, cruciales para evaluar la trayectoria de la ciudad.

Esta investigación contribuye significativamente al ejercicio de la planificación urbana al proporcionar información empírica detallada y espacialmente explícita sobre los patrones de segregación de la pobreza en Mexicali. Identifica y cuantifica la segregación mediante metodologías rigurosas, permitiendo a los planificadores y actores locales reconocer con precisión su magnitud, localización y características espaciales.

La revelación de la distribución geográfica de hogares con NBI es directamente aplicable para la toma de decisiones, permitiendo focalizar intervenciones y priorizar la asignación de recursos públicos para, por ejemplo, invertir en infraestructura, equipamiento y servicios sociales, en las áreas que presentan mayores niveles de carencia y aislamiento, buscando así reducir las disparidades socioespaciales existentes.

Además, la comprensión profunda de estos patrones espaciales de segregación informa críticamente el diseño y la evaluación de políticas de suelo urbano y vivienda. Permite valorar si las estrategias actuales contribuyen a mitigar o exacerbar la segregación y fundamenta el desarrollo de nuevas aproximaciones orientadas a promover una mayor mezcla social, garantizar el acceso equitativo a la ciudad y evitar la consolidación de enclaves de pobreza. Subraya también la importancia de integrar la dimensión espacial en la planificación sectorial de infraestructura y servicios.

Metodológicamente, el enfoque adoptado, que combina el análisis de necesidades básicas con índices de segregación y técnicas de estadística espacial como la *lacunarity* mediante SIG, ofrece un modelo robusto y replicable para el estudio de la segregación en otros contextos urbanos. Finalmente, al centrarse en Mexicali, este trabajo proporciona un diagnóstico contextualizado indispensable para orientar las acciones de planificación local hacia la construcción de una ciudad más justa, equitativa e inclusiva.

RESULTADOS: DISTRIBUCIÓN DE LA POBREZA Y PATRONES DE SEGREGACIÓN EN MEXICALI, 2010

El análisis de los datos para el año 2010 revela características demográficas y socioespaciales significativas para la ciudad de Mexicali. La población residente ascendía a 724 881 habitantes, distribuidos de manera desigual sobre una superficie urbana de 11 379.43 hectáreas (Figura 4). Esto arroja una densidad bruta promedio de 63.7 habitantes por hectárea, una cifra que, si bien proporciona una referencia general, enmascara una considerable variación interna, reflejando un tejido urbano heterogéneo con zonas de baja densidad potencialmente asociadas a expansión urbana y otras de alta concentración. Este contexto demográfico y de ocupación del suelo es esencial para interpretar los patrones de segregación residencial y pobreza.

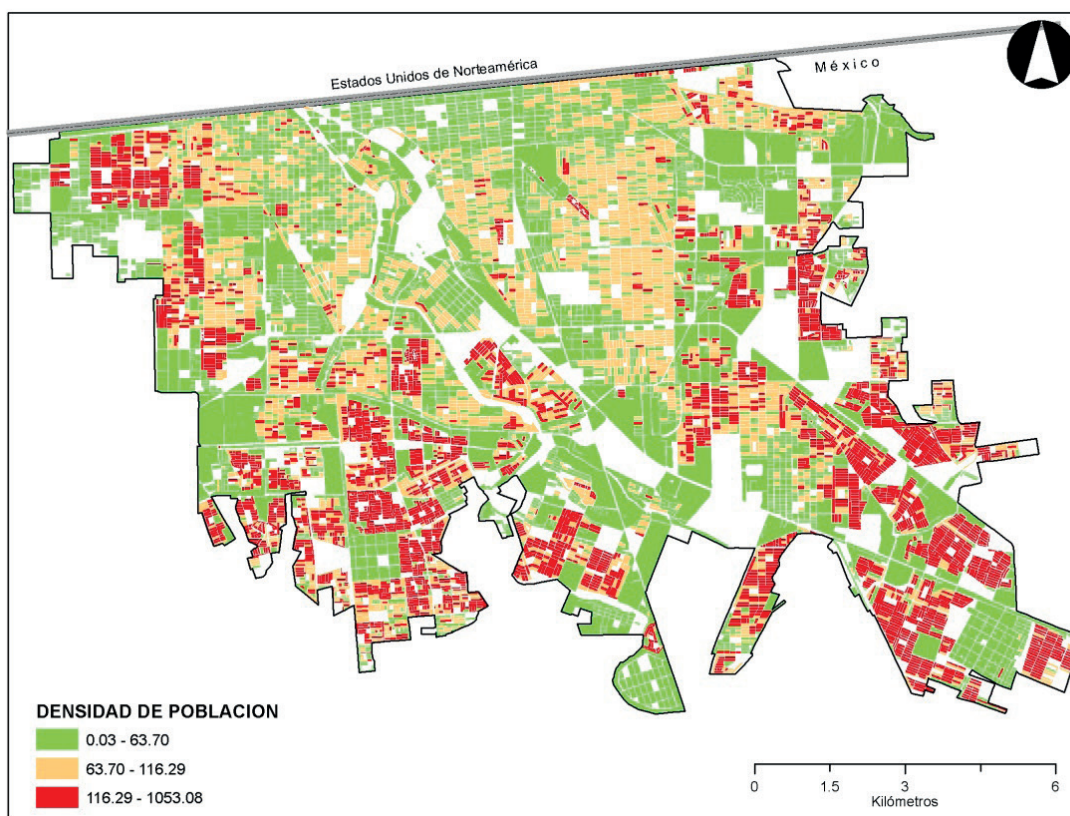


Figura 4: Concentración de las densidades de población en Mexicali, 2010.
Fuente: Elaboración propia a partir del Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI, 2010).

La distribución de la población en el territorio confirma esta heterogeneidad. Se observa una notable concentración demográfica: casi la mitad de los habitantes 49.42% residían en apenas el 20.56% de la superficie urbana total, correspondiente a áreas clasificadas como de alta densidad bruta (superiores a 116 Hab/Ha), significativamente por encima del promedio de la ciudad. En contraste, las zonas de densidad media albergaban al 31.6% de los residentes en el 25.1% del territorio. Notablemente, la mayor parte de la superficie urbana 59.16% correspondía a zonas de baja densidad, donde residía únicamente el 18.93% de la población, en áreas con densidades inferiores a la media de la ciudad, sugiriendo patrones de ocupación extensiva o periférica.

En cuanto a la incidencia de la pobreza medida a través del método NBI, se encontró que una proporción mayoritaria de los hogares mexicalenses experimentaba al menos una carencia básica en 2010. Como se mencionó, los hogares con una o más NBI se clasifican en situación de pobreza, con distintos grados de intensidad. Los resultados indican que sólo el 39.12% de los hogares satisfacían todas sus necesidades básicas (NBS) en ese año. Por consiguiente, el 60.88% restante presentaba algún nivel de carencia (Figura 5). Dentro de este último grupo, el 27.57% de todos

los hogares de la ciudad tenía exactamente una carencia (NBI1), el 16.33% presentaba dos (NBI2) y el 15.64% acumulaba tres o más carencias básicas (NBI3 y NBI4+).

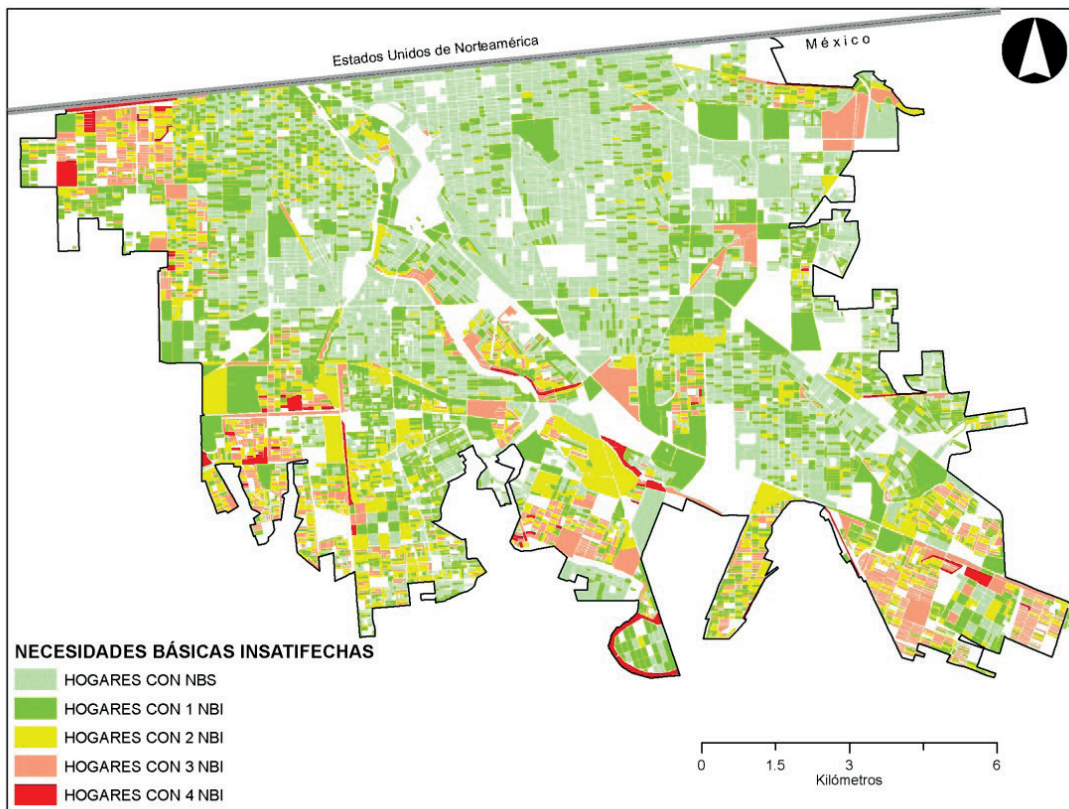


Figura 5: Distribución de hogares por NBI en Mexicali, 2010
Fuente: Elaboración propia a partir del Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI, 2010).

El análisis del índice de segregación espacial calculado (Figura 6) reveló patrones claramente diferenciados según el número de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) de los hogares.

ISeg NBS	0.059954
ISeg NBI1	0.02103
ISeg NBI2	0.149452
ISeg NBI3	0.285136
ISeg NBI4	0.447157

Figura 6: Índices de segregación por NBI.
Fuente: Elaboración propia a partir del Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI, 2010) y Dong *et al.* (2019).

Se observaron bajos niveles de segregación espacial para los hogares sin carencias (NBS) y aquellos con una sola carencia (NBI1). Estos resultados indican que la composición socioeconómica de los entornos locales donde residen estos grupos es, en promedio, similar a la composición

general de la ciudad, sugiriendo una distribución residencial relativamente integrada.

En contraste, los hogares que acumulaban dos (NBI2) y tres carencias (NBI3) mostraron niveles moderados de segregación espacial. Esto refleja una tendencia significativa de estos grupos a residir en áreas que se diferencian del promedio urbano en términos de su composición por NBI.

De manera destacada, el grupo con cuatro o más carencias (NBI4+), que representa las condiciones de pobreza más acentuadas, exhibió un nivel notablemente elevado de segregación espacial. Este hallazgo demuestra una fuerte pauta de concentración residencial, indicando que estos hogares tienden a agruparse en entornos locales cuya composición socioeconómica es marcadamente distinta a la que prevalece en el conjunto de la ciudad.

En síntesis, los resultados cuantitativos evidencian una relación positiva y clara en Mexicali para 2010: a mayor número de Necesidades Básicas Insatisfechas acumuladas por los hogares, mayor es la intensidad de su segregación residencial espacial.

Estos hallazgos del índice de segregación se ven corroborados y enriquecidos por el análisis de *lacunarity*, realizado sobre mapas ráster binarios (presencia/ausencia de hogares por NBI) derivados de los datos a nivel manzana (Figura 7). En general, las curvas de *lacunarity* obtenidas para la mayoría de las categorías de NBI (NBI2, NBI3, NBI4) muestran formas convexas o rectilíneas en lugar de cóncavas. Una curva cóncava típicamente señala una distribución espacial aleatoria; por lo tanto, las formas observadas indican patrones estructurados y no aleatorios, como la existencia de agrupamientos (clústeres) o gradientes espaciales, asociados a diferentes patrones de ocupación urbana, descritos aquí como predominantemente periféricos para los grupos con mayores carencias.

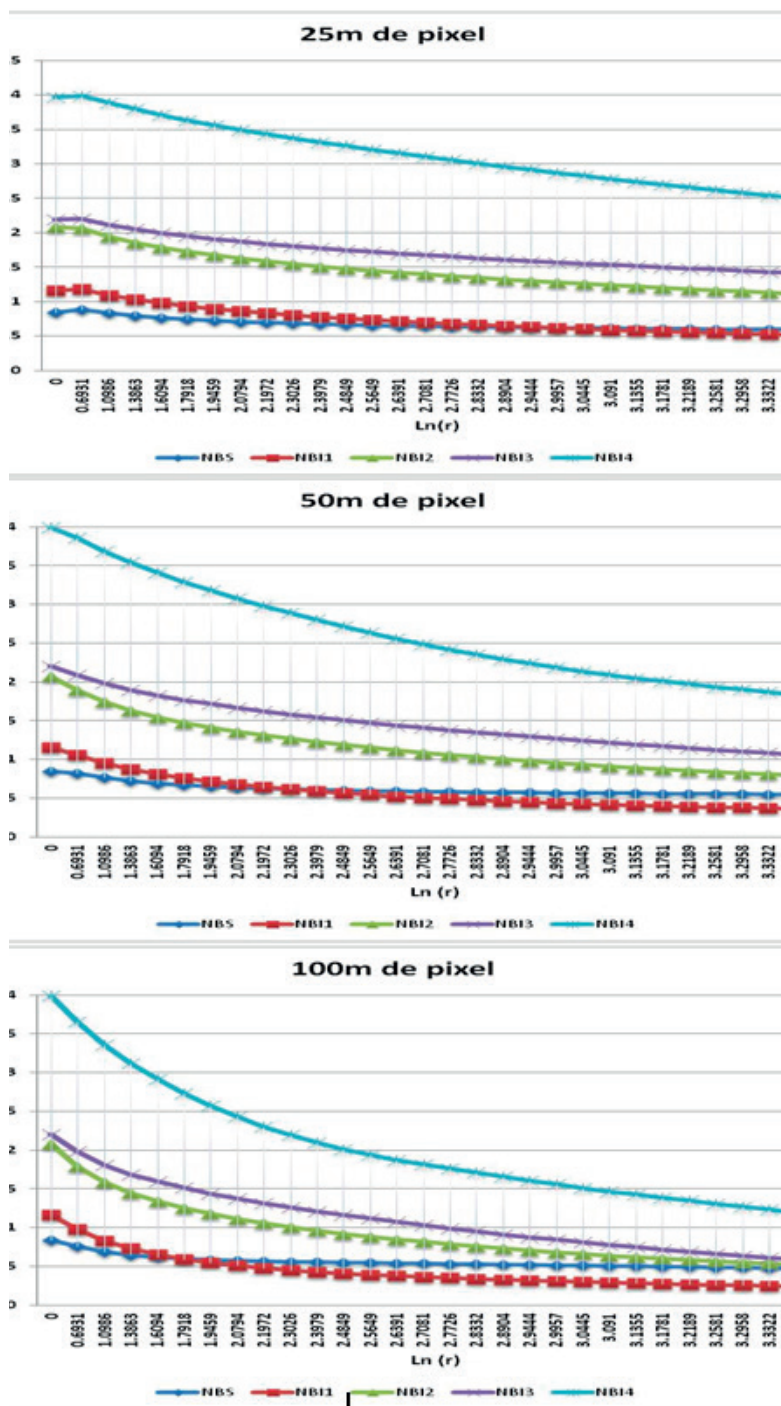


Figura 7. Curvas de lacunarity por NBI.
Fuente: Elaboración propia a partir del Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2010) y Dong et al., (2019).

Específicamente, la curva de *lacunarity* para el grupo NBI4+ es marcadamente convexa y se mantiene en valores elevados en todas las escalas (tamaños de ventana) analizadas. Esto es característico de una configuración espacial altamente agrupada, no aleatoria, con una textura que sugiere la formación de clústeres definidos, acaso jerárquicos y localizados en la periferia, separados por grandes vacíos o donde estos hogares están ausentes.

Para los grupos NBI2 y NBI3, la *lacunarity* muestra una dependencia de la escala más pronunciada, alcanzando un máximo para un tamaño de ventana intermedio de 11 píxeles. Esto sugiere que, si bien a escalas muy locales (ventanas pequeñas) la distribución podría parecer más uniforme (menor *lacunarity*, indicando mezcla local), la heterogeneidad y, por tanto, la segregación se hacen más evidentes a escalas espaciales más amplias, como la del vecindario o distrito.

Por el contrario, los índices de *lacunarity* para los hogares sin carencias (NBS) y con sólo una carencia (NBI1) muestran patrones espaciales más regulares, con curvas relativamente planas y valores bajos que no varían sustancialmente con la escala de análisis. Esto sugiere una distribución más dispersa o espacialmente homogénea a través de las diferentes escalas de observación. Las curvas de NBS son claramente distintas y se agrupan entre sí, separadas de las otras categorías. Se observó también que la *lacunarity* era más sensible a los cambios en el tamaño del píxel (resolución) en las retículas más finas (25 m) y en las distribuciones con valores bajos (analizadas a 50 m y 100 m).

Finalmente, es importante destacar la consistencia estructural de las curvas de *lacunarity* obtenidas. Aunque la modificación del tamaño del píxel (resolución de análisis) afecta los valores absolutos de *lacunarity* calculados, no altera significativamente la forma relativa de las curvas ni las diferencias observadas entre los distintos grupos de NBI. Esta robustez a través de las escalas de resolución fortalece la confianza en la interpretación de las estructuras espaciales subyacentes identificadas para cada grupo de NBI en Mexicali durante 2010.

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

La segregación residencial, particularmente aquella vinculada a la pobreza, constituye uno de los desafíos más persistentes y complejos que enfrentan las ciudades contemporáneas. Como se argumentó inicialmente, este fenómeno no es un mero reflejo espacial de las desigualdades socioeconómicas, sino un factor activo que las reproduce y profundiza, limitando el acceso a oportunidades vitales —empleo digno, educación de calidad, servicios de salud, infraestructura urbana adecuada— y erosionando la cohesión social al dificultar la interacción entre grupos diversos. El presente estudio, enfocado en la ciudad fronteriza de Mexicali para el año 2010, buscó caracterizar empírica y espacialmente este fenómeno, utilizando una combinación de

métodos que permitieran superar las limitaciones de los enfoques tradicionales no espaciales.

Los resultados confirman, en primer lugar, la relevancia del problema en el contexto estudiado. Una proporción sustancial de la población mexicalense (más del 60% de los hogares) experimentaba en 2010 la insatisfacción de al menos una necesidad básica (NBI), indicando una vulnerabilidad socioeconómica extendida. La distribución de esta población no era homogénea, pues se observó una marcada tendencia a la concentración en densidades medias y altas, especialmente en corredores asociados a la actividad industrial maquiladora (sureste), lo que sugiere una marcada influencia de la proximidad al empleo en las decisiones de localización residencial de los hogares con menores recursos. Simultáneamente, vastas zonas de baja densidad, con predominio al oeste y suroeste, emergieron como áreas potenciales de exclusión, caracterizadas por déficits infraestructurales y, como revelaron los análisis posteriores, por concentrar las formas más severas de pobreza.

El análisis cuantitativo de la segregación residencial espacial, mediante un índice multigrupo sensible a la proximidad, arrojó uno de los hallazgos centrales: una clara y fuerte correlación positiva entre la intensidad de la pobreza (medida por el número de NBI) y el grado de segregación espacial. Los hogares sin carencias (NBS) o con sólo una (NBI1) mostraron niveles bajos de segregación, indicando que su distribución espacial no generaba entornos locales significativamente distintos al promedio de la ciudad. Sin embargo, conforme aumentaba el número de carencias (NBI2 y NBI3), también lo hacían con moderación los niveles de segregación, culminando en un nivel notablemente elevado para el grupo con cuatro o más NBI (NBI4+). Este último hallazgo es muy preocupante, pues indica que los hogares en situación de pobreza extrema no sólo enfrentan múltiples privaciones, sino que además tienden a vivir fuertemente concentrados en enclaves espaciales específicos, aislados del resto del tejido urbano y, presumiblemente, de las oportunidades que este ofrece.

La aplicación del análisis de *lacunarity* complementó y robusteció estas conclusiones, ofreciendo una visión detallada de la textura espacial de la segregación. Lejos de mostrar patrones similares, la *lacunarity* reveló estructuras espaciales distintivas para cada grupo de NBI. Confirmó de manera contundente el fuerte agrupamiento espacial y la configuración no aleatoria del grupo NBI4+, caracterizada por una alta *lacunarity* en todas las escalas y una curva convexa, típica de patrones periféricos, fragmentados y jerárquicos. En el extremo opuesto, los bajos y estables valores de *lacunarity* para los grupos NBS y NBI1 confirmaron su distribución más dispersa o espacialmente homogénea. Los grupos intermedios (NBI2 y NBI3) presentaron una interesante dependencia de la escala, sugiriendo posibles procesos de segregación que operan de manera diferente a nivel micro local versus escalas de barrio o zona. La consistencia relativa de estos patrones al variar la resolución del análisis (25 m, 50 m, 100 m) otorgó mayor confianza a la interpretación de las estructuras espaciales identificadas, demostrando la utilidad del análisis multiescalar.

Las implicaciones de estos hallazgos son profundas. Socialmente, la marcada segregación espacial de los grupos NBI4+ sugiere la existencia de “trampas de pobreza” espaciales en Mexicali, donde la concentración de desventajas (carencias múltiples, déficits de infraestructura, posible estigmatización territorial) limita severamente las posibilidades de movilidad social ascendente y el acceso efectivo a los derechos ciudadanos. Esta fragmentación espacial puede obstaculizar la formación de capital social puente (conexiones entre grupos diversos) y exacerbar la desigualdad de oportunidades en educación, salud y participación ciudadana, perpetuando ciclos intergeneracionales de pobreza.

Desde la perspectiva de la planificación urbana y territorial, los resultados ofrecen un diagnóstico espacial detallado que demanda acciones concretas. La identificación precisa de las áreas de alta concentración de NBI (particularmente NBI3 y NBI4+) permite focalizar inversiones prioritarias en infraestructura básica (agua, saneamiento, pavimentación, transporte público accesible), equipamiento social (escuelas, centros de salud, espacios públicos seguros) y programas de mejoramiento barrial. Más allá de intervenciones paliativas, los hallazgos subrayan la necesidad de revisar y rediseñar las políticas de suelo y vivienda para promover una mayor integración socioespacial, desalentar la especulación que expulsa a los pobres a periferias remotas y mal servidas, y fomentar la creación de vivienda asequible bien localizada. La planificación sectorial (transporte, servicios, desarrollo económico) debe incorporar explícitamente la dimensión espacial de la desigualdad para asegurar un acceso más equitativo a las oportunidades urbanas.

Metodológicamente, este estudio demuestra el valor de combinar el enfoque NBI –adecuado para contextos con limitaciones de datos de ingreso y relevante por sus dimensiones tangibles– con herramientas avanzadas de análisis espacial (índices espaciales, *lacunarity*) implementadas en un entorno SIG. Este enfoque permitió ir más allá de la simple cuantificación de la desigualdad entre áreas (propia de índices no espaciales), para caracterizar la configuración espacial, la textura y la escala de la segregación, ofreciendo una comprensión más rica y matizada del fenómeno. El establecimiento de una línea de base detallada para 2010 es, en sí mismo, una contribución relevante para futuros análisis longitudinales.

Considerando el contexto más amplio, los hallazgos para Mexicali en 2010 parecen resonar con las tendencias observadas en otras ciudades latinoamericanas y, particularmente, en las ciudades fronterizas mexicanas influenciadas por modelos económicos dependientes (como la industria maquiladora) y procesos de urbanización acelerada y a menudo poco regulada: expansión periférica, fragmentación socioespacial y concentración de la pobreza en áreas con déficits de infraestructura y servicios. La fuerte segregación del grupo NBI4+ podría ser una manifestación local de estos procesos globales y regionales.

Finalmente, este trabajo abre diversas líneas de investigación futura. Es prioritario replicar y extender el análisis utilizando los datos del Censo 2020 para evaluar la evolución de los patrones de pobreza y segregación en Mexicali durante la última década, permitiendo valorar el impacto de las po-

líticas implementadas. Se requiere investigación adicional para desentrañar los motores específicos de la segregación observada (dinámicas del mercado inmobiliario, políticas de planificación pasadas y presentes, flujos migratorios por mencionar algunos). Resulta fundamental complementar estos análisis cuantitativos con estudios cualitativos que exploren las experiencias cotidianas de los residentes en las áreas identificadas con alta segregación y pobreza. Investigaciones futuras también podrían enfocarse en medir los impactos concretos de la segregación en indicadores específicos de salud, educación y empleo en Mexicali, así como realizar estudios comparativos con otras ciudades fronterizas para identificar factores contextuales comunes y divergentes.

En conclusión, este estudio aporta evidencia empírica robusta sobre la significativa segregación residencial de la pobreza en Mexicali en 2010, caracterizada por una fuerte concentración espacial de los hogares con mayores carencias. La comprensión detallada de estos patrones, lograda mediante la aplicación de métodos de análisis espacial, es indispensable para fundamentar políticas urbanas y sociales más efectivas, orientadas a reducir las desigualdades, promover la integración socioespacial y construir una ciudad más justa e inclusiva para todos sus habitantes. La continuación de la investigación y el monitoreo constante de estos fenómenos son cruciales para avanzar hacia ese objetivo.

REFERENCIAS

- Allegra, M., Casaglia, A., y Rokem, J. (2012). The political geographies of urban polarization: A critical review of research on divided cities. *Geography Compass*, 6(9), 560-574. <https://doi.org/10.1111/j.1749-8198.2012.00506.x>
- Aparicio Moreno, C. E., Ortega Rubí, M. E. y Sandoval Hernández, E. (2011). La segregación socio-espacial en Monterrey a lo largo de su proceso de metropolización. *Región y Sociedad*, 23(52), 173-207. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252011000300006
- Baires, S. (2006). División social del espacio urbano y emergencia de los barrios cerrados en el Área Metropolitana de San Salvador. En A. M. Séguin (ed), *La segregación socio-espacial urbana: una mirada sobre Puebla, Puerto España, San José y San Salvador* (pp. 47-84). FLACSO, Costa Rica. https://www.flacso.ac.cr/images/publicaciones/segregacion_socio_espacial.pdf
- Barrera Mejía, H., Leyva Camacho, O. y Garate Carrillo, A. C. (2020). Paulatina transformación de la propiedad agraria en la zona metropolitana de Mexicali de 1990 a 2018. Su rol para los proyectos inmobiliarios y para la expansión urbana. *Decumanus*, 5(5), 1-22. <https://doi.org/10.20983/decumanus.2020.1.1>
- Barros Filho, M. y Sobreira, F. (2005, 29 de junio – 1 de julio). *Assessing texture pattern in slum across scales: An unsupervised approach*

- [Ponencia]. 9th International Conference Computers in Urban Planning and Urban Management (CUPUM 05), Londres, Reino Unido. <https://files01.core.ac.uk/download/1669952.pdf>
- Barros Filho, M. y Sobreira, F. (2008, 3 – 11 de julio). *Accuracy of lacunarity algorithms in texture classification of high spatial resolution images from urban areas* [Presentación en congreso]. XXI Congress of the International Society of Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS), Beijing, China.
- Botz, D. (1994). Manufacturing poverty: The Maquiladorization of Mexico. *International Journal of Health Services*, 24(3), 403-408. <https://doi.org/10.2190/HY6R-EY5G-3AXP-VV8N>
- Brannon, J., y James, D. (1994). Cometh the NAFTA, whither the maquiladora? Reflections on the future of industrialization in Northern Mexico. *Journal of Borderlands Studies*, 9(2), 1-22. <https://doi.org/10.1080/08865655.1994.9695455>
- Dale, M. R. T. (2000). Lacunarity analysis of spatial pattern: A comparison. *Landscape Ecology*, 15, 467-478. <https://doi.org/10.1023/a:1008176601940>
- do Eirado Amorim, L. M., Barros Filho, M. N. M. y Cruz, D. (2014). Urban texture and space configuration: An essay on integrating socio-spatial analytical techniques. *Cities*, 39, 58-67. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2014.02.001>
- Dong, P. (2009). Lacunarity analysis of raster datasets and 1D, 2D, and 3D point patterns. *Computers & Geosciences*, 35(10), 2100-2110. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2009.04.001>
- Dong, P., Sadeghinaeenifard, F., Xia, J. y Tan, S. (2019). Zonal lacunarity analysis: a new spatial analysis tool for geographic information systems. *Landscape Ecology*, 34(10), 2245-2249. <https://doi.org/10.1007/s10980-019-00886-9>
- Escolano, S. (2007). La medida de la segregación residencial urbana: análisis multiescala mediante índices de lagunaridad. *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología Geográfica*, (7), 216-234. <https://www.geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/118>
- Fallatah, A., Jones, S., Mitchell, D. y Kohli, D. (2018). Mapping informal settlement indicators using object-oriented analysis in the Middle East. *International Journal of Digital Earth*, 12(7), 802-824. <https://doi.org/10.1080/17538947.2018.1485753>
- Farfán Tocarruncho, W. Y. (2020). Aproximación conceptual de la segregación socio espacial y residencial en ciudades intermedias en América Latina. *Boletín Redipe*, 9(8), 96-115. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1044>
- Feres, J. C. y Mancero, X. (2001). *El método de las necesidades básicas insatisfechas (NBI) y sus aplicaciones en América Latina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/da8d48c5-0807-4bd1-b330-c0a9e1566e02/content>

- Fernández, T., Wilkins, A. y Biramontes, T. (2022). ¿Localidades informales, excedentarias o segregadas? La heterogeneidad urbana en Uruguay según el Censo de 1963. *Territorios*, (46), 1-28. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.10333>
- Fuentes, C. M., Peña, S. y Hernández, V. (2018). La medición multidimensional de la pobreza a nivel intraurbano en Ciudad Juárez, Chihuahua (2012). *Estudios Fronterizos*, 19. <https://doi.org/10.21670/ref.1801001>
- García Temístocles, P. y Mello, R. A. (2023). The *maquiladora* industry on Mexico's northern border: impacts on wage and international labor mobility. *Revista Da ABET*, 22(1), 1-19. <https://doi.org/10.61999/abet.1676-4439.2023v22n1.54891>
- Garrocho, C. y Campos-Alanís, J. (2013). *Réquiem* por los indicadores no espaciales de segregación residencial. *Papeles de Población*, 19(77), 269-300. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252013000300014
- Gómez, N. J. (2011). Segregación residencial en el Gran Santa Fe a comienzos del siglo XXI. *Bitácora Urbano-Territorial*, 19(2), 63-74. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5044785>
- Guzmán Ramírez, A. y Frausto Vargas, J. M. (2012). La determinación de polígonos de pobreza. Análisis metodológico. *Nova Scientia*, 4(7), 85-124. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052012000100005
- Hansen, L. D. (2020). The origins of the maquila industry in Mexico. En H. Knortz y M. S. Beerbühl (eds.), *Migrationsforschung – interdisziplinär & diskursiv* (pp. 123-140). V&R unipress. <https://doi.org/10.14220/9783737011563.123>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2010). *Censo de Población y Vivienda (CPV) 2010*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>
- Leyva-Camacho, O., Venegas-Cardoso, R., Rojas-Caldelas, R., Ranfla-Gonzalez, A. y Pena-Salmon, C. (2010). Urban expansion and change of land uses: City of Mexicali 1990-2005. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 129, 547-558. <https://doi.org/10.2495/SC100461>
- Mier y Terán, A., Vázquez, I. y Ziccardi, A. (2012). Pobreza urbana, segregación residencial y mejoramiento del espacio público en la Ciudad de México. *Sociologías*, 14(30), 118-156. <https://doi.org/10.1590/S1517-45222012000200005>
- Owens, A. (2019). Building inequality: Housing segregation and income segregation. *Sociological Science*, 6, 497-525. <https://doi.org/10.15195/v6.a19>
- Plotnick, R. E., Gardner, R. H., Hargrove, W. W., Prestegard, K. y Perlmutter, M. (1996). Lacunarity analysis: A general technique for the analysis of spatial patterns. *Physical Review E*, 53, 5461. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.53.5461>

- Ranfla González, A., Rojas Caldelas, R. I. y Bátiz López, J. L. (2015). Evolución económica global de México en la primera década del siglo XXI y su impacto en las Zonas Metropolitanas de los Estados de Baja California y Chihuahua. *Proyección*, 15, 171-195. https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/7416/09-proy18-ranfla.pdf
- Rodríguez Merkel, G. M. (2012, 5-7 de diciembre). *El uso de zonas censales para medir la segregación residencial. Contraindicaciones, propuesta metodológica y un estudio de caso: Argentina 1991-2001*. [Ponencia]. VII Jornadas de Sociología de la Universidad Nacional de La Plata: Argentina en el escenario latinoamericano actual: debates desde las ciencias sociales, La Plata, Argentina. <https://www.aacademica.org/000-097/49.pdf>
- Rodríguez Vignoli, J. (2001). *Segregación residencial socioeconómica: ¿qué es?, ¿cómo se mide?, ¿qué está pasando?, ¿importa?* Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://www.cepal.org/es/publicaciones/7149-segregacion-residencial-socioeconomica-que-es-como-se-mide-que-esta-pasando>
- Sabatini, F. (2006). *La segregación social del espacio en las ciudades de América*. Departamento de Desarrollo Sostenible. <https://doi.org/10.18235/0009848>
- Schuschny, A. R. y Gallopín, G. C. (2004). *La distribución espacial de la pobreza en relación a los sistemas ambientales en América Latina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://www.cepal.org/es/publicaciones/5623-la-distribucion-espacial-la-pobreza-relacion-sistemas-ambientales-america-latina>
- Valdés, E. G. y Koch, M. R. (2009). Tendencias de segregación residencial en metrópolis latinoamericanas intermedias al inicio del siglo XXI. Porto Alegre (Brasil) y Córdoba (Argentina). *Líder: revista labor interdisciplinaria de desarrollo regional*, 11(15), 85-104. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8004693>
- Wolf, L. J., Knaap, E. y Rey, S. (2019). Geosilhouettes: Geographical measures of cluster fit. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 48(3), 521-539. <https://doi.org/10.1177/2399808319875752>

CUARTO EJE:

INFRAESTRUCTURA URBANA

ESTRUCTURACIÓN MODERNA DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN AGUASCALIENTES

Fernando Padilla Lozano
Olivia Flores Castillo

Resumen

Este trabajo está delimitado por el espacio que corresponde a la ciudad de Aguascalientes, la cual se convierte en objeto de análisis debido a su estructuración con tendencia moderna, mediada por la creación de infraestructura vial a través de la construcción de puentes vehiculares, particularmente durante la segunda y tercera décadas del siglo XXI. La urbanización misma expone un panorama del crecimiento de la ciudad a través del tiempo y las condiciones actuales de la red vial, por lo tanto, el seguimiento de los pasos a desnivel se introduce como objetivo, en tanto fueron construyéndose, para posteriormente describir ampliamente la situación actual de la mayoría de esas obras. El método de investigación aplicado es documental, pues, mediante manuscritos, se aborda y describe cómo surge la necesidad de dotar a la ciudad con elementos que agilicen la movilidad para que los tiempos de traslados de un lugar a otro sean más cortos. Uno de los elementos necesarios para las ciudades con elevados volúmenes de población, y en consecuencia de vehículos, son los pasos a desnivel. Estas obras de equipamiento e infraestructura permiten que la circulación de vehículos sea fluida y, como característica particular, se convierten en estructuras que brindan información sobre la dinámica presente en la conformación urbana. Debe quedar claro que, en la ciudad que habitamos, se vuelve necesario construir pasos a desnivel, pues la ciudad incrementó notablemente su población, su superficie, el número de vehículos y el tráfico vehicular, tanto en el centro como en la periferia.

Palabras clave: urbanización, expansión, planeación, infraestructura, equipamiento.

Modern structure of the road infrastructure in Aguascalientes

Abstract

This work is delimited by the area corresponding to the Aguascalientes city, which becomes the object of analysis due to its structuring with a modern tendency, mediated by the creation of road infrastructure through the construction of vehicle bridges, particularly during the second and third decades of the 21st century. The urbanization itself presents an overview of the city's growth over time and the current conditions of the road network, therefore the tracking of the overpasses is introduced as an objective, as they were being constructed, and to subsequently describe in detail the current situation of most of these works. The applied research method is documentary, as it addresses and describes through manuscripts how the need arises to equip the city with elements that facilitate mobility and enable shorter travel times when moving from one place to another. One of the necessary elements for cities with high population volumes, and consequently a high number of vehicles, is grade-separated crossings. These infrastructure and equipment works allow for smooth vehicle circulation and, as a particular characteristic, they become structures that allow identifying the dynamic present in urban formation. It should be clear that in the city we inhabit, it becomes necessary to construct grade-separated crossings, as the city has notably increased its population, its surface area, and also the number of vehicles and vehicular traffic, both in the center and in the periphery.

Keywords: urbanization, expansion, planning, infrastructure, equipment.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es contextualizado por los sistemas urbanos y la dinámica regional, pues lo urbano en su estructuración corresponde a la toma de decisiones gubernamentales y sus prácticas; incorporar proyectos particulares define los subsistemas ciudadanos, incluyendo la planeación metropolitana, la disposición territorial y la movilidad, así como el equipamiento mismo, cuyos componentes dinámicos conforman expresiones y realidades territoriales, impactando en el desarrollo regional a partir de acciones inducidas o impulsadas mediante acciones de gobernanza.

Así, la hipótesis indica que la ciudad se objetiviza por el espacio socialmente construido, con modificaciones inducidas y mediadas por mecanismos de coincidencia geográfico-ambiental, política y económica, donde no siempre se equilibra el beneficio colectivo con el interés económico o político, como indica Martínez, “mientras la ciudad, la mejor creación de la humanidad, a decir de Levi Strauss, es una creación colectiva, y no se refiere sólo a la creación física, también está hecha de cotidianidad, recuerdos, experiencias compartidas o individuales” (2006), por esa razón, la estructura y evolución de Aguascalientes deben explicarse comprendiendo la forma-

ción de su base social y la evolución histórica de sus intervenciones, en este caso, de su infraestructura vial.

El plan de exposición en el presente capítulo se explica en dos vertientes, en la primera concurre la referencia sobre las premisas de lo moderno y la modernidad, en cuyo discurso se escudan la mayoría de las intervenciones de urbanización, con lo cual, se concibe a una ciudad modernizada por el carácter y la novedad de sus obras, construcciones e infraestructura; posteriormente, se explica el carácter contemporáneo de la ciudad de Aguascalientes, desde una breve perspectiva de su evolución, hasta la actual integración metropolitana y sus contrastes. En el segundo momento, se patentizan propiamente los resultados y se exhiben los gráficos que muestran el cambio físico en el espacio y el territorio de la ciudad, otorgándole mediante una galería de obras construidas un perfil dinámico diferente al paisaje tradicional.

El incremento de infraestructura para la movilidad a través de edificar puentes y desniveles para favorecer el tránsito cotidiano, principalmente de automóviles, se describe como galería de obras que configuran lo moderno; donde se encuentran desde las primeras obras proyectadas y construidas, hasta la magnificación de estructuras vehiculares elevadas, como el Puente Bicentenario Aguascalientes o bien la propuesta del puente alterno de San Ignacio como alternativa de preservación y cuidado al histórico puente original. Son construcciones que se articulan en un proyecto general para promover un flujo continuo de tráfico vehicular, las cuales quedan para el registro, como una muestra edificada del presente periodo.

El instrumental metodológico corresponde a la investigación documental no experimental, de corte longitudinal, pues involucra elementos observables de su evolución a través del tiempo, por lo que se exige la delimitación espacial, temporal y transversal para contextualizar la ciudad como unidad de análisis, tanto en el tiempo y hasta la época actual. Además de la complementariedad de dispositivos empíricos como recorridos y observación en campo, la estrategia de análisis considera el entorno espacial como un proceso en el cual la estructura urbana adquiere implicaciones multidimensionales.

Durante las actividades realizadas, a la par de robustecer el aparato conceptual, se efectuó la etapa documental con el objetivo de integrar, caracterizar y ordenar jerárquicamente la conformación del espacio urbano. Por esa razón, se aborda de manera general el cambio observado y la evolución física de la ciudad de Aguascalientes hasta la consolidación metropolitana, cuyo proceso, como fenómeno socio territorial, ratifica la convergencia en tanto lugar de interacción socioeconómica, política y cultural.

Enfatizar el proceso de modernización como evolución del fenómeno urbano adquiere una especial relevancia, destacando el porcentaje elevado de población considerada urbana, o bien, la inercia presente en la ciudad de Aguascalientes observada en la secuencia de dos procesos locales intrínsecamente urbanos: la conurbación y su conectividad con la conformación metropolitana. Ambos identificados como procesos modernos.

La intención es reflejar el panorama de la evolución física, para posteriormente aportar propuestas que permitan hacer una ciudad cada vez más acorde a los rápidos cambios y equilibrar la expansión física, el desarrollo del entorno natural y el incremento poblacional. A fin de cuentas, idealmente se busca complementar la modernización con una ciudad armónica, eficiente, segura e inclusiva.

DESARROLLO

La sociedad urbana tiende a ser moderna y sintetizar la historia de la sociedad. Los avances en el conocimiento y la organización representan progreso. Por el contrario, los sucesos como guerras, epidemias y etapas de poco desarrollo representan estancamiento. Hasta el siglo XVI, el crecimiento poblacional y la dinámica social fue demasiado lenta, en determinadas etapas hubo cierta estabilidad demográfica. El modelo para dimensionar una sociedad en desarrollo es la transición demográfica, es una propuesta que permite visualizar longitudinal y gráficamente la variación de los componentes sociales y demográficos a través del tiempo.

Los componentes que intervienen están plenamente identificados en la teoría de la transición demográfica; se reduce la mortalidad, en particular la de los niños durante su primer año de vida, reflejo de los avances sustantivos en el contexto educativo, los hábitos alimentarios, la implementación de vacunas, el control de epidemias y un mayor nivel de atención a la salud. En contraparte, el mayor grado en el nivel industrial de algunos países se tradujo en poco tiempo en la recurrente disminución de la natalidad, produciendo una nueva estructura demográfica.

Como nota significativa, se clarifica que el presente apartado es una breve referencia sobre la modernidad, pues existe un gran debate al respecto, arduo de concretar en el presente texto, debate que incluso algunos autores lo desarrollan *cum grano salis* (con un grano de sal, es decir, con cauteloso escepticismo), dado que no siempre lo moderno y la modernidad coinciden conceptualmente. Entonces, la modernidad, como expresa Touraine,

no es sólo un cambio puro, sucesión de acontecimientos; es difusión de los productos de la actividad *racional*, científica, tecnológica, administrativa. Por eso, la modernidad implica la creciente diferenciación de los diversos sectores de la vida social: política, economía, vida familiar, religión, arte en particular ... contribución a la realización de un proyecto social (2006:17).

Por lo cual delimitar lo moderno implica definir contextos y consecuencias del cambio hacia un tipo distinto de organización social, en la mayoría de las ocasiones estará mediado por modificación o sustitución de elementos y estructuras tangibles e inmateriales; o bien a través del mecanismo mediante el cual la sociedad tradicional permuta en una organización

social diferente. Implica necesariamente la modificación del ritmo, la tendencia y orientación social en su forma de vida. Cambian las relaciones, las estructuras, los hábitos, las costumbres, los espacios, el vocabulario y el conocimiento. En términos reales, casi siempre se confirma la noción sustentada en que lo moderno alude directamente al futuro.

Ahora bien, si, como Morse señala, “la ciudad y la civilización ‘son una y la misma cosa’” (1978, p. 91, como se citó en Connolly, 2015, p. 79), entonces la ciudad es el producto cultural sintético de la actividad humana, siendo, por lo tanto, el ámbito natural en el cual se desarrolla la vida urbana como espacio de interrelaciones culturales o, mejor dicho, históricamente se representa el grado de civilización de acuerdo con el entorno urbano, en especial si hay predominio de lo urbano sobre lo rural. Aunque en ambos casos hay relaciones sociales y cultura, la ciudad es un producto sociocultural construido con mayor complejidad.

Si bien existe una gran diferencia entre sociedad tradicional y moderna, en la segunda prevalece la heterogeneidad cultural, mientras que en la primera todos crean a la vez que consumen. En cambio, en las sociedades modernas, además de complejas y con áreas, profesiones y grupos especializados, unos crean y consumen, mientras que la mayoría simplemente consume. En ese sentido, si los sectores productivos clásicos son “primario (actividades agrícolas y extractivas), secundario (actividad industrial) y terciario (actividad de servicios y comerciales), podemos decir que la industrialización supone el trasvase de la fuerza de trabajo del sector primario al secundario y al terciario” (Lucas, 1994, p. 17).

Según la noción reciente, la sociedad urbana corresponde a una categoría polisémica que en su evolución es denominada de maneras diversas: postindustriales, postmodernas, tecnocráticas, corporativas, capitalistas o neoliberales. Al respecto, Perló señala que “La industrialización proporciona un nuevo paradigma al pensamiento urbanístico ... No surge por arte de magia ni es un espejo del universo, es un producto del hombre” (1990, p. 10). En cualquier caso, desde hace algunos años, de acuerdo con Bell, un nuevo tipo de sociedad representa la innovación en la estructura social, con la consecuente variación según sean diferentes las configuraciones contextuales en la ideología, la política y la cultura (1976, p. 13).

Weber reconoce un cambio hacia lo que asociamos como modernidad, afianzando el liberalismo como eje de producción, el cual existe “donde quiera que se realiza la satisfacción de las necesidades de un grupo humano con carácter lucrativo y por medio de empresas, cualquiera que sea la necesidad de que se trate” (1977, p. 236). En este sentido es relevante la configuración urbana, pues la dimensión espacial moderna se impulsa tanto por el papel de la competencia y la inversión extranjera, ya que a decir de Harvey (2024) el espacio aparece como elemento clave del capital en la configuración urbana.

La necesidad de identificar lo moderno a la par de una tangible evolución del mundo promueve la expansión de la democracia sustentada en la desaparición del antiguo orden, en virtud de que “el desarrollo gradual de condiciones constituye, pues, un hecho providencial, con sus principales

características: es universal, es duradero, escapa siempre a la potestad humana y todos los acontecimientos, así como todos los hombres, sirven a su desarrollo” (Tocqueville, 1980, p. 9). Ahora bien, una sociedad democrática es más moderna, por esa razón la intervención del Estado consolida la modernidad, al ofrecer la participación social como garantía de inclusión.

Sin embargo, la masificación social refleja y nutre a la modernidad como producto de estandarización, es decir, la sociedad moderna es masiva y homogénea debido a la operación de agentes económicos y tecnológicos, el mercado y la comunicación, que tienden a estandarizar procesos, instituciones e incrementar la promoción del orden internacional globalizado. En suma, discernir sobre la modernidad es crear un escenario polémico, lo nuevo deja en el olvido lo antiguo, pero no existe un consenso. Sin embargo, se afirma que las tendencias conducen a la modernidad y resultan determinadas cuando una población estable permuta a una de crecimiento continuo y progresivo.

El hábitat rural es disperso en el territorio, mientras la concentración se sitúa en el ámbito urbano, por lo cual la producción agrícola es rebasada y, en ocasiones, sustituida por la industrial, pues la actividad económica de mayor dinamismo no es la extractiva, sino la industria de la transformación. La movilidad física rebasa los límites espaciales, distribuyéndose en un gran territorio global; la comunicación pierde terreno en el nivel interpersonal, ganando en el colectivo y viceversa; la organización deja de ser afectiva para convertirse en burocrática y, en este marco, las relaciones sociales comunitarias pierden eficacia ante los embates de las capitalistas, dando como resultado una cultura autónoma amenazada por la colectividad a través de los procesos de estandarización que la globalización impone (Lucas, 1994, pp. 18-21).

La ciudad representa la vida moderna del mundo contemporáneo, cuyo eje es la funcionalidad del intercambio sustentado por el comercio y la producción, eje priorizado incluso antes que otro tipo de actividades, como las políticas o las artísticas. Por lo tanto, el trabajo agrícola se convierte en un sinónimo del rezago y pierde vigencia, porque sus posibilidades de desarrollo son limitadas. Así, la diferencia cultural implantó como sistema alejado a las tradicionales rurales, y lo moderno gravita en lo urbano.

La sociedad moderna es distinta, en ella hay especialidades cuyos campos culturales operan con una lógica particular que regula a cada uno en su operación. Entonces, cada campo que integra la cultura expone la sociedad moderna y su funcionamiento. Desde el contexto de la ubicación territorial, en la mayoría de los casos, cada ciudad es un entramado que se renueva por la creación del espacio socialmente consolidado para promover e impulsar estilos de vida orientados a la forma de vida urbana, mediante el incremento de la población, particularmente la dedicada a la manufactura y al sector de bienes y servicios, así como sus contrastes culturales y económicos respecto a las áreas rurales periféricas.

Entonces, si la modernidad se relativiza al involucrar la dominación de la novedad sobre lo ya existente, la conceptualización analítica de lo moderno necesariamente implica establecer el supuesto del bienestar, en el

cual lo moderno es sinónimo del desarrollo. Desarrollo comprendido como parte de un afán constante por encontrar la mejoría de la sociedad, en este caso, construir una ciudad con mejores ventajas y condiciones de vida para la población. Sin olvidar, después de todo, al capital como artífice que ha moldeado las ciudades en la modernidad occidental.

Aguascalientes ciudad contemporánea

El estado de Aguascalientes destaca en el plano del desarrollo, por su papel en la macro región del país integrada por estados del centro, del norte y del occidente; además de que la industria maquiladora y automotriz son promotoras de su crecimiento económico. Por otra parte, se favoreció una reconversión agrícola y el desarrollo agroalimentario, donde el desarrollo urbano juega una importante función para consolidarse en la interacción regional.

La ciudad de Aguascalientes experimenta transformaciones profundas desde mediados del siglo xx. Ahora son muy diferentes el modo de vida, la estructura social, las costumbres, el paisaje, el desplazamiento y la vida misma. El catalizador continúa siendo el acelerado crecimiento demográfico, considerando también el tradicional flujo migratorio de todo tipo; al igual que hace 100 años, personas provenientes de Jalisco y Zacatecas abandonan su lugar de origen y llegan a Aguascalientes para residir, casi siempre, de forma permanente.

La economía local y la vida cotidiana están inmersas en una globalización con impactos regionales. El desarrollo es apreciado desde niveles diferenciales de crecimiento y el significativo proceso de cambio estructural global donde se insertan los ámbitos económico, político, social y, ahora también, el ambiental, con la finalidad de mejorar las condiciones de vida y la satisfacción completa de necesidades, tanto colectivas como individuales. Ciudad multifacética, policéntrica y diferenciada por procesos de localización residencial y prácticas económicas, donde el espacio público urbano promueve el encuentro, sentido e identidades. Sus calles como espacio público inmediato le confieren identidad urbana y en ellas se visualiza la calidad de vida, aunque también existen procesos adversos, como el debilitamiento del tejido social.

El Censo General de Población y Vivienda contabilizó 1 425 607 habitantes en el estado de Aguascalientes en el año 2020, cuya principal característica demográfica continúa siendo la recurrente concentración-dispersión, pues la ciudad de Aguascalientes contaba ese año con el 60.59% de la población estatal, es decir, 863 893 habitantes. La dispersión se problematiza por la presencia del bajo porcentaje poblacional que reside en 1 981 localidades consideradas rurales, mientras que sólo 41 son consideradas urbanas.

Al respecto, resulta paradójica la cantidad excesiva de población urbana, residiendo en unas cuantas localidades, mientras poca población reside en una gran cantidad de pequeñas localidades. Cabe mencionar que esta situación replica lo que acontece en la geografía nacional, pues son 185 243

localidades clasificadas como rurales y sólo 4 189 urbanas; este fenómeno es recurrente en el país, pero en nuestro estado resulta sumamente agudo.

Por un lado, hacer ciudades un poco más compactas permite que sean más sostenibles con el medio ambiente, pero también las hace más competitivas, pues construir viviendas lejos de las zonas de empleo sólo beneficia a los fraccionadores y hace perder competitividad a las ciudades. La ampliación territorial en forma expansiva se relaciona con la ventaja que permite ofrecer viviendas en condiciones muy favorables para quien construye y vende a sobreprecio, adquiriendo predios de bajo costo en la periferia con suelo relativamente accesible, pero circunstancialmente al estar alejados de la zona de equipamiento, se van deshabitando gradualmente (Gallo, como se citó en Olvera, 2019).

Así, aunque se perciben expresiones de segregación y fragmentación socioespacial, es una ciudad integrada. Si bien, residen personas provenientes de países como Japón, Canadá, Estados Unidos, Europa, Argentina, Chile, Corea y China, no existe en Aguascalientes el grado de multiculturalidad que tienen otras metrópolis del país, como la Ciudad de México o, como señala Touraine para el caso de Los Ángeles, “Si bien muchas redes mundiales tienen su centro en Los Ángeles, esta zona urbana no es ni una ciudad ni una sociedad sino un conjunto de guetos o comunidades ajenas unas a las otras, atravesadas por autopistas” (1994, p. 11). No por ello pasa a segundo plano la manera en que este fenómeno se presenta en las ciudades en desarrollo, como Aguascalientes.

Como ciudad contemporánea, es producto del sistema histórico que impone el contexto capitalista, donde se presentan estructuras en permanente tensión; por ejemplo, mientras predominan actividades industriales y de servicios en la urbe, el panorama de la dinámica económica en las localidades rurales continúa arraigada en la base de actividades primarias, cuya especialización económica está determinada por la población en cada sector.

En el perfil urbano destaca la dinámica de expansión física y poblacional, incorporando progresivamente comunidades y territorios adyacentes en calidad de periferias rurales urbanizadas; quizá se deba a este mecanismo que su carácter moderno no la exime de la población que realiza actividades de sobrevivencia e informalidad laboral, como el comercio ambulante, los tianguistas o franeleros, además de un sinnúmero de expresiones urbanas de la informalidad.

La parte tradicionalmente antigua y mejor conservada corresponde al centro cívico-religioso circundado por el distrito gubernamental-comercial. Cuenta con características de orden y formalidad en sus establecimientos comerciales, por ejemplo, en la zona centro se localiza el Centro comercial El Parían, Plaza patria y una serie de calles organizadas para la venta de artículos en locales. Además de edificios simbólicos con influencia política (los palacios de Gobierno Estatal y Municipal y el congreso del Estado), o bien, la Catedral sede de la Diócesis con los numerosos templos católicos y algunos de religión no católica.

El centro y el primer cuadro prácticamente corresponden a una misma delimitación, si bien se han perdido bastantes edificaciones, se observa

como aún se entremezclan dos etapas constructivas. En la zona central, se nota la del Virreinato, a partir de la plaza y en un radio de aproximadamente dos cuadras, donde se construyó y se realizó el trazo de las calles de acuerdo con las ordenanzas; mientras que la segunda etapa refleja el fin de la colonia, el caos de la independencia y el posterior orden porfiriano. Más allá de esta zona se gesta un límite urbano que poco a poco fue rebasado, principalmente después del México revolucionario y los avances del siglo xx. Hasta la visualización actual de una periferia metropolitana, integrada por trazos viales, tanto de planeación añeja, como modernos.



Figura 1. Panorámica de sur a norte de la ciudad de Aguascalientes.
Fuente: García Campos, A. (27 de agosto de 2019). Urge replanteamiento federal en materia económica. Ija. <https://www.ija.mx/2019/08/urge-replanteamiento-federal-en-materia-economica/>

Más allá de lo estético, en general Aguascalientes goza de ser una ciudad limpia, con antecedentes remotos de planeación observables del centro hacia las colonias periféricas, lo cual le confiere un elevado grado de habitabilidad y movilidad para su población; además, el tamaño de la ciudad aún permite que las distancias de recorrido no sean muy largas y que haya una conectividad adecuada por la infraestructura reciente. No obstante, desde las décadas de 1980 y 1990 se gestó el crecimiento anárquico a través de asentamientos irregulares, primero hacia el surponiente con el ejido Las Huertas y, posteriormente, al oriente con el ejido Las Cumbres.

Por otro lado, se trataba de la capital de un estado tradicionalmente agrícola, hasta que el impulso de políticas públicas observadas desde 1980

atrajo la instalación de empresas trasnacionales con capacidad económica global y sistemas modernos de producción, etapa que favoreció la dinámica de crecimiento físico y poblacional. El panorama se modificó, del contexto agrario pasó a consolidarse en una estructura urbana o, mejor dicho, su base económica pasó de ser agrícola a industrial; quedó desplazada la pequeña industria local, la cual operaba en el entorno de una frontera agrícola de huertas y viñedos. Así, la ciudad se enriqueció financieramente y desde entonces se realiza el esfuerzo permanente para incrementar de manera sustancial el equipamiento y la infraestructura.

Fue indispensable actualizar criterios de construcción de vialidades para la modernización de carreteras, así como la creación de nuevos espacios. Como resultado, Aguascalientes mantiene una morfología radial, actualmente destacan sus tres anillos periféricos, los cuales ahora se desempeñan como circuitos interiores de circulación rápida, sobre todo el segundo anillo de circunvalación, pero estas vías pronto quedaron atrapadas por el ensanchamiento del núcleo urbano, por lo cual ya se está gestando la construcción de un cuarto anillo periférico.

En cuanto a la presencia de la ciudad, su incubación como zona metropolitana y su capacidad de mediar de forma regional, se gestan desde 1987, aprovechando la ventaja topográfica a lo largo del valle de Aguascalientes, las principales industrias que enlazan a manera de nodo a esta ciudad industrial con varios municipios de la región que desempeñan actividades industriales del sector textil, automotriz y eléctrico (Universidad Autónoma de Aguascalientes [UAA], 2024).

Se contó con un presupuesto de 10 375 millones de pesos para crear la infraestructura necesaria y estimular la industria como factor decisivo de desarrollo, aprovechando que la política económica nacional consideró al estado como un centro motriz de desarrollo, ordenado y sostenido en las actividades de producción, sobre todo en materia de descentralización y modernización de la planta, con eficiencia y competitividad. Esto permitió consolidar un polo natural de desarrollo receptor de la desconcentración nacional.

Aguascalientes, en tanto categoría urbana, implica una estructura social dinámica y en continua transformación, construida durante cuatro siglos y enriquecida por la diversidad de elementos y valores que operan en el entorno local. A nivel regional repunta como polo de desarrollo urbano impulsado por la instalación de empresas diversificadas en el área adyacente facilitando identificar la zona de influencia referida por el *hinterland*.

Contrastes de la modernidad metropolitana

La ciudad de Aguascalientes con historia textil y ferrocarrilera, desde 1990, mantiene una creciente dinámica social y económica, estableciendo interrelaciones que la vuelven cada vez más compleja con cambios que influyen en todo el estado. De esta forma, los nuevos procesos culturales generados se han transformado y permean todo el contexto. Tal amalgama de fenómenos sociales es producto, a su vez, de cambios vertiginosos

generados en el tránsito de una sociedad acostumbrada a la dinámica de convivencia armónica y con cierto sentido religioso, a una vertiginosa, moderna, industrial y secular.

La ciudad evoluciona y en poco tiempo se han suscitado cambios radicales, siendo causa y efecto el acelerado incremento de la mancha urbana; se calcula que en las últimas dos décadas la ciudad se ha expandido más que en el siglo pasado. Esto por el paso del contexto agrícola al auge industrializador y el incremento poblacional que en gran medida está determinado por los inmigrantes de otros estados del país, principalmente de los circunvecinos.

El reverso de la moneda es el incremento de problemáticas colaterales, como los suicidios, divorcios y la delincuencia organizada, por enunciar algunos identificados, al igual que los derivados del crecimiento, como la escasez del agua, los asentamientos irregulares, la polución del aire por el exceso de vehículos en circulación. Los procesos de conurbación y metropolización requieren acrecentar servicios y nuevas necesidades en la movilidad pública y privada.

La antigua red vial fue rebasada por el crecimiento físico de la ciudad y se volvió insuficiente para el creciente tránsito vehicular. Desde 1980, Barberena da cuenta de 33 000 automóviles circulando; en 1986, la cantidad ascendió a 60 000 (Barberena, 1992, p. 142), y de acuerdo a las cifras oficiales del año 2006, fueron alrededor de 240 000 vehículos en circulación.

En diciembre del 2005 había un total de 316 000 vehículos, mismos que se incrementaron en el 2015 a más de 516 000, es decir, el cuarenta por ciento en una década. De acuerdo con los factores señalados, se confirma que Aguascalientes es una ciudad en tránsito a la modernidad. Aunque conserva aspectos tradicionales, también consolida procesos metropolitanos, como la cobertura de servicios a la población y la diversa oferta cultural, en lo que respecta a gastronomía, teatros, museos, centro artísticos y espectáculos de deportes. En la zona de transición que rodea a la ciudad, paulatinamente disminuye el área para las actividades agrícolas y, como sus nuevos usos son la industria, el comercio y la vivienda, se modifican las características medioambientales inherentes al lugar modificado (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano [SEDATU], Consejo Nacional de Población [CONAPO] e Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2018).

El rápido crecimiento de la región metropolitana se ha convertido en un tema clave en relación con la cada vez más compleja gobernanza y planificación urbana. Las últimas cuatro décadas se ha presentado una reestructuración espacial desde la ciudad y la evidencia muestra que el crecimiento es direccionado dicotómicamente por un patrón concentrado en el ámbito urbano, pero disperso en sus efectos ya desde antes del año 2000, debido a la industrialización local y la descentralización política administrativa de finales del siglo xx. Sin embargo, a partir del año 2000, la desigualdad regional aumentó, lo cual es evidente porque ciudades como Aguascalientes con ventajas políticas y económicas se convirtieron en nuevos centros de crecimiento, mientras que, por la misma causa, otras ciudades del estado se inhibieron o crecieron lentamente.

Si bien el área construida de Aguascalientes se extendió rápidamente, ha conservado en términos generales un trazo original a través de la continuidad, incluso el centro se mantiene vivo y dinámico gracias a diversas acciones públicas. Ante la amenaza de congestionamientos, las autoridades respondieron construyendo pasos a desnivel y remodelando el primer cuadro.

Es innegable el hecho de que la ciudad se vuelve cada vez más policéntrica, sin embargo, sigue contando con una centralidad que será difícil de desplazar al menos durante los próximos años, pues se reconstruyó el Parían y la Plaza Patria, así como un centro comercial del mismo nombre. El primer cuadro es ahora un distrito comercial y administrativo, combinando modernidad con tradición, los testimonios de la arquitectura colonial se encuentran en el centro histórico, lo mismo que las evidencias de una modernidad temprana, la mayoría son trabajos de Refugio Reyes, como el templo de San Antonio, una de sus obras representativas.

A su vez, empresas internacionales como Nissan, Texas Instrument (hoy Sensata Technologies, Inc.) y Xerox (hoy Flex) eligieron Aguascalientes por su buena disposición geográfica, mano de obra, clima agradable y paisaje urbano. Cabe mencionar que la estructura industrial, además de ofrecer empleos, oculta una subestructura de pequeños talleres. Hasta la llegada de las empresas transnacionales, las industrias de mayor escala eran aún la textil, la ferrocarrilera y la vitivinícola, de ahí en más prevalecían las fábricas medianas y pequeñas. Incluso cuando a los trabajadores del ferrocarril los representaba un sindicato, la clase obrera no era muy organizada ni numerosa, como en Monterrey, más bien había artesanos y pequeños empresarios.

Un caso particular de descentralización burocrática a cargo del gobierno federal, fue el traslado del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) a Aguascalientes, para operar la estadística del país, con sede al sur de la ciudad sobre la avenida Héroe de Nacozari en un edificio con una arquitectura moderna. Éste cuenta con una nómina mayor a los cinco mil empleados, la mayoría en dicho edificio sede.

Varias zonas presentan cada vez más características de una ciudad occidentalizada, sobre todo el norte y el sur, donde constantemente hay nuevos restaurantes, hoteles y grandes centros comerciales con amplios estacionamientos, a diferencia de los que se encuentran en la zona centro. Mientras el poniente despegó en la promoción inmobiliaria de cotos y fraccionamientos residenciales, el oriente mantiene un perfil de vida urbana con colonias irregulares y un elevado contingente de población que realiza actividades informales.

La tendencia reciente *Smart City* sugiere un nuevo modelo de estructura funcional, conceptualizado para mejorar la eficiencia urbana en el uso de los recursos. Por ejemplo, durante la administración gubernamental 2004-2010, se promovió el proyecto Capital City para impulsar un distrito financiero en Aguascalientes, en un entorno de efectos adversos como la masificación, la privatización de espacios públicos, los elevados precios inmobiliarios, entre otros. La propuesta intentó implementar el modelo del de-

sarrollo urbano sostenible con la finalidad de conseguir comodidad eficiente para la ciudadanía. Se contemplaba construir por lo menos 20 edificios, de los cuales sólo se construyeron dos (Figura 2).



Figura 2. Edificios representativos del proyecto Capital City. Fuente: Aldaco, A. (14 de enero de 2020). *Capital City Aguascalientes: el sueño urbano que nunca fue*. Urbes. <https://www.urbes.mx/p/capital-city-megaproyecto>

La distribución de los parques industriales y áreas fabriles, la eficacia del transporte para el desplazamiento suburbano, el equipamiento e infraestructura educativa y comercial, los recientes desarrollos urbanizados, las localidades periféricas, así como los sistemas canalizadores de agua y el drenaje, configuran nuevas tendencias con dimensión regional, indicativa de un sistema funcional interdependiente denominado como ciudad-región.

RESULTADOS

Previamente se expuso un breve panorama de la ciudad a través del tiempo; ahora se introducirán las condiciones actuales de la red vial mediante los pasos a desnivel conforme fueron construyéndose, hasta sus descripciones que surgen de la necesidad de dotar a la ciudad con elementos que agilicen la movilidad y posibiliten que los tiempos de recorrido sean más cortos en el traslado de un lugar a otro.

Así, los pasos a desnivel son uno de los elementos que se vuelven necesarios para las ciudades con elevados volúmenes de vehículos y población. Estas obras permiten que la circulación de vehículos sea fluida

y tienen una característica particular: evitan obstáculos como son los altos, semáforos u otro tipo de señalización. Además, son edificaciones que articulan la estructuración en la conectividad urbana.



Figura 3. Fotografía panorámica del paso vehicular en el cruce de las avenidas Aguascalientes y Universidad.
Fuente: Periódico *Hidrocalido* (17 de octubre de 2001).

Conforme crece la ciudad, se incrementa la cantidad de equipamiento e infraestructura requerida. Los antecedentes respecto a los pasos a desnivel se remontan a una nota publicada en *El Sol del Centro* el 23 de febrero de 1957, en la cual se informa que la empresa Ferrocarriles Nacionales de México invertiría un millón de pesos para la construcción del que se considera el primer paso a desnivel, ubicado en el cruce de la vía y calzada de la Revolución, pero se aclaró que el costo sería inferior si se construía en la entonces avenida Oriente Poniente, actualmente Avenida Adolfo López Mateos; además, daría seguridad a coches y peatones, debido a la necesidad de evitar accidentes en las vías del ferrocarril.

Efectivamente, así sucedió después de 10 años, el 24 de noviembre de 1967 inició la cimentación del paso inferior vehicular para liberar la vía férrea en la recién arteria que conectaba de oriente a poniente. El inicio se había previsto para febrero de 1968, pero se anticipó la obra. Entonces, para 1968 se contó con el primer paso a desnivel realizado por dicha empresa ferrocarrilera para evitar el cruce de la vía del tren en la ya mencionada avenida Adolfo López Mateos Oriente Poniente; cabe mencionar que el segundo se construyó en 1982.¹

Respecto a la primera opción donde se construiría dicha obra, el mismo periódico informó el 10 de septiembre de 1959 que en un lapso de tres meses principiaría la construcción del paso a desnivel “en el cruce

¹ *El Sol Del Centro* publicó el estreno del paso inferior en la avenida Circunvalación Norte, el 3 de mayo de 1982, debajo de lo que hoy es la avenida Gómez Morín.

que forman las vías de entrada a la estación de ferrocarriles con la Calzada Arellano”, es decir, Alameda y avenida Manuel Gómez Morín; sin embargo, no se realizó. De la misma forma, el 2 de julio de 1963 se afirmó que “para 1964, Aguascalientes contará con un paso a desnivel en el cruce que forman las vías de entrada a la estación y la Calzada Arellano”; tampoco se realizó ese proyecto durante el año previsto.

Nuevamente es hasta 1981 cuando se informó sobre la construcción del paso a desnivel, el cual sería de tipo inferior y con un costo de 80 millones de pesos, mismo que se terminaría de construir en 1982. El 5 de octubre de 1982 inició la construcción, pero prácticamente después de mes y medio, en la edición del 16 de noviembre se comenta que “Los dos pasos a desnivel: el de primer anillo de Circunvalación Norte y el de Revolución y Alameda, no presentan ningún avance en los trabajos, no se sabe cuáles son las causas de ello”.

Dos semanas después, el 30 de noviembre, se aclaró que “se reanudaron las obras a un ritmo lento del paso a desnivel de Circunvalación Norte”, mientras las obras de Revolución y Alameda “permanecen paralizadas totalmente”. Finalmente, en esa continuidad, termina esa etapa cuando el 12 de diciembre se publica “Acabaron con el problema de vialidad en la Alameda. Taparon el hoyanco de lo que fuera a ser el paso a desnivel”.

Después de varios años e intentos, se construyó esa obra en 1990 y durante el siguiente año fueron puestos en operación los pasos subterráneos de tránsito vehicular de Cinco de Mayo y Expoplaza. Luego, durante 1993 se inauguró el de avenida Aguascalientes norte entrada de la colonia Constitución, principalmente para evitar el cruce con la vía del ferrocarril; y, con la misma finalidad, en 1997, los de avenida Siglo XXI norte a la altura de la salida a Zacatecas, así como los de avenida Siglo XXI sur a la altura de ciudad industrial. En 1998 se construyó el de avenida Universidad y Aguascalientes Norte (Figura 3). Los últimos de esta serie son al norte, el de Aguascalientes y salida a Zacatecas, el 8 de octubre del 2002. Posteriormente, en enero 15 del 2004, fue inaugurado el de la colonia México.

En particular, este último paso a desnivel de la colonia México mostró cómo se debilita la convivencia e identidad cotidiana al nivel de barrio, pues las vías modernas de tráfico veloz y excesivo minaron los procesos de cohesión. Aunque la rearticulan en torno a nuevos nodos estratégicos hacia el resto de la ciudad, papel que cumplen los anillos de circunvalación construidos inicialmente fuera del límite urbano, en primera instancia conceptualizados como instrumentos de contención y ahora cómo ejes de ampliación territorial.

El modelo de estructura radial en la ciudad, implementado desde mediados del siglo XX, interconecta territorialmente vialidades regionales que la enlazan con la mayoría de localidades en el estado, al mismo tiempo que permite la urbanización progresiva mediante la ocupación de los nuevos intersticios. En el mismo proceso, operan mecanismos de valor agregado en las tierras circundantes y localidades periféricas, pues acercarse a la ciudad los vuelve accesibles al mercado inmobiliario, como sucede actualmente en la mayoría de terrenos y ejidos ubicados en el poniente.

En cuanto a la respuesta gubernamental para atender la problemática vial, a partir del año 2009, hubo una segunda oleada constructora de obras públicas, con lo cual se incrementó la infraestructura vial de Aguascalientes con nuevos pasos a desnivel que se sumaron a los ya existentes para el tráfico vehicular.

La parte central de Aguascalientes es una zona con vialidades relativamente obsoletas por su trazo y deterioradas por su antigüedad, principalmente por el tipo de ciudad para la que fueron construidas. Por eso, en los intentos de renovación, se busca adecuar las arterias centrales a las actuales y futuras necesidades de movilidad, como lo indica Fernández “se trata de hacer una ciudad moderna que tenga la capacidad de soportar la cantidad de autos que crecen día a día” (Fernández, 2010, p. 10). Cabe señalar que es una problemática que se observa de forma general en la ciudad por el excesivo tráfico vehicular.



Figura 4. Boulevard a Zacatecas y avenida Aguascalientes.
Fuente: Espinoza, T. J. (2010). Vamos por el camino adecuado. *Construye Aguascalientes. Revista oficial de la cámara de la industria de la construcción*, 4(27).

El puente vehicular elevado construido en segundo anillo y avenida Constitución, contiguo al boulevard a Zacatecas (Figura 4), funciona desde enero de 2010, cuenta con una longitud de 475 metros y el claro central es de 46 metros, también tiene travesaños tipo Nebraska de 2.10 de altura en una sola pieza y su estructura requirió alrededor de 650 toneladas de acero recubierto con 4 000 metros cúbicos de concreto. Esta zona de la ciudad es de gran dinamismo, en sus inmediaciones se localiza el Centro Comer-

cial Agropecuario, Costco y Soriana. Cumple la función principal de evitar las vías del ferrocarril. Sobre éste tipo de obras, Fernández (2010, p. 10) expresa una opinión favorable al respecto, pues la práctica gubernamental es fomentar una ciudad con progreso, a través de mejorar e incrementar la infraestructura vial de Aguascalientes.

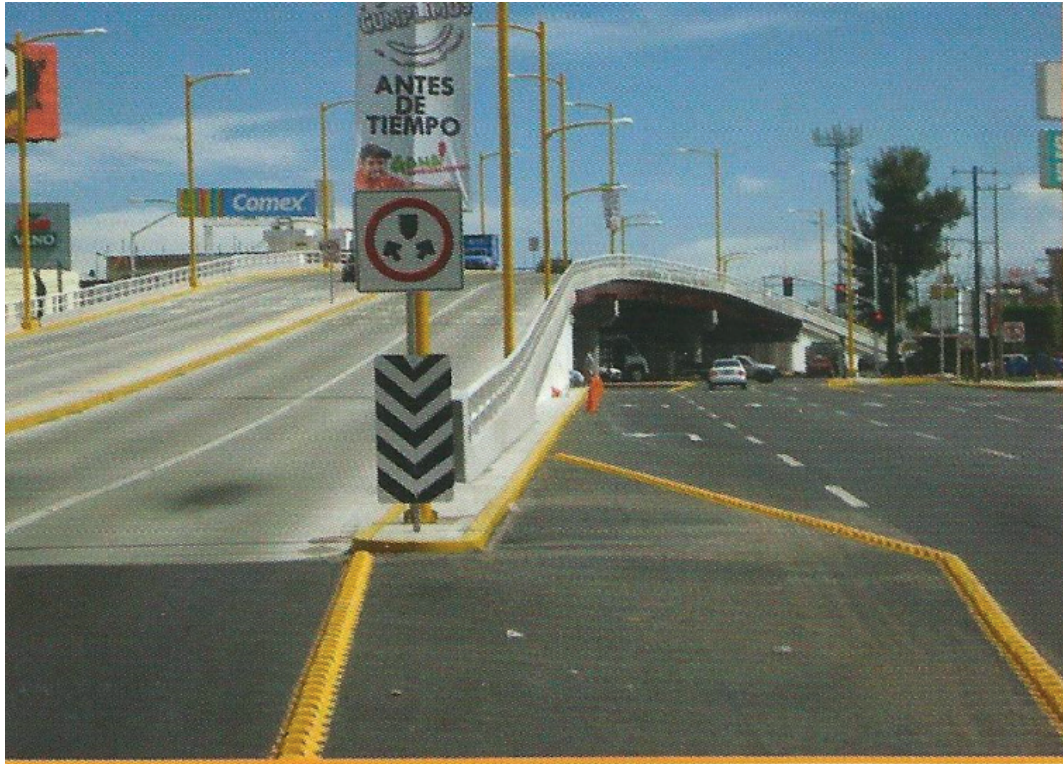


Figura 5. Avenida Aguascalientes Sur y avenida Héroe de Nacozari. Fuente: Espinoza (2010).

El paso a desnivel elevado ubicado en la avenida Aguascalientes Sur y la Héroe de Nacozari requirió de un diseño propio, pues fue necesario hacerlo con una curvatura tanto horizontal como vertical en la forma y el trazo, exactamente a la mitad del mismo. Al respecto el propio Fernández señala que “para lograrlo se proyectó la utilización de cientos de traveses y superestructuras que están colocadas en una estructura metálica, las cuales fueron importadas desde Alemania y curvadas por una empresa local misma que logró que no se perdieran las características del acero” (2010, p. 10). Este señalamiento es importante, pues se busca favorecer el tráfico incrementando la durabilidad y eficiencia en el uso cotidiano en este tipo de construcciones.

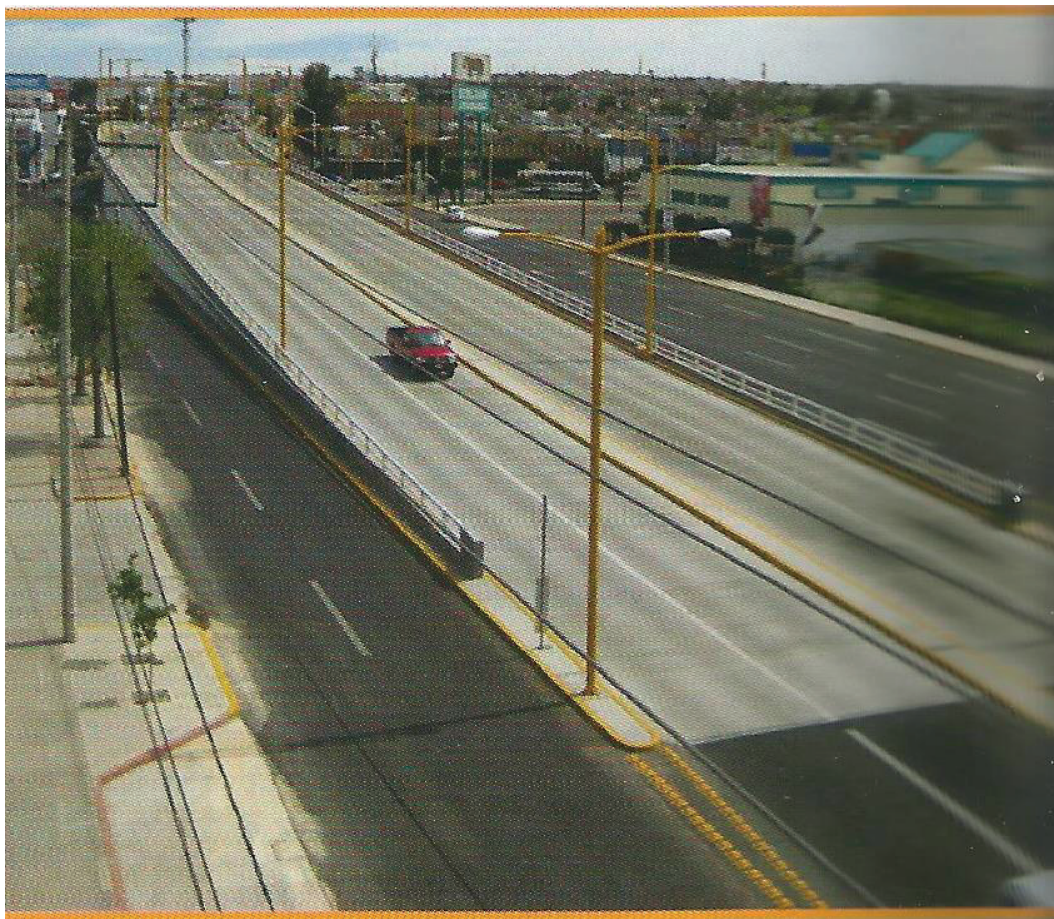


Figura 6. Avenida Aguascalientes Sur y avenida Héroe de Nacozari.
Fuente: Espinoza (2010).

En cuanto a la avenida Aguascalientes sur y la Héroe de Nacozari, se realizó una obra de ingeniería moderna para darle respuesta eficiente al flujo vial que requiere la ciudad, con 327 metros lineales de longitud, las rampas de acceso representan 7 000 m³. La estructura metálica es de 370 toneladas con 35 toneladas en pilotes de acero, 100 toneladas en acero de refuerzo en losa. Acero de refuerzo de 220 toneladas y 1 500 toneladas de concreto hidráulico en diferentes resistencias (Fernández, 2010, p. 10).



Figura 7. Avenida Aguascalientes y avenida Paseos de Ojocaliente.
Fuente: Espinoza (2010).

En la intersección de la avenida Aguascalientes y Paseos de Ojocaliente, se construyó un paso vehicular elevado que cuenta con una longitud de 329 metros. Para su cuerpo se utilizaron 350 toneladas de acero armadas en trabe y 5 600 metros de concreto hidráulico para conformar las rampas de acceso y la losa central de rodamiento, así como 3 000 metros de pavimento hidráulico para consolidar la construcción en el área del cruce.



En avenida Aguascalientes sur y Héroe Inmortal, el puente vehicular elevado, además de permitir la circulación de flujo continuo sobre segundo anillo, favoreció la conexión en las inmediaciones del fraccionamiento Morelos; para realizarlo fue necesario repavimentar en ese cruce y los accesos laterales, es decir, 18 000 metros cuadrados con concreto hidráulico que no fueron presupuestados en el proyecto inicial, los cuales eran importante repavimentar porque la estructura del pavimento ya había cumplido su vida útil y, de no haberse realizado, la funcionalidad del puente se afectaría.

Figura 8. Avenida Aguascalientes Sur y avenida Héroe Inmortal. Fuente: Espinoza (2010).



Figura 9. Avenida Aguascalientes y avenida Revolución (Alameda).
Fuente: Espinoza (2010).

Para el paso a desnivel de avenida Aguascalientes y avenida Revolución (Alameda), se requirieron 12 000 m³ de materiales pétreos como grava, arena y tepetate. 80 toneladas de cemento, 3 400 metros de concreto, 180 toneladas en acero de refuerzo (varilla) y 440 toneladas de acero estructural (Fernández, 2010, p. 10).



Figura 10. Avenida Aguascalientes y bulevar Guadalupeano
Fuente: Espinoza (2010).

El puente ubicado en la avenida Aguascalientes y el bulevar Guadalupeano cuenta con una longitud de 490 metros lineales, el ancho de la calzada es de 16 metros, la longitud techada tiene 90 metros con travesaños denominados por sus características, como de cajón y además de la denominada losacero. Fue necesario incorporar 647 toneladas de tablaestaca, además de 160 toneladas de acero recubierto con 9 000 metros cúbicos de concreto; así como 6 000 metros cúbicos de asfalto. Un dato que se incorpora para dimensionar la compleja técnica de este tipo de obras son los 60 000 metros cúbicos en el volumen de excavación. Estos puentes favorecen el transporte de personas y mercancías. La ciudad luce más moderna, se facilita el traslado de un lugar a otro, con un considerable ahorro de tiempo y costo, emitiendo menor cantidad de contaminantes a la atmosfera (Espinoza, 2010).

Puente Bicentenario Aguascalientes

En la actualidad, el puente Bicentenario es una de las obras más modernas, emblemáticas y representativas de la ciudad, desde que fue abierto a la circulación vehicular en el año 2010. Es destacado, tanto para los habitantes de Aguascalientes como para los turistas, por sus elementos estéticos

y estructurales, pero principalmente por la funcionalidad operacional y su utilidad al ser una de las vialidades más importantes.

Como su nombre lo indica, en su construcción se aprovechó el marco conmemorativo para festejar los 200 años de la Independencia nacional, así como para organizar el flujo vehicular en la intersección de la avenida José María Chávez y la avenida Aguascalientes, y mejorar la fluidez vial. Por esto, la obra fue encomendada a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes como una aportación a la ciudad por parte del gobierno federal.

A diferencia de otras obras que se realizaron en el periodo actual, este puente destaca por su diseño estético y funcionalidad vial que se extiende en 740 metros de longitud, agiliza los traslados al circular hacia el oriente o el poniente y es, visualmente, uno de los accesos más atractivos e importantes en el sur de la ciudad y la salida a México (Figura 11).

Pocos son los elementos arquitectónicos capaces de convertirse con el paso del tiempo en referentes o íconos del progreso urbano moderno de la Ciudad de Aguascalientes, éste es el caso del puente Bicentenario Aguascalientes, su ubicación realza la ciudad, sus dimensiones e iluminación permiten lucirlo desde distintos puntos del sur de la ciudad. Principalmente, para los automovilistas que cotidianamente recorren la zona, aquellos que se encuentran en tránsito o los que tienen como destino la ciudad capital, cualquiera que sea el caso, el puente Bicentenario causa admiración.



Figura 11. Puente Bicentenario
Fuente: Ávila, C. (24 de noviembre de 2022). Darán mantenimiento a puente de Salida a Zacatecas y al Bicentenario. *El Sol del Centro*. <https://oem.com.mx/elsoldelcentro/local/daran-mantenimiento-a-puente-de-salida-a-zacatecas-y-al-bicentenario-23925138>

La reducción de tiempo en los traslados y la mejora en la movilidad se encuentran dentro de los beneficios percibidos por la población, además del progreso en la infraestructura, el equipamiento y la imagen urbana de la zona, pues complementa visualmente el mensaje de la modernidad con el contiguo Teatro Aguascalientes.

Sin embargo, y en contraste con el desarrollo y la modernidad que recae en obras de esta magnitud, existe un impacto contradictorio que se traduce en el incremento de accidentes viales en la zona; en este sentido, durante todo el año se esparcen por diversos medios noticias sobre accidentes vehiculares, algunos con consecuencias desastrosas o fatales, a causa principalmente por el exceso de velocidad y distracciones de los conductores, tanto automovilistas como motociclistas que exceden su velocidad e imprudencia sobre la avenida Aguascalientes (segundo anillo).

Es preciso mencionar que esta avenida, además del primer anillo, oficialmente denominado avenida de la Convención de 1914 y la avenida Siglo XXI (tercer anillo) están planeadas para ser vías circundantes de flujo continuo, pero no de alta velocidad. El proyecto de flujo continuo de la avenida Aguascalientes está prácticamente cristalizado, pues en todo su perímetro únicamente se encuentran en funcionamiento tres cruces con semáforos en la parte oriente del anillo periférico.

Volviendo al citado puente Bicentenario, éste fue inaugurado en el año 2010, la inversión de la obra por parte del gobierno federal ascendió a 422 millones de pesos, simbólicamente también fueron inaugurados de manera simultánea otros cuatro puentes vehiculares sobre la avenida Aguascalientes, aunque estos últimos, fueron construidos con presupuesto de participación estatal y municipal.

Esta obra resalta por su estructura, pero por las noches es mejor el espectáculo visual debido a la dinámica iluminación colocada a partir del año 2012. Para ese efecto, el puente se ilumina a partir de 72 luminarios a manera de proyectores versátiles, permiten la manipulación de colores colocados para resaltar tirantes y postes, además de iluminar las caras internas, dando la sensación de atravesar un túnel multicolor iluminado y adaptable a los tonos de cada fecha o época del año a conmemorar (Figura 12).

Desde su inauguración, el puente Bicentenario ha sufrido diversas rehabilitaciones. En el año 2017, con una inversión de 4.2 millones de pesos, se llevaron a cabo trabajos relacionados con la tensión de la estructura y el cambio de diversos elementos arquitectónicos. La intervención más actual se realizó en el año 2024, cuando fue sometido a trabajos de mantenimiento preventivo consistente principalmente en la calibración de los cables que sostienen la estructura del puente atirantado (Rodríguez, 2024). Aunado con estos trabajos también se invirtieron cerca de 1.5 millones de pesos para la renovación de la iluminación, mejorar la fisonomía del puente y, por ende, brindar un espacio más agradable.



Figura 12. Puente Bicentenario.
Fuente: STARlux iluminación. (s. f.).
Puente Bicentenario | Aguascalientes, Ags.
<https://starlux.com.mx/project/puente-bicentenario-aguascalientes-ags/>

FECHA	OBRA	UBICACIÓN	COSTO
6 de abril de 2017	Paso a desnivel	Cruce de avenida Adolfo López Mateos y calle J. F. Elizondo.	130 millones de pesos.
24 de diciembre de 2017	Paso a desnivel	Cruce de avenida Aguascalientes poniente y boulevard Adolfo Ruiz Cortines.	82 millones de pesos.
29 de junio de 2018	Paso a desnivel	Cruce de avenida Universidad y boulevard Luis Donaldo Colosio.	110 millones de pesos.
21 de julio de 2018	Paso a desnivel	Cruce de avenida Aguascalientes y avenida Guadalupe González Ortega.	80 millones de pesos.
28 de septiembre de 2018	Distribuidor vial	Cruce de carretera 45 Norte y avenida Siglo XXI.	450 millones de pesos.
20 de octubre de 2018	Paso a desnivel	Cruce de avenida Siglo XXI y carretera México 70 Oriente.	112 millones de pesos.
29 de julio de 2019	Paso a desnivel	Cruce de avenida Aguascalientes y Camino a San Ignacio.	128 millones de pesos.
10 de diciembre de 2019	Paso a desnivel	Cruce de avenida Aguascalientes y Salvador Quezada Limón.	100 millones de pesos.
30 de junio de 2020	Paso a desnivel	Cruce de avenida Aguascalientes y Mariano Hidalgo.	125 millones de pesos.
14 de julio de 2020	Puente vehicular	Antiguo camino a San Ignacio, Colinas del Río.	57 millones de pesos.
13 de agosto 2022	Paso a desnivel	Av. Barberena Vega y Segundo Anillo.	150 millones de pesos.

Figura 13. Distribuidor vial, puente vehicular y desniveles urbanos en Aguascalientes de 2017 a 2022.
Fuente: Elaboración propia a partir de información del Gobierno de Aguascalientes (2017), (2018), (2019), (2020) y (2022).

Al final de cuentas, se construyeron, inauguraron y continuaron en operación nueve pasos a desnivel, un puente vehicular y un distribuidor vial. La Figura 13 muestra las obras destacadas durante el periodo 2017-2022, entre ellas el puente vehicular, el distribuidor vial y los pasos a desnivel construidos en la ciudad de Aguascalientes.

El puente alterno de San Ignacio

Ahora los pasos a desnivel generan ahorros, agilizan y reducen los tiempos de espera en vehículo y, por lo tanto, el consumo de combustible se reduciría más de 21 toneladas de emisiones contaminantes. Al tener un flujo continuo y menor cantidad de emisiones por parte de los vehículos, el beneficio se equipara al que brindarían 15 700 árboles.

El puente alterno de San Ignacio no es la excepción; su construcción inició en 1743 y, tras 54 años de suspensiones y desastres naturales, logró concluirse en 1797. Se contempló un presupuesto de 57 millones de pesos para llevar a cabo esta obra. Su inauguración hizo más eficiente el transporte, agilizando los tiempos de traslado, y dinamiza la economía local, permitiendo mejor interconexión al optimizar la movilidad de 33 mil personas que transitan en sus inmediaciones, desde Los Pocitos hasta Jesús María.

En la postura opuesta, los ambientalistas piden que se deje de promover el uso masivo de automóviles, ya que la construcción de puentes vehiculares para favorecer la circulación vehicular no son la solución adecuada para Aguascalientes, pues promueven el uso del vehículos por encima de otras opciones de movilidad sustentable (Tenorio, 2020). En su opinión, los proyectos deben considerarse no sólo para la ciudad, sino también para las zonas conurbadas, dado que el crecimiento y la urbanización deben priorizar al peatón y a los ciclistas por encima de los vehículos automotores. Aun así, el 14 de julio de 2020, se inaugura el puente alterno en el Antiguo camino a San Ignacio, el cual impedirá el deterioro del antiguo puente de piedra, una construcción que se preserva por su valor histórico en el estado.



Figura 14. Panorámica del Puente Alterno de San Ignacio.
 Fuente: Líder Empresarial. (2020). #Galería: Así luce el nuevo Puente Vehicular de San Ignacio. <https://www.liderempresarial.com/galeria-asi-luce-el-nuevo-puente-vehicular-de-san-ignacio/>

Esta obra aporta a la conservación del escaso patrimonio histórico de Aguascalientes, como el Antiguo Puente de San Ignacio, construido hace alrededor de 300 años y ahora tiene menos impacto negativo en su estructura, pues ya no se utiliza para el tráfico vehicular, sino para el uso de peatones y ciclistas que requieran trasladarse por la zona. El nuevo proyecto consta de un par de puentes paralelos al Antiguo Puente de San Ignacio, los que, además de contar con un carril para ciclo vía y banqueta peatonal, vinculan el tráfico vehicular hacia o desde la avenida Eugenio Garza Sada a través de dos carriles de circulación en ambos sentidos. Su longitud es de 93 metros y el ancho es amplio, de casi 12 metros (Líder Empresarial, 2020).

Cabe mencionar que esta obra, además de agilizar el tránsito, se involucra en el marco de un proyecto integrador amplio, cuya finalidad se orienta al ordenamiento territorial en el poniente de la zona metropolitana de Aguascalientes: desde las avenidas Universidad, Luis Donald Colosio, Guadalupe González, boulevard Abelardo L. Rodríguez, Eugenio Garza Sada, hasta el libramiento que permite desviar el tráfico de la colonia Los Pocitos. La búsqueda de opciones para propiciar el desarrollo en la integración territorial y funcional a través de diversas obras genera imágenes que sintetizan la necesidad de comprender la urbanización y sus consecuencias.

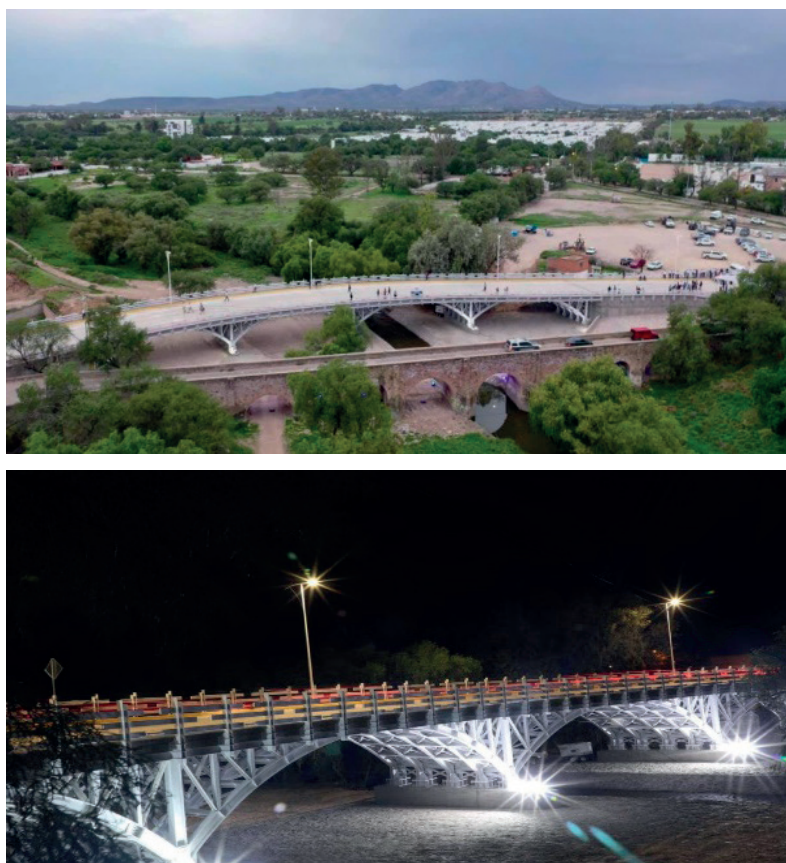


Figura 15. Paso a desnivel San Ignacio.
Fuente: Líder Empresarial (2020).

En estas obras de infraestructura hay diferencia en la producción del espacio, particularmente en cuanto externalización física del poder y la evidencia construida en la toma de decisión para la transformación espacial, interacción cultural y estilos de vida urbana. Mediante la ejecución de obras relacionadas con la introducción de infraestructura vial para la ciudad, como los pasos a desnivel, resulta ser una ciudad que se adapta a los nuevos requerimientos de la urbanización moderna.

Para ese fin, durante el periodo 2017-2022, en distintos puntos de la ciudad se consolidó la movilidad vehicular de flujo continuo dentro del segundo anillo, reduciendo sustantivamente el tiempo invertido en los traslados con beneficios en aspectos laborales, familiares y personales, mediante la construcción de 11 puentes para vehículos de motor, además de puentes peatonales.

La organización de esta infraestructura muestra testimonios en distinta escala de la intervención estatal para mantener un ritmo modernizador en la ciudad, siendo la evidencia empírica de un proyecto teórico concretizado en un periodo gubernamental. Para ese fin, fueron dos mil millones de pesos el monto de inversión destinado para los puentes vehiculares construidos en el norte y poniente de la ciudad, así como para crear

la estructura vial necesaria en la consolidación del Flujo Continuo Vehicular en el segundo anillo, incluyendo las obras alternas para complementarlo.

Por ejemplo, con una longitud de 550 metros en dos calzadas superiores, el 13 de agosto 2022 se dio la apertura del paso a desnivel al poniente, ubicado en la intersección de las avenidas Ing. Miguel Ángel Barberena Vega y Aguascalientes, el cual apuntaló el trayecto sur, poniente y norte del Flujo Continuo vehicular del segundo anillo.

Es decir, todas las obras realizadas como arterias representan los enlaces que requiere una ciudad que raya en lo moderno y son evidencia de la infraestructura necesaria para volver funcional el ámbito urbanizado, tanto en su funcionalidad interna como externa. El crecimiento poblacional urbano transforma la estructura original de la ciudad, por lo que modifica a su vez la movilidad. Los trasladados interurbanos ya no corresponden al trazo anterior de la ciudad, pues actualmente los desplazamientos son multidireccionales, ya que las actividades económicas, comerciales, culturales, familiares, educativas, políticas y deportivas se presentan en todo el entramado urbano.

Las imágenes expuestas en el presente apartado operan como elementos gráficos que muestran la labor de quienes aspiran al progreso, la evidencia de la actividad humana y del cambio físico en el espacio y el territorio de la ciudad, otorgándole un perfil dinámico diferente al tradicional. El espacio y su entramado ahora están destinados a satisfacer la necesidad de circulación para 600 mil vehículos de motor que circulan permanentemente en la zona metropolitana.

CONCLUSIONES

Al igual que toda organización social asentada geográficamente y con el fin de preservar el orden, los gobernantes instrumentan diversas reglamentaciones, con las cuales se toman decisiones orientadas a la continuidad de la estructura urbana, entre ellas se encuentran las normas legales para regular el territorio, reglamentos de planificación, otros documentos derivados en planes y programas de desarrollo.

La capital de Aguascalientes, como urbe moderna en expansión, se vuelve multifacética y compleja, en razón de ser la evolución de una construcción histórica permanentemente mediatizada por intervenciones en el patrimonio edificado y la interrelación territorial. Un espacio con entramado urbano compuesto de límites, áreas, secciones, delegaciones, colonias, parques, avenidas, calles, edificios y viviendas.

Los ejemplos expresados generalmente permiten observar la expansión y el crecimiento progresivo, la estructura morfológica urbana y lo que implica en función del suelo urbano, así como algunas características viales. Porque al final, toda intervención, pública o privada, modifica el valor del suelo, en concreto en calidad de mercancía.

El análisis urbano y el surgimiento de la infraestructura presentado en este recorrido permiten dimensionar el lugar que habitamos. Aguas-

calientes es una ciudad de contrastes y cuenta con características, tanto propias como compartidas, que la hacen destacar en el altiplano mexicano: ciudad organizada, con una imagen generalizada de ciudad moderna y cosmopolita, se hace lo posible por mantenerla limpia; en este sentido, tiene poco en común con el desorden y suciedad que vemos en muchas ciudades mexicanas.

Sin embargo, ahora se deben resolver los problemas futuros que empiezan a ser evidentes y conciernen a la ciudad del presente. El reto es sustentar el crecimiento armónico de los habitantes, bienes y servicios con el fin de continuar su consolidación en el entorno regional, enfatizando la implementación de procesos industriales y agrícolas de bajo consumo de agua. Se presenta una dinámica que favorece el incremento poblacional, aunque prevalece el patrón territorial de concentración-dispersión, el cual no se ha podido revertir, pues las actividades económicas, lúdicas y socioculturales se manifiestan de la misma forma.

Prevalece la opinión de que el transporte y la infraestructura vial para trasladar personas y mercancías dentro de la zona metropolitana cuenta con un exceso de tráfico, ocasionando la saturación en la infraestructura que soporta la red de vialidades que permiten el traslado de personas y mercancías en vehículos particulares, en contraste el transporte público colectivo continúa siendo deficiente, obsoleto e incapaz de prestar adecuadamente el servicio del traslado de personas, mucho menos el de mercancías (Aldaco, 2020).

Particularmente, las políticas impulsan una ciudad en expansión, consolidando rasgos metropolitanos de carácter regional, en el cual la industria juega un papel relevante; por ejemplo, Nissan integra un mercado global que inserta al territorio regional. Así, continúa la tendencia en la promoción del crecimiento urbano e impulsa la saturación del tráfico vehicular en el Valle de Aguascalientes, propiciando situaciones como señala Aldaco:

los efectos del cambio climático son ahora parte de la realidad, al respecto las recientes obras de infraestructura vial en la ciudad de Aguascalientes favorecen al auto mientras que degrada la movilidad peatonal, ciclista y del transporte público. Dicho con otras palabras, promueve el uso del medio de transporte más ineficiente en consumo energético y de espacio urbano, mismo que es el principal productor de gases de efecto invernadero en el país (2020).

En ese sentido, el discurso oficial aún sostiene el axioma de generar infraestructura para favorecer el uso de automóviles y, de alguna manera ayudar en la emisión de gases de efecto invernadero, pues al abreviar el tiempo de traslado dentro del área urbana, se consume menor combustible de forma innecesaria al reducir el tiempo de espera de los autos detenidos por semáforos. La experiencia en otras ciudades muestra efectos favorables en el corto o mediano plazo, pero no redundan en efectos sustantivos de largo plazo. Es decir, aplicado en este caso, las obras realizadas en

Aguascalientes pueden apoyar a reducir problemas locales, principalmente de tráfico o el estrés derivado de ello.

Si bien, hay un aceptable flujo vial al iniciar el funcionamiento de cada puente, al pasar el tiempo y por no promover o crear alternativas de traslado y transporte, el tráfico tiende a congestionarse de manera similar a como se presentaba anteriormente; además, se cree que a manera de demanda inducida, la mayor capacidad para circular atrae nuevos automovilistas a conducir. Este fenómeno es en realidad el resultado del “efecto perverso”, pues no existen elementos coadyuvantes de soporte, como un eficiente y regular sistema de transporte público. Al final, cada obra vial resulta insuficiente por el cada vez mayor número de autos, máxime si no hay ni se mantienen alternativas como ciclovías o un eficiente servicio de transporte urbano, por señalar algunas.

Queda ahora una propuesta para la posteridad, mediante el ejercicio prospectivo gubernamental del Plan Aguascalientes, en el cual, con un horizonte de acción para los próximos 25 años, se estructuran respuestas a los retos y problemáticas de interés. Sobre éstos se puede señalar una previsión de infraestructura acerca del futuro que se enfrentará en el año 2050, siempre que prevalezcan las tendencias observadas en la ciudad de Aguascalientes, su zona metropolitana y el estado.

REFERENCIAS

- Aldaco, A. (14 de enero de 2020). *Capital City Aguascalientes: el sueño urbano que nunca fue*. Urbes. www.urbes.mx/p/capital-city-megaproyecto
- Alejandro Ramos, G., Pineda Muñoz, J. y Hernández Romero, Y. (Coords.). (2015). *Actores sociopolíticos del desarrollo urbano*. Fontamara; Universidad Autónoma del Estado de México.
- Ávila, C. (24 de noviembre de 2022). Darán mantenimiento a puente de Salida a Zacatecas y al Bicentenario. *El Sol del Centro*. <https://oem.com.mx/elsoldelcentro/local/daran-mantenimiento-a-puente-de-salida-a-zacatecas-y-al-bicentenario-23925138>
- Barberena Vega, M. A. (1992). *La Huella y el Sendero*. Gobierno del Estado de Aguascalientes; Instituto Cultural de Aguascalientes.
- Bell, D. (1976). *El advenimiento de la sociedad postindustrial. Un intento de prognosis social*. Alianza.
- Connolly, P. (2015). Estudios urbano-regionales en América Latina: medio siglo de enfoques teóricos. En C. Garrocho Rangel y G. D. Buzai (coords.), *Geografía aplicada en Iberoamérica. Avances, retos y perspectivas* (pp. 79-114). El colegio Mexiquense.
- SOP - Secretaría de Obras Públicas. (23 de enero de 2018). Pasos a Desnivel Colosio y Av. Universidad; Av. Ags. y Guadalupe González. [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=Oje4cBG-pyl>
- Espinoza, T. J. (2010). Vamos por el camino adecuado. *Construye Aguascalientes. Revista oficial de la cámara de la industria de la construcción*, 4(27).

- Fernández, A. (2010). *Construye Aguascalientes*. *Revista de la Cámara de la Industria de la Construcción*, 4(27).
- Flores Castillo, O., Padilla Lozano, F. y Campos Aceves, B. H. (2024). Infraestructura y Espacio Público en la línea Verde de Aguascalientes. En A. C. Venegas Herrera y D. Amparo Tello (coords.), *Políticas públicas con perspectiva regional: análisis y evaluación de impacto* (pp. 135-148). Universidad Nacional Autónoma de México; Instituto de Investigaciones Económicas; Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional.
- García Campos, A. (27 de agosto de 2019). Urge replanteamiento federal en materia económica. *LJA*. <https://www.lja.mx/2019/08/urge-replanteamiento-federal-en-materia-economica/>
- H. Ayuntamiento de Aguascalientes. (22 de marzo de 2017). *Renovará gobierno municipal imagen urbana de puente en la salida a México*. (Boletín No. 180). <https://www.ags.gob.mx/cont.aspx?p=5086>
- Harvey, D. (2024). *Los límites del capital*. Traficantes de Sueños.
- Hermosillo, H. (03 de febrero de 2018). Autorizó Semarnat más pasos a desnivel en Aguascalientes: vienen otros siete. *LJA*. <https://www.lja.mx/2018/02/autorizo-semarnat-pasos-a-desnivel-en-aguascalientes-vienen-otros-siete/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2013). Censo de Población y Vivienda 2010. *INEGI*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015). Encuesta Intercensal 2015. *INEGI*. <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s. f.). Usa la estadística y la geografía para descubrir México. *INEGI*. https://cuentame.inegi.org.mx/descubre/poblacion/rural_urbana/
- Líder Empresarial. (2020). *Ya está abierto el puente vehicular de Segundo Anillo y Mariano Hidalgo*. <https://www.liderempresarial.com/ya-esta-abierto-el-puente-vehicular-de-segundo-anillo-y-mariano-hidalgo/>
- Líder Empresarial. (2020). *#Galería: Así luce el nuevo Puente Vehicular de San Ignacio*. <https://www.liderempresarial.com/galeria-asi-luce-el-nuevo-puente-vehicular-de-san-ignacio/>
- Lucas Marín, A. (1994). *Sociología para la Empresa*. McGraw-Hill.
- Martínez, E. (2006). La ciudad y sus ciudades paralelas. *Origen* 1(1), 33-35.
- Orozco, M. [Martín Orozco]. (2022). *Hola Aguascalientes, les tengo excelentes noticias porque el día de hoy abriremos la circulación en el nuevo paso a desnivel sobre Av. Barberena Vega y Segundo Anillo*. [Fotografía con descripción]. [Post]. Facebook. <https://www.facebook.com/MartinOrozcoAgs/posts/pfbid02GKyNj6VeYREp6mx9KfFsx18NqP-cZ5vNbDA2eFdp6Gozj4PsFL9B8vNPsnEt5hhSAI>
- Olvera Zurita, C. (26 de marzo de 2019). Hay 237 asentamientos irregulares en Aguascalientes. *LJA*. <https://www.lja.mx/2019/03/hay-237-asentamientos-irregulares-en-aguascalientes/>
- Padilla Lozano, F. y Flores Castillo, O. (2022). La emigración rural a la ciudad en el estado de Aguascalientes. En S. De la Vega Estrada

- [coord.], *Efectos del proceso de empobrecimiento en la desigualdad y el desarrollo social en los territorios* (pp. 201-222). Universidad Nacional Autónoma de México; Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional. <http://ru.iiec.unam.mx/5964/>
- Perló Cohen, M. (1990). Introducción. En M. Perló Cohen (coord.), *La modernización de las Ciudades en México* (pp. 7-17). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rodríguez Loera, C. (25 de enero de 2024). Darán rehabilitación al puente Bicentenario de Aguascalientes en pocas semanas. *LJA*. <https://www.lja.mx/2024/01/daran-rehabilitacion-al-puente-bicentenario-en-pocas-semanas/>
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, Consejo Nacional de Población e Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2018). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015*. Secretaría de Gobernación. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/305634/Delimitacion_Zonas_Metropolitanas_2015.pdf
- Staff. (24 de diciembre de 2017). Concluye obra de paso a desnivel inferior de salida a Calvillo. *LJA*. <https://www.lja.mx/2017/12/concluye-obra-paso-a-desnivel-inferior-salida-a-calvillo/>
- Staff. (21 de septiembre de 2018). Inauguran paso a desnivel de avenida Aguascalientes y Guadalupe González. *LJA*. <https://www.lja.mx/2018/09/inauguran-paso-a-desnivel-de-avenida-aguascalientes-y-guadalupe-gonzalez/>
- Staff. (20 de octubre de 2018). En operación, el puente sobre Tercer anillo y salida a San Luis Potosí, en Aguascalientes. *LJA*. <https://www.lja.mx/2018/10/en-operacion-el-puente-sobre-tercer-anillo-y-salida-a-san-luis-potosi-en-aguascalientes/>
- STARlux iluminación. (s. f.). *Puente Bicentenario | Aguascalientes, Ags.* <https://starlux.com.mx/project/puente-bicentenario-aguascalientes-ags/>
- Tocqueville, A. (1980). *La democracia en América*. Alianza.
- Touraine, A. (1994). *Crítica de la Modernidad*. Fondo de Cultura Económica.
- Universidad Autónoma de Aguascalientes. (2024). El Proyecto Corredor Industrial Norte-Sur en Aguascalientes, 1987 [Fotografía]. Bóveda Jesús F. Contreras. <https://bovedacontreras.uaa.mx/wp-content/uploads/2024/10/DS43.jpg>
- Weber, M. (1977). *La ética protestante y el espíritu del capitalismo*. Península.

QUINTO EJE:

MOVILIDAD URBANA

ANÁLISIS ESPACIAL DE LA MOVILIDAD PENDULAR EN LA ZONA CONURBADA DE LA CIUDAD DE PUEBLA

Oscar Sánchez Velázquez
Enrique Bueno Cevada

Resumen

Este estudio es un análisis espacial sobre la movilidad pendular, es decir, la relación de movimiento cotidiano entre lugar de residencia (origen) y la localización del centro de trabajo (destino). Desde el enfoque de la geografía radical se demuestra que esta movilidad presenta una mayor escala y la magnitud más importante en cuanto a motivos de viaje, lo cual se relaciona con problemas de accesibilidad y de crisis funcional del transporte público. Consecuencias sobre la relación espacio–tiempo que obedecen a la distribución del espacio relativo del capitalismo, caracterizado por asimetrías espaciales, lo cual se observa en tres casos de estudio en la zona conurbada de la ciudad de Puebla.

La metodología integra datos de encuestas de origen–destino en tres casos de estudio, para espacializar y categorizar la magnitud, espacializar y cuantificar la escala de la movilidad con base en la identificación del área de influencia y el área de servicio de cada destino. Con ello se explica que la distribución espacial de los orígenes obedece al espacio relativo del capitalismo, caracterizado por las asimetrías espaciales identificadas a partir de geografías de análisis como la accesibilidad vial, los niveles socioeconómicos y la red de transporte. Los resultados de esta investigación explican que los problemas de movilidad urbana mencionados obedecen a la relación entre movilidad pendular y espacio relativo, y no a disfuncionalidades normativas o fallas de planeación urbana a las que constantemente se les atribuye como causa desde enfoques tecnocráticos.

Palabras clave: Geografía radical, movilidad pendular, accesibilidad vial, sintaxis espacial, asimetrías espaciales.

Abstract

This study offers a spatial analysis of commuting, that is, the relationship of daily movement between the place of residence (origin) and the location of the workplace (destination). From a radical geography perspective, it demonstrates that this mobility is larger in scale and has a greater magnitude in terms of travel motives. This is related to accessibility problems and the functional crisis of public transportation. These consequences affect the space-time relationship due to the distribution of relative space under capitalism, characterized by spatial asymmetries, this is observed in three case studies in the Puebla City urban conurbation.

The methodology integrates data from origin–destination surveys in three case studies to spatialize and categorize the magnitude to spatialize and quantify the scale of mobility based on the identification of the influence area and the service area of each destination. This explains why the spatial distribution of origins is due to the relative space of capitalism, characterized by spatial asymmetries identified through analytical geographies such as road accessibility, socioeconomic levels and the transportation network. The results of this research explain why the aforementioned urban mobility problems are due to the relationship between commuting and relative space, and not to regulatory dysfunctions or urban planning failures, which are constantly attributed as causes from technocratic approaches.

Keywords: Radical geography, pendulum mobility, road accessibility, space syntax, spatial asymmetries.

INTRODUCCIÓN

Objeto de estudio

La movilidad pendular es la relación de movimiento entre lugar de residencia (origen) y la localización de los centros de trabajo (destino), bajo el enfoque de la geografía radical se puede comprender como un fenómeno que corresponde con el espacio relativo del capitalismo.

El problema que se aborda en esta investigación plantea que, a pesar de la relevancia de la magnitud y la escala de la movilidad pendular, el enfoque tecnocrático tiende a producir explicaciones simplificadas sobre los problemas de accesibilidad y de crisis del transporte público. En consecuencia, resulta necesario explorar la relación movilidad–espacio, a saber, accesibilidad vial, distribución socioeconómica y red de transporte para comprender con mayor rigor las condiciones que producen estas problemáticas urbanas.

Contexto

Las ciudades mexicanas contemporáneas en las últimas décadas se han caracterizado por presentar un crecimiento urbano expansivo, difuso y frag-

mentado, aunado a un incremento de la motorización, ya que durante el periodo 2010–2020 “[aumentó en el país] en 60%, pues pasó de 31 millones 635 mil 12 vehículos en circulación a 50 millones 594 mil 282 unidades. Del total de automóviles en circulación, 73% son particulares, 25% es transporte público y el resto camiones de carga” (Observatorio ciudadano de la calidad del aire, 2020).

Estos procesos socioterritoriales tienen consecuencias negativas para la movilidad urbana, al considerar la accesibilidad como un atributo espacial que indica el grado de dificultad a través del incremento de las distancias como consecuencia del crecimiento urbano o de los congestionamientos por el incremento del parque vehicular, además de la constante crisis en la que se encuentra el transporte público, pues en la zona conurbada de la ciudad de Puebla (ZCCP) “apenas el 31.3% de los poblanos está satisfecho con el servicio de transporte público. Esto refleja un sistema que no solo es insuficiente, sino también incapaz de cubrir la demanda de horarios y recorridos esenciales” (Contigo Puebla, 2025).

De estos problemas resulta fundamental identificar la movilidad más importante y sus características en la ZCCP, para lo cual se plantearon las siguientes preguntas:

- 1) ¿Cuál motivo es el que genera mayor cantidad de viajes?
- 2) ¿Cuál es el modo de transporte más utilizado?
- 3) ¿Cuáles son las localizaciones de origen y destino de los viajes más importantes?
- 4) ¿Cuál es el tiempo límite de viaje para la práctica de dicha movilidad?

Según LOGIT¹, citado en Fritz (2018), el “67% de los habitantes de la zona metropolitana [de Puebla-Tlaxcala] usan transporte público” (p. 7); del total del universo de viajes, el 28% son hacia el trabajo –el segundo porcentaje más alto de los motivos de viaje, sólo por debajo de casa con el 30%– (p. 14-17), con un tiempo de viaje predominante entre 30 y 59 minutos para el 45% de los encuestados (p. 20). Sobre esto, el 45.4% puede viajar sin transbordar, mientras que el 54% necesita el uso de un segundo vehículo de transporte público para llegar a su destino (p. 53). Estas estadísticas indican que los viajes pendulares entre la residencia y el lugar de empleo son los más importantes, ya que su magnitud y escala son los más altos, aunado al hecho de que la mayor parte de la población viaja en transporte público. Además, si la producción más importante de viajes es la que está relacionada con el empleo, entonces la identificación de los destinos más importantes consistiría en discernir las zonas en donde se concentran los centros de trabajo significativamente; por lo que resulta fundamental poder representar la movilidad pendular a través de la geografía.

1 Consultoría especializada en materia de movilidad urbana, la cual produjo información y estudios para el Gobierno del estado de Puebla en el periodo 2011-2017.

Estado del arte

Respecto al tema de movilidad urbana en México destacan los estudios técnicos producidos por el Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP)² y, por parte del Estado mexicano, un conjunto de guías, normas y estrategias,³ cuyo denominador común es que presentan un enfoque tecnocrático, es decir, que su conocimiento se limita a exponer una realidad subjetiva basada sólo en cuestiones técnicas, donde se enfatiza que el aspecto social de la movilidad es el objeto de estudio más importante superando la visión del transporte. Sin embargo, esta lógica exalta la complejidad de la movilidad del individuo, teniendo como consecuencia la marginalización sobre el conocimiento y la importancia de la movilidad de las mayorías, de tal modo que en este tipo de análisis es común observar cómo todos los tipos, modos y motivaciones de viaje resultan muy importantes de estudiar y atender.

Bajo este enfoque se abordan diferentes problemas de movilidad urbana, tales como los problemas de accesibilidad y la crisis funcional del transporte público; al respecto se argumenta que, a través de la planeación urbana, se podrían llegar a evitar disfuncionalidades en accesibilidad al compactar el espacio y reorganizarlo para reducir las distancias de viaje, mientras que mejorar el transporte público no sólo lograría eficientar la movilidad, sino que además desincentivaría el uso excesivo del automóvil cuyo incremento de unidades ha causado los constantes congestionamientos.

Sin embargo, dicho enfoque no estudia la relación entre movilidad y espacio ni comprende la influencia del mercado en la configuración de dicha relación; esto se puede demostrar todas las veces en que los estudios con enfoque tecnocrático apuntan hacia recomendaciones normativas, es decir, en donde se plantea que los problemas de movilidad se podrían solucionar con acciones de planeación urbana.

En una revisión amplia del estado del arte sobre la movilidad, Ramírez y Pradilla (2014) presentan una crítica a la teoría convencional sobre movilidad urbana, que surgió a principios del siglo xx desde las disciplinas de la economía y la geografía. Subraya las deficiencias sobre el conocimiento a partir de enfoques individualistas y destaca la existencia de relaciones de poder político y económico presentes en la crisis de movilidad, señalando que los estudios de sociología urbana sobre el tema son recientes y limi-

2 Presenta más de 200 publicaciones sobre movilidad que incluye guías, manuales, estudios y propuestas que promueve constantemente el Gobierno de México, disponible en <https://mexico.itdp.org/publicaciones/>

3 Los más importantes en orden cronológico son los siguientes: Guía de implementación de políticas y proyectos de Desarrollo Orientado al Transporte (2015); Manual de calles. Diseño vial para ciudades mexicanas (2018); Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021-2024; Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDATU-2021, Espacios públicos en los asentamientos humanos; Guía básica sobre Estudios de Movilidad en Proyectos del Espacio Público (2022); Estrategia Nacional de Movilidad y Seguridad Vial (2023-2042); Guía de criterios técnicos para la selección de proyectos piloto de Desarrollo Orientado al Transporte (2023), y Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDATU-2023, Estructura y diseño para vías urbanas. Especificaciones y aplicación.

tados. Esta revisión da la pauta sobre problemas epistemológicos que se observan de manera frecuente al intentar focalizar un estado de la cuestión.

La planeación urbana constituye el marco general del cual deriva cómo se organiza la movilidad ciudadana, por lo que puede considerarse como su matriz epistemológica. Al respecto, Bertaud (2018) explica que “[l]os planificadores urbanos son ‘normativos’, es decir, basan sus decisiones en [...] reglas generales” (p. 419-424), puntualiza que “[e]n ausencia de indicadores cuantitativos, se podría concluir que [las características cualitativas espaciales] son sólo etiquetas que proporcionan una especie de superioridad moral a cualquier plan urbano que se proponga” (p. 424-429) y argumenta que de los planes urbanos que ha revisado en su experiencia “ninguno de ellos mencionó los mercados inmobiliarios, los precios de la tierra, los costos de transporte, los tiempos de viaje o los conceptos básicos de oferta y demanda” (pp. 740-743). Además, enfatiza que “[l]as ciudades son principalmente mercados laborales” (p. 791). Lo cual apunta a que la planeación urbana presenta importantes vacíos sobre la realidad.

Con respecto al espacio, se han identificado investigaciones sociológicas con una cierta aproximación hacia la teoría sobre la relación entre movilidad y espacio, como la de Miralles-Guasch (2002), quien resalta la relación bidireccional entre transporte y crecimiento urbano, criticando los enfoques deterministas clásicos sobre distancia, costos y localización, que no han evolucionado con la complejidad de las dinámicas urbanas. De manera similar, Cerdà Troncoso (2009) subraya la ambigüedad en la interpretación de la relación entre transporte y estructura urbana, identificando una retroalimentación continua entre ambos elementos, en la que persiste un paradigma causal. Sin embargo, a pesar de la riqueza de sus análisis no alcanzan a vincular la importancia de la movilidad con la producción y la reproducción de desigualdades socioespaciales.

Se identificaron algunos estudios académicos con enfoque sociológico, influidos por el enfoque tecnocrático, por ejemplo, Isunza y Soriano (2008) explican que la configuración socioespacial del mercado de trabajo depende del grado de funcionalidad/disfuncionalidad urbana entre orígenes residenciales y destinos laborales (p. 47). Concluyen que se debería vincular la política laboral con las estrategias de planeación urbana, así como la política de vivienda con las estrategias de localización espacial de la actividad económica, el desarrollo de medios de transporte público de alta capacidad y el mejoramiento de la estructura vial. Sin embargo, los autores reconocen que “La localización de actividades económicas ha obedecido más a la lógica del mercado y las ventajas competitivas que a los intentos de planeación territorial” (p. 55); por lo que sus propuestas se encuentran influidas por una postura tecnocrática en que se reifica el espacio como funcional o disfuncional y en que le atribuyen a la planeación urbana alcances que no posee ante el mercado, por lo tanto, sus propuestas quedan fuera de las capacidades de su propio análisis.

Sobre la accesibilidad, en *Las escalas de la metrópoli: Lejanía versus proximidad* editado por Orellana, Miralles-Guash y Fuentes (2019), se explica que está relacionada directamente con el nivel socioeconómico (p. 361) y

que existe una mejor accesibilidad en zonas con centralidades (p. 362), pero no lo relaciona con la distribución espacial de niveles socioeconómicos, además, en su análisis enfatiza que los problemas identificados obedecen a una falta de planeación urbana.

Isunza (2022) concluye que la escala de la movilidad pendular está relacionada directamente por la localización de las zonas de centralidades en la Ciudad de México, donde se concentran los empleos según la localización residencial periférica de los municipios del Estado de México, y que es el jefe de familia quien hace estos viajes, mientras que el resto de la familia, hace viajes cortos en el entorno de su comunidad. Sin embargo, la autora insiste en que las grandes distancias se podrían revertir, al concluir que “[e]ste trabajo revela la necesidad de reivindicar la proximidad, fortalecer la economía local y reducir la movilidad de larga distancia” (p. 1288) a través de la planeación urbana, ya que argumenta que “un programa de ordenamiento presupone repensar la ciudad, la movilidad, la inclusión y los derechos a la ciudad, y también las lógicas de movilidad entre la lejanía y la proximidad” (p. 1316).

La movilidad pendular ha sido abordada por autores que han intentado explicarla a partir de los problemas derivados del espacio desde un enfoque geográfico. Zhou *et al.* (2012) analizan la interacción entre estructura urbana y elección modal en Guangzhou, China, destacando cómo los rezagos del sistema de organización vivienda-empleo contribuyen a la congestión vial. Posteriormente, Yang *et al.* (2018) estudiaron los flujos divergentes (órigenes) y convergentes (destinos) en Shenzhen, China con datos de teléfonos móviles, identificando estructuras policéntricas y desigualdades socioeconómicas en relación con el plan urbano. En Estados Unidos, Hu y Wang (2019) utilizaron simulaciones en sistemas de información geográfica para medir la eficiencia y el desperdicio en la movilidad pendular, revelando ineficiencias espaciales vinculadas al diseño vial. En Jabodetabek, Indonesia, Chotib (2020) muestra que las grandes distancias y las condiciones socioeconómicas influyen en la elección del modo de transporte público, con implicaciones directas sobre la congestión vial cuando sucede lo contrario. Más recientemente, Hernández *et al.* (2023) destacan que los viajes pendulares en la zona metropolitana de San Luis Potosí, México, son los de mayor porcentaje, evidenciando deficiencias en conectividad y accesibilidad. Finalmente, Alfonso (2025) relaciona la movilidad pendular con la exclusión socioespacial en Bogotá, Colombia, señalando que el costo y el tiempo de traslado inciden en la pobreza monetaria de los hogares.

A través de estos trabajos, se puede observar que los autores han utilizado la geografía para explicar la relación entre movilidad y espacio, identificando que el espacio condiciona la movilidad pendular en un patrón de movilidad divergente–convergente a través de la distribución entre orígenes (vivienda de empleados) y destinos (centralidades). Además de la configuración de la estructura urbana y la distribución espacial de las desigualdades socioeconómicas, las deficiencias en el diseño vial y la accesibilidad, con relación entre distancia y uso del transporte público, y el cómo la configuración de esta movilidad inside en las desigualdades económicas,

por lo que este tipo de enfoque es lo que más se aproxima a lo que se propone en esta investigación.

En síntesis, la producción de literatura académica sobre problemas de movilidad con el enfoque tecnocrático es abrumadora a tal grado que ha permeado en la sociología urbana; mientras que va más allá del enfoque tecnocrático es escasa. Específicamente sobre la movilidad pendular hay pocas investigaciones, a pesar de que se trata de la más importante en cualquier ciudad. Ante tal escenario, resulta fundamental plantear una ruptura epistemológica para analizar los problemas planteados bajo un enfoque de geografía radical, lo cual proporcionará un contraste respecto a las ideas influidas por el predominio del enfoque tecnocrático.

Objetivos de la investigación

El objetivo de esta investigación es identificar cuál es la relación entre la movilidad urbana pendular y el espacio, mediante un análisis espacio-temporal de tres casos de centros comerciales y las localizaciones de origen de su mercado laboral en la ZCCP. Posteriormente, a partir de esta aproximación, generar una explicación sobre los problemas de accesibilidad y de transporte público con respecto a este tipo de movilidad.

Marco teórico

Los problemas relacionados con la movilidad urbana ocupan un lugar importante en las agendas de diferentes gobiernos de México, sin embargo, el conocimiento predominante tanto en los análisis como en las propuestas de solución sobre el tema se realiza desde el predominio de un enfoque tecnocrático.

En contraposición, este marco teórico se basa en aportes de la geografía radical, ya que esta se especializa en “el análisis conjunto de las dinámicas de producción de la ciudad capitalista y de la segregación espacial [...] ha desarrollado también otras cuestiones (consumo, distribución de los servicios públicos, papel del Estado en el proceso de urbanización del capital, localización espacial de las clases sociales)” (Gintrac, 2013, p. 55).

Además, la geografía radical coloca

al espacio en el centro del análisis de los mecanismos de dominación. Desde esta perspectiva, el espacio no constituye tan sólo un soporte, un marco sobre el que se desarrollan las acciones humanas, sino que produce a su vez significados y reproduce mecanismos sociales y económicos. [...] Éste, en tanto que es producido, constituye un medio de gobierno, una herramienta de ordenación espacial de una sociedad desigual. Conviene, por lo tanto, poner en crítica al espacio, es decir, las configuraciones físicas, los discursos sobre el espacio, las prácticas institucionales, las representaciones cartográficas, etc. (Gintrac, 2013, p. 57)

Para abordar la relación movilidad–espacio, esta investigación se basa en Moraes y Messias da Costa (2009), quienes explican que el espacio tiene dos virtudes: la distancia y la magnitud, en donde “las diferencias de localización determinan separaciones físicas distintas y flujos de mayor o menor intensidad” (p. 108). Además, explican que “[l]a articulación entre las dos virtudes (distancia y magnitud) se manifiesta a su vez en los procesos de concentración o dispersión” (p. 108), esto es que las localizaciones que guardan una menor distancia entre sí, tal como el caso de una centralidad en donde se aglomera la actividad económica producirá una mayor interacción espacial y mayor movimiento, mientras que las ubicaciones que guardan una mayor distancia entre sí tendrán el efecto contrario. Un aspecto fundamental para comprender la magnitud del movimiento por la distancia del espacio entre orígenes y destinos, que en adelante se denominará escala, es precisamente la relación entre la distribución espacial de los orígenes del mercado laboral y la distribución espacial de las actividades económicas de sus destinos de trabajo.

Harvey (2017) ha realizado aportes teóricos relevantes sobre las relaciones socioespaciales, esta investigación se enfoca en dos de sus conceptos: el espacio absoluto, entendido como una entidad fija y estática, independiente de las relaciones sociales y las dinámicas que ocurren en su interior, extensión tridimensional con coordenadas geográficas y físicas que se pueden medir y cartografiar de manera objetiva; concepción que intenta ver al espacio sin influencia de las actividades humanas. Y el espacio relativo, como una relación entre objetos que existe sólo porque los objetos existen y se relacionan entre sí (p. 143); el espacio de las relaciones sociales derivadas o como consecuencia de un espacio absoluto, espacio práctico, es decir, “[es] el espacio de los procesos y el movimiento” (p. 157).

El espacio es relativo en dos sentidos, desde las múltiples geometrías a elegir, hasta la definición del marco espacial para definir ¿qué es lo que se relativiza? Es decir, el marco espacio–tiempo es relativo a los viajes pendulares de los empleados hacia sus fuentes de empleo, lo cual puede abarcar múltiples aspectos como sus motivaciones, tiempo e ingreso económico; por otro lado, los orígenes y destinos se encuentran localizados en un espacio de asimetrías espaciales, entendidas como la caracterización geográfica de las desigualdades socioespaciales inherentes al capitalismo. Dichas asimetrías revelan un patrón espacial de centro–periferia analizable a partir de 3 geografías, a saber: la accesibilidad vial, los niveles socioeconómicos y la red de transporte público.

Para poder analizar las asimetrías espaciales de la accesibilidad vial, se requiere aplicar la teoría de sintaxis espacial, la cual es una aproximación geográfica teórica–empírica y cualitativa–cuantitativa que sirve para interpretar la accesibilidad vial como atributo del espacio a partir de lo cual se pueden comprender sus efectos en la movilidad. La metodología de sintaxis espacial se utiliza para analizar cómo la configuración espacial vial de una ciudad puede influir en la interacción socioespacial y puede determinar los flujos de movimiento y otros patrones de comportamiento (Van Nes y Yamu, 2021). En la actualidad, esta teoría ha podido ser aplicada a estudios

empíricos con base en un software especializado en sistemas de información geográfica, lo cual hace posible identificar asimetrías espaciales con base en la interpretación de la cuantificación del valor de accesibilidad vial de cada segmento de una red vial.

El marco espacio–tiempo relativo a los viajes pendulares presenta una escala geográfica. Al respecto, Bertaud argumenta que “[e]l tamaño efectivo del mercado laboral de una ciudad [es] la cantidad promedio de trabajos por trabajador accesible en un viaje de 1-hora” (2018, p. 1113-1115). Además, argumenta que es el mercado lo que configura el espacio, pues “[e]l mercado laboral obliga a las empresas y a los hogares a ubicarse a distancias que implican tiempos de desplazamiento inferiores a una hora” (Bertaud, 2018, p.1473-1474). Por lo que “[e]l tiempo y el costo de viajar al trabajo limitan el tamaño de los mercados laborales [...] Estos límites imponen una restricción sobre la distancia de desplazamiento y, en consecuencia, sobre el tamaño del mercado laboral urbano” (Bertaud, 2018, p. 1042-1044).

Por último, en el estado del arte se ha identificado lo que podría denominarse como una inconsistencia epistemológica proveniente de qué significa planeación urbana a nivel social. Ésta consiste en mantener una narrativa tecnocrática que no logra dar cuenta de las asimetrías espaciales ni de las relaciones de poder que las producen. Al respecto, Forester (2017) aborda la planeación como una historia de relaciones de poder dentro de una crisis epistemológica, cuestiona las pretensiones racionalistas que dominan el campo y muestra que dichas pretensiones encubren una profunda carencia de conocimiento teórico sobre la ciudad.

En la misma tesitura, Kunz (2017) analiza el concepto de *rational comprehensive planning* (planeación racional de carácter abarcante) y demuestra que, a pesar de la evolución conceptual en la teoría de la planeación, su marco institucional y jurídico sigue alineado al racionalismo. Peña (2016) complementa esta crítica al revisar las principales teorías de la planeación, en donde identifica dos papeles simultáneos y totalmente opuestos, lo cual demuestra su carácter contradictorio.

Las limitaciones del enfoque tecnocrático al omitir las relaciones de poder y los intereses económicos subyacentes al papel de la planeación urbana ante los procesos de producción de asimetrías espaciales evidencian las limitaciones inherentes de la planeación urbana sobre el conocimiento de los problemas urbanos. Además, le ha llevado a una reificación de su papel, es decir, se le atribuye agencia y responsabilidad propia, como si fuese una entidad autónoma que falla o acierta por sí misma, sin reconocer su complejidad teórica.

Hipótesis

La hipótesis que orienta este análisis sostiene que la movilidad pendular reproduce geografías comparables en términos de magnitud y escala, aun cuando los orígenes y destinos correspondan a tres casos de estudio distintos. Esta afirmación plantea que, pese a las diferencias espaciales de

localización de los orígenes y destinos, los flujos pendulares y sus problemas responden a lógicas estructurales comunes vinculadas a las asimetrías espaciales generadas por la producción capitalista del espacio y no únicamente a disfuncionalidades normativas o de planeación urbana. En este sentido, la investigación busca comprobar si los patrones identificados en cada caso confirman dicha regularidad, a través de la aplicación de un análisis espacial en la ZCCP.

DESARROLLO

Metodología

Con el objetivo de identificar la relación movilidad–espacio mediante un análisis de espacio–tiempo, se propone una metodología mixta, basada en algunas características de análisis espacial propuestas por Buzai y Baxendale (2011), tales como la distribución espacial, la asociación espacial (más la variable temporal) y la interacción espacial.

a) Delimitación de la zona de análisis

Se incluyeron en la zona de estudio los municipios cuyas Áreas Geoestadísticas Básicas⁴ (AGEB) muestran contigüidad alrededor de la ciudad de Puebla, rasgo geográfico equivalente a la identificación de la conurbación física de la ciudad.

b) Instrumento de investigación de origen–destino

Para el diseño del instrumento, se consideraron las siguientes variables relacionadas con los viajes pendulares: municipio y colonia de origen, código postal, tipo de transporte de viaje de ida y de regreso, transbordo, gasto promedio mensual en transporte, nombre de las rutas de transporte de ida y de regreso, y tiempo de viaje en el transporte de ida y de regreso. La muestra fue no probabilística ya que no se obtuvo el número de empleados totales por cada centro comercial.

Se aplicó el instrumento en línea a través de Google formularios, denominada “Encuesta sobre la movilidad de los trabajadores de centros comerciales”, participaron 1 000 empleados de diferentes centros comerciales de la ciudad de Puebla a través del apoyo de la Asociación de Centros Comerciales de Puebla⁵ (ACECOP).

Hubo mayor participación en los centros comerciales de Solesta, Parque Puebla y Galerías Serdán con 264, 254 y 132 participantes respectivamente, por lo que se decidió analizar sólo estos destinos para realizar la

4 Es una unidad territorial utilizada para fines estadísticos, definida por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). En el contexto urbano, una AGEB es un conjunto de manzanas perfectamente delimitadas, generalmente por calles, avenidas u otros rasgos identificables en el terreno. El uso del suelo en estas áreas es principalmente habitacional, industrial, comercial o de servicios.

5 Su sitio web oficial es <https://acecop.com.mx/>

investigación, ya que son relevantes por su geografía, el primero se localiza en la segunda centralidad más importante de la ciudad y los otros representan a los dos centros comerciales más nuevos que se han construido en la ciudad, bajo una política de consolidación urbana.

c) Análisis de los datos obtenidos de la aplicación del instrumento

El dato de colonia de origen fue capturado con base en la capa de colonias del Instituto Nacional Electoral⁶ (INE), que contiene 2 904 objetos. Sin embargo, es importante mencionar que este dato capturado fue ajustado en aproximadamente el 20% de las encuestas, debido a que existen colonias cuyo nombre se repite sin tratarse de la misma localización, o bien existen nombres de colonia oficiales que son desconocidos para los encuestados, por lo que los datos fueron editados utilizando otras variables de referencia para su correcta localización.

Se elaboró un mapa de movilidad pendular para cada destino, que contiene la distribución espacial del centro comercial (CC) –destino–, la localización del centroide de cada colonia de residencia de los empleados –orígenes– y el área de influencia (AI) de cada CC, es decir, el área en donde se distribuye la mayor cantidad de orígenes –la escala de la mayor magnitud–.

Además de la asociación espacio–temporal, a través de la representación del área de servicio (AS) de cada CC con tres intervalos a cada 30 minutos con respecto a la velocidad promedio del transporte público establecida en 20 km/h, la representación de la asociación de la red de transporte público que sirve a cada CC –la forma del movimiento–, y la localización de los orígenes más favorables para el mercado laboral, los cuales fueron identificados separando cada AGEB que rebasa la media más una desviación estándar respecto al número de orígenes que contienen.

Por último, se elaboró un mapa por cada característica del espacio relativo que contiene la representación de la interacción espacial a escala de la ZCCP, utilizando como unidad de análisis el AGEB, en donde se identificó la geografía de las asimetrías espaciales de la accesibilidad de la red vial, los niveles socioeconómicos⁷ (NSE) y la densidad de la red de transporte público. A partir de estas tres geografías y la distribución espacial de los orígenes, es posible comprender la escala y la magnitud de la movilidad bajo una lógica de movilidad–espacio (centro–periferia), influida por las asimetrías espaciales de accesibilidad vial, que a su vez se asocian con la distribución espacial de las desigualdades socioespaciales del mercado laboral y donde la distribución espacial de las redes de transporte público corresponde con ambas geografías.

6 Los productos cartográficos del INE están disponibles en <https://cartografia.ine.mx>

7 Información de niveles socioeconómicos por AGEB producida por la Asociación Mexicana de Agencias de Inteligencia de Mercado y Opinión AC. (AMAI) <https://amai.org/NSE/>

Fases técnicas del análisis espacial

a) Distribución espacial

Se georreferenciaron los datos de orígenes como capa de puntos asociados al centroide de cada colonia de origen de cada encuestado, utilizando la capa de colonias del INE, 2020. Se definió el AI de cada CC –la escala de mayor magnitud de la movilidad–, a partir de la distribución de los orígenes; para ello, se elaboraron polígonos de Thiessen,⁸ seleccionando y fusionando posteriormente las áreas más pequeñas.

Se identificó la concentración y dispersión de los orígenes respecto al AI de cada CC mediante el índice de Clark–Evans (1954),⁹ calculando la desviación estándar de la distancia mínima entre pares de puntos para analizar las diferencias de escala dentro y fuera del AI. Se seleccionaron los recorridos de transporte público que pasan a no más de 400 metros –cinco minutos a pie– de cada CC y se cuantificó la proporción de kilómetros de la red incluidos en cada AI, así como la proporción de empleados que requieren transbordo y los que no, evaluando así la influencia del transporte público en la distribución espacial de los orígenes.

b) Asociación espacio–temporal

La localización de AGEB favorables al mercado laboral fue relativizada según el tiempo de viaje en minutos, clasificando los tiempos de ida en ocho categorías: 1-10 (T1), 11-20 (T2), 21-30 (T3), 31-40 (T4), 41-50 (T5), 51-60 (T6), 61-90 (T9) y más de 90 (T+9).

La magnitud relevante se identificó ponderando la frecuencia de orígenes con la moda de la categoría de tiempo de viaje más común. Para ello, se multiplicó el número de orígenes de cada AGEB en cada categoría por la suma de los orígenes de todas las categorías de todos los AGEB, representando el resultado como porcentaje. Se representaron únicamente los AGEB cuya media de porcentajes superó +1 desviación estándar, jerarquizados por *natural breaks (Jenks)*¹⁰ en tres intervalos, o sin intervalos para AGEB con valores únicos.

8 Los polígonos de Thiessen son regiones que se construyen a partir de un conjunto de puntos generadores. Se divide el espacio en áreas en función de la proximidad entre esos puntos generadores, de tal modo que las regiones son más pequeñas cuando los puntos se concentran, mientras que las regiones son más grandes cuando los puntos se distribuyen de manera dispersa.

9 Este índice compara la distancia media observada entre pares de puntos más cercanos con la distancia media esperada bajo un modelo de distribución aleatoria de los puntos.

R<1: Indica concentración, ya que los vecinos más cercanos están, en promedio, más cerca de lo que se esperaría en condiciones de aleatoriedad.

R>1: Indica dispersión, ya que los vecinos más cercanos están más lejos de lo esperado en condiciones de aleatoriedad.

10 El método de clasificación de *natural breaks (Jenks)* es una técnica utilizada en análisis geoespacial y cartografía para ordenar datos numéricos en grupos de tal forma que las diferencias dentro de cada uno sean lo más pequeñas posibles, mientras que las diferencias sean lo más grandes posibles. Este método se basa en identificar los puntos naturales de ruptura (o *breaks*) en los datos que representan donde los valores cambian significativamente.

Además, se relativizó la velocidad del transporte público a 20 km/h en la capa de la Red Nacional de Caminos 2024, elaborándose un mapa de AS con isócronas¹¹ cada 30 minutos desde el origen relativo a cada destino.

c) Interacción espacial

Se elaboró un mapa de accesibilidad vial de la ZCCP mediante el software *Depth Map*,¹² representando el valor promedio por AGEB y calculando la proporción de distribución de los orígenes respecto a las asimetrías espaciales, clasificadas en cinco categorías de mayor a menor accesibilidad: A, B, C, D, E.

Se integró el mapa de NSE por AGEB producido por la AMAI para calcular la proporción de distribución de los orígenes según las asimetrías espaciales de estos niveles, clasificadas¹³ de mayor a menor: A/B, C+, C, C-, D. Además, se elaboró el mapa de asimetrías de la red de transporte público a partir de la densidad de rutas por AGEB y se calculó la proporción de distribución de los orígenes en cinco categorías de mayor a menor densidad: A, B, C, D, E.

RESULTADOS

La presentación de los resultados se realiza considerando cada destino en orden alfabético, es decir, Centro comercial Galerías Serdán (CCGS), Centro comercial Parque Puebla (CCPP) y Centro comercial Solesta (CCSO).

El modo de movilidad más utilizado es el transporte público, con el 80%, lo cual confirma que éste debe ser el más importante para poder analizar la magnitud y la escala de la movilidad pendular (Figura 1).

11 Iso (igual) y crono (tiempo). Línea de contorno de un área que representa un intervalo de tiempo máximo de recorrido desde un punto establecido y relativo a la forma de la red vial para recorrerla a una velocidad de movimiento definida.

12 La metodología de *Space syntax* funciona bajo la teoría de grafos con lo cual es posible determinar si la geometría de un segmento vial presenta mayor o menor accesibilidad por su localización, orientación angular, longitud y conexión con respecto al resto de segmentos de una red. Para poder hacer este proceso se requirió del software *Depth Map* (<https://www.space-syntax.online/software-and-manuals/depthmap/>), ya que éste es capaz de parametrizar cada segmento de la red de manera cuantitativa, lo cual se puede interpretar cualitativamente como las propiedades geográficas de accesibilidad de una red vial.

13 Para ver las categorías a detalle consultar <https://www.amai.org/NSE/index.php?queVeo=niveles>

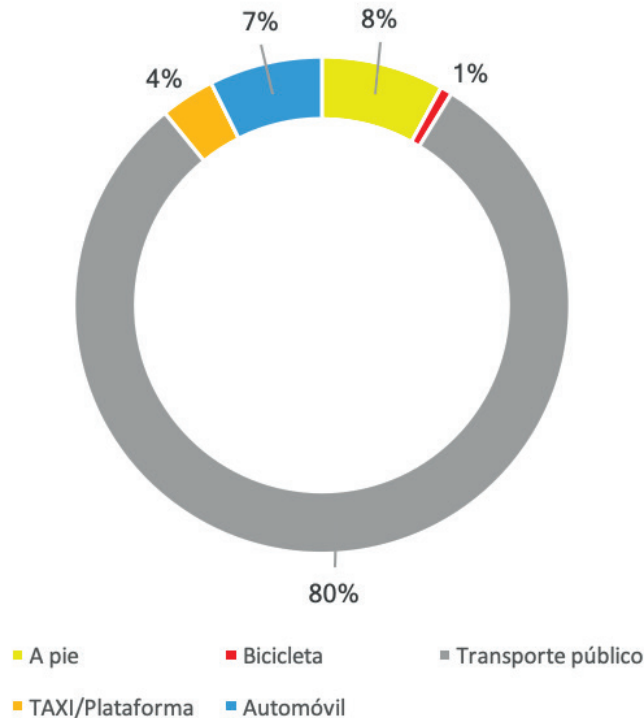


Figura 1. Modo de movilidad en viaje de ida. Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta origen-destino.

La escala de la distribución espacial de los orígenes para cada uno de los CC es prácticamente toda la ZCCP, puesto que toda la zona presenta posibilidades de accesibilidad a las fuentes de empleo a través del transporte público haciendo viajes extremos de hasta 90 minutos; sin embargo, existen zonas de donde provienen más empleados, porque su localización implica una mejor accesibilidad y menor tiempo de viaje con respecto a la fuente de empleo y, por lo tanto, una mayor magnitud de movilidad. Se identificaron dichas zonas a través del análisis de polígonos de Thiessen, estableciendo con ello un AI para cada CC la cual se representa como un polígono de contorno rojo (Figuras¹⁴ 2, 3 y 4; Tabla 1).

14 Para una mejor legibilidad se anotan los identificadores numéricos y el nombre de cada vialidad que aparece en todos los mapas de esta investigación: (1) México – Puebla, (2) Estatal a Coronango, (3) Forjadores, (4) Recta a Cholula, (5) Blvd. Atlixco, (6) Vía Atlixcayotl, (7) Carmelitas, (8) 11 Sur, (9) 16 de Sep., (10) 14 Sur, (11) 24 Sur, (12) Cap. Carlos C.E., (13) Czda. Emiliano Zapata, (14) Av. Clavijero, (15) Puebla -Tehuacán, (16) Acajete – Amozoc, (17) 140 D, (18) Blvd. Xonocatepec, (19) La Resurrección, (20) Alfredo Toxqui, (21) Vía a Sta. Ana, (22) Tlaxcala Sur, (23) Hns. Serdán, (24) Periférico Ecológico, (25) Puebla -Tlaxcala, (26) Czda. Zavaleta, (27) Las Torres.

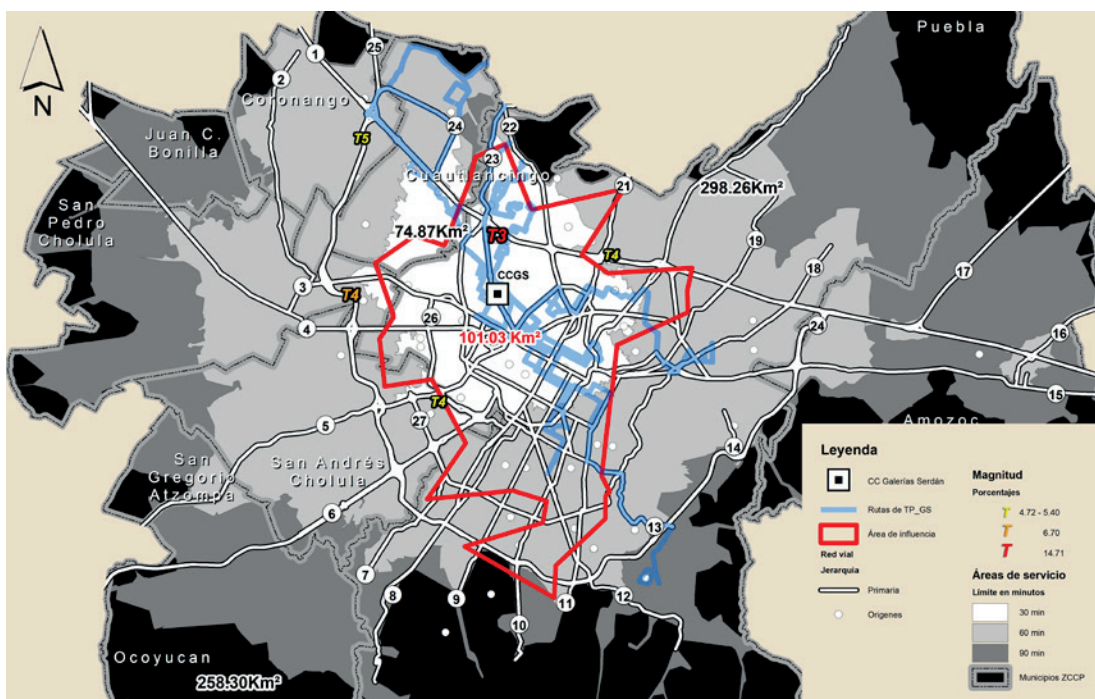


Figura 2. Movilidad pendular de CCPP.
 Nota. En el mapa se puede observar que un solo AGEB (T3) dentro del as de 30 minutos concentra el 14.71% de la magnitud de los viajes pendulares.
 Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta origen-destino.

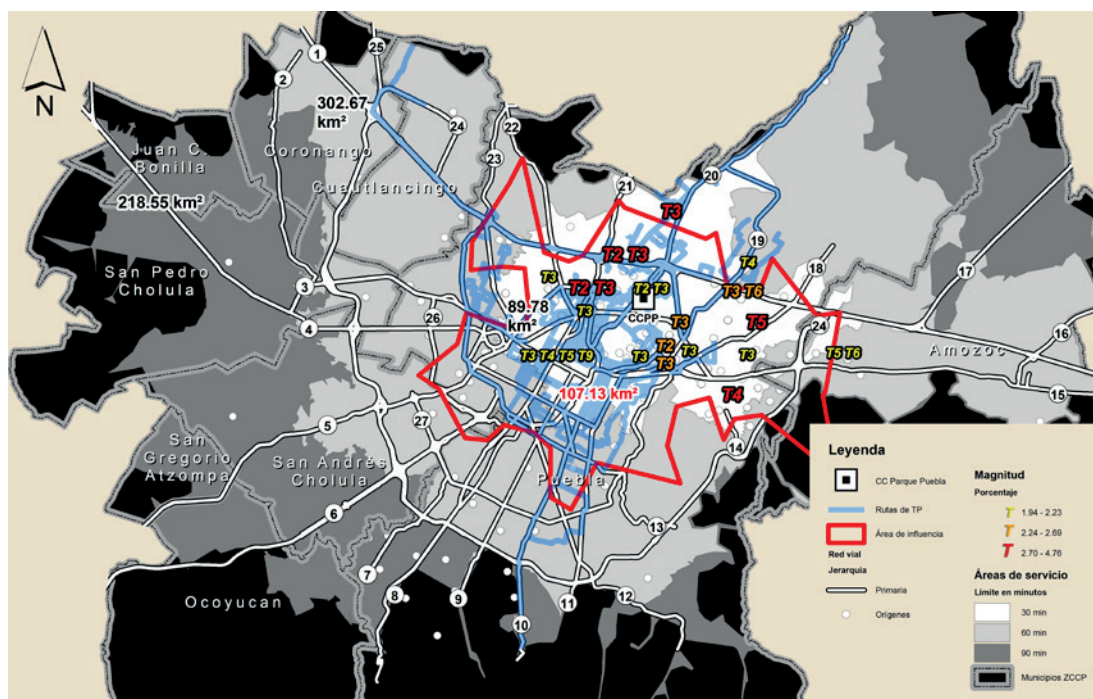


Figura 3. Movilidad pendular.

Nota. Se puede identificar que 7 AGEB dentro del as de 30 minutos y con tiempos de viaje de T2, T3, T4 y T5 conforman entre el 2.70% y 4.76% de los viajes pendulares, lo que significa que los orígenes están distribuidos de manera uniforme y en donde la moda son los viajes de hasta 30 minutos.
Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta origen-destino.

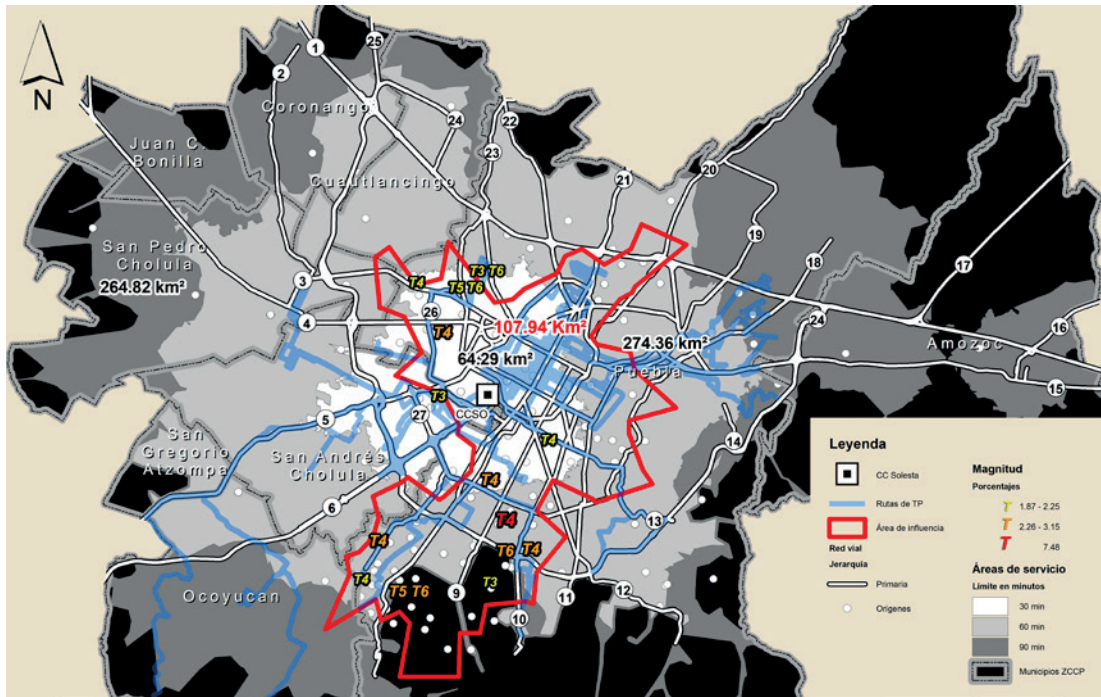


Figura 4. Movilidad pendular ccso.

Nota. Se puede identificar que un solo AGEB localizado en el as de hasta 60 minutos presenta un T4 que concentra 7.48 % de los viajes pendulares. Además, se muestra que en este caso existen magnitudes significativas de viajes de hasta T6 principalmente en el sur al exterior del Periférico Ecológico. Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta origen-destino.

Tabla 1. Escala del Ai.

Destino	Ai	Distancia máxima	Distancia mínima
CCGS	101.03 km ²	11.84 km	2.77 km
CCPP	107.13 km ²	9.78 km	2.84 km
CCSO	107.94 km ²	11.32 km	1.59 km

Nota. El Ai resultó de la selección de polígonos de Thiessen de menor área. Las distancias fueron calculadas midiendo desde el cc al punto más lejano y cercano del perímetro de su respectiva Ai.

Una vez establecidas las Ai para cada cc, se cuantificó la proporción de orígenes localizados dentro y fuera de cada una de ellas (Tabla 2).

Tabla 2. Proporción de orígenes dentro y fuera de cada Ai.

Destino	Orígenes		
	Dentro del Ai (%)	Fuera del Ai (%)	Total (%)
CCGS	54.94	45.05	100
CCPP	67.96	32.03	100
CCSO	66.37	33.62	100

Nota. Entre más alta sea la proporción de orígenes dentro del Ai significa que hay una mejor accesibilidad del cc con respecto a su mercado laboral.

Cuando se determinó la proporción de los orígenes que quedan dentro y fuera de cada AI, se verificó a través del Índice de Clark–Evans (1954) que existe un patrón disperso para los orígenes que quedan fuera del AI y un patrón de distribución más concentrado para los orígenes que quedan dentro del AI, además se calculó la desviación standard del promedio de las distancias observadas entre los pares de puntos más cercanos entre sí, con el fin de discernir las diferencias entre la escala del AI y la escala fuera del AI (Tabla 3).

Tabla 3. Índice de Clark–Evans sobre la distribución de los orígenes.

Destino	Índice de ZCCP	Desviación estándar	Índice dentro del AI	Desviación estándar	Índice fuera del AI	Desviación estándar
CCGS	0.36	1 114.38 m	0.48	552.55 m	0.42	1 686.65 m
CCPP	0.49	937.49 m	0.40	339.16 m	0.79	1 665.06 m
CCSO	0.45	737.94 m	0.51	347.21 m	0.60	1 234.95 m

Nota: El índice por sí mismo no presenta diferencias significativas sobre concentración y dispersión dentro y fuera del AI, sin embargo, la desviación estándar sí contrasta y demuestra que la distribución de los orígenes es dispersa fuera del AI.

Para poder analizar la asociación espacio–temporal entre la distribución espacial de orígenes y destinos, se calculó el AS desde cada CC hacia su entorno estableciendo zonas a cada 30 minutos (Figuras 2, 3 y 4), donde se establece que el menor tiempo de viaje es el que presenta la mayor magnitud de movilidad, es decir, el mayor porcentaje de orígenes dentro del AS de 1–30 minutos de viaje, mientras que en el mayor tiempo de recorrido se presenta la menor magnitud de movilidad, llegando hasta los 90 minutos como máximo (Tabla 4).

Tabla 4. Proporción de orígenes dentro de cada AS de cada CC.

Destino	Orígenes en AS de 01–30 minutos	Orígenes en AS de 31–60 minutos	Orígenes en AS de 61–90 minutos	Orígenes totales
	%	%	%	%
CCGS	48.35	46.15	5.49	100
CCPP	65.53	27.18	7.28	100
CCSO	27.86	53.09	19.00	100

Nota. Se puede observar que la magnitud mayor con relación al menor tiempo de viaje se cumple en CCGS y en CCPP, pero no en el CCSO donde el 53.09 % de los orígenes –el mayor porcentaje– se encuentra dentro del AS de 31–60 minutos.

Se identificó la localización de los AGEB que presentan condiciones temporales de viaje más favorables para el mercado laboral de los centros comerciales analizados, es decir, localizaciones en el espacio relativo que establecen la mayor magnitud de movilidad. Para el caso del CCGS se presenta su máxima magnitud de viajes desde AGEB que se localizan justo alrededor de los límites del AS de los 01–30 minutos (Figura 2), mientras que el CCPP es el que presenta una mayor concentración de este tipo de AGEB dentro del AS de los 01–30 minutos (Figura 3); por otro lado, para el CCSO

este tipo de AGEB en su mayoría se encuentran en el AS con límite de los 31–60 minutos de viaje, estableciendo mayor distancia y tiempo (Figura 4).

Además, se comparó el dato de tiempo de viaje obtenido de la encuesta con el AS, lo cual permitió identificar orígenes que implican mayores tiempos de viaje a los indicados por su AS, por ejemplo, el CCPP presentó un AGEB en la zona oriente que tiene tiempos de viaje de hasta T5, es decir, de hasta 50 minutos de viaje en un AS de hasta 30 minutos de viaje (Figura 3). Por otro lado, el CCSO presenta AGEB en la zona norponiente con tiempos de viaje T5 y T6, es decir, de hasta 50 y 60 minutos respectivamente dentro del AS de hasta 30 minutos de viaje (Figura 4). Por lo que este análisis comparativo identifica los problemas de exceso de tiempo en el transporte público, aunque sólo se aplicó para los AGEB que presentan la mayor magnitud de movilidad.

Al sobreponer la capa de rutas de transporte público al AI se observa que la mayor parte del recorrido de las rutas queda dentro de cada AI a excepción del CCSO, donde sucede lo opuesto ya que la zona de Angelópolis es considerada como la segunda centralidad de la ZCCP después de la zona del Centro Histórico, por lo que es normal que el transporte público provenga de lugares más lejanos (Tabla 5).

Dado lo anterior, se infirió que la forma del AI está determinada por las redes de transporte público, ya que es a través de este modo de movilidad que se posibilita el viaje entre cada origen hacia cada CC sin transbordar, la forma de cada AI abarca tanto el AS de los 01–30 minutos como el de los 31–60 minutos (Figuras 2, 3 y 4).

Tabla 5. Proporción de recorrido de transporte público con respecto a las AI.

Destino	Núm. de rutas	Recorridos dentro del AI		Recorridos fuera del AI		Total		Índice de Clark–Evans ¹⁵
		Long. (km)	%	Long. (km)	%	Long. (km)	%	
CCGS	19	523.28	76.49	160.87	23.51	684.15	100	0.11
CCPP	22	609.02	76.78	184.18	23.21	793.21	100	0.21
CCSO	17	350.04	46.95	395.51	53.05	745.55	100	0.26

Una menor cantidad de kilómetros totales de la red que sirve al CCGS (684.15 km) implica una menor cobertura espacial, por lo que una mayor cantidad de empleados hace transbordo; por el contrario, cuando los recorridos se extienden más, como el caso de CCSO (745.55 km), y tienen una dispersión mayor, la condición comienza a revertirse, aunque no disminuye del 42.47 % el transbordo (Tabla 6).

15 Se digitalizó un punto a cada 400 metros del recorrido de cada ruta para poder calcular el índice de la red que sirve a cada cc.

Tabla 6. Proporción de orígenes en que los empleados transbordan.

Destino	%		
	Orígenes que no transbordan (%)	Orígenes que transbordan (%)	Total (%)
CCGS	38.46	61.53	100
CCPP	57.28	42.71	100
CCSO	57.52	42.47	100

Por último, la interacción espacial se identificó a partir de analizar la distribución de las asimetrías espaciales en cuanto a la accesibilidad vial, los NSE y la red de transporte público a escala de la ZCCP. Se identificaron las asimetrías espaciales de la accesibilidad vial, obteniendo el valor de accesibilidad de cada segmento de la red, a partir de un análisis de *space syntax* con el *software Depth Map*; posteriormente se promediaron los valores por AGEB y se clasificaron con *Natural breaks*, lo cual coincide geográficamente con la estructura de los anillos de vialidades primarias de la ZCCP.

Dicha clasificación configuró cinco zonas en donde el centro geométrico de la ZCCP es la zona "A" que presenta los valores más altos, en contraste con la zona "E" en las periferias que presenta los valores más bajos. Con ello se puede identificar que la localización de los tres CC corresponde con los límites de las zonas con mayor accesibilidad; ya que el CCGS y el CCSO se localizan en el borde exterior de la zona "A", mientras que el CCPP se encuentra justo en el borde exterior de la zona "B" (Figura 5).

Respecto a la accesibilidad vial de los orígenes a se identifica que el 30% se localiza en la zona D, es decir, una zona con malas condiciones en ese aspecto, el 25% en la zona C, mientras que el 28% se localizan en la zona B, es decir, en la zona del cinturón que rodea la centralidad más importante de la ciudad de Puebla y donde se presenta la mejor accesibilidad vial (Figura 6).

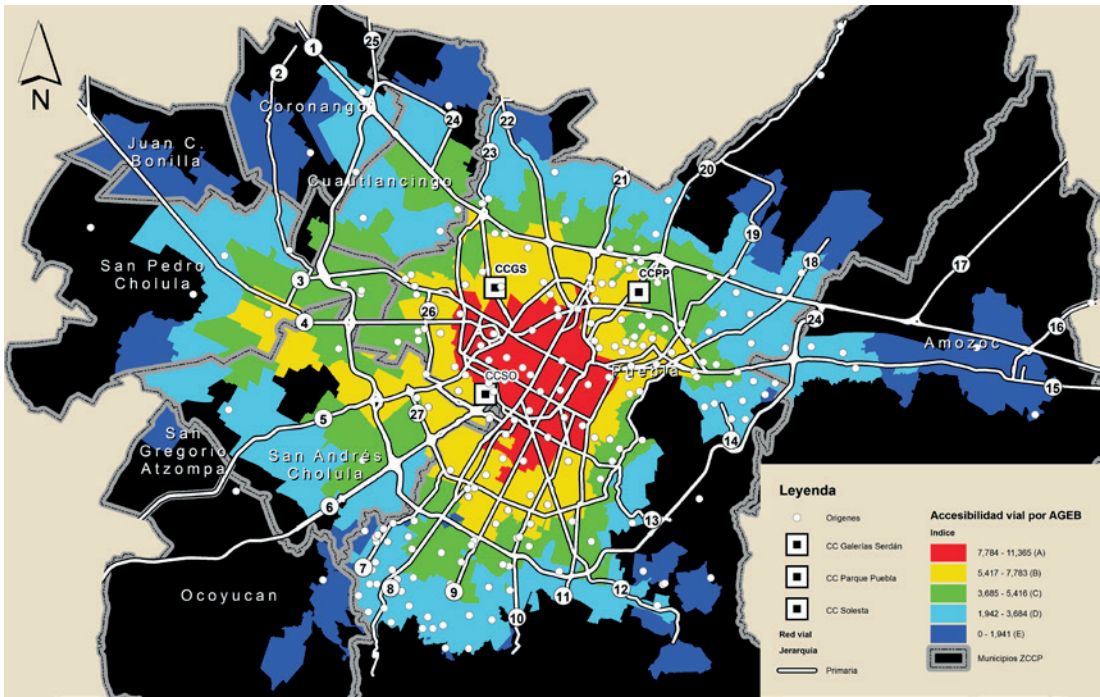


Figura 5. Distribución espacial de los orígenes con relación a la accesibilidad vial.
 Nota. Resulta evidente que las asimetrías espaciales de accesibilidad vial por AGEB presentan cierta congruencia con la forma de la estructura vial primaria.
 Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta origen-destino y la metodología *space syntax*.

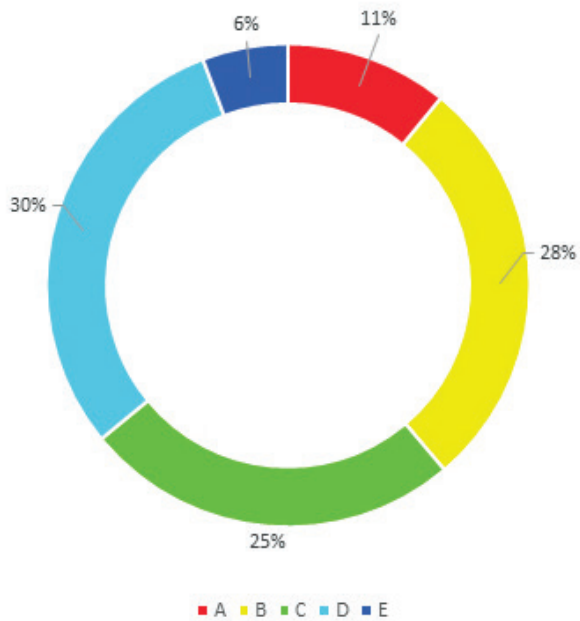


Figura 6. Porcentaje de la distribución espacial de los orígenes por zona de accesibilidad vial.
 Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta origen-destino y la metodología *space syntax*.

Para identificar las asimetrías espaciales de los NSE se representaron las categorías de mayor a menor en la siguiente secuencia A/B, C+, C, C- y D. En la Figura 7 se puede ver el resultado donde resalta que la distribución espacial de la mayor parte de los AGEB con NSE más altos se encuentran en zonas centrales, mientras que la mayoría de los NSE más bajos están en las periferias.

La distribución espacial de los orígenes con respecto a estas asimetrías revela que el 51% pertenece a NSE de tipo D, es decir, el penúltimo nivel más bajo de NSE dentro de la clasificación, mientras que también resultó importante el NSE tipo C+, es decir, el segundo nivel más alto con el 26% de los orígenes (Figura 8); lo cual demuestra la diversidad y proporción de NSE de las personas que laboran en un CC, la mayoría provienen de colonias con niveles bajos, donde hay una parte importante de empleados que provienen del nivel C+ que puede ser considerado como NSE medio.

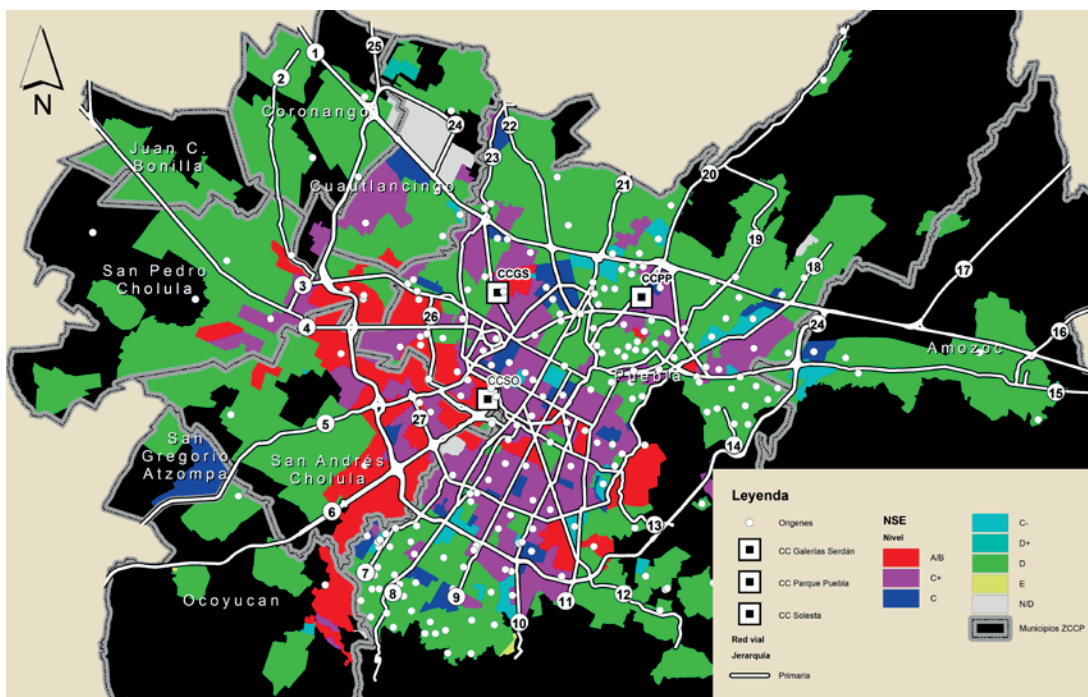


Figura 7 Distribución espacial de los orígenes con relación a los NSE. Nota. Este mapa muestra que la mayor parte de los nse más bajos se localizan en las periferias. Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta origen-destino y la información de NSE por AGEB de la AMAI.

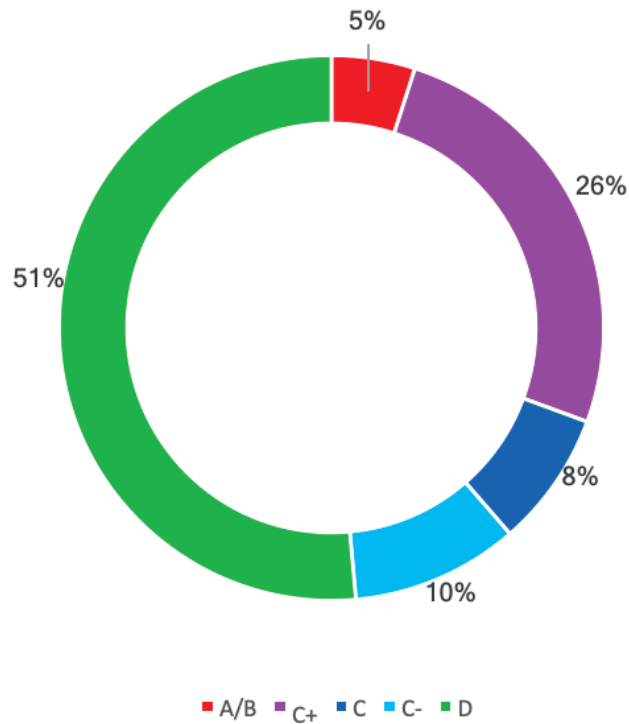


Figura 8. Porcentaje de distribución espacial de orígenes por NSE.
 Nota. En esta gráfica se identifica que el 51% de los orígenes proviene de NSE tipo D, es decir, bajo.
 Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta origen–destino y la información de NSE por AGEB de la AMAI.

Se identificaron las asimetrías espaciales en la distribución de las redes de transporte público por AGEB, ya que representan la geografía de las posibilidades que tiene la movilidad pendular bajo la lógica de movilidad–espacio de recorridos radiales centro–periferia, pues se da a partir de las condiciones de las otras asimetrías; tal como se puede apreciar en la Figura 9, los recorridos revelan un patrón espacial donde va aumentando la densidad de recorridos conforme se aproximan al centro de la ciudad de Puebla, debido a que es un destino de la mayor parte de ellos. En otras palabras, las densidades más altas son zonas en donde se aglomeran los destinos más demandados.

En la Figura 10 se puede observar cómo los mayores porcentajes de orígenes se localizan en las zonas D y E, lo cual revela que la falta de cobertura del transporte público en las periferias es una condición lógica ocasionada por la divergencia de la localización de los orígenes con menor accesibilidad vial y de menores NSE, que, aunado con la localización convergente de la aglomeración de los destinos, determina la lógica espacial de la red de transporte público centro–periferia.

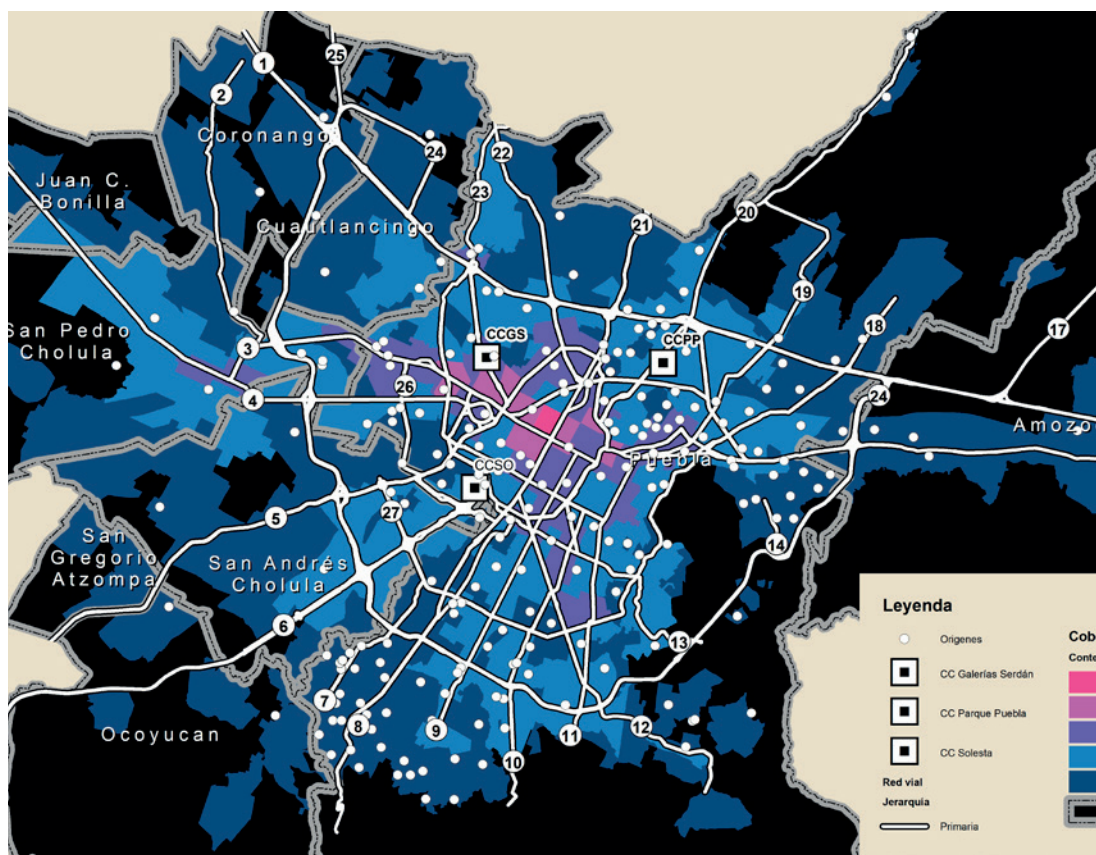


Figura 9. Distribución espacial de los orígenes con relación a transporte público.

Nota. Se puede identificar que existe una alta densidad de recorridos de transporte público que circulan por las zonas centrales de la ZCCP.

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta origen-destino y los datos de rutas de transporte público de la Secretaría de Movilidad y Transporte del Estado de Puebla.

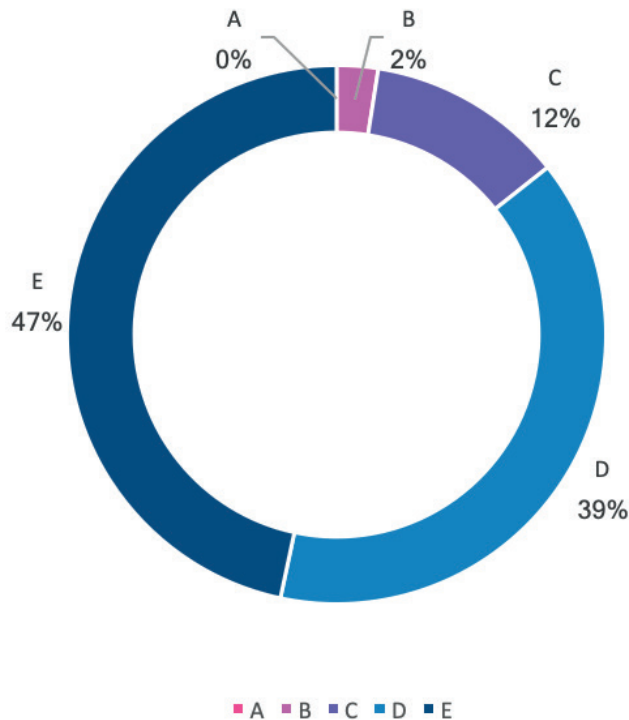


Figura 10. Porcentaje de distribución espacial de orígenes por zona de densidad de transporte público.
Fuente: Elaboración propia con base en encuesta origen-destino y datos de rutas de transporte público de la Secretaría de Movilidad y Transporte del Estado de Puebla.

DISCUSIÓN

De acuerdo con los hallazgos obtenidos, se demuestra que las variables de distancia y magnitud planteadas teóricamente por Moraes y Messias da Costa (2009) coinciden con los datos empíricos y las geografías analizadas, por lo que esta investigación comprueba su utilidad y viabilidad para emplearlas en análisis de movilidad pendular. El índice de Clark-Evans relacionado con la desviación estándar de la distancia entre pares de orígenes cercanos proporciona una mejor interpretación sobre la dispersión de los orígenes fuera del A_1 , ya que se observa un incremento que a su vez corresponde con el incremento de la escala y con la disminución de la magnitud de la movilidad pendular, tal como lo explican Moraes y Messias da Costa (2009).

Los resultados obtenidos en los tres casos de estudio muestran que los flujos de movilidad pendular presentan patrones comparables en términos de magnitud y escala, a pesar de las diferencias en la localización de los orígenes y destinos. Esta regularidad sugiere que, como planteaba la hipótesis, los movimientos pendulares no se explican únicamente por disfuncionalidades normativas o de planeación urbana, sino que responden a lógicas estructurales más profundas vinculadas a las asimetrías espaciales generadas por la producción capitalista del espacio.

Lo anterior implica que se cumplan varias explicaciones, como la de Bertaud (2018) respecto a que los mercados laborales no rebasan la re-

lación de viaje pendular de una hora de traslado, puesto que existen zonas en donde se presenta una mayor magnitud de viajes (A_i) debido a una mejor accesibilidad con respecto a la fuente de empleo; se presentaron escalas similares de alrededor de los 100 km² con distancias euclidianas entre el CC y sus extremos de menos de 3 km, en su extensión más corta, y no mayores a los 15 km, en sus extensiones más largas, en los tres casos. Además, en la Tabla 4 se puede ver que la mayor parte de los orígenes quedan por debajo de una hora de viaje, y que el CCGS con 5.49%, el CCPP con 7.28% y el CCSO con 19% de éstos implican viajes que exceden dicho tiempo, por lo que el problema de accesibilidad reflejada en el lapso de viaje afecta sólo a una proporción menor de empleados.

El espacio relativo al capitalismo, explicado por Harvey (2017), coincide con la hipótesis desde diferentes aspectos que se detallan a continuación:

El análisis de la sintaxis espacial confirma la existencia de asimetrías espaciales de accesibilidad vial, la cual va decreciendo en zonas de anillos con relación a la estructura de vialidades primarias y conforme se incrementa la distancia del centro de la ciudad hacia las periferias. Este aspecto representa las condiciones del espacio relativo que determina la movilidad divergente entre peores condiciones de accesibilidad hacia las centralidades convergentes que presenta mejores condiciones.

Los CC analizados se localizan estratégicamente en los bordes de las zonas con mejor accesibilidad vial y sobre vialidades primarias, ya que son los criterios más importantes para el éxito de la actividad económica, además de establecer una proximidad hacia su mercado laboral para que la mayoría de los empleados no viaje más allá de una hora, tal como lo explica Bertaud (2018). Por otro lado, los orígenes presentan menos accesibilidad vial a los CC, lo cual se trata de un problema más grave en las dos últimas zonas ya que si se suma el 30% de la zona D y el 6% de la E, resulta que el 36% de los empleados experimenta las peores condiciones de accesibilidad en sus viajes pendulares.

En cuanto a las asimetrías espaciales de NSE, existe una lógica de movilidad pendular que se da entre la localización de los orígenes de los empleados con NSE más desfavorables y la de los CC con NSE más favorables como destino. Con relación a esta lógica, se confirma que los NSE más favorables para esta relación son los del tipo D con el 51% del total de los orígenes, se trata de zonas con los niveles más bajos de la ZCCP, los cuales ofrecen mayores posibilidades de aportar empleados al mercado laboral de los CC.

Con respecto a sus A_i , los CC que se encuentran localizados dentro de zonas de mayor consolidación urbana, como el CCGS y el CCPP, establecen una relación de mayor proximidad con el mercado laboral; mientras que, en las zonas de centralidades relativamente nuevas rodeadas con NSE más altos, la relación espacial entre orígenes y destinos es más lejana porque el mercado laboral de NSE bajos no se encuentra próximo como en el caso del CCSO.

Un hallazgo relevante es que la forma de cada A_i corresponde con la distribución espacial de la red de transporte público que sirve a los CC,

ya que la mayor parte de sus recorridos quedan dentro de sus respectivas AI, además de presentar kilometrajes muy similares. En otras palabras, la geografía del viaje pendular corresponde con la red de transporte público cuya configuración posibilita y determina la movilidad.

En el caso de ccs los porcentajes de empleados que usan el transporte público sin transbordar es de 38.46%, lo que contrasta con el 57.52% de ccso, cuyos recorridos de transporte público son más dispersos y con mayor kilometraje, es decir, que la localización del ccso ofrece mayor alcance geográfico de transporte público, lo cual disminuye el transbordo, pero aumenta los tiempos de viaje de manera considerable. De tal modo que la movilidad pendular se encuentra acotada por el ingreso económico combinado con el tiempo de viaje, por ello los porcentajes de empleados que no transbordan es mayor en CCPP y CCSSO.

El espacio relativo tiene implícito el problema de accesibilidad con respecto a las grandes distancias cuando éstas exceden los viajes de una hora, pues dependen principalmente de la relación del espacio centro-periferia, caracterizada por la disminución gradual de la accesibilidad vial, de la localización divergente de los orígenes en los NSE y de una menor oferta de transporte público. De igual manera, tiene el problema de movilidad por la crisis funcional del transporte público, pues la distribución espacial de recorridos radiales centro-periferia, a través del espacio de las asimetrías espaciales de accesibilidad vial y de NSE, corresponde con la satisfacción de la demanda de viajes divergentes con problemas de accesibilidad hacia destinos convergentes en centralidades más accesible, por lo cual resulta difícil contravenir dicha lógica.

En el estado del arte se identificó que resulta común atribuir los problemas de movilidad urbana –como las largas distancias o la crisis funcional del transporte público– a fallas en la planeación urbana. Esta lectura, sin embargo, encierra una inconsistencia epistemológica acotada dentro de la planeación urbana, puesto que en esta investigación se identificó que las peores condiciones de accesibilidad vial suelen coincidir con zonas de NSE bajos en las periferias. Es decir, bajo el enfoque de geografía radical, estos problemas no son defectos intrínsecos del espacio o fallas de planeación urbana, sino asimetrías espaciales inherentes al espacio relativo del capitalismo.

CONCLUSIÓN

La movilidad pendular laboral analizada establece escalas de aproximadamente 100 km² para las AI, en donde se presenta la mayor magnitud del movimiento; además, la proporción de orígenes y el kilometraje de la red de transporte público dentro de cada AI son similares, y las proporciones de empleados que transbordan y los que no fueron prácticamente idénticas en dos casos. ¿Por qué existen tales coincidencias? Porque la escala y la magnitud de la movilidad pendular del mercado laboral están condicionadas por las limitaciones en los ingresos económicos, tanto para la localización de los orígenes divergentes en los NSE más bajos, como para sus posibilidades de

movilidad espacio-temporal; el viaje se acota a alrededor de una hora como máximo en el transporte público, evitando transbordar en la medida de lo posible hacia los destinos convergentes. La geografía de la movilidad pendular representa el intento del mercado laboral por ahorrar tiempo y dinero en el espacio relativo del capitalismo.

Este espacio además presenta una dialéctica de centro-periferia caracterizada por una distribución asimétrica de la accesibilidad vial, de los NSE y de la red de transporte público. De tal modo que la hipótesis ha quedado demostrada. Cabe mencionar que esta investigación presentó dos dificultades importantes para llevarse a cabo, por un lado, la carencia de datos actualizados sobre movilidad urbana y de información geográfica especializada; ya que para contextualizar el objeto de estudio se utilizaron estadísticas de movilidad obsoletas y que no son públicas, por lo que el estudio se vio afectado por la poca disponibilidad y limitada información producida institucionalmente.

Por otro lado, no hay que subestimar el predominio del enfoque tecnocrático, caracterizado por mezclar escalas y magnitudes, perdiendo de vista la relevancia de la movilidad pendular que corresponde con la comprensión de la geografía de la ciudad como mercado laboral; entonces se desestima la configuración del espacio social como determinante de la movilidad urbana y, en consecuencia, la lógica geográfica del transporte público que produce su propia crisis funcional. Enfoque cuyo conocimiento sigue y seguirá permeando en todos los ámbitos, por lo que resultan relevantes los hallazgos y resultados aquí expuestos, pues al menos ponen en evidencia que la escala, la magnitud y el espacio relativo son geográficamente identificables y categorizables considerando a la ciudad como mercado laboral, y que las asimetrías espaciales son procesos socioterritoriales complejos que no se pueden definir simplemente como fallas de la planeación urbana.

REFERENCIAS

- Alfonso R., Ó. A. (2025). La pobreza monetaria inducida por el costo de la movilidad pendular al trabajo en Bogotá. *Astrágalo. Cultura de la Arquitectura y la Ciudad*, (37), 83-103. <https://doi.org/10.12795/astragalo.2025.i37.05>
- Asociación Mexicana de Agencias de Inteligencia de Mercado y Opinión. (s. f.). *Niveles socioeconómicos*. <https://amai.org/NSE/>
- Asociación de Centros Comerciales de Puebla. (s. f.). *Asociación de Centros Comerciales de Puebla*. <https://acecop.com.mx/>
- Bertaud, A. (2018). *Order without design: How markets shape cities*. The MIT Press.
- Buzai, G. D. y Baxendale, C. A. (2011). Análisis espacial con sistemas de información geográfica: Aportes de la geografía para la elaboración del diagnóstico en el ordenamiento territorial. *Fronteras*, 10, 25–38. <https://bicyt.conicet.gov.ar/fichas/produccion/11960501>

- Cerdà Troncoso, J. F. (2009). *Análisis crítico en la temática de transporte y territorio: Identificación de un nicho de investigación* (Report de ricerca N° 3). Universitat Politècnica de Catalunya. <http://hdl.handle.net/2117/8256>
- Chotib. (2020). Spatial distance and mode of transportation choice in Jabodetabek Metropolitan Area: A sakernas 2017 micro-data analysis on commuting pattern of workers. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (435), 012021. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/436/1/012021/pdf>
- Clark, P. J. y Evans, F. C. (1954). Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology*, 35(4), 445–453. <https://doi.org/10.2307/1931034>
- Contigo Puebla. (23 de enero de 2025). *Transporte público: una crisis que exige justicia y soluciones reales*. <https://contigopuebla.mx/2025/54037/transporte-publico-una-crisis-que-exige-justicia-y-soluciones-reales/>
- Duhau, E. (2003). División social del espacio metropolitano y movilidad residencial. *Papeles de Población*, 9(36), 161–210. <https://www.redalyc.org/pdf/112/11203608.pdf>
- Forester, J. (2017). La planeación frente al poder. En I. Kunz Bolaños (comp.), *Planeación metropolitana: En busca de la integralidad* (pp. 110–145). Siglo XXI.
- Fritz López, R. (2018). *La importancia de un sistema completo de transporte público masivo, respecto al tiempo de traslado y nivel de servicio en la zona metropolitana de la ciudad de Puebla* [Tesis de maestría, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/items/f155a851-2334-44f9-a9b9-a6c4de5f7d79>
- Gintrac, C. (2013). Las aportaciones de la geografía radical y la geografía crítica anglosajona a la teoría urbana. *Urban*, (NS06), 53–61. <https://polired.upm.es/index.php/urban/article/view/2052/2099>
- Harvey, D. (2017). El espaciotiempo y el mundo. En D. Harvey, *El cosmopolitanismo y las geografías de la libertad* (pp. 155–190). Akal.
- Hernández Cerda, C. N., Ávila Galarza, A., Aguilar Robledo, M. y Vázquez Solís, V. (2023). Análisis espacial de las dinámicas de movilidad en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 38(2), 581–618. <https://doi.org/10.24201/edu.v38i2.2123>
- Hu, Y. y Wang, F. (2019). *GIS-based simulation and analysis of intra-urban commuting*. CRC Press.
- Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo. (2023). *Publicaciones*. <https://mexico.itdp.org/publicaciones/>
- Instituto Nacional Electoral. (s. f.). *Conoce los Productos Cartográficos*. <https://cartografia.ine.mx/sige8/>
- Isunza Vizuet, G. (2022). *Movilidad periférica en la Zona Metropolitana del Valle de México: Entre la lejanía y la proximidad*. Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad.

- Isunza Vizuet, G. y Soriano Cruz, V. (2008). Mercado de trabajo y movilidad en la Ciudad de México. *Mundo Siglo XXI*, (11), 45–56. <http://hdl.handle.net/10469/7322>
- Kunz Bolaños, I. (2017). Desarrollo institucional y urbanismo en México. En B. I. Kunz (comp.), *Planeación metropolitana: En busca de la integralidad* (pp. 208–229). Siglo XXI.
- Miralles-Guasch, C. (2002). *Ciudad y transporte: El binomio imperfecto*. Ariel.
- Moraes, A. C. R. y Messias da Costa, W. (2009). *Cómo pensar la geografía 2. Geografía crítica: La valorización del espacio*. Ítaca.
- Observatorio Ciudadano de la Calidad del Aire. (28 de septiembre de 2020). *Crece 60% el parque vehicular en Méxlco... en menos de 10 años*. <https://observatorioairemexico.org/2020/09/28/crece-60-el-parque-vehicular-en-mexico-en-menos-de-10-anos>
- Orellana, A., Miralles-Guash, C. y Fuentes, L. (Eds.). (2019). *Las escalas de la metrópoli: Lejanía versus proximidad*. RIL editores; Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales UC.
- Peña Medina, S. (2016). *Teoría, procesos y práctica de la planeación urbana y regional*. El Colegio de la Frontera Norte.
- Ramírez Vázquez, B. R. y Pradilla Cobos, E. (comps.). (2014). *Teorías sobre la ciudad en América Latina*. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Van Nes, A. y Yamu, C. (2021). *Introduction to space syntax in Urban Studies*. Springer Nature.
- Yang, X., Fang, Z., Yin, L., Li, J., Zhou, Y. y Lu, S. (2018). Understanding the spatial structure of urban commuting using mobile phone location data: A case study of Shenzhen, China. *Sustainability*, 10(5), 1435. <https://doi.org/10.3390/su10051435>
- Zhou, S., Deng, L. y Huang, M. (2012). Spatial analysis of commuting mode choice in Guangzhou, China. *Chinese Geographical Science*, 23(3), 353–364. <https://doi.org/10.1007/s11769-012-0569-2>

SEXTO EJE:

TERRITORIO Y METROPOLI

RECONFIGURACIONES TERRITORIALES EN LA REGIÓN NOROESTE DE MÉXICO: METROPOLIZACIÓN Y SISTEMA AGROPOLITANO

Oscar Armando Soberanes López
Dulce Marianel López Cristerna
Jorge Javier Acosta Rendón

Resumen

Este artículo analiza la transformación del territorio que comprende la región centro y norte del estado de Sinaloa, en el noroeste de México, desde una perspectiva crítica que contrasta dos configuraciones espaciales distintas: la metropolización concentrada en Culiacán-Navolato y el sistema agropolitano funcionalmente distribuido en el norte de Sinaloa. A partir de un enfoque teórico-empírico, se exploran los efectos de la urbanización a través del funcionamiento del Sistema Urbano Rural, identificando procesos de crecimiento y expansión urbana que desatiende la planeación oficial, ocasionando fragmentación territorial y tensiones entre centralidad histórica y la suburbanización periférica.

Por otro lado, en los municipios de Ahome, Guasave y El Fuerte, se ha configurado una red agropolitana articulada por ciudades y localidades rurales con funciones complementarias dentro de cadenas agroalimentarias regionales. El estudio realizado muestra que estas configuraciones responden a lógicas de jerarquía territorial donde la ciudad primada está en el centro de una red de ciudades más pequeñas que funcionan como un sistema agropolitano. Se aplican métodos estadísticos y de multicriterio para el proceso de datos duros y el SIG QGIS para la representación espacial contextualizada en el territorio. Al final se reconoce el carácter multiescalar relacional de un territorio en constante transformación.

Palabras clave: Metropolización Culiacán-Navolato, sistema agropolitano, sistema urbano rural, clústeres territoriales, jerarquía urbana.

Territorial reconfigurations in the northwest region of Mexico: Metropolization and agropolitan system

Abstract

This article analyzes the transformation of the territory that encompasses the central and northern region of the state of Sinaloa, in northwestern Mexico, from a critical perspective that contrasts two different spatial configurations: the metropolization concentrated in Culiacan-Navolato and the functionally distributed agropolitan system in northern Sinaloa. Based on a theoretical-empirical approach, the effects of urbanization are explored through the functioning of the Urban-Rural System, identifying processes of growth and urban expansion that disregard official planning, causing territorial fragmentation and tensions between historical centrality and peripheral suburbanization.

On the other hand, in the municipalities of Ahome, Guasave, and El Fuerte, an agropolitan network has been configured, articulated by cities and rural localities with complementary functions within regional agri-food chains. The study conducted shows that these configurations respond to logics of territorial hierarchy where the primate city is at the center of a network of smaller cities that function as an agropolitan system. Statistical and multicriteria methods are applied for processing hard data and the QGIS GIS for spatial representation contextualized in the territory. In the end, the relational multiscale nature of a constantly transforming territory is recognized.

Keywords: Metropolization Culiacán-Navolato, Agro-political system, Urban Rural System, Territorial clusters, urban hierarchy.

INTRODUCCIÓN

El territorio urbano en México está en constante transformación, las dinámicas urbanas no responden a una lógica uniforme previsible; mientras algunas ciudades se convierten en polos de atracción para el capital y la innovación, otras quedan al margen de los beneficios del desarrollo, atrapadas en procesos de estancamiento, dependencia o informalidad, siendo el resultado de diversos factores que interactúan en distintos niveles y modifican las funciones desempeñadas por las ciudades en la economía nacional y global (Monnet, 2011; Scheingart, 2014). En algunas regiones de México, la urbanización es sinónimo de la expresión territorial de profundas reestructuraciones funcionales. Las ciudades ahora crecen y se desarrollan por los flujos de capital, las decisiones corporativas y las políticas públicas que priorizan unos territorios sobre otros (Porter, 1990; Dicken, 2012). Esta reconfiguración construye un sistema urbano caracterizado por un mosaico de espacios con especializaciones diversas que responden a las exigencias de un mercado global cada vez más competitivo (Sassen, 2001; Scott y Storper, 2015). En este contexto, pensamos que es necesario interrogar críticamente las lógicas que impulsan esta transformación y encontrar alguna respuesta a preguntas como ¿Cómo funcionan los sistemas urbano rural y

el agropolitano? ¿Cuáles son los impactos en el territorio que está generando este sistema de organización territorial? ¿Qué papel desempeñan las ciudades intermedias y las localidades periurbanas en la agrópolis del norte de Sinaloa?

La metodología que se utilizó consiste en una combinación de técnicas de análisis multicriterio para procesar la información socioeconómica y productiva, y Sistemas de Información Geográfica, a través de QGIS, que facilitaron la representación espacial del territorio. A la par, se consultaron fuentes documentales y marcos teóricos que ayudaron a interpretar los datos desde una perspectiva crítica y multiescalar. Esta integración permitió no sólo describir los procesos de metropolización y funcionamiento agropolitano, sino también comprender las relaciones que les dan forma en la región.

Así, este artículo pretende explorar, desde un enfoque teórico y empírico, cómo se reconfiguran las funciones urbanas en territorios rurales y periurbanos del noreste de México, particularmente en el caso de Culiacán, Navolato y la región agropolitana del norte de Sinaloa. Se aportan elementos conceptuales que permiten interpretar estas transformaciones desde una perspectiva crítica (Brenner y Schmid, 2015), espacio diferencial (Lefebvre, 1974) y sistemas urbanos jerarquizados (Garza, 2010). Para, finalmente, reconocer que cada región del país vive estas transformaciones de manera particular, al margen del discurso nacional sobre el desarrollo urbano. Esta mirada crítica muestra los cambios morfológicos y económicos, también los conflictos, las desigualdades y las posibilidades que están emergiendo para construir territorios más dinámicos, justos e inclusivos.

Crecimiento urbano y expansión territorial

Las transformaciones en el espacio urbano en México se configuran en el marco de las relaciones de poder, las estrategias de acumulación de capital y las decisiones político-institucionales que inciden de manera directa en la forma, la función y el uso del territorio. Lo que a simple vista puede parecer un crecimiento natural de las ciudades, expansión territorial por nuevos fraccionamientos o polos de desarrollo, responde a una lógica estructural que busca rentabilizar el espacio urbano bajo criterios de competitividad, conectividad y retorno económico, sobre las necesidades de justicia espacial y equidad social. En este contexto, el crecimiento urbano y la expansión territorial no pueden entenderse únicamente como fenómenos demográficos o técnicos, sino como procesos políticos que reorganizan las relaciones productivas, sociales y económicas en el territorio.

Este fenómeno, de acuerdo con Lefebvre (1974) en su discurso del “derecho a la ciudad”, plantea que el espacio urbano es una construcción social en disputa, donde se dirime el acceso a recursos, servicios, participación política y formas de vida digna. El derecho a la ciudad implica, por tanto, no sólo el acceso físico a la urbe, sino la capacidad de incidir en su configuración, de apropiarse simbólicamente y materialmente del territorio urbano. Este enfoque, ampliado por Castells (1999), introduce la noción de las ciudades como nodos dentro de una red global de flujos de capital,

tecnología e información. Por lo tanto, en la era de la globalización, las urbes ya no funcionan únicamente como centros productivos o administrativos, sino como espacios estratégicos para la inserción del capital desempeñando roles específicos dentro de cadenas de valor globalizadas. Castells (1999) advierte que la lógica de la “sociedad red” produce nuevas desigualdades territoriales, ya que algunas ciudades se conectan activamente al sistema-mundo mientras otras son relegadas a posiciones periféricas o funcionalmente subordinadas.

Harvey (2003) profundiza en esta crítica al introducir el concepto de “urbanización del capital”, donde el espacio urbano es una forma privilegiada de inversión y valorización del capital. Las ciudades se convierten en plataformas para el desarrollo de proyectos inmobiliarios, infraestructuras estratégicas y redes logísticas que responden a intereses corporativos antes que a las necesidades sociales. Esta urbanización financiera del territorio se articula con procesos de desposesión, expulsión de comunidades, precarización habitacional y privatización de bienes comunes.

En México, esta lógica se expresa con claridad en los procesos de expansión urbana desregulada, en la proliferación de fraccionamientos cerrados en periferias desconectadas y en la consolidación de megaproyectos (industriales, turísticos, energéticos) que transforman el uso del suelo. Así lo muestran Schteingart (2014), Rolnik (2017) y Aguilar (2016), quienes advierten sobre la creciente mercantilización del espacio urbano y la falta de mecanismos efectivos de redistribución y justicia espacial. El urbanismo neoliberal, como paradigma dominante en las últimas décadas, ha promovido este tipo de transformaciones. Bajo políticas que han abierto el suelo urbano al mercado, promoviendo la inversión privada y reduciendo la intervención del Estado, la ciudad ha crecido siguiendo los intereses del capital. Sin embargo, este modelo de expansión suele ignorar las realidades cotidianas de las comunidades, así como las necesidades sociales y ambientales que también dan forma y sentido al territorio. En este modelo, el valor de uso del suelo cede ante el valor de cambio y la planificación se subordina a los intereses del mercado (Brenner y Theodore, 2002).

Por otra parte, el papel de las ciudades en la economía global exige nuevas herramientas teóricas y metodológicas para su análisis. Como advierte Sassen (2001), el poder urbano hoy no depende solamente de su tamaño o densidad, sino de su capacidad para insertarse en redes globales de innovación, comercio, finanzas y logística. En este sentido, la noción de “ciudades globales” adquiere relevancia, aunque debe ser contextualizada críticamente para evitar generalizaciones. No todas las ciudades tienen las mismas condiciones para competir o colaborar en estos circuitos; algunas enfrentan enormes barreras estructurales que las excluyen de los beneficios de la globalización.

En suma, el crecimiento urbano y la expansión territorial en México son procesos que deben entenderse desde una perspectiva multiescalar, estructurados por las dinámicas del capital, las políticas urbanas y las disputas sociales en torno al territorio. Comprender estas transformaciones es

importante para la construcción de alternativas que coloquen en el centro la vida urbana, la equidad y el derecho a habitar las ciudades.

Especialización económica y funciones urbanas

Aquí se abordan los fundamentos teóricos de la localización, los clústeres territoriales y la división espacial del trabajo, con el objetivo de explicar cómo se distribuyen las actividades en el territorio y qué consecuencias sociales y espaciales derivan de esa organización funcional. Partimos de que no todas las ciudades cumplen las mismas funciones, su posición en la jerarquía urbana y en la economía responde a procesos de especialización productiva, decisiones políticas, infraestructura heredada y capacidad de adaptación a los cambios globales. Esta diferenciación que responde a racionalidades espaciales ancladas en estructuras históricas, decisiones de política económica y configuraciones de mercado transforman las ciudades en función de lo que producen, de los servicios que ofrecen y del papel que desempeñan dentro del sistema económico.

Desde los trabajos de Alfred Weber (1929), se ha planteado que las actividades económicas tienden a concentrarse en ciertos lugares por razones de eficiencia, acceso a insumos o cercanía a mercados. Esta lógica contribuye a explicar por qué ciertos territorios se desarrollan más rápido que otros, o por qué algunas ciudades atraen inversión mientras otras quedan marginadas. A esta perspectiva se suma el modelo de los lugares centrales desarrollado por Walter Christaller (1933), quien propuso que las ciudades tienden a organizarse jerárquicamente en función del tipo y la complejidad de los servicios que ofrecen. De esta forma, las grandes ciudades concentran funciones especializadas y servicios de alto nivel, mientras que los centros menores satisfacen necesidades más básicas.

Los clústeres territoriales

Los clústeres representan una forma avanzada de articulación del espacio, donde la proximidad, la cooperación y la innovación se convierten en motores del desarrollo. El concepto de clúster, difundido por Michael Porter (1998), describe la concentración geográfica de empresas e instituciones interdependientes que comparten infraestructura, mano de obra calificada y conocimiento especializado. Estos entornos promueven la competencia y la cooperación, generando al mismo tiempo sinergias que aumentan la productividad y favorecen la innovación. En el modelo del diamante de la competitividad, Porter identifica cuatro factores determinantes del éxito de un clúster: las condiciones de los factores, la demanda interna, las industrias de apoyo y la estrategia empresarial. Esta perspectiva se ha vuelto central para analizar territorios como el Bajío o el norte de Sinaloa, donde los sistemas productivos regionales responden a una lógica de especialización articulada.

Por su parte, Paul Krugman (1991) complementa esta visión al destacar el papel de las economías de aglomeración en la creación de ventajas comparativas sostenibles. La concentración de empresas facilita la reducción de costos de transporte, el aprendizaje colectivo y la transferencia

de conocimiento tácito, elementos necesarios para entender la resiliencia y competitividad de regiones especializadas. Autores como Hanna y Freeman (1984), Franson (1990) y Enright y Roberts (2001) han subrayado otros elementos como la cultura organizacional compartida, la flexibilidad adaptativa y las redes colaborativas como factores cruciales en el éxito de los clústeres. De igual forma, Sölvell *et al.* (2003) insisten en el rol de las políticas públicas para fomentar entornos de cooperación productiva, formación de capital humano y gobernanza local eficaz.

En la actualidad, los clústeres no deben pensarse como estructuras rígidas ni homogéneas, sino como redes multisectoriales que integran tecnología, logística, servicios y formación, permitiendo una diversificación que aumenta la resiliencia ante shocks globales. Esta lógica de articulación funcional del territorio permite pensar el desarrollo desde la interdependencia, reconociendo que el valor económico se genera colectivamente y que la innovación requiere de entornos territoriales cohesionados.

La división espacial del trabajo

Este concepto expone la diferenciación entre zonas urbanas especializadas: centros financieros, áreas industriales, corredores logísticos, periferias residenciales, entre otros. La forma en que se organizan estas funciones tiene implicaciones directas con la accesibilidad, la movilidad, la equidad y la sustentabilidad urbana. En las ciudades mexicanas, este patrón ha generado una urbanización desigual donde las áreas centrales concentran los mejores servicios y la infraestructura de calidad, mientras que las periferias quedan relegadas a funciones residenciales con baja inversión en servicios. Harvey (1982) y Castells (1972) han señalado que la manera en que se organiza el espacio en las ciudades es producto de decisiones que responden a intereses económicos y el control del territorio dejando en segundo plano las necesidades más apremiantes de las ciudades. De ahí que la planeación urbana deba incorporar una visión más participativa, capaz de reconocer la diversidad funcional del espacio y de garantizar el acceso universal a los servicios urbanos fundamentales.

En las últimas décadas, los sistemas territoriales han experimentado profundas transformaciones derivadas de procesos estructurales como la globalización, la reestructuración económica, la tecnificación del campo y la expansión urbana. Estas dinámicas han dado lugar a nuevas formas de organización del espacio que desbordan los marcos analíticos tradicionales, especialmente aquellos que sostenían una separación tajante entre lo urbano y lo rural, o que asumían la primacía de la ciudad como único centro funcional. Frente a estas visiones simplificadas, el territorio contemporáneo se configura como un entramado complejo, donde convergen múltiples variables, funciones y actores. Las categorías clásicas dicotómicas, ciudad-campo, ciudad-periferia, urbano-rural, resultan ahora insuficientes para explicar los procesos del funcionamiento del territorio. En su lugar, emergen conceptos nuevos, como zonas de transición difusa, redes policéntricas de servicios y sistemas económicos territorializados que responden a lógicas relacionales y dan lugar a un nuevo paradigma que obliga a repensar la

planificación territorial desde enfoques que reconozcan las interacciones entre sectores productivos, redes de infraestructura, jerarquías funcionales y dinámicas sociales. Esto implica superar la visión estática del territorio como mero soporte físico y asumir su carácter relacional y en constante transformación.

La metropolización y el sistema agropolitano

La metropolización y el sistema agropolitano son procesos urbanos que explican las formas actuales de cómo se estructuran los territorios en el espacio. El primero se entiende como la expansión funcional centrada en núcleos urbanos mayores; y el segundo, como una red territorial articulada en torno a la producción agroalimentaria y la especialización económica regional. La metropolización se ha consolidado como una de las formas dominantes de organización territorial en América Latina. Se trata de un proceso que no sólo implica la expansión física de la ciudad, sino también una extensión funcional de sus capacidades administrativas, logísticas y económicas hacia el entorno inmediato. Esta expansión se manifiesta en la aparición de corredores urbanos, zonas periurbanas multifuncionales, nuevos centros logísticos y un creciente desdibujamiento de los límites tradicionales entre lo urbano y lo rural.

En ciudades intermedias como Culiacán, este proceso ha generado un patrón de crecimiento disperso donde conviven usos agrícolas, industriales, logísticos y habitacionales en un mismo espacio. Esta combinación funcional da lugar a tensiones territoriales, discrepancias por el uso del suelo, desintegración institucional y problemas de gobernanza que desafían los marcos normativos habituales. Al mismo tiempo, la metropolización refuerza una lógica jerárquica piramidal, en la cual las ciudades concentran poder decisional, servicios especializados e infraestructura de alto nivel, subordinando funcionalmente a las localidades rurales o periurbanas que quedan integradas de forma desigual a las dinámicas urbanas.

No obstante, el patrón metropolitano no es el único modelo de organización territorial relevante en el noreste de México. En paralelo a estas dinámicas de concentración urbana, se ha configurado una alternativa que articula ciudades medianas y pequeñas en torno a sistemas agroproductivos bajo el concepto de funcionamiento agropolitano. Este describe una estructura territorial donde las cadenas agroalimentarias organizan los flujos espaciales, asignan funciones específicas a distintas localidades y generan sistemas funcionales descentralizados. En el norte de Sinaloa, ciudades como Guasave o Los Mochis desempeñan un papel estratégico como agrocidades centrales que no dominan el territorio desde su morfología urbana, sino desde su capacidad de articular redes logísticas, técnicas, comerciales y financieras con una diversidad de localidades rurales especializadas en la producción agrícola.

A diferencia de la metropolización, que tiende a centralizar el poder territorial en un único núcleo urbano, el funcionamiento agropolitano se basa en la distribución de funciones complementarias entre distintos puntos del

territorio. Se trata de una red descentralizada, aunque coordinada, en la que ciudades y localidades rurales interactúan a partir de flujos de productos, insumos, mano de obra y servicios. Este modelo da lugar a configuraciones espaciales y funcionales donde la especialización productiva, la eficiencia logística y la complementariedad institucional definen la estructura del territorio. Así, el sistema agropolitano no se organiza según una jerarquía morfológica, sino de acuerdo con el grado de integración funcional de cada localidad en el conjunto regional.

Aunque sean distintos en su origen y lógica, los procesos de metropolización y funcionamiento agropolitano coinciden en un aspecto fundamental: ambos generan jerarquías espaciales y relaciones funcionales que trascienden la escala local. En el caso de la metropolización, la jerarquía se expresa como una primacía urbana, donde la centralidad principal se concentra en un centro metropolitano con alta densidad socioeconómica y tecnológica. En contraste, la agrópolis produce jerarquías más horizontales, en las que la centralidad emerge de la especialización productiva, la conectividad logística y el papel articulador de las agrocidades dentro de una red interdependiente. Esto obliga a repensar la noción misma de centralidad territorial, pues ya no basta con considerar el tamaño poblacional o la categoría administrativa de una ciudad, sino que es necesario evaluar su posición funcional en las redes productivas, su capacidad de articulación de flujos y su integración en los circuitos económicos regionales, nacionales e incluso internacionales.

De esta manera, las localidades que en términos poblacionales pueden parecer marginales adquieren gran relevancia estratégica si concentran nodos logísticos, plantas agroindustriales, centros de acopio o servicios especializados. Por el contrario, algunas ciudades de mayor tamaño pueden quedar relegadas si no cumplen con estas funciones dentro del sistema territorial. Lo que se observa, entonces, es la consolidación de nuevas formas de centralidad interdependiente, en las que la competitividad regional no depende únicamente de la fuerza de un núcleo urbano dominante, sino del conjunto de relaciones territoriales que estructuran el funcionamiento multiescalar del sistema.

Esta convergencia funcional entre la metropolización y la agrópolis plantea un cambio de paradigma en la comprensión del espacio. El territorio deja de ser concebido como contenedor para ser entendido como una trama de relaciones en permanente reorganización. En este sentido, resulta fundamental adoptar una lectura del territorio como construcción relacional, tal como lo propone Milton Santos (1996), quien advierte que el espacio es el resultado de la interacción entre sistemas de objetos y sistemas de acciones, entre infraestructuras materiales y dinámicas sociales, entre decisiones institucionales y experiencias cotidianas. Al mismo tiempo, el territorio debe comprenderse como una realidad multiescalar, en la que interactúan lo local, lo regional y lo global, como lo ha señalado Doreen Massey (2005). Las decisiones de inversión, la configuración de las cadenas productivas, los patrones de urbanización o la provisión de servicios no pueden explicarse únicamente por dinámicas internas o sectoriales, sino que están condicio-

nadas por flujos transnacionales, políticas macroeconómicas, normativas estatales y relaciones de poder global. Esto significa que los marcos de análisis y planificación deben incorporar una mirada compleja, capaz de reconocer simultáneamente las especificidades territoriales y su inserción en redes más amplias.

En definitiva, superar la dicotomía urbano-rural y repensar la planificación desde una lógica relacional es una condición imprescindible para comprender las configuraciones territoriales emergentes en el México contemporáneo. Los procesos de metropolización y funcionamiento agropolitano, lejos de ser excluyentes, pueden entenderse como expresiones complementarias de una misma tendencia hacia la reorganización funcional del espacio. Comprender esta dinámica es imprescindible para diseñar políticas públicas más justas, resilientes y adaptadas a las realidades territoriales, que reconozcan la diversidad funcional, promuevan la equidad y fortalezcan la cohesión regional desde una perspectiva multiescalar.

Proceso de metropolización de Culiacán-Navolato

El proceso de metropolización de Culiacán y Navolato revela transformaciones territoriales que se muestran con claridad en su periferia urbana. A través del análisis funcional del espacio periurbano, se identifica una intensa reconfiguración de usos del suelo y relaciones socioespaciales. Esta dinámica se acompaña de una expansión desigual, donde el crecimiento periférico responde más a lógicas de mercado que a una planificación territorial integral. A su vez, emergen tensiones entre la centralidad histórica, los nuevos espacios suburbanos y la proliferación de usos mixtos, generando un patrón urbano fragmentado, disperso y desarticulado. Estos elementos, lejos de representar un desarrollo armónico, evidencian los retos urbanos de una metrópoli en expansión, sin gobernanza coordinada entre autoridades municipales y estatales ni instrumentos eficaces de planeación metropolitana, como se muestra en la Figura 1 con el área metropolitana de Culiacán y Navolato. Están señaladas las categorías funcionales de las localidades: ciudades grandes, medianas, pequeñas y localidades rurales. Se observan patrones de crecimiento urbano fragmentado y expansión hacia áreas agrícolas, en un contexto de transformación territorial sin planificación metropolitana integral.

Función del periurbano rural de Culiacán

El periurbano de Culiacán, definido como el espacio transicional entre lo urbano consolidado y lo rural, desempeña un papel fundamental en el proceso de metropolización del Sistema Urbano Rural (SUR) Culiacán-Navolato. Este espacio se caracteriza por una creciente interdependencia funcional, marcada por flujos cotidianos de bienes, personas y servicios, lo cual refleja su integración económica y social con la ciudad central. Las localidades periurbanas, como Costa Rica, Bachigualato o El Tamarindo, mantienen relaciones intensas con el núcleo urbano mediante redes de carreteras y patrones de movilidad diaria, convirtiéndose en nodos clave en el sistema urbano expandido. A nivel funcional, los espacios periurbanos albergan ac-

tividades mixtas de vivienda, comercio, pequeñas agroindustrias y servicios logísticos relacionados con el sector agrícola. Tal configuración responde al fenómeno descrito por Indovina (2007), quien señala que la metropolización no se limita a una expansión física, sino que implica la transformación de funciones y relaciones territoriales. En este sentido, el periurbano de Culiacán es una zona dinámica que, aunque muchas veces carece de infraestructura urbana formal, absorbe parte del crecimiento poblacional expulsado por el encarecimiento y saturación del núcleo urbano.

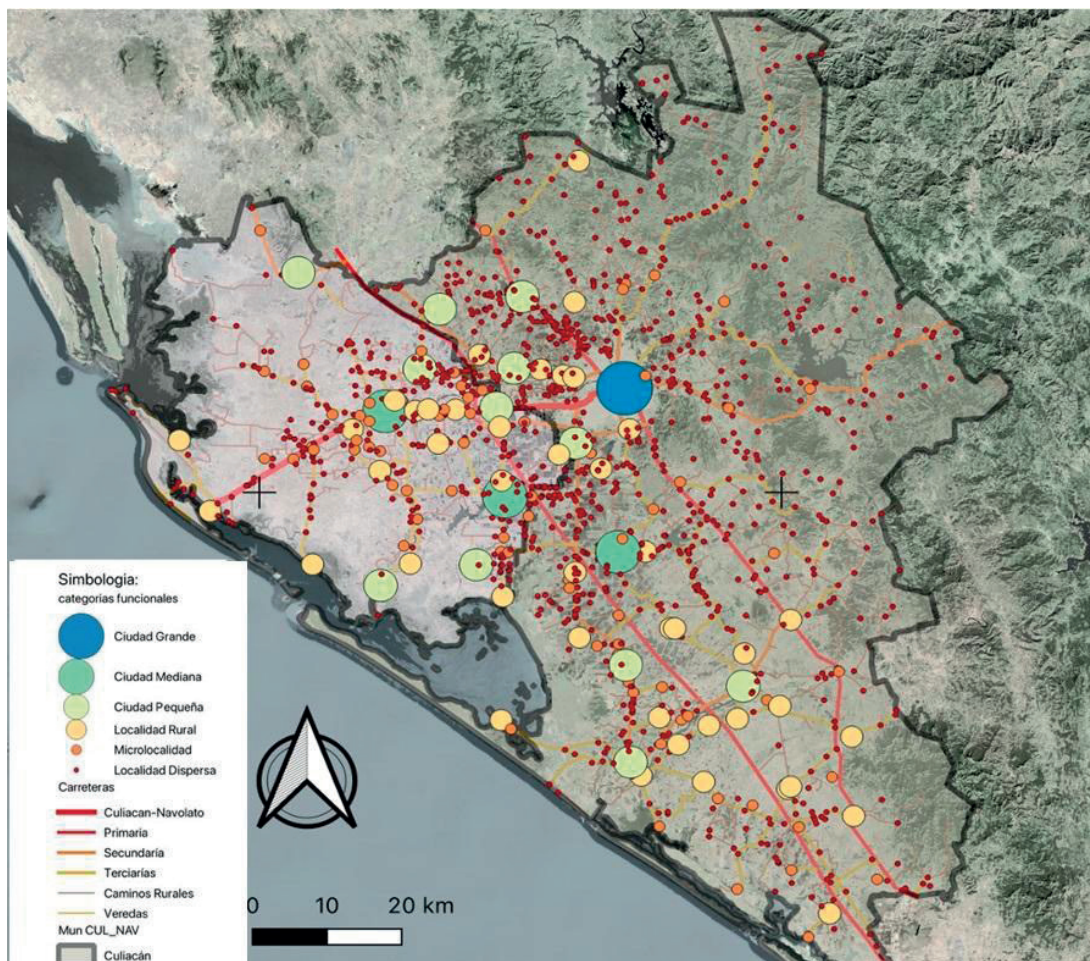


Figura 1. Sistema urbano-rural y proceso de metropolización en Culiacán. Elaboración propia con información del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI.

La información que presenta la Figura 2 corresponde a localidades del periurbano de Culiacán, incluyendo algunas bajo jurisdicción administrativa de Navelato, que se integran funcionalmente al sistema urbano-rural metropolitano. La información demográfica fue obtenida del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, mientras que los porcentajes de acceso a

servicios básicos derivan de indicadores elaborados con base en registros de CONEVAL.

Los resultados empíricos evidencian una alta heterogeneidad funcional: coexistencia de fraccionamientos cerrados, colonias populares, áreas agrícolas y parques industriales en una misma franja territorial. Esta mezcla, lejos de representar un desarrollo planificado, responde a un crecimiento espontáneo, sujeto más a las dinámicas del mercado de suelo que a una política territorial coordinada (Roldán, 2006).

Localidad	Población 2020	Acceso a servicios básicos (%)	Predominio de actividad económica	Categoría funcional
Lic. Benito Juárez	33 496	76.8	Agroindustria y comercio	Ciudad mediana
Costa Rica	28 239	79.5	Servicios y agroindustria	Ciudad mediana
El Diez	8 427	75.2	Servicios y vivienda	Ciudad pequeña
Culiacancito	4 466	81.1	Servicios, agroindustria	Ciudad pequeña
San Pedro	4 123	71.1	Servicios básicos y agroindustria	Ciudad pequeña
Gral. Ángel Flores (La Palma)	4 120	69.5	Agricultura y vivienda	Ciudad pequeña
El Tamarindo	3 680	66.4	Primaria agrícola	Ciudad pequeña
Limón de los Ramos	3 445	68.3	Agroindustria y comercio	Ciudad pequeña
La Higuera	1 359	58.7	Agricultura de subsistencia	Localidad rural

Figura 2. Indicadores socioeconómicos y funcionales de localidades periurbanas en el sistema urbano-rural de Culiacán-Navolato (2020). Fuente: Elaboración propia a partir de información del censo del INEGI.

Expansión desigual y crecimiento periférico

El proceso de metropolización de Culiacán ha estado marcado por una expansión urbana desigual y un crecimiento periférico fragmentado. El análisis empírico indica que la mancha urbana se ha extendido principalmente hacia las zonas poniente, norte y sur de la ciudad, empujando los límites urbanos más allá de lo planeado en los instrumentos de desarrollo municipal. Esta expansión no ha sido homogénea, sino selectiva y condicionada por factores económicos, acceso a infraestructura vial y especulación inmobiliaria.

Tal como advierte Tovar (2010), el crecimiento urbano en México se enfrenta a una descoordinación entre los límites político-administrativos y los reales del desarrollo urbano. En el caso de Culiacán, esto se refleja en la conurbación no reconocida oficialmente con la localidad de San Pedro en el municipio de Navolato, a pesar de la fuerte integración funcional y física entre ambos núcleos. Esta falta de reconocimiento institucional impide una adecuada planificación y genera una oferta desigual de servicios públicos entre zonas centrales y periféricas. Además, la periferia se ha consolidado como receptora de asentamientos informales, vivienda de interés social y actividades productivas marginales; mientras que las zonas mejor conectadas o próximas a ejes carreteros albergan desarrollos habitacionales de mediana y alta densidad. Esta lógica reproduce patrones de segregación socioespacial y acentúa las disparidades en el acceso a oportunidades urbanas, tal como lo han señalado Pedro Abramo (2012) y Carlos A. de Mattos (2001) en sus estudios sobre la urbanización en Brasil y Chile.

Diferencias entre centralidad, suburbanización y usos mixtos

Una de las principales diferencias observadas en el proceso de metropolización de Culiacán-Navolato es el conflicto entre la centralidad histórica, la suburbanización periférica y la proliferación de usos de suelo mixtos en las franjas intermedias. La centralidad, representada por el centro tradicional de la ciudad, ha comenzado a perder peso como nodo articulador de las funciones urbanas, frente al auge de nuevas centralidades periféricas como plazas comerciales, centros administrativos o desarrollos habitacionales cerrados.

Este desplazamiento funcional responde al fenómeno de descentralización de las actividades urbanas, propio de la metropolización contemporánea, y se refleja en el debilitamiento de la estructura jerárquica de la ciudad tradicional (Christaller, 1933; Camagni, 2005). Las zonas suburbanas, como Valle Alto o La Conquista, han emergido como nuevos polos de atracción residencial, combinando equipamientos privados con baja densidad urbana, replicando el modelo norteamericano de ciudad difusa. Sin embargo, esta suburbanización no está exenta de contradicciones. Por un lado, ofrece mayor calidad de vida a ciertos sectores sociales, pero, por otro, contribuye a la fragmentación territorial, la dependencia del automóvil y la presión sobre la infraestructura vial (Harvey, 2005). Además, los usos de suelo mixtos que proliferan en las zonas periurbanas, combinando vivienda, bodegas agrícolas, comercio y servicios logísticos, generan tensiones por incompatibilidad de actividades, conflictos ambientales y disputas por la zonificación.

La investigación desarrollada constata que, en Culiacán, la mezcla de usos no responde a un modelo urbano integrador, sino más bien a una urbanización espontánea que emerge en ausencia de una gobernanza metropolitana efectiva. Esto coincide con lo planteado por de Mattos, quien advierte que la metropolización latinoamericana tiende a reforzar procesos de segregación y desorden territorial cuando no existe una planificación integral (2001).

El funcionamiento agropolitano en el norte de Sinaloa

El crecimiento urbano y la expansión territorial son fenómenos condicionados por las dinámicas del capital, los patrones de localización históricos y decisiones políticas que moldean el rol que cada ciudad o localidad desempeña dentro de la red urbana regional. En este marco, en la región agropolitana del norte de Sinaloa, que comprende los municipios de Ahome, Guasave y El Fuerte, se analiza cómo está organizada jerárquicamente, las funciones urbanas de las agrocidades y sus localidades rurales, en un territorio con una fuerte producción agroalimentaria.

A partir de los modelos clásicos de localización (Weber, 1929) y jerarquía urbana (Christaller, 1933), es posible identificar una diferenciación funcional del territorio basada en la especialización productiva y la infraestructura disponible. En este contexto, ciudades como Los Mochis y Guasave se consolidan como agrocidades centrales, al concentrar servicios logísticos, agroindustriales, financieros y tecnológicos que las posicionan como nodos

estratégicos dentro del sistema agroalimentario regional. No sucede lo mismo con localidades como Juan José Ríos, Adolfo Ruiz Cortines o San Blas que cumplen funciones complementarias vinculadas a la producción primaria con servicios urbanos de acopio, transporte y comercialización, pero sin alcanzar una diversificación económica significativa. Esta organización jerárquica no es una abstracción teórica, se evidencia en la infraestructura disponible como bodegas refrigeradas, centros de acopio y oficinas de exportación, en las condiciones de accesibilidad territorial y en los flujos de mercancías y personas. El uso de sistemas de información geográfica (SIG) y el análisis de conectividad vial revelan una estructura funcional claramente segmentada, en la que las agrocidades centrales actúan como centros de decisión y redistribución, mientras que las localidades rurales dependen de ellas para insertar su producción en los mercados nacionales e internacionales.

Clúster agroalimentario y articulación funcional rural-urbana

El norte de Sinaloa, en específico los municipios de Ahome y Guasave mostrados en la Figura 3, se constituye como uno de los clústeres agroalimentarios más relevantes de México. Este sistema territorial está integrado por productores agrícolas, emparadoras, exportadoras, centros de servicios técnicos, transportistas y nodos logísticos, cuya interacción configura una densa red de cooperación y competencia. Desde la perspectiva de Michael Porter (1990), este modelo responde al concepto de clúster al funcionar como una aglomeración de agentes económicos interdependientes que comparten infraestructura, conocimiento y capital humano, y que se articulan para generar ventajas competitivas.

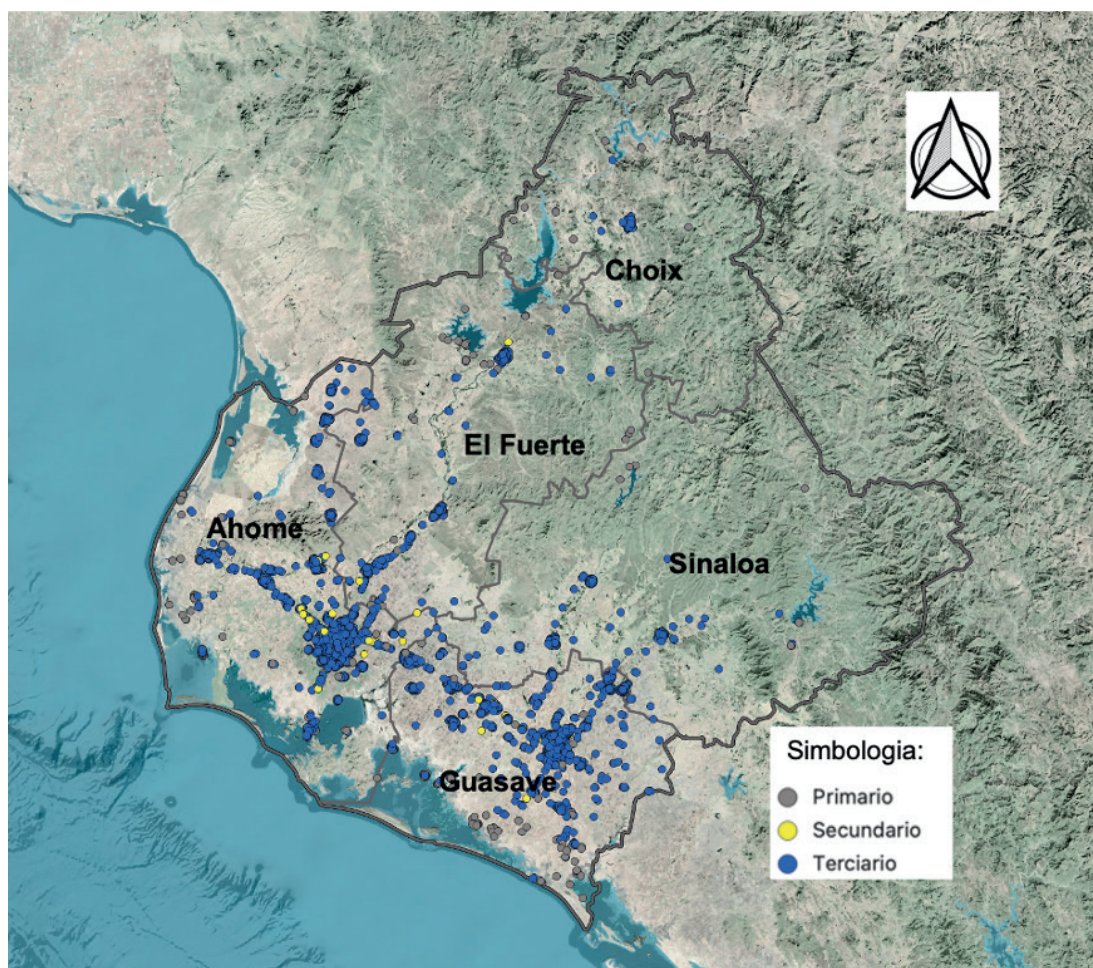


Figura 3. Ubicación del clúster agroalimentario en el norte de Sinaloa. Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los censos agropecuarios del INEGI. La imagen muestra la localización de Ahome y Guasave en el estado de Sinaloa, donde se concentra la actividad agroindustrial.

En Guasave, por ejemplo, se ha consolidado una estructura agro-industrial orientada a la exportación de hortalizas como tomate, pepino y chile, apoyada por corredores logísticos que conectan con el puerto de Topolobampo, ubicado al norte del estado en el municipio de Ahome, y el nodo ferroviario de Los Mochis (Figura 4). Esta organización responde a los elementos del diamante de la competitividad: condiciones de factores (tierra fértil, agua de riego, clima templado), industrias de apoyo (proveedores de agroinsumos, talleres mecánicos), una demanda exigente del mercado estadounidense y una fuerte rivalidad empresarial que impulsa la innovación constante.

Las dinámicas de proximidad productiva, descritas por Krugman (1991), también se observan en este territorio. La concentración de empresas del mismo giro permite reducir costos de transacción, fortalecer el flujo de conocimiento tácito y generar identidad económica. Sin embargo, este modelo también produce efectos desiguales, pues algunos nodos te-

territoriales concentran infraestructura, servicios y empleo calificado; mientras que otros, particularmente las localidades agrícolas sin agroindustria, permanecen en situación de dependencia funcional, con escasa diversificación económica y vulnerabilidad estructural.

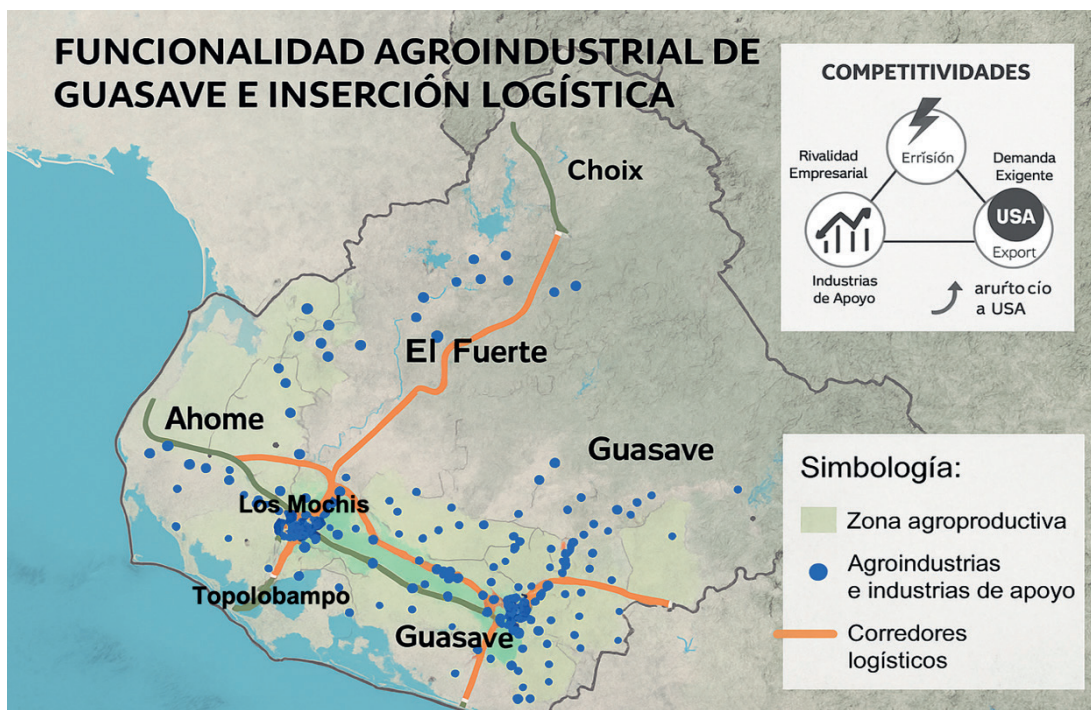


Figura 4. Funcionalidad agroindustrial de Guasave e inserción logística. Fuente: Elaboración propia a partir de la información de INEGI y QGIS.

La Figura 4 muestra las zonas agro productivas del norte de Sinaloa, destacando la ubicación estratégica de agroindustrias y corredores logísticos que conectan con el puerto de Topolobampo y el nodo ferroviario de Los Mochis, elementos clave del clúster agroalimentario exportador. También se incluye el esquema del diamante de la competitividad adaptado al caso de Guasave.

División espacial del trabajo y sistema de conectividad vial

Esta diversificación funcional se traduce en una clara división espacial del trabajo. Por un lado, mientras que las zonas rurales ejidales concentran la producción agrícola primaria como hortalizas, legumbres, granos y frutas; las funciones de transformación y logística como acopio, empaque, exportación y financiamiento se localizan en ciudades intermedias. Esta forma de organizar el territorio acentúa las desigualdades, ya que los beneficios generados por la cadena agroalimentaria tienden a concentrarse en unos pocos núcleos urbanos, dejando a muchas otras regiones al margen del desarrollo.

El análisis de las unidades económicas se realizó utilizando el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) de 2019, del INEGI, revela que más del 54% de las actividades agroindustriales de la Región Norte de Sinaloa, enmarcadas en el sector secundario, se concentran en Los Mochis y Guasave, con 1 699 y 523 unidades, respectivamente (Figura 5). Por el contrario, los municipios rurales muestran una baja participación en este rubro. Esta concentración indica que la infraestructura para el procesamiento y transformación de productos se encuentra centralizada en estas ciudades, lo que limita la generación de valor agregado en las localidades periféricas y las mantiene dependientes de estos centros urbanos primados.

El sistema de conectividad vial refuerza esta polarización. La región se estructura en torno a ejes de comunicación tipo 1 y 2, que conectan las agrocidades con puertos, aeropuertos y nodos ferroviarios. Estas vías canalizan la mayor parte de los flujos económicos y logísticos; sin embargo, las localidades rurales, al margen de estas infraestructuras, enfrentan dificultades de accesibilidad, movilidad y articulación con los mercados. El modelo vial, predominantemente lineal y radial, consolida la centralidad de ciertos nodos y contribuye a la periferización funcional de otros, lo que agrava la desigualdad territorial.

Ciudad / Municipio	Primario	Secundario	Terciario	Total
Región Norte Total	780	4 094	33 261	38 135
Los Mochis / Ahome	82 10.5%	1 699 41.5%	15 020 45.1%	16 801 44.0%
Guasave / Guasave	31 4.0%	523 12.8%	5 328 16.0%	5 882 15.4%

El análisis espacial muestra que el dinamismo territorial de la región noroeste mexicana ha generado configuraciones espaciales diversas que requieren una interpretación comparativa para comprender sus particularidades y desafíos. Por un lado, encontramos la metropolización, un modelo urbano tradicional donde una ciudad central como Culiacán se posiciona como el motor económico, político y cultural de la región, atrayendo recursos, inversiones y población. Por otro lado, el sistema agropolitano funcionalmente distribuido, característico del norte de Sinaloa, presenta una estructura territorial más policéntrica, basada en la integración de múltiples localidades que interactúan a través de flujos productivos y sociales relacionados con la agroindustria. Esta comparativa permite visualizar cómo se configuran las jerarquías espaciales, qué tipo de centralidades predominan y cómo se organizan los territorios en función de sus características productivas y socioeconómicas.

En la metropolización de Culiacán-Navolato, la ciudad capital actúa como núcleo hegemónico que monopoliza la toma de decisiones, las inversiones y la provisión de servicios especializados. Esto genera un patrón jerárquico muy marcado, con un centro dominante que aglomera las funcio-

Figura 5. Distribución de unidades económicas por sector en la región norte de Sinaloa 2019. Fuente: Elaboración propia a partir de información del DENUE. Los porcentajes indican la participación de las ciudades en cada sector respecto al total regional.

nes de mayor valor y poder, mientras que las periferias rurales quedan subordinadas y enfrentan limitaciones en su acceso a oportunidades y recursos. La suburbanización y el crecimiento urbano desordenado, fenómenos comunes en este tipo de metrópolis, agudizan la fragmentación territorial y perpetúan desigualdades socioespaciales. Las funciones que no se desarrollan en el núcleo central tienden a dispersarse caóticamente, dificultando la integración urbana y la cohesión social.

Por su parte, el sistema agropolitano fomenta una red policéntrica en la que distintas ciudades y localidades rurales cumplen roles específicos dentro de un sistema regional interconectado. Ciudades como Los Mochis y Guasave se constituyen como polos complementarios que articulan cadenas productivas agroalimentarias, gestión logística y servicios técnicos, mientras que las localidades rurales aportan la base de la producción primaria. Esta dispersión organizada y colaborativa favorece un desarrollo territorial más equilibrado y responde a la necesidad de gestionar de forma eficiente los recursos y la movilidad laboral. Así, el sistema se configura como una estrategia para enfrentar las demandas contemporáneas de integración funcional y sostenibilidad territorial; más que imponer una jerarquía rígida, busca que los distintos territorios se complementen entre sí, trabajando en conjunto a través de relaciones más equitativas y colaborativas, lo que permite aprovechar mejor los recursos y distribuirlos de manera más justa.

CONCLUSIONES

El análisis del territorio realizado con los dos enfoques aquí presentados (metropolitano y agropolitano) nos da pautas para concluir que el norte de Sinaloa y la región noroeste de México se posicionan estratégicamente como receptor de inversiones en sectores agroalimentarios, agroindustria, manufactura y servicios logísticos. Esto debido a una base agroindustrial consolidada, conectividad con puertos, ferrocarriles, redes carreteras, disponibilidad de infraestructura y entorno institucional favorable y proximidad al mercado estadounidense.

En este contexto, el *nearshoring* representa una oportunidad para repensar la planeación que trascienda lo urbano y lo rural con la visión de reorganizar y rediseñar los flujos logísticos, la incorporación de tecnología para digitalizar y automatizar los procesos y el uso de energía verde, que impactan de manera significativa en la distribución territorial de la agroindustria, especialización productiva de esta región del noroeste de México.

La metropolización de Culiacán-Navolato muestra cómo lo periurbano puede ser entendido como espacio en disputa donde convergen dinámicas residenciales, logísticas, productivas y ecológicas. El norte de Sinaloa, por su parte, revela cómo localidades rurales aparentemente marginales pueden adquirir centralidad funcional al insertarse en redes productivas especializadas.

En regiones como el norte de Sinaloa, la informalidad no debe ser vista únicamente como carencia o desorden, sino como expresión de for-

mas alternativas de habitar, producir y organizar el espacio. La resiliencia territorial, entendida como la capacidad colectiva de adaptación y reorganización, se vuelve una categoría central para analizar la respuesta de estos territorios a crisis económicas, ecológicas o institucionales. La relacionalidad permite reconocer que ninguna localidad actúa de forma aislada: todas están imbricadas en tramas de interdependencia multiescalar que definen su posición, funciones y posibilidades de transformación.

El concepto de territorio, funcionalmente organizado y multiescalar, resulta más adecuado para comprender las transformaciones contemporáneas. El sistema agropolitano y el modelo metropolitano son dos sistemas urbanos funcionales que se complementan cada uno con sus particularidades propias de los territorios donde se localizan.

Como aporte metodológico, fue ineludible el uso de herramientas SIG para el análisis geoespacial con la elaboración cartografía temática georreferenciada, la construcción de matrices productivas para el análisis funcional de flujos, conectividad y jerarquía urbanas, que permitieron hacer una lectura integral del territorio. El análisis cualitativo de relaciones inter-locales fortaleció la capacidad de diagnóstico e interpretación, muy conveniente para identificar nodos logísticos, redes agroalimentarias y gradientes de integración en la región.

A manera de colofón, pensamos que se requieren políticas diferenciadas según la lógica funcional, la configuración socioespacial y la inserción regional de cada territorio. Las políticas públicas deben tener alcance más allá de la región; ser transversales en aspectos económicos, sociales y ambientales, y adaptativas, con participación activa y efectiva de los actores diversos inmersos en el territorio que están produciendo los espacios metropolitanos y los agropolitanos. Creemos que sólo así se podrá avanzar hacia una planificación urbana y agropolitana más justa y resiliente.

REFERENCIAS

- Abramo, P. (2012). La ciudad com-fusa: mercado y producción de la estructura urbana en las grandes metrópolis latinoamericanas. *EURE*, 38(114), 35-69. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=19623150002>
- Aguilar, A. G. y Ward, P. M. (2003). Globalization, regional development, and mega-city expansion in Latin America: Analyzing Mexico City's peri-urban hinterland. *Cities*, 20(1), 3–21. [https://doi.org/10.1016/S0264-2751\(02\)00092-6](https://doi.org/10.1016/S0264-2751(02)00092-6)
- Aguilar, A. G. (2016). *La expansión urbana de la Ciudad de México y la transformación de su periferia*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Berry, B. J. L. (1964). Cities as systems within systems of cities. *Papers in Regional Science Association*, 13(1), 147–163. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5597.1964.tb01283.x>
- Brenner, N. (2004). *New state spaces: Urban governance and the rescaling of statehood*. Oxford University Press.

- Brenner, N. y Theodore, N. (2002). Cities and the geographies of “Actually Existing Neoliberalism”. *Antipode, a radical journal of geography*, 34(3), 349-379. <https://doi.org/10.1111/1467-8330.00246>
- Brenner, N. y Schmid, C. (2015). Towards a new epistemology of the urban? *City*, 19(2-3), 151-182. <https://doi.org/10.1080/13604813.2015.1014712>
- Camagni, R. y Capello, R. (2014). Second-rank city dynamics: Theoretical interpretations behind their growth potentials. *European Planning Studies*, 23(6), 1041-1053. <https://doi.org/10.1080/09654313.2014.904994>
- Castells, M. (1972). *La question urbaine*. François maspero.
- Castells, M. (1996). *La era de la información: Economía, sociedad y cultura. Volumen I: La sociedad red*. Alianza Editorial.
- Castells, M. (1999). *La era de la información: Economía, sociedad y cultura. Volumen II: El poder de la identidad*. Alianza Editorial.
- Christaller, W. (1966). Central places in southern Germany (C. W. Baskin, Trans.). Prentice-Hall. (Trabajo original publicado en 1933).
- Dicken, P. (2012). *Global shift: Mapping the changing contours of the world economy*. Guilford Press.
- Duhau, E. y Giglia, Á. (2009). *Las reglas del desorden: Hábitat popular y política urbana*. Siglo XXI Editores.
- Enright, M. J. y Roberts, B. H. (2001). Regional Clustering in Australia. *Australian Journal of Management*, 26(1). <https://doi.org/10.1177/031289620102601S04>
- Garza, G. (2010). *La urbanización en México en el siglo XXI: Tendencias y perspectivas*. El Colegio de México.
- Hannan, M. y Freeman, J. (1984). Structural Inertia and Organization Change. *American Sociological Review*, 49(2), 149-164. <https://doi.org/10.2307/2095567>
- Harvey, D. (1982). *Los límites del capital*. Blackwell.
- Harvey, D. (2003). *El nuevo imperialismo*. Akal.
- Harvey, D. (2005). *Breve historia del Neoliberalismo*. Akal.
- Harvey, D. (2012). *Ciudades rebeldes: Del derecho de la ciudad a la revolución urbana*. Akal.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2019). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), datos a noviembre de 2019. México: INEGI. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/477>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2021). Censo de Población y Vivienda 2020. <https://www.inegi.org.mx/>
- Krugman, P. (1991). *Geography and trade*. MIT Press.
- Lefebvre, H. (1974). *La producción del espacio*. Ediciones Sociales.
- Massey, D. (2005). *For space*. SAGE Publications.
- de Mattos, C. A. (2001). Metropoliación y suburbanización. *EURE*, XX-VII(80), 0-6. <https://www.redalyc.org/pdf/196/19608001.pdf>
- Monnet, J. (2011). *Espacio y sistemas urbanos en México: Perspectivas geográficas*. Universidad Autónoma Metropolitana.

- Porter, M. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*. The Free Press.
- Porter, M. (1998). Clusters and the new economics of competition. *Harvard Business Review*, 76(6), 77–90.
- Rodríguez-Pose, A. (2013). Do institutions matter for regional development? *Regional Studies*, 47(7), 1034–1047. <https://doi.org/10.1080/00343404.2012.748978>
- Roldán López, H. (2006). *La urbanización metropolitana de Culiacán*. Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Rolnik, R. (2017). *Guerra dos lugares: A colonização da terra e da moradia na era das finanças*. Boitempo.
- Sánchez, R. y Gutiérrez, L. (2018). Planeación territorial y desigualdad urbana en México. *Revista de Estudios Demográficos y Urbanos*, 33(2), 231–260. <https://doi.org/10.24201/edu.v33i2.1769>
- Santos, M. (1996). *La naturaleza del espacio: Técnica y tiempo, razón y emoción*. Ariel.
- Sassen, S. (2001). *The global city: New York, London, Tokyo*. Princeton University Press.
- Schteingart, M. (2014). *La ciudad y sus conflictos: Desigualdad, vivienda y medio ambiente en México*. El Colegio de México.
- Scott, A. J. y Storper, M. (2003). Regions, globalization, development. *Regional Studies*, 37(6–7), 579–593. <https://doi.org/10.1080/0034340032000108697>
- Scott, A. J. y Storper, M. (2015). The nature of cities: The scope and limits of urban theory. *International Journal of Urban and Regional Research*, 39(1), 1–15. <https://doi.org/10.1111/1468-2427.12134>
- Sölvell, Ö., Lindqvist, G. y Ketels, C. (2003). *The Cluster Initiative Greenbook*. Bromma tryck AB.
- Storper, M. (2013). *Keys to the city: How economics, institutions, social interaction, and politics shape development*. Princeton University Press.
- Tamayo, J. (2001). *Las ciudades intermedias en México*. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Tovar García, E. D. (2010). Génesis del proceso de metropolización de Guadalajara. *Territorios metropolitanos*, 03(03-04), 5-18. https://www.researchgate.net/publication/271699688_Genesis_del_proceso_de_metropolizacion_de_Guadalajara
- Vázquez Barquero, A. (2007). Desarrollo endógeno. Teorías y políticas de desarrollo territorial. *Investigaciones regionales*, (11), 183-210. <https://www.redalyc.org/pdf/289/28901109.pdf>
- Weber, A. (1929). *Theory of the location of industries*. The University of Chicago Press.

LA DESHABITACIÓN, UNA MÉTRICA PARA LA SOSTENIBILIDAD EN ZONAS METROPOLITANAS EN MÉXICO. EL CASO DE LA ZONA METROPOLITANA DE AGUASCALIENTES, 2010-2020

Juan Ángel Demerutis Arenas¹
Luis Fernando Álvarez Villalobos²
Gerardo Manuel Rubalcava Pedroza³

Resumen

La vivienda urbana en México se caracteriza por una paradoja significativa: la persistencia de un déficit habitacional constante coexistente con una proporción considerable de viviendas deshabitadas, la cual alcanza un promedio nacional del 14% (INEGI, 2020). Este indicador se considera elevado al ser comparado con economías nacionales de características similares. Tradicionalmente, la zona metropolitana de Aguascalientes ha sido identificada como una entidad que implementó políticas públicas ejemplares para solucionar el problema de la vivienda a finales del siglo xx. Hoy en día, durante el periodo de análisis 2010-2020, esta zona presenta una tasa de deshabitación del 12.4% (INEGI, 2020). Esta situación plantea la interrogante: ¿la deshabitación en Aguascalientes es una consecuencia del desarrollo de la política federal de vivienda de las últimas décadas o, por el contrario, es un resultado del éxito de sus programas locales de vivienda?

El objetivo de este trabajo es presentar los resultados del análisis de la deshabitación en la zona metropolitana de Aguascalientes durante el periodo 2010-2020. Los datos examinados revelan características es-

-
- 1 Profesor investigador adscrito al Departamento de Proyectos Urbanísticos. Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño (CUAAD). Universidad de Guadalajara. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), Nivel II. ORCID: 0000-0001-7266-543X. juan.demerutis@cuaad.udg.mx
 - 2 Profesor investigador adscrito al Departamento de Teorías e Historia. Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño (CUAAD). Universidad de Guadalajara. ORCID: 0000-0003-4425-171X. luis.alvarez@cuaad.udg.mx
 - 3 Estudiante de la Licenciatura en Urbanística y Medio Ambiente. Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño (CUAAD). Universidad de Guadalajara. gerardo.rubalcava9108@cuaad.udg.mx

pecíficas de la movilidad residencial que permiten proponer hipótesis de investigación. El modelo fue desarrollado con microdatos censales del INEGI, delimitados por el Marco Geoestadístico Nacional y la agregación municipal del Grupo Interinstitucional para la Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México (SEDATU, INEGI y CONAPO, 2023). La estructura del estudio busca proporcionar un diagnóstico cuantitativo que sirva como base para la formulación de políticas públicas más efectivas y para futuras investigaciones específicas en metrópolis mexicanas que contribuyan al avance hacia el desarrollo sostenible.

Un hallazgo clave identifica que la deshabitación no se distribuye de manera homogénea en el territorio. Fueron identificadas zonas urbanas que demuestran una resiliencia notable, manteniendo una densidad poblacional y una tasa de ocupación estable a lo largo del tiempo. Esto sugiere la existencia de factores locales de éxito que podrían ser replicados. En conclusión, el análisis realizado evidencia la existencia de ciclos de deshabitación y su valorización, lo que se traduce en subutilización del stock habitacional como un efecto no deseado del funcionamiento metropolitano.

Palabras clave: Deshabitación, subutilización de vivienda, vivienda en zonas metropolitanas, abandono de vivienda, zona metropolitana de Aguascalientes.

Housing vacancy of metropolitan areas in México. Aguascalientes metropolitan area: a case study, 2010-2020

Abstract

Urban housing in Mexico is characterized by a significant paradox: the persistence of a constant housing deficit coexisting with a considerable proportion of uninhabited housing, which reaches a national average of 14% (INEGI, 2020). This indicator is considered high when compared to national economies with similar characteristics. Traditionally, the metropolitan area of Aguascalientes has been identified as an entity that implemented exemplary public policies to solve the housing problem at the end of the twentieth century. During the 2010-2020 analysis period, this area had a vacancy rate of 12.4% (INEGI, 2020). This situation raises the question: is the vacancy in Aguascalientes a consequence of the development of the federal housing policy of recent decades or, on the contrary, is it a result of the success of its local housing programs?

The objective of this paper is to present the results of the analysis of housing vacancy in the Metropolitan Area of Aguascalientes during the period 2010-2020. The data examined reveal specific characteristics of residential mobility that allow us to propose research hypotheses. The model was developed using census microdata from INEGI, which was delimited by the National Geostatistical Framework and the municipal aggregation of the Interinstitutional Group for the Delimitation of Metropolitan Areas of Mexico (SEDATU, INEGI and CONAPO, 2023). The study's structure aims to provide a quantitative diagnosis that serves as a basis for formulating more effec-

tive public policies and for future, specific research in Mexican metropolises, contributing to progress toward sustainable development.

A key finding is that displacement is not evenly distributed throughout the territory. Urban areas were identified that demonstrate remarkable resilience, maintaining a stable population density and occupancy rate over time. This suggests the existence of local success factors that could be replicated. In conclusion, the analysis carried out reveals the existence of cycles of vacancy and their valorization, which results in the underutilization of the housing stock as an undesired consequence of metropolitan functioning.

Keywords: Vacancy, underutilization of housing, housing in metropolitan areas, abandonment of housing, metropolitan area of Aguascalientes.

INTRODUCCIÓN

La deshabitación en las metrópolis mexicanas constituye un problema agudo que deriva en una gestión ineficiente de los recursos, por lo que puede conceptualizarse como una manifestación de subutilización. El uso ineficiente de los recursos en las ciudades genera consecuencias adversas; en países como México, donde los recursos son escasos, este fenómeno adquiere connotaciones críticas. Por esta razón, resulta imperativo identificar los factores que causan dicha ineficiencia, comprender sus mecanismos y, posteriormente, implementar acciones orientadas a su solución.

Entendemos la subutilización de vivienda como un concepto amplio que implica las nociones de abandono de vivienda, deshabitación e infrautilización. En este estudio se plantea como un problema de escala metropolitana, es decir, que tiene interdependencias transterritoriales, jurisdiccionales y sistémicas; para su solución, requiere necesariamente de la acción pública por diversas vías: la coordinación metropolitana, la política sectorial metropolitana, hasta la intervención directa en el mercado de vivienda con políticas positivas, no restrictivas.

Por lo tanto, el propósito de este trabajo es mostrar los resultados de un modelo de análisis de la deshabitación, aplicado a la zona metropolitana de Aguascalientes () en el periodo comprendido entre 2010 y 2020. Los datos nos permiten plantear hipótesis de deshabitación sobre el comportamiento del territorio, revelándonos características de la movilidad residencial en la metrópoli. El análisis se realizó manzana por manzana y, al articularse al nivel de deshabitación, podemos caracterizar el territorio contribuyendo así a la mejora de las condiciones de sostenibilidad urbana.

El modelo de análisis consiste en establecer una relación entre la población y la vivienda, partiendo del supuesto de que estas dos variables sólo encuentran un equilibrio en el tiempo, aunque en realidad siempre se están moviendo. Su equilibrio depende de la homogeneidad de la población, cuando grupos de familias de cohortes generacionales similares nos permiten observar comportamientos más fuertes y homogéneos en un barrio. Por el contrario, los barrios heterogéneos se dan entre grupos familiares con niveles de ingreso y edades mixtos. En la medida en que los barrios homo-

géneos maduran, el ciclo de la vida se va agotando y las viviendas pasan de ser un nido vacío a una vivienda vacante. Los barrios heterogéneos son socialmente más resilientes.

Entender la deshabitación desde estas condiciones sociales nos permite comprender su diversidad causal, de ahí la importancia de este trabajo. Éste se encuentra organizado en tres grandes apartados antes de las reflexiones finales: la primera parte corresponde a la descripción de la deshabitación, la segunda explica la deshabitación y la política de vivienda, y la tercera parte implica el desarrollo de ocho hipótesis de trabajo sobre la deshabitación.

Derivado de ello, el aprovechamiento de la estructura urbana se encuentra condicionado a la deshabitación. Los barrios más consolidados son muy demandados, lo cual incrementa su renta urbana, pero al mismo tiempo nos presenta la densidad como una variable de uso óptimo, lo cual es una métrica clave para la sostenibilidad (Angel *et al.*, 2021). Cuando se registran niveles adecuados de deshabitación, es decir, cuando existe un equilibrio entre oferta y demanda, se crean las condiciones propicias para un mercado inmobiliario saludable.

Es esencial la existencia de un volumen determinado de viviendas disponibles en el mercado para facilitar la movilidad residencial y satisfacer las dinámicas de oferta y demanda. No obstante, es crucial que esta oferta no exceda a la demanda significativamente. La situación actual, caracterizada por un excedente, no se explica únicamente por distorsiones del mercado, sino por condiciones específicas en el territorio, lo que conduce a la formulación de un conjunto de hipótesis examinadas en este trabajo.

En México, la tasa de deshabitación se mantuvo en un nivel constante de aproximadamente 14% del parque habitacional entre 2010 y 2020, lo que equivalía a más de 6.1 millones de viviendas deshabitadas en el último año (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2020). En contraste, el estado de Aguascalientes registró una tasa de deshabitación del 15.7% en el año 2010, la cual disminuyó de manera significativa para 2020 con el 13.01% del total de viviendas, lo que representó más de sesenta mil viviendas deshabitadas (INEGI, 2020).

Por su parte, la zona metropolitana de Aguascalientes (ZMA) presentó una tasa de deshabitación del 15.8% en 2010 y logró reducirla al 12.4% en 2020. Esta cifra equivale a 43 876 viviendas deshabitadas de un parque habitacional total de 354 313 (INEGI, 2020). Aunque estos niveles continúan siendo elevados, su tendencia a la baja contrasta con la estabilidad del promedio nacional. Por lo tanto, se considera necesario analizar la situación particular de la ZMA y examinar los matices territoriales de su dinámica de deshabitación.

LA DESHABITACIÓN

La deshabitación fue incorporada como variable en el cuestionario básico del Censo de Población y Vivienda a partir de 2010 por el Instituto Nacional

de Estadística y Geografía (INEGI), bajo el concepto de “condición de habitación”. Por lo tanto, actualmente sólo se dispone de los datos censales correspondientes a 2010 y 2020 para este fenómeno. Previo al 2010, el censo sólo recababa el dato de “viviendas particulares habitadas”, mientras que en los dos últimos censos se registra la categoría “viviendas particulares”, la cual incluye las subcategorías “habitadas”, “deshabitadas” y “de uso temporal” (INEGI, 2011, 2021).

La información estadística censal se ha adaptado a las necesidades de conocimiento y la deshabitación ha sido reconocida como un dato de relevancia para la administración pública, por lo que ahora constituye una variable de importancia en los operativos censales. Para comprender la forma como se registran los datos, los censos cuentan con un glosario que define los términos incluidos en los cuestionarios y que guía a los enumeradores en el trabajo de campo. Éstos son algunos conceptos relevantes para este trabajo, según el glosario del INEGI (2011):

- Vivienda particular: Espacio destinado, construido o adaptado para el alojamiento de personas que forman hogares.
- Vivienda particular habitada: Aquella que es utilizada para la habitación de personas al momento del levantamiento censal.
- Vivienda particular deshabitada: Aquella que está totalmente construida y disponible para ser habitada, que al momento del censo no tiene residentes habituales, no es de uso temporal y no es utilizada como local con actividad económica.
- Vivienda de uso temporal: Aquella que está totalmente construida y disponible para ser habitada, y que al momento del censo está destinada para vacacionar, descansar o vivir ocasionalmente, no tiene residentes habituales ni se ocupa como local con actividad económica.

En consecuencia, dentro del universo censal de viviendas, se puede considerar que las viviendas abandonadas están incluidas en la categoría de deshabitadas, siempre que su proceso de construcción haya sido concluido. Sin embargo, el registro censal no distingue entre viviendas deshabitadas y abandonadas.

El censo no contabiliza las viviendas en proceso de construcción, por lo que, aunque estén próximas a ser habitables, no se incluyen en el conteo. Tampoco se consideran aquellas viviendas construidas que han cambiado su uso de suelo para funcionar como comercios u oficinas y que cuentan con señalización para identificarlas como tales. Para registrar estos cambios, es necesario comparar el inventario de viviendas del censo inicial del estudio (2010) con el del censo final (2020) para inferir una posible reconversión. En el registro de viviendas deshabitadas sólo podrían incluirse aquellos comercios u oficinas que carezcan de señalización y que hayan sido registrados como viviendas por los enumeradores censales.

El hecho de que el censo distinga entre viviendas habitadas, deshabitadas y de uso temporal es de suma importancia, ya que, en zonas metropo-

litanas con vocación turística, las unidades destinadas a estancias temporales recreativas pueden introducir un sesgo significativo en la medición.

En la literatura científica se emplea predominantemente el término “tasa de vacancia” (*vacancy rate*), no “tasa de deshabitación”. La tasa de vacancia tiene aplicaciones principalmente en el mercado inmobiliario y es útil para agentes, compradores y vendedores, ya que comprende las unidades habitables que están listas para ser utilizadas pero que no están ocupadas en el momento del registro; esta métrica excluye típicamente las unidades en estado de abandono y deterioro. Por el contrario, la tasa de deshabitación, tal como la define el INEGI, incluye todas las viviendas particulares deshabitadas, independientemente de su estado (abandonadas o no) o de si han cambiado de uso debido a la dinámica urbana. Este trabajo adopta la métrica censal de deshabitación con la finalidad de utilizar los registros disponibles para describir y analizar el fenómeno en zonas metropolitanas como la de Aguascalientes.

Para establecer parámetros de referencia, se revisaron estudios sobre la proporción de vivienda deshabitada considerada óptima para un mercado equilibrado, la cual evite presiones inflacionarias sobre los precios y promueva un uso eficiente de la infraestructura y el equipamiento metropolitanos. Entre estos análisis, destaca el de Thalmann (2011) para Suiza, un país con una dinámica inmobiliaria estable, donde se estima que una tasa de vacancia entre el 1% y el 1.5% aporta equilibrio y estabilidad al mercado, denominándola “tasa de vacancia de equilibrio”.

Aunque las tasas de vacancia pueden variar según el contexto temporal, el mercado de vivienda de cada país y el régimen de propiedad, algunos autores sugieren que, para Europa y Estados Unidos, una tasa del 5% representa el umbral máximo para considerar un mercado en equilibrio (Glock y Häussermann, 2004), mientras que una tasa entre el 8% y el 10% se considera crítica (Huuhka, 2015).

Los principios de la economía tradicional postulan que, en un mercado sano, un aumento de la vacancia debería conducir a una disminución de los precios de la vivienda y una disminución de la vacancia a un aumento de los precios. No obstante, existen múltiples ejemplos en los que el mercado no se ajusta a este comportamiento esperado (Gentili & Hoekstra, 2019), por lo que se requiere un análisis exhaustivo del fenómeno para fundamentar soluciones de política pública adecuadas.

El mercado de vivienda en México representa un caso en el que la alta tasa de deshabitación no se correlaciona con la dinámica de precios esperada, pues, a pesar del elevado volumen de viviendas deshabitadas, los precios han experimentado una tendencia alcista. La limitada disponibilidad de datos longitudinales –sólo se cuenta con dos registros (2010 y 2020)– impide aplicar las fórmulas establecidas en la literatura para calcular una tasa de deshabitación de equilibrio precisa para México. Sin embargo, es posible proponer un indicador meta, por ejemplo, reducir a la mitad el promedio nacional de deshabitación del 14% observado desde 2010, lo que resultaría en un 7%. Este nivel se aproximaría a las tasas consideradas de

equilibrio en otros contextos, aunque su idoneidad definitiva debe ser objeto de análisis y reflexión futura.

A	Deshabitada por naturaleza.	Debido a la fricción del mercado de la vivienda, incluidas las viviendas de promotores.
B	Deshabitada por problemática.	Debido al exceso de oferta, desajuste entre oferta y demanda por mala ubicación o tipología, incluidas las viviendas de promotores no vendidas por exceso de producción.
C	Deshabitada por cambio de uso de suelo.	Debido al cambio de actividad a oficina o comercio, a pesar de haber sido construida expresamente como vivienda.
D	Viviendas no habitables.	Viviendas abandonadas, inacabadas o en proceso de rehabilitación.
E	Segundas viviendas.	Probablemente heredadas. Generalmente utilizadas como residencia familiar de vacaciones, para alquiler de temporada o con fines de inversión.

Figura 1. Componentes de la tasa de deshabitación.

Fuente: Adaptado de Martina Gentili y Joris Hoekstra (2018) y complementado por otros autores.

Diversos autores han establecido tipologías para clasificar los componentes de la tasa de deshabitación, fundamentadas en las leyes de oferta y demanda para explicar las posibles causas del fenómeno. Gentili y Hoekstra (2018) proponen una categorización que incluye la deshabitación por naturaleza, la deshabitación por problemática, la deshabitación atribuible a las condiciones de la vivienda y la existencia de segundas viviendas. No obstante, en su marco analítico se omite el reconocimiento de la deshabitación resultante del cambio de uso de suelo. Aunque esta dinámica es inherente a las zonas metropolitanas, su identificación podría originar acciones de mitigación para evitar la pérdida de unidades de vivienda, especialmente en contextos metropolitanos mexicanos donde se evidencia un déficit habitacional significativo (Figura 1).

La zona metropolitana de Aguascalientes

La zona metropolitana de Aguascalientes (ZMA) se encuentra integrada por tres municipios: dos son considerados municipios centrales –por formar parte de una conurbación– y uno es clasificado como exterior en función de su integración funcional (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano [SEDATU] *et al.*, 2024).

A partir de 1990, la población de la ZMA ha experimentado un crecimiento continuo, con una tasa de crecimiento anual del 2.9% en la década de 1990-2000, del 2.40% en el periodo 2000-2010 y del 2.1% entre 2010 y 2020. Si bien se observa una disminución importante en la tasa de crecimiento, la ZMA ha continuado expandiéndose tanto demográfica como territorialmente (Figura 2). Los municipios que forman parte de la conurbación registraron un incremento de 531 553 habitantes entre 1990 y 2020; mientras que el municipio exterior aportó 61 996 nuevos habitantes a la metrópoli.

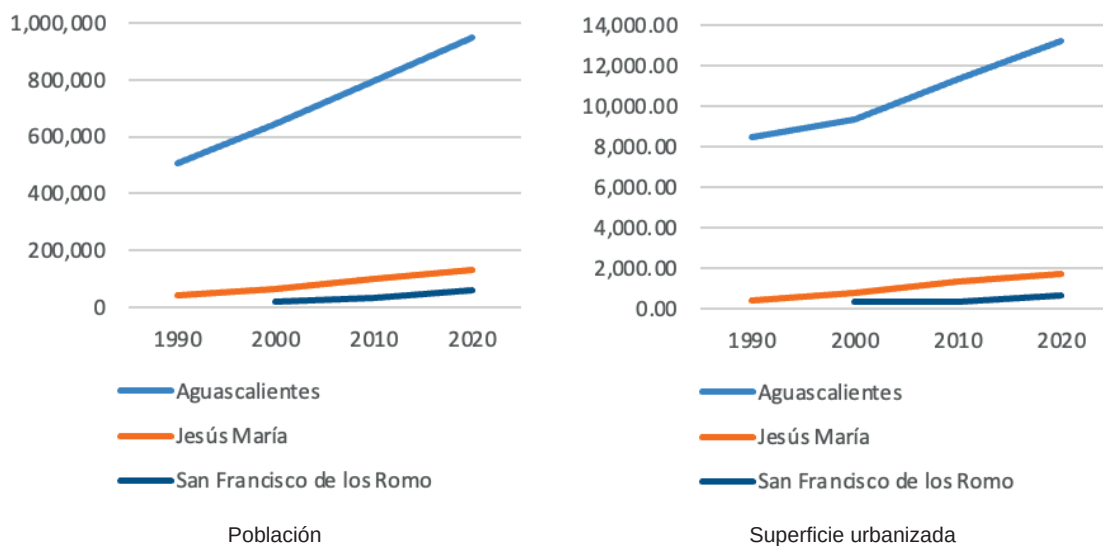


Figura 2. Población y superficie urbanizada por municipios que integran la ZMA de 1990 a 2020. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI.

Entre 1990 y 2020, el municipio que más creció su población en números absolutos fue Aguascalientes –442 716 habitantes–, seguido de Jesús María –88 837 habitantes– y, finalmente, San Francisco de los Romo que se considera parte de la ZMA a partir del año 2000, éste ha sido el de menor crecimiento –41 931 habitantes–. Es importante hacer notar que Jesús María triplicó su población en 30 años y San Francisco de los Romo la duplicó en 20, situación que puede llegar a trastocar la operatividad de cualquier administración municipal.

En la ZMA, el municipio de Aguascalientes es el primigenio y el que siempre ha concentrado a la mayoría de la población, porcentualmente en él se asentaba el 92.5% de la población en 1990, mientras que en el 2020 era residencia del 83.2% del total. Jesús María también ha venido incrementando su contribución a la población de la zona metropolitana pasando del 7.5% en 1990 al 11.4% en el 2020. Por su parte, San Francisco de los Romo se integró a la ZMA hasta el 2000 cuando representaba el 2.8% de la población y, según el censo de 2020, alcanzó a representar el 5.4% del total de los habitantes (Figura 3).

Municipio		1990		2000		2010		2020	
		Población	%	Población	%	Población	%	Población	%
1	Aguascalientes	506 274	92.5%	643 419	88.4%		85.5%	948 990	83.2%
2	Jesús María	41 092	7.5%	64 097	8.8%	99 590	10.7%	129 929	11.4%
3	San Francisco de los Romo	0	0.0%	20 066	2.8%	35 769	3.8%	61 997	5.4%
Zona Metropolitana		547 366	100.0%	727 582	100.0%	932 369	100.0%	1 140 916	100.0%

Figura 3. Contribución de población en habitantes y porcentajes al total de la ZMA de 1990 a 2020 por los municipios que la integran. Fuente: Elaboración propia a partir del INEGI, de 1990 a 2020..

Es importante destacar que, aunque el municipio de Aguascalientes ha seguido creciendo, su tasa de crecimiento anualizada ha bajado del 2.43% en la década de 1990 a 2000 hasta el 1.76% en la década de 2010 a 2020. Por su parte, Jesús María tuvo una tasa de crecimiento del 4.55% anual entre 1990 y 2000, pero en la década de 2010 a 2020 fue del 2.69%. Por último, San Francisco de los Romo ha sostenido una tasa cercana al 6% durante ya 20 años, por lo que su crecimiento relativo es de gran velocidad en el periodo estudiado.

A pesar de que muchos estudios determinan que las densidades de las metrópolis mexicanas van en descenso, en la ZMA parece ocurrir lo contrario, pues se ha registrado un incremento en el periodo de 1990 a 2020. Mientras que en 1990 la densidad era de 50.37 hab./Ha, en promedio en los tres municipios, en el 2020 se registró una densidad de 62.49 hab./Ha.

El municipio con mayor área urbana registrada en 2020 fue Aguascalientes, seguido de Jesús María y, finalmente, San Francisco de los Romo, sumando una superficie urbana total de 17 203 ha. Porcentualmente, el municipio de Aguascalientes ocupaba en 1990 el 95.3% de la superficie urbanizada total de la ZMA y el 84.8% en 2020. Los porcentajes de ocupación del territorio por superficie urbanizada han venido en aumento tanto por el municipio de Jesús María como por San Francisco de los Romo, los cuales han registrado una expansión urbana por encima del doble de la superficie ocupada en el año 2000. Los municipios más densos y por tanto los que podrían ser considerados como más compactos y eficientes en la prestación de servicios son Jesús María (75.1 hab./Ha.) y San Francisco de los Romo (96.9 hab./Ha.).

El Programa de Desarrollo Urbano de la ciudad de Aguascalientes (Instituto Municipal de Planeación y Evaluación de Aguascalientes [IMPLAN], 2024) determina en sus tendencias sociodemográficas que para el año 2040 la población del municipio de Aguascalientes podría alcanzar un millón doscientos cuarenta mil trescientos cincuenta y siete habitantes, es decir, unos doscientos noventa y un mil habitantes más que en 2020. Considera 3.5 ocupantes por hogar, por lo que las viviendas deshabitadas de este municipio en el 2020 (34 973 unidades) podrían dar alojamiento a la mitad de esos habitantes.

En el Programa se hace referencia a las viviendas desocupadas como un gran problema, afirmando que su cálculo es incierto y ha sido objeto de disensos entre autoridades de los diferentes niveles de gobierno (p. 211), por lo que sin dar mucha explicación propone como objetivo “Incentivar la ocupación de vivienda deshabitada en la ciudad” (p. 212), luego se convierte en estrategia al “Instrumentar un esquema de incentivos para la ocupación de la vivienda deshabitada en la ciudad en los que participen en su diseño las cámaras empresariales, los colegios de profesionistas y los distintos niveles de gobierno” (p. 213). Sin embargo, no se cuenta con un diagnóstico general, mucho menos pormenorizado.

Igualmente se propone una proyección detallada del municipio a través de la elaboración de planes parciales para 15 Zonas Urbanas de Focalización (ZUFOS) y localiza la deshabitación en la ZUFO Don Pascual Oriente (15% de las viviendas deshabitadas) y en la ZUFO La Hacienda (12% de las viviendas deshabitadas) (p. 239). Reforzada con una política de densificación, particularmente en los desarrollos de interés social que tengan un porcentaje superior al 15% de viviendas deshabitadas mediante la elaboración de un programa parcial (p. 384). Además, en sus líneas estratégicas y particularmente en los proyectos estratégicos se refiere a “Incentivos para la Ocupación de Vivienda Deshabitada” (PE-4.3) (p. 705). Sin embargo, los programas donde existe deshabitación no han sido elaborados, por lo que aún se desconoce el alcance de estos instrumentos y tampoco queda claro el reconocimiento de la magnitud e impactos del fenómeno de la deshabitación por los instrumentos de planeación de la ZMA.

LAS POLÍTICAS DE VIVIENDA

La política federal de vivienda en México

A partir del año 2000, la implementación de una política agresiva de vivienda de interés social, basada en la entrega de créditos a trabajadores afiliados al Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), impulsó la construcción masiva de grandes conjuntos habitacionales en zonas alejadas de los centros urbanos consolidados. Sin embargo, esta estrategia no estuvo acompañada de una planeación integral que definiera polígonos de desarrollo estratégicos para concentrar la inversión en distritos dotados de las condiciones necesarias para garantizar el derecho a la ciudad, con todos los elementos básicos para una vivienda digna y decorosa como lo establece la Ley de vivienda (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2006).

Esta situación, sumada a la ausencia de políticas efectivas de desarrollo urbano y a la falta de planes de desarrollo urbano con suelo adecuado para la expansión residencial, derivó en un crecimiento urbano desordenado. Este crecimiento tuvo un impacto directo y profundo en los compradores de viviendas nuevas, muchos de los cuales, pese a mantener durante algún tiempo el pago de sus hipotecas, optaron por abandonar sus hogares

debido a las dificultades para acceder a servicios educativos, de salud y recreativos, y, sobre todo, por la gran distancia a sus lugares de trabajo.

Los fraccionamientos formales de interés social construidos entre 2000 y 2020 se caracterizaron por ser unifuncionales, destinados casi exclusivamente al uso residencial y, en el mejor de los casos, con espacios limitados para comercios de proximidad o carácter vecinal. La provisión conjunta de servicios esenciales no fue contemplada en su planeación, en gran parte porque los municipios donde se ubicaron carecían de los recursos y la capacidad institucional para desarrollar infraestructura capaz de atender las necesidades de las nuevas poblaciones, como es el caso de los municipios de Jesús María y San Francisco de los Romo en la ZMA.

Asimismo, los organismos responsables de proporcionar equipamiento escolar y de salud no estaban preparados para extender sus servicios a estas nuevas zonas de expansión, ya que sus planes de inversión y operación se centraban en el mantenimiento y ampliación de infraestructuras existentes en los municipios centrales metropolitanos, donde históricamente se había concentrado la población.

La llegada de estos nuevos fraccionamientos generó la necesidad urgente de crear equipamientos urbanos, lo que implicó no sólo importantes inversiones iniciales para su construcción, sino también la asignación sostenida de recursos para su mantenimiento y funcionamiento continuo, un desafío que no fue previsto ni asumido adecuadamente por las instancias competentes.

La política de vivienda impactó significativamente a los tres municipios de la ZMA. En el municipio de Aguascalientes se produjeron más de 106 000 viviendas entre 2000 y 2010, lo que equivale al 75% del parque habitacional existente en el año 2000; en la década siguiente se construyeron más de 65 000 unidades. Asimismo, en los municipios de Jesús María y San Francisco de los Romo se registró una edificación acelerada de viviendas. En Jesús María, el parque habitacional se duplicó entre 2000 y 2010; en la década siguiente se construyeron 11 351 viviendas adicionales, alcanzando un total de 41 550 unidades en el año 2020. En San Francisco de los Romo, el número de viviendas aumentó de 3 859 en 2000 a 21 458 en 2020, lo que representa un incremento de 17 599 unidades (Figura 5).

La política de vivienda en Aguascalientes

Si bien la política federal es la que tiene mayor injerencia en la producción de vivienda de interés social en México, cada estado implementa políticas con matices particulares que resultan en enfoques diferenciados para atender sus problemáticas específicas.

El Código Urbano para el Estado de Aguascalientes define la vivienda digna como el “espacio físico edificado, destinado para que una o más personas cuenten con espacios habitables y auxiliares, así como los servicios básicos y brinde a sus ocupantes seguridad jurídica en cuanto a la propiedad o legítima posesión” (Gobierno del Estado de Aguascalientes, 2022, p. 22).

Dicho código otorga atribuciones al Consejo Estatal en Materia de Desarrollo Urbano, Ordenamiento del Territorio, Vivienda y Regularización de la Tierra. Este órgano, integrado por funcionarios públicos de los ámbitos federal y estatal, representantes del sector privado y de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, tiene la facultad de proponer regulaciones en la materia y emitir opiniones sobre proyectos del ejecutivo estatal.

El mismo instrumento legal establece el Instituto de Vivienda Social y Ordenamiento de la Propiedad del Estado (IVSOP), un organismo público descentralizado cuya finalidad es garantizar el cumplimiento del mandato constitucional sobre el derecho a una vivienda digna y al desarrollo urbano ordenado. El código prevé la creación de un Sistema Estatal de Vivienda, el cual debe alinearse al Sistema Nacional de Vivienda para coordinar esfuerzos y conferir al IVSOP la atribución de elaborar el Programa Estatal de Vivienda en coordinación con la Secretaría de Planeación del Estado (SEPLADE) y el Consejo Estatal.

El IVSOP fue creado mediante la Ley del Instituto de Vivienda Social y Ordenamiento de la Propiedad del Estado de Aguascalientes, publicada en el periódico oficial en febrero de 2011 (H. Congreso del Estado de Aguascalientes, 2011). Este instituto ha sido pionero a nivel nacional en la construcción y promoción de vivienda social, así como en la urbanización de fraccionamientos para familias de escasos recursos. Desde 2018, ha gestionado la urbanización de fraccionamientos como Rinconada las Cumbres y Ribera del Sol. Además, ha ejecutado más de 4 000 acciones de mejora y ampliación de viviendas, beneficiando a más de 3 500 familias (LJA, 2022), y ha participado en la elaboración del Plan de Vivienda de Aguascalientes (Flores Nieves, 2022).

En su Programa Institucional 2022-2027, el IVSOP establece la necesidad de atender el problema de la vivienda abandonada y vandalizada (Instituto de Vivienda Social y Ordenamiento de la Propiedad [IVSOP], 2022). Sin embargo, a pesar de su participación activa en la política estatal de vivienda, el programa no cuantifica la magnitud del problema de la deshabitación, ya que se concentra principalmente en incentivar la construcción de nuevas viviendas.

La construcción de vivienda en Aguascalientes

Un análisis del parque habitacional en la ZMA revela que el número total de viviendas pasó de 101 397 en 1990 a 376 264 en 2020, lo que implica una multiplicación por 3.7. En contraste, la población sólo se multiplicó por 2.1 en el mismo periodo. Como resultado, la densidad urbana ha aumentado, potencialmente mejorando la eficiencia en la prestación de servicios de infraestructura y equipamiento; lo cual se traduce en que la densidad de población aumentó de 61.4 hab./Ha. en 1990 a 73.2 hab./Ha. en 2020, mientras que la densidad de vivienda creció de 11.4 viv./Ha. a 24.1 viv./Ha. en el mismo lapso. El primer indicador experimentó un aumento del 19% y el segundo, del 112%, es decir, se duplicó durante el periodo de los treinta años analizados (Figura 4). No obstante, estas tendencias han conducido a una disminución

en el tamaño promedio de los hogares, el cual alcanzó 3.03 habitantes por vivienda.

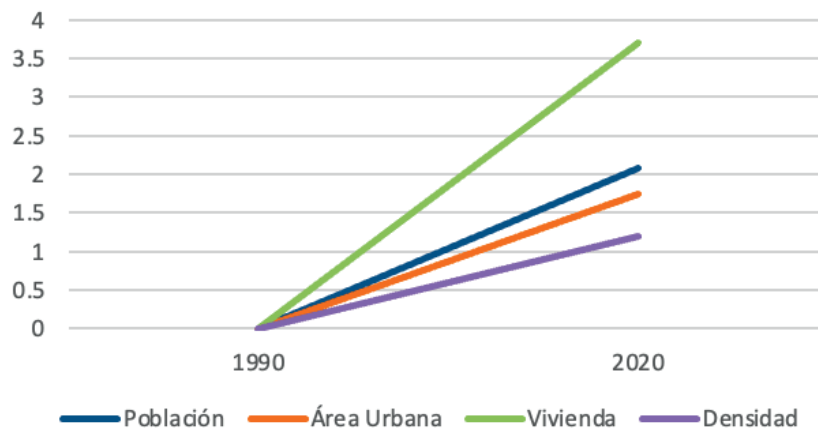


Figura 4. Incrementos proporcionales de población, área urbana, vivienda y densidad urbana promedio en la ZMA de 1990 a 2020.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI.

El municipio metropolitano con la mayor cantidad de viviendas construidas entre 1990 y 2020 es Aguascalientes, se edificaron 218 453 viviendas, es decir, más del doble de las existentes en 1990 (94 803 viviendas). Luego está Jesús María con más de treinta y cuatro mil viviendas adicionales a las 6 594 viviendas edificadas hasta el 1990, es decir, cinco tantos más. En tercer lugar, está San Francisco de los Romo, donde se edificaron más de veintinueve mil viviendas, lo que significa más de seis veces el número de viviendas existentes en 1990 (3 859).

En todos los municipios metropolitanos, durante el periodo comprendido entre el 1990 y el 2020 se construyeron más viviendas en una proporción de 3.7x respecto a las ya existentes. Particularmente, en el municipio primigenio de Aguascalientes las 94 803 existentes fueron producto de más de 400 años, pues su fundación se remonta a 1575, es decir que doscientos dieciocho mil se edificaron en tan solo 30 años. Este crecimiento acelerado es responsable en buena medida del caos urbano que ahora tenemos en las áreas de expansión de casi todas las metrópolis de México.

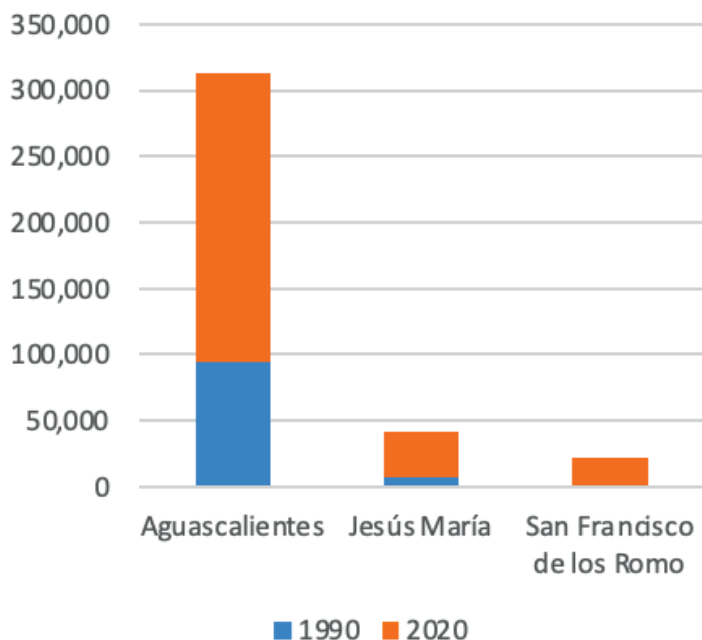


Figura 5. Viviendas existentes en 1990 y viviendas nuevas entre 1990 y 2020 en la ZMA. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI.

Los asentamientos de Jesús María y de San Francisco de los Romo no son tan diferentes. El primero fue fundado formalmente en 1701, es decir, que tomó prácticamente 290 años llegar a contar con 6 594 viviendas, mientras que en los últimos 30 años se edificaron las otras 34 956. Y el segundo es aún más joven, pues fue fundado en 1992 cuando apenas registraba 3 859 viviendas; de 1990 a 2020 se han edificado más de veintiún mil viviendas adicionales. Las administraciones municipales, que habían tenido una población estable y de muy poco crecimiento, se han visto orillados a sortear las responsabilidades que el artículo 115 constitucional les confiere con muy pocos recursos y sin dar tiempo para compaginar sus capacidades de oferta con la demanda creciente, lo cual usualmente redundaba en falta de infraestructura y equipamiento.

Es evidente el punto de inflexión en la tendencia de construcción de viviendas en el 2010, pues la producción de nuevas viviendas decayó representando, en algunos casos como en el municipio de Aguascalientes, un 40% menos de la vivienda producida en las dos décadas anteriores (Figura 5). Algo similar sucedió con los municipios de Jesús María y San Francisco de los Romo, cuya producción de vivienda también disminuyó en la década del 2010 al 2020.

En el municipio de Aguascalientes se concentra el 83.3% del parque habitacional, el restante se distribuye en los municipios de Jesús María (11.0%) y de San Francisco de los Romo (5.7%). También es importante hacer notar que mientras en el municipio primigenio se construyeron 218 453 viviendas durante el periodo 1990-2020, cifra equivalente a más del

doble de las que existían al inicio del periodo, en los otros dos municipios se habilitaron 56 414 viviendas, es decir, cuentan con prácticamente ocho veces más que en 1990.

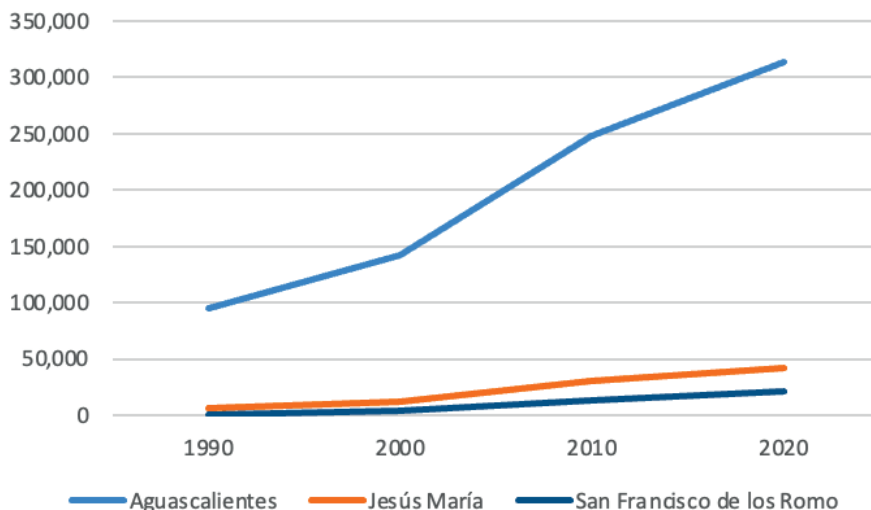


Figura 6. Parque habitacional de los municipios que integran la ZMA de 1990 a 2020. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI.

Los procesos de deshabitación. El caso de la Zona Metropolitana de Aguascalientes

Aunque el fenómeno de la deshabitación ha sido permanente, la preocupación por este tema surge a partir de los datos del conteo de población del 2006. A nivel local los habitantes toman conciencia del problema cuando, en la prensa en 2021, se estableció la existencia de viviendas abandonadas mediante un estudio de la Cámara Nacional de Desarrolladores de Vivienda (CANADEVI), basado en datos de servicios públicos y reportes de seguridad pública, reportándose la existencia de aproximadamente quince mil viviendas abandonadas en la zona metropolitana. Dicho estudio identificó al municipio de San Francisco de los Romo como el de mayor concentración de viviendas en estado de abandono, atribuyendo esta condición a factores como la pérdida de empleo, la emigración, la distancia entre el hogar y el trabajo y la insatisfacción con la vivienda o su entorno (Hidrocálido Digital, 2021). Estas cifras fueron controvertidas por la Secretaría de Desarrollo Urbano Estatal, la cual mantuvo una estimación de entre 9 000 y 10 000 viviendas abandonadas, señalando que el 15% de éstas se encontraba invadida por ocupantes irregulares (Romo, 2021).

Como se estableció previamente, el INEGI (2020) define una vivienda deshabitada como aquella que “está totalmente construida y disponible para ser habitada, pero que al momento del levantamiento censal no tiene residentes habituales”. No obstante, el INEGI no registra específicamente el estado de abandono, el cual usualmente implica un deterioro significativo y la pérdida de condiciones de habitabilidad, ya que los aplicadores censales

no recaban ese dato específico; por lo tanto, el censo de 2020 determinó la existencia de 43 876 viviendas deshabitadas en la zona metropolitana. Al contrastar esta cifra con los resultados del estudio de la CANADEVI, reportados en *Hidrocálido Digital*, se podría inferir que aproximadamente una de cada tres viviendas deshabitadas se encuentra en estado de abandono. Cabe mencionar que las 43 876 viviendas representan el 12.4% del total del parque habitacional, situándose por debajo de la media nacional del 14%.

La deshabitación ha sido atribuida a una multiplicidad de causas, es decir, constituye un fenómeno multifactorial que se manifiesta como una utilización ineficiente de los recursos comunitarios. En una metrópoli como Aguascalientes, que ha contado con instrumentos de planeación durante al menos 77 años y que ha sido considerada un ejemplo a nivel nacional en la práctica planificadora (Acosta y Parga, 2015), se esperaría que la política de vivienda desempeñara un papel relevante en la mitigación de este fenómeno.

El plano regulador realizado por el arquitecto Carlos Contreras en 1948 proponía un crecimiento orientado hacia el sur de Aguascalientes, previendo seis vialidades en esa dirección que formarían semianillos. Dicho sistema vial priorizaba el oriente sobre el poniente (Acosta y Parga, 2015), una tendencia que se manifiesta con cierta congruencia en la expansión actual de la ciudad, con la excepción del norte. Esta zona ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, generando la conurbación con Jesús María y una interrelación funcional con el municipio de San Francisco de los Romo, hacia donde se ha dirigido el desarrollo inmobiliario (Figura 8).

En 2023, el INFONAVIT declaró la existencia de entre 1 500 y 2 000 viviendas en situación de abandono en el estado de Aguascalientes (Ortiz, 2023), una cifra que contrasta marcadamente con las quince mil reportadas por el estudio de la CANADEVI (Hidrocálido Digital, 2021). No obstante, la cartera vencida de la institución no superaba el 9.8%, por lo que era considerada saludable; esto indica que, a pesar del abandono físico de las viviendas, muchos acreditados continuaban pagando sus créditos hipotecarios. Este patrón, observado también en otras zonas metropolitanas, podría responder a la percepción de que las inversiones en bienes raíces son inherentemente rentables y se valorizarán en el futuro; una noción que se ha ido debilitando, particularmente en los conjuntos habitacionales de interés social localizados en las periferias metropolitanas.

El abandono parece obedecer principalmente a la falta de conectividad, derivada de una insuficiente oferta de transporte público, y a la ausencia de fuentes de empleo locales; lo que se vuelven forzosos los largos desplazamientos. Adicionalmente, es común que en los procesos de expansión periférica no se dote a los desarrollos de la infraestructura y el equipamiento básico necesario, incumpliendo así con las características de una vivienda digna.

La subutilización es menos evidente, pues su existencia se aprecia en un indicador de número de cuartos per cápita y no mediante el indicador de las viviendas deshabitadas; éste es un fenómeno del nido vacío. Cuando la deshabitación deriva en abandono, se generan riesgos multidimensionales. En el caso de los centros históricos, el abandono representa un riesgo para los peatones debido al potencial derrumbe de las estructuras, así como

un aumento de la inseguridad en calles vacías una vez que los comercios y oficinas cierran por la noche. Asimismo, en las áreas periféricas, los entornos abandonados y con escasa actividad se convierten en escenarios propicios para actividades ilícitas (Rodríguez, 2025), como lo ejemplifica el hallazgo de una fosa clandestina en una vivienda ocupada ilegalmente en San Francisco de los Romo.

De conformidad con el Censo del 2020, en el estado de Aguascalientes existían más de 60 mil viviendas deshabitadas, con 43 876 unidades concentradas principalmente en su zona metropolitana, lo que representa el 72.7% del total estatal. A diferencia de la mayoría de las zonas metropolitanas del país, la tasa de deshabitación en la ZMA ha mostrado una tendencia a la baja, pasando del 15.9% en 2010 al 12.4% en 2020, ubicándose por debajo del promedio nacional. Sin embargo, esta proporción dista significativamente de un mercado de vivienda eficiente, ya que para considerar un mercado saludable y con el dinamismo operativo necesario, lo deseable sería que las viviendas deshabitadas no excedieran el 7% (Figura 7).

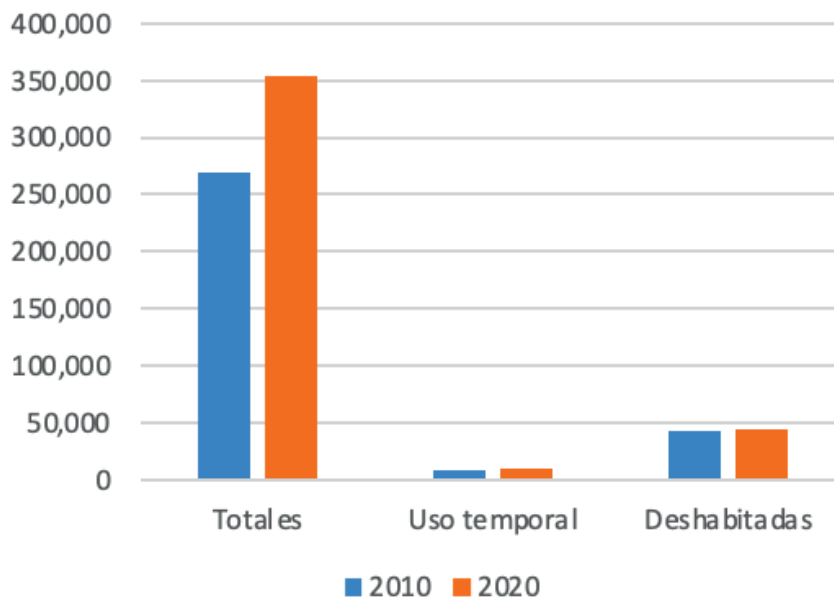


Figura 7. Parque habitacional de la ZMA y el registro de aquellas con uso temporal y las deshabitadas.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI.

Es de destacar la deshabitación en los municipios de Jesús María y San Francisco de los Romo, donde se registraron porcentajes de desocupación del 14.4% y 21.2% respectivamente en el 2020. La deshabitación en estos municipios es preocupante pues una de cada cinco viviendas construidas entre 1990 y 2020 en la ZMA han sido edificadas en esos municipios, por lo que no han logrado su consolidación después de un crecimiento vertiginoso de ambos.

ANÁLISIS DE LA DESHABITACIÓN

Para establecer una categorización de la deshabitación con base en la evidencia, se han definido ocho tipologías para revisar el aumento o disminución de la población y del parque habitacional entre el 2010 y el 2020.

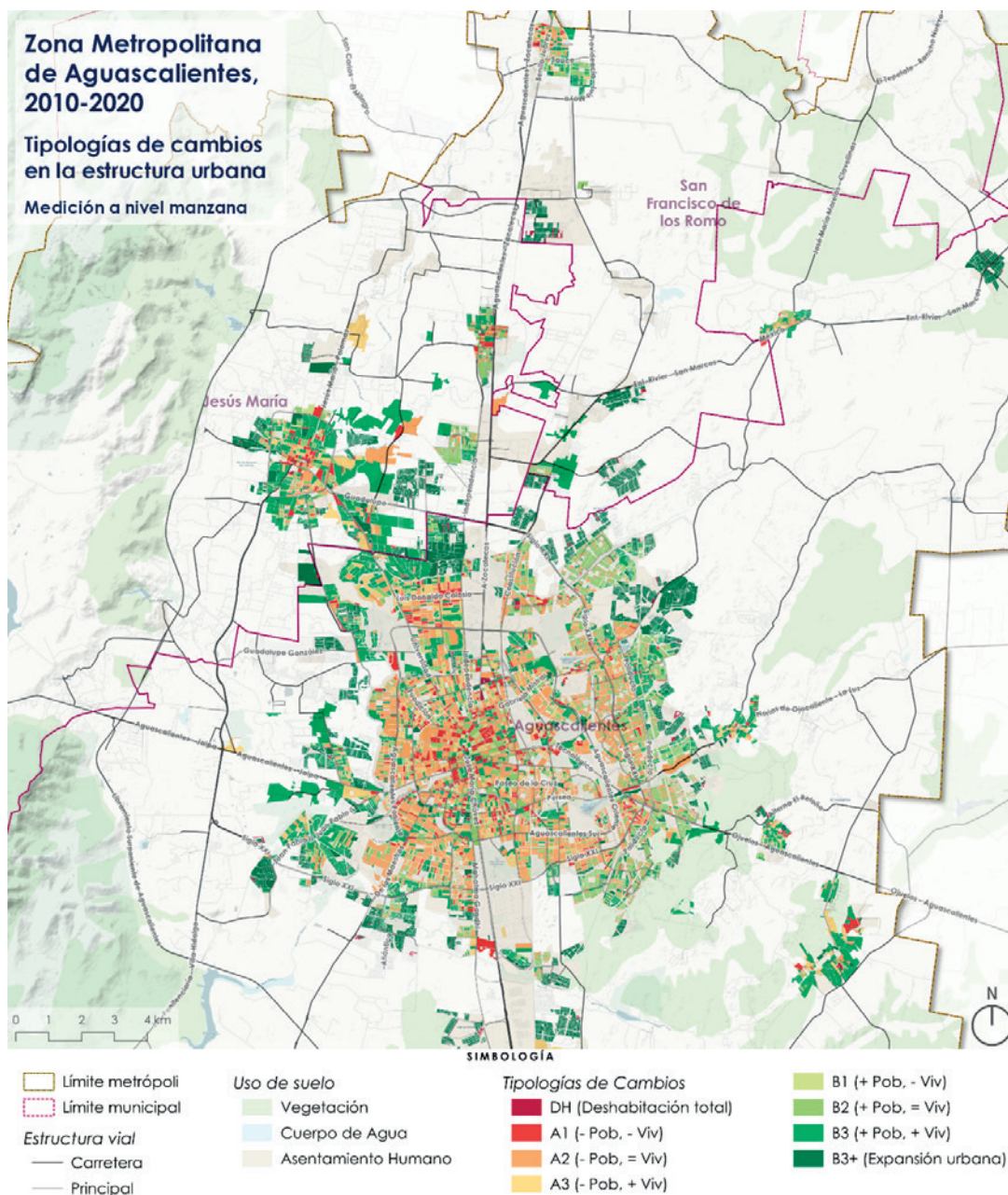


Figura 8. Las tipologías de la deshabitación de la ZMA. Fuente: Elaboración propia a partir del Marco Geoestadístico del INEGI, 2020.

Clave	Descripción	Superficie (Ha.)	Superficie (%)
DH	Deshabitación total	48.62	0.5%
A1	- Población, - Vivienda	580.24	6.5%
A2	- Población, = Vivienda	1 904.63	21.3%
A3	- Población, + Vivienda	780.05	8.7%
B1	+ Población, - Vivienda	116.86	1.3%
B2	+ Población, = Vivienda	1 247.85	14.0%
B3	+ Población, + Vivienda	2 615.54	29.3%
B3+	Expansión urbana	1 638.75	18.3%
Totales		8 932.55	100.0%

Figura 9. Tipologías de la subutilización y la superficie que ocupan en la ZMA
Fuente: Elaboración propia.

Tipología DH (Deshabitación)

Para definir la deshabitación total, se consideró que las manzanas, a pesar de tener viviendas y haber contabilizado residentes en ellas en el 2010, en el 2020 no registraron ningún habitante. En estas se registra un fenómeno de usos no compatibles con la vivienda y que han hecho a los pocos residentes que vivían ahí emigrar a otras partes de la metrópoli.

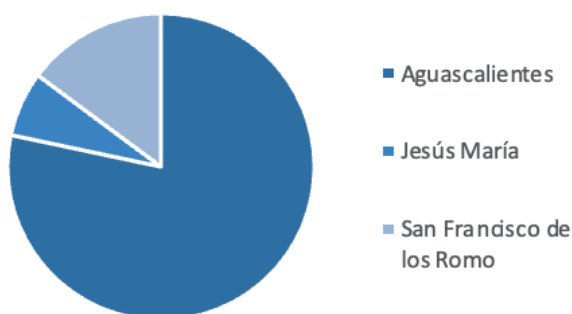
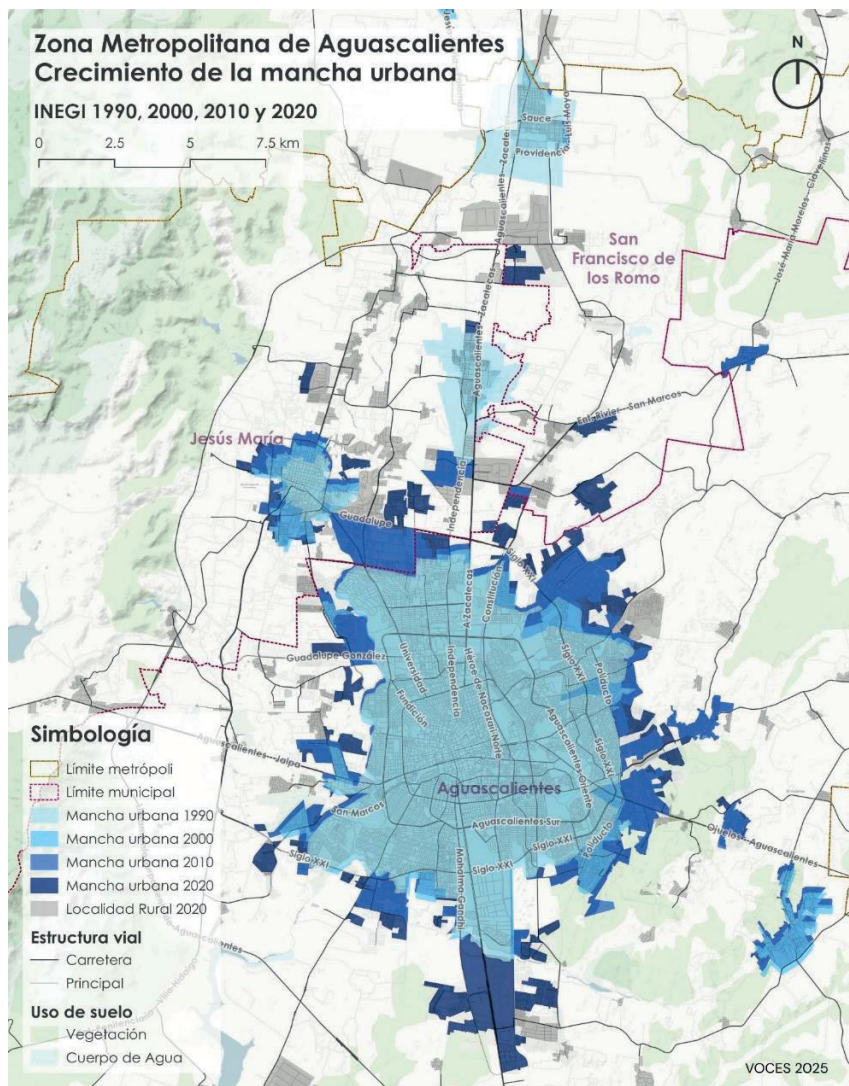


Figura 10. Tipología dh. Porcentaje de área ocupada por municipio de la ZMA.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI.

En el caso de la ZMA, la deshabitación total existe de forma marginal. Las manzanas en esta tipología apenas alcanzan 48.62 hectáreas, que representan el 0.5% del área urbanizada total. En estas áreas se registraron en el año 2020 un total de 99 viviendas deshabitadas de 905. La mayor parte de ellas se ubica en el municipio de Aguascalientes (78.3%), donde se

registra una superficie de 38 hectáreas en manzanas dispersas en el centro y en el norte. La población en estas manzanas era de 222 en 2010 y ha quedado en 0 en el 2020. En estas manzanas se registra la preponderancia de otros usos de suelo, como talleres o comercios que han venido a desplazar los usos habitacionales, tal es el caso de la Av. Petróleos Mexicanos en su cruce con la Av. Convención de 1914 Norte.



Las tipologías van desde la deshabitación total (DH) hasta la expansión urbana (B3+). Las otras seis tienen una combinación de aumento o disminución de habitantes y de unidades de vivienda; para reconocerlas se les asignaron claves que inician con la letra A y la letra B. Las tipolo-

Figura 11. Crecimiento de la mancha urbana de la ZMA.
Fuente: Elaboración propia a partir del Marco Geoestadístico del INEGI 2020.

gías denominadas A se caracterizan por una disminución de la población, independientemente del aumento o disminución del parque habitacional. Éstas, en conjunto con la de deshabitación total, son las que marcan el fenómeno de la subutilización. Las tipologías denominadas B se caracterizan por un aumento en la población, independientemente del número de viviendas existentes (Figura 8). A continuación, se hace un análisis de cada una para la ZMA.

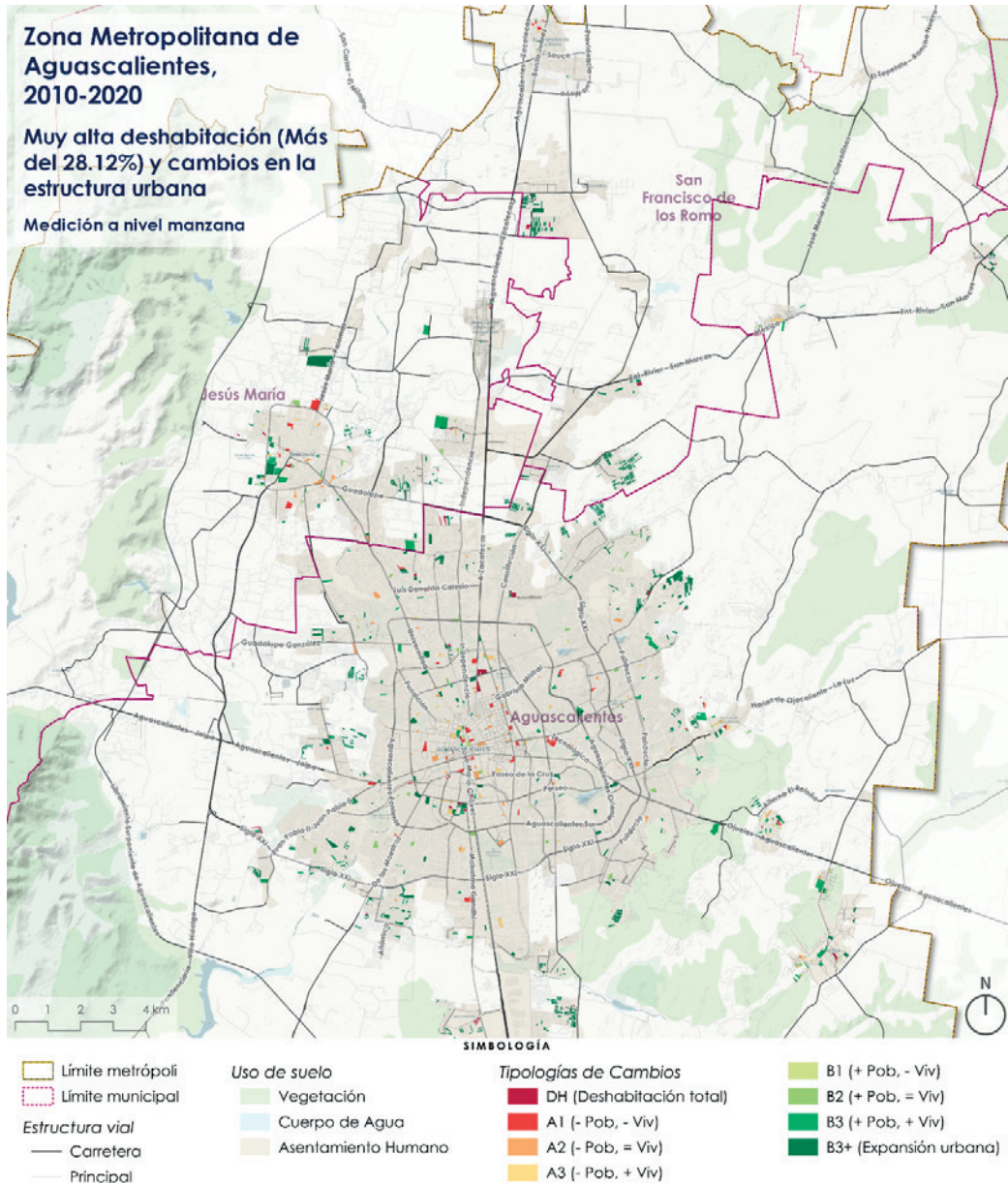


Figura 12. Manzanas de muy alta deshabitación en la ZMA.
 Fuente: Elaboración propia a partir del Marco Geoestadístico del INEGI 2020.

La deshabitación se presenta en mapas de la Figura 12 a la 15. La muy alta deshabitación sólo está presente hacia los nuevos conjuntos habitacionales en el norte de la ZMA, Jesús María y San Francisco de los Romo (Figura 12), concentrada en la tipología B3+, es decir, viviendas que están en proceso de colocación en el mercado. Corresponde al 16.65% del total de todas las deshabitaciones y sus tipologías, es el porcentaje más alto de concentración de deshabitación.

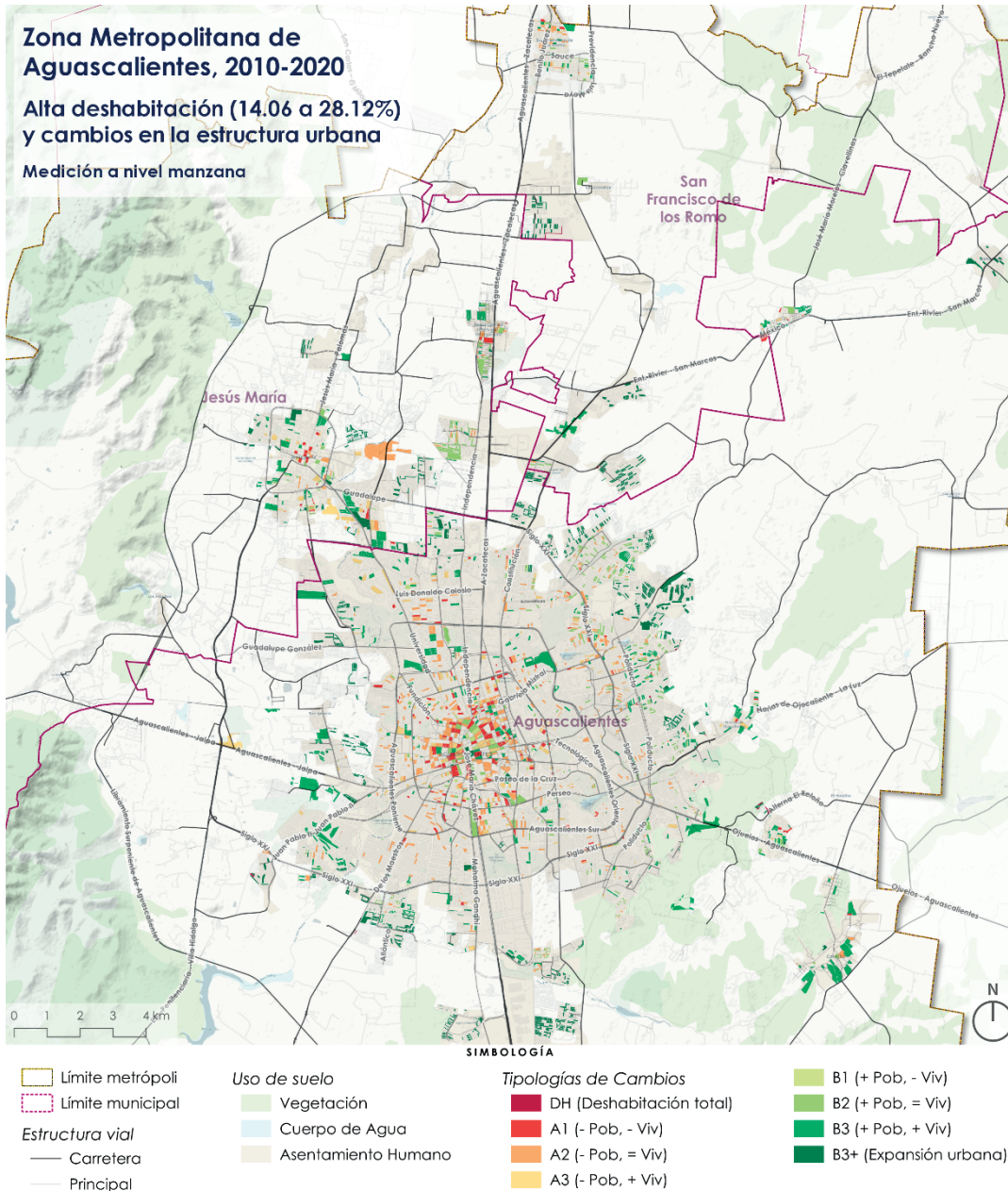


Figura 13. Manzanas de alta deshabitación en la ZMA.
 Fuente: Elaboración propia a partir del Marco Geoestadístico del INEGI 2020.

La alta deshabitación se encuentra dividida en tres tipologías: la B3+ con un 11.48% (y una explicación similar a la anterior), la B3 y la B2 con un porcentaje del 12.2% donde encontramos nuevas viviendas y otras con presión por usos comerciales. Podemos observar una vivienda en A2 con un 7.85% de despoblamiento, fenómeno que se explica por el cambio generacional (Figura 13).

Entrando a las zonas de baja deshabitación, podemos observar un equilibrio entre la periferia y el centro. Aquí la deshabitación se concentra en la presión A2 en el centro de la ciudad con un 8.68 del total y una suma de 10.0% entre la tipología B3 y B3+.

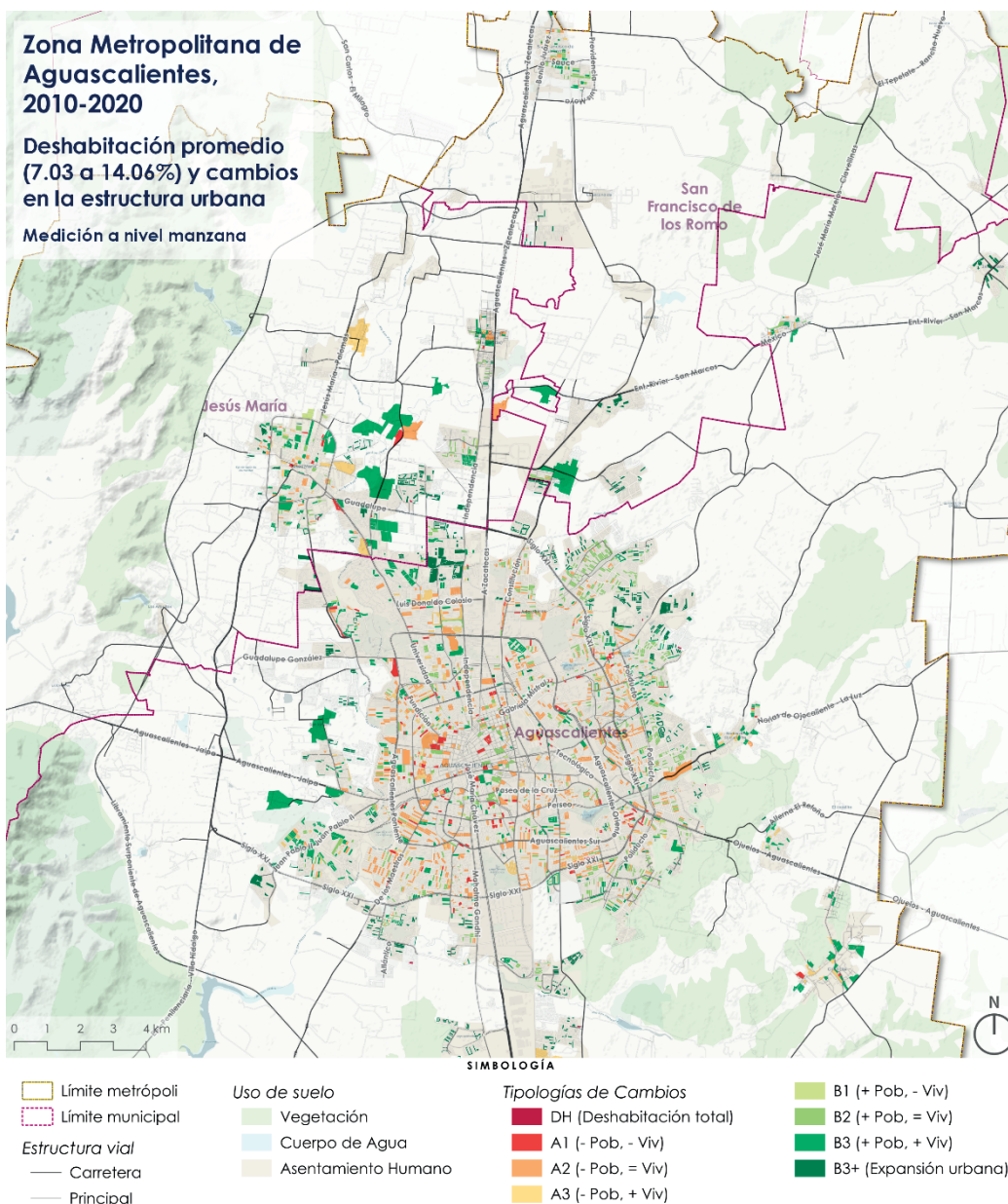


Figura 14. Manzanas de deshabitación promedio en la ZMA.
Fuente: Elaboración propia a partir del Marco Geoestadístico del INEGI 2020.

Finalmente, la consolidación urbana observa muy baja deshabitación en todas las tipologías, lo que nos muestra la Figura 15 es la rápida consolidación de algunas periferias.

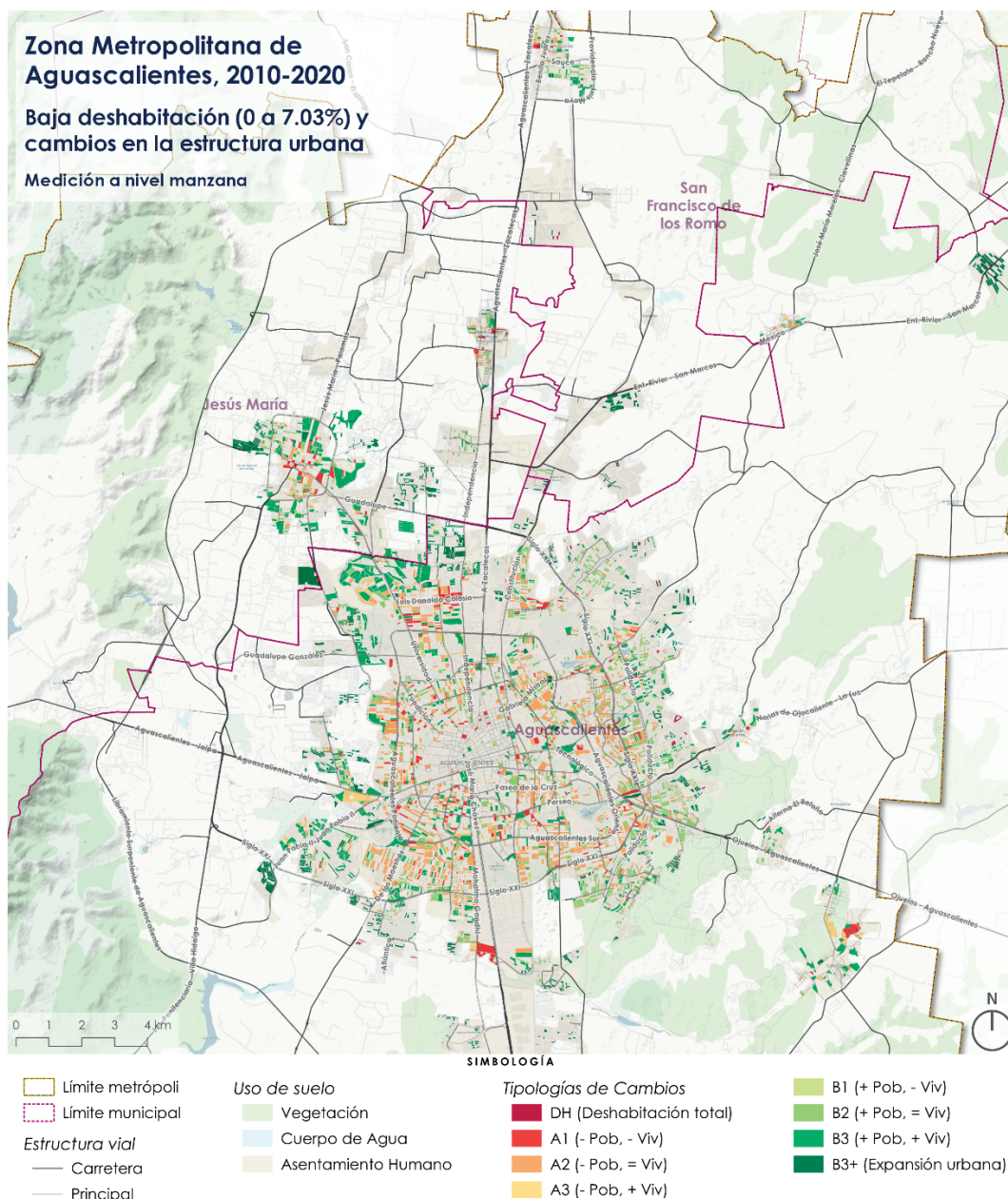


Figura 15. Manzanas de baja deshabitación en la ZMA.
Fuente: Elaboración propia a partir del Marco Geoestadístico del INEGI 2020.

Tipología A1 (- Pob., - Viv.)

La tipología A1 registra una disminución de la población entre el 2010 y el 2020 y, simultáneamente, del número de viviendas existentes; principalmente en los centros urbanos de Aguascalientes y Jesús María, y las manzanas que la cumplen ocupan una superficie de 580.24 hectáreas, es decir, el 6.5% del total de las tipologías en la metrópoli.

De éstas, el 84.3% se localiza en Aguascalientes, en donde se registró una disminución de la población de 11 344 habitantes en la década 2010-2020 y 2 819 viviendas menos. Este municipio aún tiene tierra vacante que permite la expansión, lo que ha posibilitado el aumento de sus habitantes a pesar de la disminución de población y vivienda en algunas manzanas de la zona centro. En consecuencia, se puede considerar que los habitantes migraron hacia otras partes del municipio, tras el cambios de uso de suelo que han representado un cambio vertiginoso en el que las viviendas se ven desplazadas para ser sustituidas por comercios de productos o servicios.

En el municipio de Jesús María la disminución de la población fue de 2 040 habitantes, mientras que se registraron 431 viviendas menos; y en San Francisco de los Romo la disminución fue de 137 habitantes y 31 viviendas menos en el periodo 2010–2020. En conjunto, en la ZMA se registró una pérdida de 13 521 habitantes y de 3 281 viviendas en 678 manzanas.

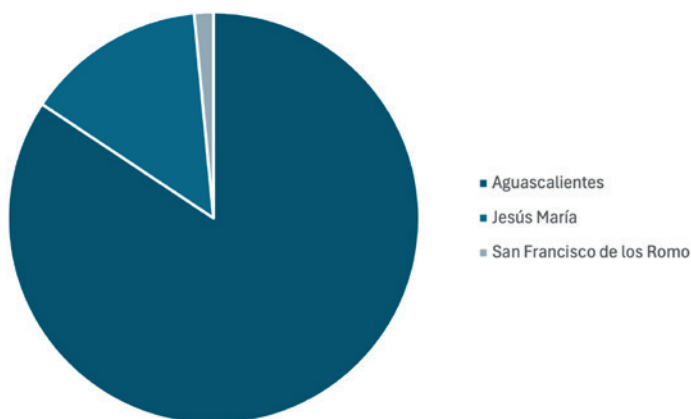


Figura 16. Tipología A1. Porcentaje de área ocupada por municipio de la ZMA.
Fuente: Elaboración propia, con base en datos de INEGI.

Tipología A2 (-Pob., = Viv.)

La tipología A2 registra una disminución de población entre el 2010 y el 2020, pero se conserva el mismo número de viviendas en las manzanas donde se presenta. En estas zonas, se infiere la salida de algunos miembros de la familia hacia otras partes de la ciudad, quedando solamente los padres en la vivienda. Este fenómeno se presenta por lo que comúnmente se conoce como síndrome del nido vacío. Esta tipología tiene una fuerte posibilidad

de cambiar en cualquier momento, pues los núcleos familiares están en una etapa crítica de transición.

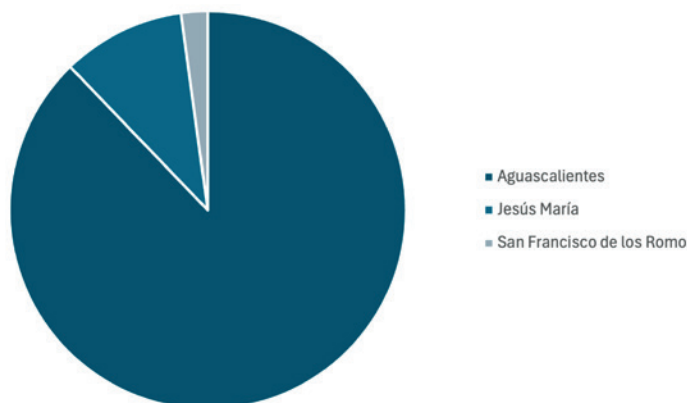


Figura 17. Tipología A2. Porcentaje de área ocupada por municipio de la ZMA.
Fuente: Elaboración propia, con base en datos de INEGI.

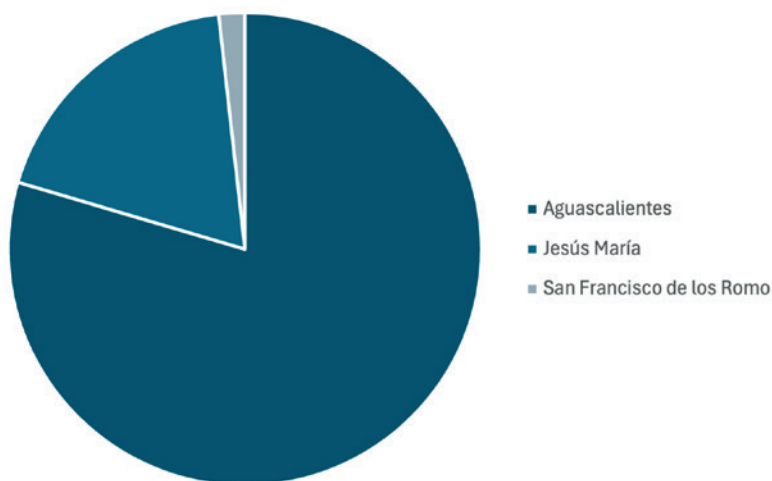
Esta tipología es la segunda más extensa en la ZMA, ya que ocupa una superficie de 1 904 hectáreas equivalente al 21.3% de la superficie total. La mayor parte de las manzanas con esta tipología se localizan en el municipio de Aguascalientes, en particular en el territorio comprendido entre el primer anillo (Av. de la Convención de 1914) y el segundo (Av. Aguascalientes), en colonias de más de 30 años de existencia –anteriores a 1990, como Ojocaliente o La España–, con el 24.5% del territorio municipal. Por su parte, el municipio de Jesús María, en la zona centro y sur, entre la Av. Miguel de la Madrid y el Boulevard Av. Alejandro de la Cruz, está ocupando el 11.6% de su territorio urbanizado. En San Francisco de los Romo representa el 9.1% de sus manzanas y apenas el 2.2% del total urbanizado en la ZMA.

El municipio de Aguascalientes registró una disminución de la población de 40 122 habitantes en la década 2010-2020, mientras que las unidades de vivienda fueron prácticamente las mismas. En este caso hay una migración de alguno de los miembros de los hogares hacia otras partes de la ciudad; se presume que son los jóvenes de la familia que han buscado emanciparse del núcleo familiar original.

En el conjunto de los tres municipios, al fin del periodo 2010–2020, se registró una disminución de la población de 43 207 habitantes que ahora habitan fuera de los centros urbanos tradicionales o de la ciudad construida antes de 1990. En cuanto al parque habitacional en 2020 se registraron 96 242 unidades, prácticamente las mismas que en 2010, con un promedio de habitantes por vivienda de 3.6 para llegar a 3.1 en el 2020.

Tipología A3 (- Pob., + Viv.)

La tipología A3 registra una disminución de la población a pesar de que se están edificando más viviendas, en un formato de desdoblamiento o de subdivisión de las grandes casonas de los centros urbanos. En el primer caso, se construye una segunda o tercera vivienda como planta alta, y en el segundo se advierten entradas nuevas a casas unifamiliares o bien un formato de coliving. De forma simultánea, en esta tipología se infiere un cambio en la composición de las familias, pues se registran más parejas jóvenes e incluso hogares unipersonales. Usualmente las dimensiones de estas viviendas son más pequeñas que el promedio.



Estas características se presentan principalmente en los centros urbanos y las colonias de Aguascalientes y Jesús María que se desarrollaron antes del año 1990, siendo prácticamente marginal en San Francisco de los Romo. Las manzanas que registran dicha tipología ocupan una superficie de 780.05 hectáreas, equivalentes al 8.7% del territorio de la ZMA, por lo que no es tan recurrente. De éstas, el 79.6% se localiza en el municipio de Aguascalientes, donde se registró una disminución de la población de 8037 habitantes entre el 2010 y el 2020, mientras que se contabilizaron 2 363 viviendas nuevas. En este caso hay un cambio en la composición familiar, pues se trata sólo de una pareja o de hogares monoparentales.

En conjunto de los tres municipios metropolitanos, en el periodo 2010–2020 se registró una disminución de la población de 8 854 habitantes que ahora habitan fuera de los centros urbanos tradicionales o de la ciudad construida antes de 1990. En cuanto al parque habitacional, éste se incrementó con 2 697 viviendas. El promedio de habitantes por vivienda en 2010 era de 3.89 y alcanzó 2.98 en el 2020.

Figura 18. Tipología A3. Porcentaje de área ocupada por municipio de la ZMA.
Fuente: Elaboración propia, con base en datos de INEGI.

Tipología B1 (+ Pob., - Viv.)

La tipología B1 se caracteriza por el aumento de la población y la disminución del parque habitacional. Se infiere que, a pesar de cambios de uso del suelo de vivienda a actividades comerciales, en las residencias remanentes se incrementa el número de residentes. Para que esto suceda, se considera la posibilidad de que los miembros de la familia extendida se integren al núcleo original, ya sea por condiciones precarias de su vivienda en la periferia, por la distancia de la vivienda a las fuentes de trabajo o por necesidad económica. Usualmente, la tipología A3 y la B1 se encuentran entremezcladas en las manzanas o a lo largo de corredores urbanos.

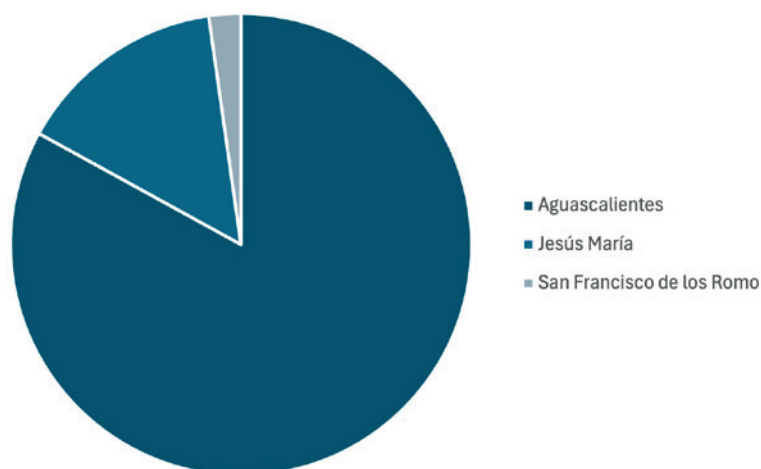


Figura 19. Tipología B1. Porcentaje de área ocupada por municipio de la ZMA.
Fuente: Elaboración propia, con base en datos de INEGI.

Esta tipología se localiza principalmente en las zonas urbanas de los municipios de Aguascalientes y Jesús María; ocupa una superficie de 116 hectáreas, es decir, el 1.3% del total de las tipologías en la metrópoli. De éstas, el 83.0% se localiza en Aguascalientes, donde se registró un aumento de la población de 1 333 habitantes en la década 2010-2020, mientras que se registraron 588 viviendas menos. En este caso hay un cambio de uso de suelo acompañado de la reintegración de miembros de la familia que habían salido del núcleo original. En Jesús María se registró un aumento de 235 habitantes con la pérdida de 64 viviendas.

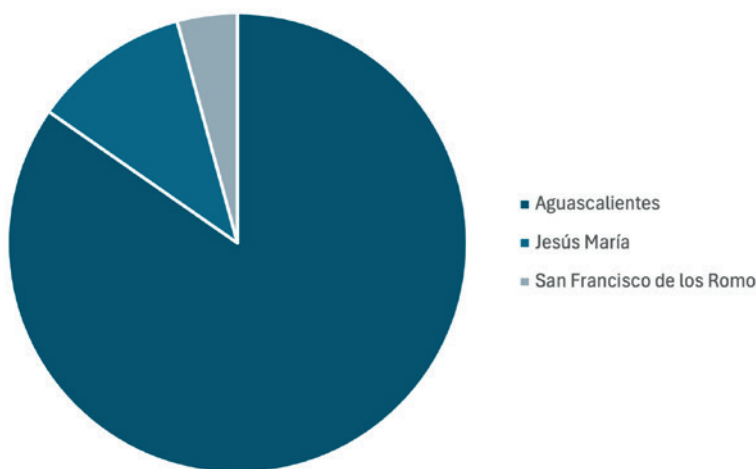
En conjunto, en el periodo 2010–2020, la ZMA registró un aumento de la población de 1 605 habitantes que han regresado a espacios centrales de la metrópoli, mientras que hubo una disminución del parque habitacional de 661 viviendas debido principalmente a cambios en los usos de suelo. En cuanto al parque habitacional, éste se incrementó en 4 186 viviendas. El promedio de habitantes por vivienda en 2010 era de 2.50, alcanzando 3.37 en el 2020. Esta tipología se encuentra principalmente en el área que se urbanizó antes de 1990. En estas manzanas se puede

plantear una densificación siempre y cuando se cuente con la infraestructura y equipamiento adecuados.

Tipología B2 (+ Pob., = Viv.)

La tipología B2 se caracteriza por un aumento de la población y por registrar una nula variación en el parque habitacional. Es posible afirmar que por sus rasgos es muy similar a la B1, aunque no hay variación en el parque habitacional por cambios de uso de suelo, sino porque la familia extendida se integra al núcleo original. Esto sucede en las zonas cuyo valor de suelo aún no requiere de un uso intensivo, como el comercio o los servicios, o bien que, por alguna razón, su dinámica no sea favorable para dichos usos, por lo que las viviendas permanecen sin cambio.

Esta tipología se localiza en los tres municipios metropolitanos en proporciones similares. Las manzanas con esta tipología ocupan 1 247 hectáreas equivalentes al 14.0% del territorio metropolitano. De éstas, el 84.7% se localiza en Aguascalientes, donde se registró un aumento de la población de 34 945 habitantes en la década 2010-2020, mientras que se mantuvo constante el parque habitacional.



En conjunto, en los tres municipios metropolitanos, en el periodo 2010–2020, se registró un aumento en la población de 40 225 habitantes por la dinámica de crecimiento de las propias familias que tienen uno o hasta tres hijos en fraccionamientos construidos entre 1990 y 2010, sin tener cambios en el parque habitacional, el cual era de poco más de 80 mil viviendas. El promedio de habitantes por vivienda en 2010 era de 2.82, alcanzando 3.29 en el 2020.

Figura 20. Tipología B2. Porcentaje de área ocupada por municipio de la ZMA.
Fuente: Elaboración propia, con base en datos de INEGI.

Tipología B3 (+ Pob., + Viv.)

La tipología B3 se refiere a aquellas zonas en la metrópoli donde existe un aumento de población y del parque habitacional. En esta zona se registra un fenómeno de consolidación en el que crece la construcción de viviendas nuevas y también el número de habitantes. Esta tipología se refiere a la expansión de la ciudad en la década del 2000 al 2010 que encontró su consolidación entre el 2010 y el 2020. Es el que más se encuentra en la ZMA y en la mayoría de las zonas metropolitanas del país.

Esta tipología se localiza en los tres municipios metropolitanos, aunque representa prácticamente la mitad de las manzanas de los municipios de Jesús María y San Francisco de los Romo. Esta tipología ocupa una superficie de 2 615 hectáreas, es decir, el 29.3% del total de las tipologías en la metrópoli. De éstas, el 64.1% se localiza en el municipio de Aguascalientes, con un aumento de la población de 43 302 habitantes en la década 2010-2020, mientras que se registraron 12 790 nuevas viviendas. Están implicados tanto fraccionamientos de origen irregular, como aquellos del mercado formal de vivienda para familias de medios y altos ingresos, así como fraccionamientos de interés social.

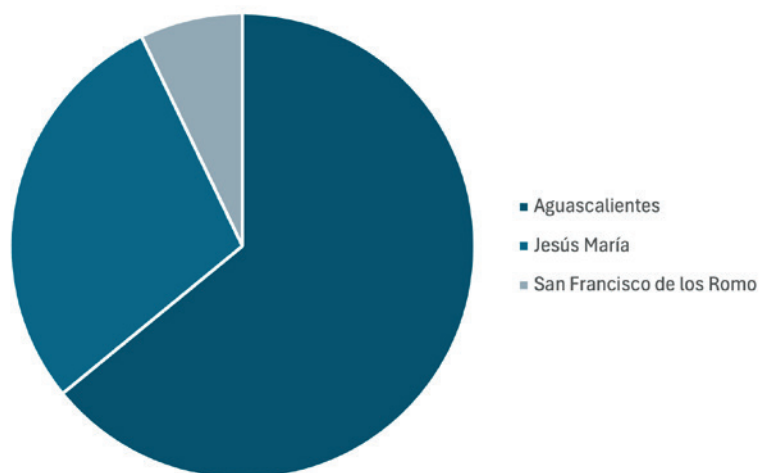


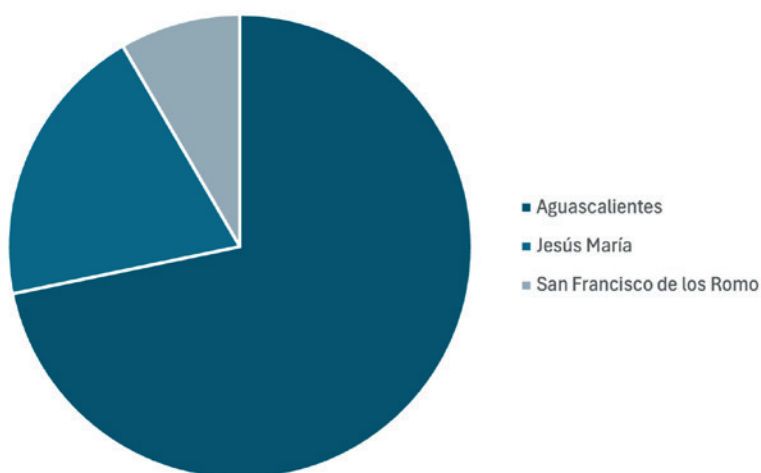
Figura 21. Tipología B3. Porcentaje de área ocupada por municipio de la ZMA.
Fuente: Elaboración propia.

En conjunto, los tres municipios metropolitanos, en el periodo 2010–2020, registraron en las manzanas de esta tipología un aumento de la población de 54 947 habitantes que han salido de los centros urbanos históricos/tradicionales a las periferias de los municipios o de sus zonas urbanas. En el mismo periodo se registró un aumento del parque habitacional de 17 097 viviendas, para alcanzar un total de 376 264 de vivienda en la ZMA. El promedio de habitantes por vivienda en 2010 fue de 3.22 y se mantuvo constante hasta el 2020. Los fraccionamientos y sus edificaciones de esta tipología fueron desarrollados en su mayoría entre el 2000 y el 2020, entre

ellos el de Los Pericos en Aguascalientes, los de Manantiales del Pinar y La Cañada en Jesús María, y el Sauce en San Francisco de los Romo.

Tipología B3+ (Expansión urbana)

Es aquella que registra nuevas urbanizaciones en el periodo estudiado (2010- 2020) y que está en proceso de ocupación. En estas zonas se registra la expansión urbana *per se* y también se registran las tasas de deshabitación más altas; por una parte se debe a lo reciente de su desarrollo y, por otra, a lo inconveniente de su localización en la que no existen empleos cercanos ni tampoco la infraestructura ni equipamiento adecuados.



Esta tipología se encuentra principalmente en el municipio de Aguascalientes, donde se localiza el 71.7% equivalente a una superficie de 1 175 hectáreas, registrándose un aumento de 149 931 habitantes y 57 929 viviendas. La deshabitación en esta tipología fue la más alta en el municipio con un 17%, por lo que prácticamente una de cada cinco viviendas en expansión se reportaron como deshabitadas. No sólo se registró en Aguascalientes, sino también en las periferias de los otros dos municipios metropolitanos. Proporcionalmente, el municipio que más ha recibido nuevas urbanizaciones es San Francisco de los Romo, ya que más del 30% de su territorio urbano está en esta tipología; en Jesús María, es el 19.7% del territorio y en Aguascalientes, el 17.2%. En términos de población, en los predios ocupados por esta tipología se asentaron 24 290 habitantes en 9 575 nuevas viviendas tan sólo en San Francisco de los Romo, y 28 825 habitantes en 11 027 viviendas de nueva planta en Jesús María. Estos números son bastante significativos, pues representan la magnitud del impacto de los últimos 15 años, equivalente a la mitad de la población del primero y la quinta parte de la población del segundo.

Figura 22. Tipología B3+. Porcentaje de área ocupada por municipio de la ZMA.
Fuente: Elaboración propia, con base en datos de INEGI.

En concreto, esta tipología ocupa una superficie de 1 638 hectáreas, es decir, el 18.3% del total del territorio metropolitano. Se caracteriza por ocupar suelos que estaban dedicados a la explotación agrícola en la periferia de los centros urbanos originales. El aumento poblacional en los tres municipios entre el 2010 y el 2020 fue de 203 056 habitantes y de 78 531 viviendas. Esto representó el 97.3% del crecimiento de población de la metrópoli, por lo que podemos afirmar que el resto del territorio no está absorbiendo ni siquiera el 3%. El promedio de habitantes por unidad de vivienda en 2020 fue de 2.59 por lo que es posible afirmar que la expansión se está dando con hogares de pocos miembros.

ANÁLISIS DE LOS DATOS DE LA DESHABITACIÓN

La deshabitación nos permite entender, en conjunto con otras variables, el desempeño de los diferentes sectores de una zona metropolitana, partiendo de la premisa de que una ciudad compacta y, por lo tanto, más densa es más eficiente. Las tipologías que registran una mayor densidad son las A2 y B2, es decir, aquellas en que las viviendas disponibles permanecen estables. Son tipologías localizadas en la zona centro, es decir, en colonias edificadas antes de 1990 (A2) y que, entre 1990 y 2010 (B2), han alcanzado un grado importante de consolidación. Se localizan en puntos con alta accesibilidad, cercanos a lugares de empleo y a los principales centros de comercio, poseen una infraestructura y equipamiento adecuados.

Aunque son las que se presentan como más robustas, ambas se encuentran en momentos críticos de su ciclo; mientras en las primeras predominan familias, cuyos padres están en la tercera edad, en las segundas aún se requiere de facilidades para su plena consolidación. En 2010, la tipología A2 tenía una densidad promedio de 179.0 hab./Ha. que en el 2020 disminuyó a 156.5 hab./Ha., es decir, registra un decremento importante. Por otro lado, la tipología B2 tenía una densidad de 186.24 hab./Ha. y en una década alcanzó los 218.5 hab./Ha., es decir, un incremento deseable pero que requiere de ajustes en infraestructura y equipamiento.

Ambas tienen gran valor para fortalecer la estructura metropolitana, porque son las que registran las tasas de deshabitación más bajas; mientras que la A1 registra el 9.1%, la B2 apenas alcanza el 8.5%. Requieren de gran atención, ocupan el 35% del territorio en la ZMA y se localizan en sectores de gran accesibilidad. Su existencia permite tener una eficiencia en la prestación de servicios, por lo que podemos asumir que posibilita o acerca a la sostenibilidad.

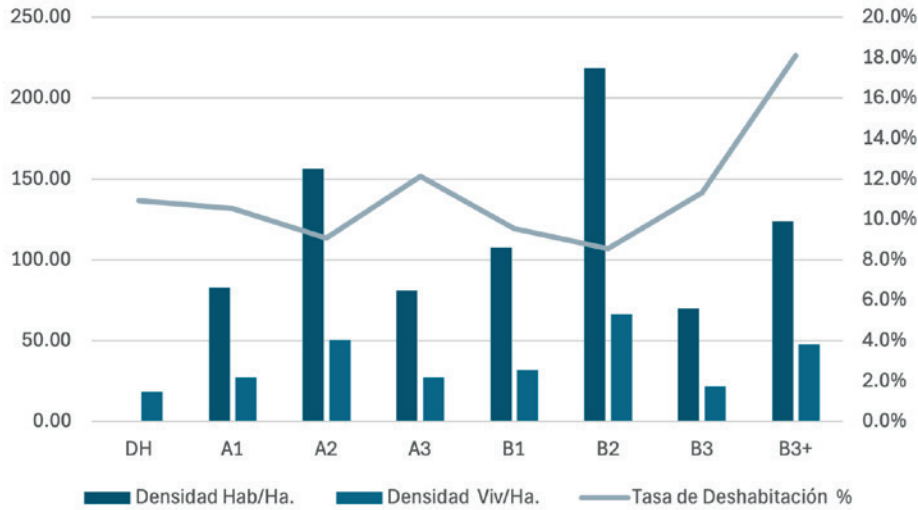


Figura 23. Distribución de tipologías por porcentaje de área ocupada en la ZMA. Fuente: Elaboración propia, con base en datos de INEGI.

La tipología B3+ registra la tercera mejor densidad (123.9 hab./Ha.), pero es la que presenta una tasa de deshabitación más elevada, alcanzando el 18.1%, por lo que es posible afirmar que una de cada tres viviendas registradas no está en uso y, peor aún, están en abandono (Hidrocálido Digital, 2021).

La ciudad nueva, en expansión, usualmente carece de equipamiento y servicios y, sobre todo, no brinda los entornos que una ciudad como Aguascalientes ofrece en términos de historia, cultura, infraestructura y equipamiento. La expansión de ZMA se está dando con densidades de 123.91 hab./Ha. y 47.92 viv./Ha., ambas por debajo de las densidades de las tipologías A2 y B3, pero sobre todo en suelo no urbanizado al que carece por completo de aquellos elementos.

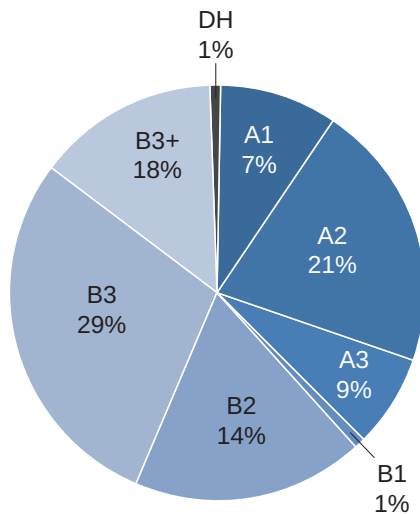


Figura 24. Indicadores clave de las tipologías para la sostenibilidad en la ZMA. Fuente: Elaboración propia, con base en datos de INEGI.

CONCLUSIONES

La zona metropolitana de Aguascalientes experimentó una reducción significativa en su tasa de deshabitación entre 2010 y 2020, posicionándose entre las zonas metropolitanas con mayor éxito en este indicador. Este logro se evidencia con la rápida consolidación de la vivienda nueva en el poniente de la ciudad y con los bajos niveles de deshabitación.

Dicha característica permite observar un incremento en la densidad media urbana, tanto en población como en vivienda. La producción de vivienda nueva entre 1990 y 2020 creció a una tasa promedio anual del 2.71%, mientras que la expansión del área urbana no alcanzó a duplicar la que ya existía desde 1990; lo cual refleja el éxito de la política de vivienda de fines del siglo xx. Este fenómeno constituye una de las razones por las cuales la densidad se ha incrementado, mediante la ocupación del suelo ya servido. No obstante, la densidad media urbana alcanza los 73.2 hab./Ha a nivel metropolitano, cifra que se mantiene por debajo de los 100 hab./Ha recomendados para garantizar la prestación eficiente de servicios de infraestructura y equipamiento.

La existencia de la tipología A1 en los centros históricos de los municipios metropolitanos expresa un proceso de despoblamiento. Los centros tradicionales en general, y el centro metropolitano en particular, presentan una tendencia preocupante y creciente. Se registran cambios significativos en los usos del suelo que han desplazado a la vivienda, por lo que se recomienda promover usos mixtos con énfasis en la habitabilidad. Esta estrategia permitiría mantener la vitalidad del centro a lo largo del día y facilitaría el acceso de la población al valor histórico-cultural de la ciudad central. Además, la salida de una porción considerable de la población –aproximadamente 50 000 habitantes– ha generado una subutilización del equipamiento existente, provocando ineficiencias operacionales, en particular, con escuelas de nivel básico.

La tipología A2 ocupa el 21.3% de la superficie urbanizada de la ZMA y, aunque se observa una caída en la densidad, no es tan pronunciada como en la A1, además, tiene cierta estabilidad que convendría mantener. La permanencia de familias en sectores consolidados de la metrópoli fortalece el tejido social al permitir que los hijos residan en proximidad con los padres. Asimismo, esta dinámica contribuye a evitar la dispersión urbana y el crecimiento periférico descontrolado.

En la tipología A3, correspondiente a zonas urbanizadas antes de 1990, se identifica un cambio en la composición familiar, caracterizado por una mayor presencia de hogares con pocos miembros, incluyendo hogares monoparentales, que aprovechan la infraestructura urbana y contribuyen a la densificación mediante subdivisiones prediales. Si bien esto puede ser favorable para la administración de los servicios de infraestructura, también podría impactar la demanda de equipamientos. Sin embargo, la presencia de esta tipología en la ZMA sigue siendo marginal.

En la tipología B1, ubicada predominantemente en el área urbana previa a 1990 y en la proximidad a los lugares de trabajo, se advierte un cre-

cimiento en el tamaño de los hogares. Este fenómeno podría estar asociado al retorno de miembros familiares que habían migrado a otras áreas de la metrópoli, motivado por la conveniencia de desplazamientos más cortos. De forma simultánea, se observa la aparición de comercios que desplazan al uso habitacional. No obstante, ésta es la tipología menos representada en la ZMA.

La tipología B2 presumiblemente también reduce la subutilización del suelo al incrementar la densidad urbana, sin ejercer presión por cambio de uso de suelo, ya que se localiza sobre todo en urbanizaciones desarrolladas entre 1990 y 2000. En estas zonas se asientan familias de más de tres miembros que han envejecido en el lugar y cuyos hijos aún no se han independizado. El principal problema radica en que estas áreas aún carecen del equipamiento y la infraestructura necesarios, en gran medida debido a que crecieron de forma irregular.

La tipología B3, presente en urbanizaciones posteriores al año 2000, se manifiesta mediante un proceso de consolidación urbana en el que la administración y gestión municipal enfrentan desafíos de capacidad, al tener que mantener las redes y el equipamiento existente mientras, simultáneamente, deben construir nueva infraestructura para los residentes recién llegados. Esta tipología predomina en la mayoría de las zonas metropolitanas del país, y la ZMA no es la excepción. En estos sectores se concentran los mayores esfuerzos de gestión de infraestructura y equipamiento metropolitano.

La expansión urbana (B3+) continúa, aparentemente mediante fraccionamientos formales e informales de carácter progresivo, localizados en sectores alejados de la mancha urbana consolidada. Estos desarrollos generan problemáticas graves para la administración del crecimiento metropolitano. Además, es la tercera tipología con mayor presencia en la ZMA.

Finalmente, la tasa de deshabitación debería incorporarse como una métrica fundamental en los planes de desarrollo urbano, ya que permite caracterizar los distintos sectores metropolitanos. Más aún, el registro de valores históricos posibilita identificar tendencias que podrían ser revertidas mediante instrumentos de planeación, como los planes de desarrollo urbano. El objetivo final sería proponer acciones de política pública que permitan guiar el crecimiento de manera eficiente y generar dinámicas que acerquen a las zonas metropolitanas de México hacia la sostenibilidad.

REFERENCIAS

- Acosta Collazo, A. y Parga Ramírez, J. C. (2015). El Arquitecto Carlos Contreras y el Plano Regulador de Aguascalientes de 1948. Planificación moderna, industrial y sus efectos en la morfología urbana. *Labor e Engenho*, 7(1), 59–73. <https://doi.org/10.20396/lobore.v7i1.190>
- Angel, S., Lamson-Hall, P. y González Blanco, Z. (2021). Anatomy of density: measurable factors that constitute urban density. *Buildings and Cities*, 2(1), 264–282. <https://doi.org/10.5334/bc.91>

- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2006, 27 de junio). *Ley de Vivienda*. Diario Oficial de la Federación. <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LViv.pdf>
- Flores Nieves, A. J. (10 de noviembre de 2022). *IVSOP se reúne con Barras y Colegios de Abogados para desarrollar un plan de vivienda en Aguascalientes*. LJA.MX. <https://www.lja.mx/2022/11/ivsop-se-reune-con-barras-y-colegios-de-abogados-para-desarrollar-un-plan-de-vivienda-estatal/>
- Gentili, M. y Hoekstra, J. (2018). Houses without people and people without houses: A cultural and institutional exploration of an Italian paradox. *Housing Studies*, 34(3), 425–447. <https://doi.org/10.1080/02673037.2018.1447093>
- Glock, B. y Häussermann, H. (2004). New trends in urban development and public policy in eastern Germany: Dealing with the vacant housing problem at the local level. *International Journal of Urban and Regional Research*, 28(4), 919–929. <https://doi.org/10.1111/j.0309-1317.2004.00560.x>
- Gobierno del Estado de Aguascalientes. (2022, 20 de diciembre). *Código Urbano para el Estado de Aguascalientes*. Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes.
- Gobierno del Estado de Jalisco. (2001, 27 de octubre). *Reglamento Estatal de Zonificación*. El estado de Jalisco.
- H. Congreso del Estado de Aguascalientes. (2011, 28 de febrero). *Ley del Instituto de Vivienda Social y Ordenamiento de la Propiedad del Estado de Aguascalientes*. Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes. https://congresoags.gob.mx/agenda_legislativa/leyes/descargarPdf/267
- Hidrocálido Digital. (18 de enero de 2021). *15 mil casas están en total abandono en Aguascalientes*. <https://www.hidrocalidodigital.com/15-mil-casas-estan-en-total-abandono-en-aguascalientes/>
- Huuhka, S. (2015). Vacant residential buildings as potential reserves: A geographical and statistical study. *Building Research & Information*, 44(8), 816–839. <https://doi.org/10.1080/09613218.2016.1107316>
- Instituto Municipal de Planeación y Evaluación de Aguascalientes. (2022). *Programa parcial de desarrollo urbano de la ZUFU Universidad, 2040*.
- Instituto Municipal de Planeación y Evaluación de Aguascalientes. (2024). *Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Aguascalientes*.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2011). Censo de Población y Vivienda 2010. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). Glosario. Censo de Población y Vivienda 2020. <https://www.inegi.org.mx/app/glosario/default.html?p=cpv2020>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2021). Censo de Población y Vivienda 2020. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>

- Instituto de Vivienda Social y Ordenamiento de la Propiedad. (2022). *Programa Institucional 2022-2027*. <https://www.aguascalientes.gob.mx/ivsop/pdf/Programa%20Institucional%20IVSOP.pdf>
- LJA. (23 de agosto de 2022). *SEDESO e IVSOP se unen para que Aguascalientes tenga viviendas dignas*. <https://www.lja.mx/2022/08/sedeso-e-ivsop-se-unen-para-que-aguascalientes-tenga-viviendas-dignas/>
- Ortiz, S. (5 de marzo de 2023). *Existen cerca de dos mil viviendas abandonadas en Aguascalientes*. El Sol del Centro. <https://oem.com.mx/elsoldelcentro/finanzas/existen-cerca-de-dos-mil-viviendas-abandonadas-en-aguascalientes-14435479>
- Rodríguez, E. (25 de abril de 2025). *Buscan recuperar viviendas abandonadas en Aguascalientes*. LJA.MX. <https://www.lja.mx/2025/04/buscan-recuperar-viviendas-abandonadas-en-aguascalientes/>
- Romo, A. (30 de junio de 2021). *Hasta 10 mil viviendas abandonadas en el municipio de Aguascalientes: SEDUM*. Newsweek en Español. <https://nwnoticias.com/2021/06/30/hasta-10-mil-viviendas-abandonadas-en-el-municipio-de-aguascalientes-sedum>
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, Consejo Nacional de Población e Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2024). *Metrópolis de México 2020*. <https://www.gob.mx/sedatu/documentos/metropolis-de-mexico-2020>
- Thalman, P. (2011). Housing market equilibrium (almost) without vacancies. *Urban Studies*, 49(8), 1665–1681. <https://doi.org/10.1177/0042098011417902>

SÉPTIMO EJE:

ASENTAMIENTOS IRREGULARES

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ELABORAR UN ÍNDICE QUE PERMITA MEDIR LA CONSOLIDACIÓN URBANA EN ASENTAMIENTOS IRREGULARES

Vianca Madai Rivas Báez
Armida Llamas Estrada

Resumen

El crecimiento urbano expansivo y fragmentado de las ciudades en América Latina ha dado lugar a periferias caracterizadas por la precariedad habitacional y la ausencia de infraestructura adecuada. La ocupación ilegal de tierras y la creación de asentamientos informales son prácticas comunes debido al déficit de vivienda asequible y la incapacidad de los gobiernos locales para controlar la expansión. Por su parte, en las ciudades intermedias mexicanas, el crecimiento acelerado ha segregado a las comunidades de bajos ingresos que se caracterizan por un déficit de servicios básicos, saneamiento y calidad de vida. El presente artículo tiene como objetivo desarrollar una propuesta metodológica para elaborar un índice que permita medir el grado de consolidación urbana en asentamientos irregulares, obteniendo como resultado una serie de indicadores que nos permitirán evaluar el grado de desarrollo y las condiciones actuales de los asentamientos con el fin de visibilizar y comprender mejor el fenómeno irregular.

Palabras clave: Asentamientos irregulares, consolidación urbana, expansión urbana, índice de consolidación, propuesta metodológica.

Methodological proposal for developing an index to measure urban consolidation in informal settlements

Abstract

The expansive and fragmented urban growth of cities in Latin America has led to peripheries characterized by precarious housing and a lack of adequate infrastructure. Illegal land occupation and the creation of informal settlements are common practices due to the shortage of affordable housing and the inability of local governments to control urban expansion. In

Mexican intermediate cities, accelerated growth has segregated low-income communities, marked by a deficit of basic services, sanitation, and quality of life. This article aims to develop a methodological proposal to create an index that allows us to measure the degree of urban consolidation in informal settlements, resulting in a set of indicators that will enable the evaluation of development levels and current conditions of these settlements, with the goal of making the irregular phenomenon more visible and better understood.

Keywords: Informal settlements, urban consolidation, urban expansion, index of consolidation, methodological proposal.

INTRODUCCIÓN

Este artículo tiene como objetivo desarrollar un Índice de Consolidación Urbana aplicable a los asentamientos irregulares para medir su grado de consolidación y evaluar el desarrollo y la integración de estos asentamientos en el entorno urbano formal. La elaboración de un índice de consolidación urbana aplicable a asentamientos irregulares permitirá identificar de manera precisa los niveles de integración urbana y social de dichos asentamientos, facilitando la formulación de políticas públicas específicas que promuevan su regularización y mejora progresiva, así como la prevención de nuevas ocupaciones irregulares. La ausencia de un sistema de medición como éste genera un desconocimiento sobre las áreas prioritarias para intervención, lo que perpetúa la desigualdad y la proliferación de asentamientos irregulares sin condiciones dignas de habitabilidad.

Desde el año 2007, aproximadamente la mitad de la población mundial reside en ciudades y se proyecta que para el 2050 siete de cada diez personas vivirán en áreas urbanas (ONU-Habitat, 2022). Esta transición demográfica ha generado grandes desafíos, particularmente en los países en desarrollo, como la provisión de viviendas dignas, en un contexto de mercados de suelo específicos que favorecen la proliferación de asentamientos espontáneos. Este fenómeno informal genera deficiencias tanto en la calidad de la vivienda como en la infraestructura (Ruiz Hernández, 2015).

Se calcula que cerca de mil millones de personas viven en condiciones precarias, sin acceso adecuado a infraestructura ni a servicios básicos. La ONU-Habitat (2022) señala que uno de cada cuatro habitantes urbanos reside en asentamientos improvisados o barrios marginales desde 2020, y advierte que la expansión de estos asentamientos continuará a menos que los gobiernos implementen estrategias efectivas para mejorar la calidad de vida en las ciudades.

Abramo (2012) denomina este fenómeno como ciudad informal, particularmente evidente en los países latinoamericanos, donde la creación de suelo urbano por vías populares se desarrolla al margen de la normativa oficial. Durante el siglo xx, la urbanización acelerada impulsó la expansión de ciudades irregulares, estrechamente vinculadas a la oferta deficiente de vivienda, infraestructura y servicios urbanos. En América Latina, el modelo de urbanización periférica o excluyente promovió un desarrollo urbano que

benefició sólo a una parte reducida de la población (Pérez, 2013). La falta de acceso a la vivienda y las marcadas desigualdades sociales dieron lugar a la ocupación del suelo, tanto colectiva como individual, de manera organizada o espontánea, impulsada por la necesidad de integrarse al entorno urbano.

La población de bajos ingresos ha sido la principal protagonista de este proceso de urbanización, una constante en América Latina durante el siglo xx. En México, los asentamientos de origen irregular, edificados progresivamente con la participación activa de sus habitantes, representan más del 50% de las zonas urbanizadas actuales (Quiroz y Alcántar, 2017). Este fenómeno ha configurado un panorama urbano complejo, el cual plantea retos significativos para la planificación y el desarrollo sostenible de las ciudades.

El presente artículo está dividido en cinco secciones, la primera parte se enfoca en la revisión del marco teórico que tiene como finalidad comprender el problema que suponen los asentamientos irregulares. La segunda establece la metodología empleada para desarrollar el índice de consolidación urbana; la tercera muestra los resultados obtenidos, seguido de la discusión de los mismos con la literatura en la cuarta parte, para, finalmente, abordar las conclusiones obtenidas de la investigación, en la última sección.

MARCO TEÓRICO

La expansión de las ciudades y la proliferación de asentamientos irregulares se han convertido en fenómenos recurrentes en el contexto urbano contemporáneo, marcados por las desigualdades socioeconómicas y la búsqueda constante de acceso a un espacio habitable. Esto se origina en la incapacidad de los mercados formales de vivienda para satisfacer la demanda de amplios sectores de la población, lo que lleva a miles de familias a ocupar terrenos sin regularización legal. Lejos de ser una simple ocupación precaria, estos asentamientos se transforman gradualmente mediante un proceso conocido como consolidación urbana, que refleja un dinamismo complejo y contradictorio.

Los asentamientos irregulares, también llamados urbanizaciones populares, son espacios construidos desde la autogestión y la necesidad. Estas comunidades han surgido en las periferias, donde la falta de planeación formal y de servicios básicos es una constante (Osuna y Cortés, 2019). Sin embargo, la consolidación urbana transforma poco a poco estos asentamientos mediante la mejora de las viviendas, la introducción de servicios públicos y la creación de redes viales que conectan estos barrios al resto de la ciudad. Así, la consolidación urbana es mucho más que la mejora de las infraestructuras: es un proceso que redefine el espacio y resignifica las dinámicas sociales.

El proceso de consolidación está influido por factores como la accesibilidad y la conectividad con el entorno urbano formal; en este sentido, la organización social desempeña un papel crucial. La participación comunita-

ria y el liderazgo local permiten articular esfuerzos colectivos para gestionar proyectos de urbanización y acceder a recursos estatales. No obstante, este proceso depende también de la intervención de las autoridades. Los programas de regularización han demostrado ser fundamentales para dotar de legalidad y servicios a los asentamientos, aunque también pueden generar riesgos como la gentrificación y el desplazamiento de los habitantes originales debido al aumento en los precios del suelo (Torres y Ruiz-Tagle, 2019).

El proceso de urbanización impulsado por el Estado ha dado lugar a nuevos barrios de interés social, pero la ubicación de estos proyectos en zonas periféricas ha perpetuado la segregación urbana y la desigualdad en el acceso a bienes y servicios (Cravino, 2012). Este fenómeno evidencia una problemática recurrente: la expansión horizontal de las ciudades muchas veces responde más a lógicas especulativas del mercado inmobiliario que a una planeación orientada al bienestar social.

La informalidad, según Pedro Abramo (2008), no sólo está vinculada a la falta de regulación, sino también a las dinámicas del mercado informal del suelo, donde la necesidad de acceso a la tierra transforma estos espacios en objetos de especulación y desigualdad. No obstante, los habitantes de estos barrios también desempeñan un papel activo en la consolidación de sus territorios, impulsando la mejora de sus viviendas, la instalación de servicios básicos y la creación de redes de apoyo comunitario.

La consolidación, sin embargo, no es un proceso homogéneo ni libre de tensiones. La introducción de infraestructura no siempre es suficiente para cubrir las demandas de una población en constante crecimiento. Además, el déficit inicial de servicios suele ser tan grande que las mejoras implementadas resultan limitadas. El aumento de infraestructura puede coexistir con las condiciones de inseguridad y vulnerabilidad ambiental si no se abordan de manera integral (Vega Martínez *et al.*, 2019).

Este escenario nos lleva a reflexionar sobre las contradicciones inherentes a la consolidación urbana. Si bien se observa un avance en la calidad de vida de los habitantes, también emergen problemas como la exclusión territorial y la fragmentación del tejido urbano. Los asentamientos irregulares reflejan las aspiraciones de quienes buscan un lugar en la ciudad, pero su incorporación al entorno formal requiere políticas públicas que no sólo mejoren la infraestructura, sino que también fortalezcan el sentido de comunidad y garanticen el derecho a la permanencia.

MEDICIÓN DE LA CONSOLIDACIÓN URBANA

La medición de la consolidación urbana requiere un enfoque multidimensional que considere tanto los aspectos físicos como los sociales, permitiendo evaluar integralmente el nivel de desarrollo de un asentamiento urbano y su inserción en la trama formal de la ciudad. En este sentido, la consolidación urbana no sólo debe comprenderse como la mejora en la infraestructura de las viviendas, sino también como un proceso que integra aspectos de

conectividad, acceso a servicios básicos, seguridad jurídica y participación comunitaria. Diversos estudios han propuesto marcos conceptuales y metodológicos para medir la consolidación urbana, destacando elementos esenciales que permiten entender el grado de integración y calidad de vida en los barrios. Giglio *et al.* sugieren un índice de consolidación habitacional que evalúa cinco componentes fundamentales de las viviendas: la calidad de las paredes, pisos, baños, cocina y el nivel de hacinamiento. Este enfoque busca reflejar las condiciones materiales de las viviendas como indicador del bienestar de sus habitantes y como una medida del progreso urbano (2019).

Otro aspecto central es la accesibilidad a servicios básicos como la educación, la salud y el empleo, dado que estos elementos determinan el grado de inclusión social y económica de los residentes en la dinámica urbana. En este contexto, se considera no sólo la cercanía a dichos servicios, sino también el tiempo de desplazamiento y el costo asociado al acceso; dichos factores pueden profundizar las desigualdades territoriales si no se gestionan adecuadamente (Suárez *et al.*, 2012). Además, la frecuencia y la calidad del transporte público influyen en la percepción de la conectividad, ya que un sistema de movilidad eficiente puede potenciar la integración socioespacial y contribuir al desarrollo de los asentamientos. Por lo tanto, medir la consolidación urbana debe ir más allá de indicadores físicos, considerando también la infraestructura del transporte y su capacidad de conectar a las comunidades con los principales servicios y oportunidades de la ciudad.

Asimismo, la integración vial desempeña un papel clave en la consolidación urbana, ya que influye en la accesibilidad y la conectividad interna y externa de los barrios. Según estudios realizados en Medellín, la conectividad de las calles y su relación con la red vial de la ciudad son determinantes para evaluar el nivel de integración de los asentamientos (Londoño, 2022). La interconexión de calles, el número de intersecciones y la cantidad de giros requeridos para atravesar el barrio son aspectos que permiten medir la eficiencia del diseño urbano y su contribución a la movilidad; pues mientras haya la menor cantidad de cambios direccionales y una mejor distribución de rutas se facilitará el tránsito de peatones y vehículos, con una mayor accesibilidad e interacción de los residentes con otras partes de la ciudad.

La regularización dominial, es decir, la legalización de la tenencia de la tierra, también es un componente esencial en la consolidación urbana, pues otorga seguridad jurídica a los habitantes, lo que reduce el riesgo de desalojo y fomenta la inversión en mejoras habitacionales e infraestructura. La regularización permite a los residentes acceder a créditos y programas gubernamentales de mejora de vivienda, generando un entorno propicio para la estabilidad y el crecimiento económico local (Torres y Ruiz-Tagle, 2019). La legalización de la propiedad se asocia, además, con un incremento en la dotación de servicios públicos como agua potable, electricidad y alcantarillado, contribuyendo a cerrar brechas en la provisión de servicios esenciales.

Otro aspecto relevante en la medición de la consolidación urbana es la disponibilidad de infraestructura y servicios públicos. La cobertura de agua potable, la conexión a la red eléctrica y la existencia de un sistema de drenaje

eficiente son indicadores que reflejan el grado de integración de los barrios al sistema urbano formal (Cravino, 2012). Por lo tanto, la carencia de estos servicios básicos perpetúa la vulnerabilidad de los habitantes y limita las posibilidades de desarrollo de los asentamientos. En este sentido, la dotación de servicios no sólo es un reflejo del progreso urbano, sino también una condición necesaria para garantizar una vida digna.

De igual forma, la presencia de parques, plazas y zonas recreativas es un indicador importante en la consolidación urbana, ya que estos espacios promueven la interacción social, el esparcimiento y la actividad física. Los espacios públicos adecuados contribuyen al sentido de pertenencia y fortalecen la identidad comunitaria (Abramo, 2008). Además, la planificación de áreas verdes mejora la calidad del aire y genera entornos más saludables. Un acceso equitativo a estos espacios es clave para evitar la segregación y promover un entorno urbano inclusivo.

La consolidación urbana también debe evaluarse en función de indicadores socioeconómicos, como el acceso a empleos formales, programas de capacitación y oportunidades de emprendimiento local. La reducción de la pobreza y el aumento del ingreso promedio de los habitantes son señales de un avance hacia la integración y estabilidad económica. Además, la implementación de políticas de inclusión laboral y el apoyo a microempresas comunitarias pueden impulsar un desarrollo más equitativo y sostenible (Cravino, 2012; Torres y Ruiz-Tagle, 2019).

Finalmente, la participación comunitaria y la organización social desempeñan un papel central en el proceso de consolidación, pues la capacidad de los habitantes para organizarse y gestionar proyectos locales de mejora fortalece la cohesión social y promueve el empoderamiento colectivo (Abramo, 2008). La participación activa en el diseño e implementación de políticas públicas genera un sentido de pertenencia y fomenta la corresponsabilidad en el desarrollo del entorno. La consolidación urbana no debe entenderse únicamente como un proceso técnico de mejora de infraestructura, sino como una construcción social que se nutre de las dinámicas participativas de las comunidades.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada para la creación de un Índice de Consolidación Urbana (ICU) aplicable a asentamientos informales se basa en la evaluación de diversas dimensiones críticas: ambiental, espacial-funcional, económico-social y legal-normativa. Este índice busca medir el grado de acceso de los asentamientos informales a infraestructura básica, servicios urbanos y oportunidades socioeconómicas.

Dimensión	Indicador	Valoración	Ponderación
Ambiental	Riesgo de inundación	0: No anegable, 1: Anegable	10%
	Cercanía a canteras	0: No cercana, 1: Menos de 300 m	5%
Espacial-Funcional	Distancia al centro urbano	0: < 3 km, 1: 3-6 km, 2: > 6 km	20%
	Acceso a transporte público	0: Bueno (<300 m), 1: Regular, 2: Malo	15%
	Acceso a servicios de agua, drenaje, electricidad	0: Buena (80-100%), 1: Regular (50-80%) 2: Mala (<50%)	20%
Económico-Social	Acceso a centros de salud	0: < 600 m, 1: 600-1000 m, 2: > 1000 m	15%
	Acceso a escuelas	0: < 600 m, 1: 600-1000 m, 2: > 1000 m	10%
Legal-Normativa	Uso de suelo según normativa	0: Residencial, 1: Complementario, 2: Rural	5%

Figura 1. Indicadores de Consolidación Urbana y su ponderación
Fuente: Nota: Elaboración propia con base en (Giglio *et al.*, 2019).

El índice de Consolidación Urbana (ICU) se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$ICU = \sum_{i=1}^n (P_i \times V_i)$$

Donde:

ICU: Índice de consolidación urbana total.

P_i: Ponderación asignada a cada indicador *i*.

V_i: Valor asignado al indicador según la evaluación del asentamiento.

Por su parte, el resultado se clasifica en tres niveles:

- Alto grado de consolidación: 0 a 8 puntos.
- Grado medio de consolidación: 9 a 16 puntos.
- Bajo grado de consolidación: 17 a 24 puntos.

La ponderación de los indicadores en la tabla responde a la importancia relativa de cada dimensión en el proceso de consolidación urbana de los asentamientos informales. A continuación, se detalla cómo se asignaron los pesos a cada indicador y por qué se consideran relevantes en la construcción del índice:

- Dimensión ambiental (15% del total): Esta dimensión se enfoca en el entorno físico del asentamiento y los riesgos naturales que pueden limitar el acceso seguro al hábitat y afectar su desarrollo sostenible.
 - Riesgo de inundación (10% del total): Se le asignó un peso significativo debido a que los terrenos anegables son riesgosos para la vivienda y la vida de los residentes, limitando las posibilidades de consolidación. Los asentamientos en áreas no anegables tienen mayores probabilidades de urbanizarse de manera formal.

- Cercanía a canteras (5% del total): La cercanía a canteras o terrenos de extracción de recursos reduce la habitabilidad de la zona debido a los riesgos ambientales (derrumbes, polución, etc.). La presencia de estas actividades limita el uso residencial y condiciona las posibilidades de mejora.
- b) Dimensión espacial-funcional (55% del total): Esta dimensión mide la conectividad y accesibilidad del asentamiento, fundamentales para integrarse al entorno urbano.
- Distancia al centro urbano (20% del total): Este indicador tiene una alta ponderación porque el acceso al centro implica cercanía a oportunidades laborales, servicios y equipamientos esenciales. Un asentamiento lejano puede quedar excluido de la dinámica urbana principal, limitando su desarrollo.
 - Acceso al transporte público (15% del total): La cercanía a una red de transporte influye directamente en la movilidad de los habitantes. La falta de acceso puede contribuir al aislamiento, pues el transporte conecta al asentamiento con servicios de salud, educación y empleo, facilitando su consolidación.
 - Acceso a servicios básicos (20% del total): La disponibilidad de estos servicios es imprescindible para asegurar condiciones de vida adecuadas. Una falta o mala cobertura puede limitar severamente la habitabilidad, justificando su peso significativo dentro de esta dimensión.
- c) Dimensión económico-social (25% del total): Evalúa el acceso a servicios sociales básicos, como salud, educación y espacios recreativos, imprescindibles para la calidad de vida de la población.
- Acceso a centros de salud (15% del total): La cercanía a centros de salud es crucial para garantizar una respuesta rápida en caso de emergencias y atención médica preventiva. Por lo que los asentamientos con acceso limitado a servicios de salud enfrentan mayores dificultades para consolidarse como zonas urbanas funcionales.
 - Acceso a escuelas (10% del total): La proximidad a instituciones educativas es esencial para las familias y el desarrollo social de la comunidad. La lejanía de una escuela puede desincentivar la permanencia de estos grupos y afectar la inclusión social.
- d) Dimensión legal-normativa (5% del total): Analiza si el asentamiento está ubicado en un área destinada al uso residencial según la normativa de planificación urbana vigente.
- e) Uso del suelo según zonificación (5% del total): Este indicador tiene una ponderación baja porque, aunque la regularización legal es importante, los asentamientos pueden consolidarse incluso en áreas con restricciones, mediante políticas de regularización. Es relevante, pero

su impacto puede ser revertido con intervenciones estatales y procesos de formalización.

Los indicadores con mayor impacto en la accesibilidad, habitabilidad y conectividad tienen mayor peso, como el riesgo de inundación y la distancia al centro urbano; los indicadores legales y normativos tienen menor peso, ya que pueden ser subsanados mediante políticas de regularización y planificación. La combinación ponderada busca equilibrar los factores ambientales, funcionales y sociales para un análisis integral.

Por su parte, los pesos se asignaron en función del impacto en la calidad de vida, se les dio mayor peso a aquellos indicadores cuya mejora tiene un impacto directo en el bienestar de los habitantes, como la proximidad a servicios esenciales (salud, educación). La dificultad de mejora, los indicadores difíciles de revertir, como el riesgo de inundación o la lejanía al centro urbano, recibieron un peso alto, ya que influyen fuertemente en la posibilidad de desarrollo sostenible. Considerando una intervención estatal, hay indicadores más susceptibles a ser corregidos mediante políticas públicas, como la regularización del uso del suelo o la mejora en la infraestructura de servicios, y recibieron un peso más bajo. La relación con la movilidad y accesibilidad, el acceso al transporte público y la cercanía al centro urbano influyen en la conectividad y acceso a oportunidades, por lo que fueron considerablemente ponderados.

Dimensión	Indicador	Peso	Justificación
Ambiental	Riesgo de inundación	10%	Alta vulnerabilidad en zonas anegables. La mejora requiere intervenciones costosas y complejas.
	Cercanía a canteras	5%	Afecta la habitabilidad más que la accesibilidad. Puede ser gestionado con medidas de mitigación ambiental.
Espacial-Funcional	Distancia al centro urbano	20%	La cercanía al centro urbano influye en la integración socioeconómica y el acceso a servicios.
	Acceso a transporte público	15%	La movilidad determina el acceso a oportunidades y servicios. Puede mejorarse con políticas de transporte.
	Acceso a servicios de agua, drenaje, electricidad	20%	El acceso a servicios como agua, drenaje y electricidad impacta directamente en la calidad de vida de las personas.
Económico-Social	Acceso a centros de salud	15%	La atención médica es crítica para la consolidación y la reducción de la vulnerabilidad.
	Acceso a escuelas	10%	La educación es importante para la inclusión social, pero su falta tiene un impacto más lento en la consolidación.
Legal-Normativa	Uso de suelo según normativa	5%	El uso del suelo puede modificarse con políticas de regularización. Tiene un impacto menor frente a otros factores.

Figura 2. Comparación de la Asignación de pesos.
Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

La herramienta diseñada para registrar y evaluar los diferentes indicadores de consolidación urbana en cada asentamiento irregular permite visualizar de manera clara cuáles son las dimensiones que contribuyen al déficit de consolidación urbana, con el objetivo de orientar estrategias de mejora. De esta manera, las políticas públicas pueden administrarse de manera puntual, obteniendo mejores resultados.

	Descripción	Valores Posibles	Interpretación
ASENTAMIENTO	Nombre o código de identificación del asentamiento que se evalúa.	Ej. "Barrio A"	Sirve para identificar cada área de análisis.
Riesgo de inundación	Indica si el terreno está expuesto a inundaciones o si es seguro.	0: No anegable, 1: Anegable	Un valor de "1" señala un riesgo por ubicación en zona anegable, mientras que "0" indica un lugar seguro.
Cercanía a canteras	Indica si el terreno se encuentra cerca de espacios de riesgo geológico.	0: +300m, 1: -300m, 2: Cantera en el lote	La cercanía a canteras o terrenos de extracción de recursos reduce la habitabilidad de la zona debido a riesgos ambientales (derrumbes, polución, etc.)
Distancia al centro urbano	Mide la proximidad del asentamiento al centro urbano, considerando las principales vías de acceso.	0: < 3 km, 1: Entre 3-6 km, 2: > 6 km	Valores más altos indican un mayor aislamiento del centro de servicios y empleo.
Acceso a transporte público	Evalúa la cobertura de transporte público según la cercanía a una parada de autobús u otro medio de transporte.	0: Buena (< 300 m), 1: Regular (300-600 m), 2: Mala (> 600 m)	Un puntaje de "2" señala deficiencias graves en conectividad, lo que limita la movilidad de los residentes.
Servicio de Agua	Indica el nivel de acceso al servicio de agua potable en el asentamiento.	0: Buena (80-100 % de cobertura), 1: Regular (50-80 %), 2: Mala (< 50 %)	Un "2" refleja una cobertura insuficiente o inexistente del servicio de agua potable.
Servicio de drenaje	Indica el nivel de acceso al servicio de drenaje en el asentamiento.	0: Buena (80-100 % de cobertura), 1: Regular (50-80 %), 2: Mala (< 50 %)	Un "2" refleja una cobertura insuficiente o inexistente del servicio de drenaje
Servicio de electricidad	Indica el nivel de acceso al servicio de electricidad en el asentamiento.	0: Buena (80-100 % de cobertura), 1: Regular (50-80 %), 2: Mala (< 50 %)	Un "2" refleja una cobertura insuficiente o inexistente del servicio de electricidad
Acceso a centros de salud	Evalúa la distancia a un centro de salud público más cercano.	0: Menos de 600 m, 1: 600-1000 m, 2: Más de 1000 m	Valores más altos indican mayor distancia al servicio de atención médica, lo que puede comprometer la salud de los residentes.
Acceso a escuelas	Mide la proximidad a una escuela primaria o secundaria cercana.	0: Menos de 600 m, 1: 600-1000 m, 2: Más de 1000 m	Un "2" refleja un acceso muy limitado a establecimientos educativos.
Uso de suelo según normativa	Localización del terreno según ordenamiento territorial	0: Área urbana, 1: Área complementaria 2: Área rural	Los asentamientos ubicados en uso de suelo rural tienen menor grado de consolidación urbana.
Grado total	Suma de los puntajes de cada indicador evaluado para el asentamiento.	0 a 24 puntos	Permite clasificar al asentamiento en tres niveles de consolidación urbana: alto, medio o bajo.

Figura 3. Interpretación de medición de resultados del ICU.
Fuente: Elaboración propia.

La clasificación en niveles de consolidación urbana permite identificar asentamientos con problemáticas diversas y diseñar intervenciones específicas. Mientras que los de nivel alto requieren mejoras menores, los de nivel bajo necesitan intervenciones estructurales significativas. Esto permite una planificación eficiente y la asignación de recursos de manera prioritaria.

Nivel de consolidación urbana	Rango de puntaje	Descripción
ALTO	0 a 8 puntos	El asentamiento presenta condiciones favorables de infraestructura, servicios básicos y accesibilidad. La consolidación urbana es alta, con buen acceso a servicios y baja vulnerabilidad ambiental.
MEDIO	9 a 16 puntos	El asentamiento muestra ciertas carencias en aspectos funcionales o socioeconómicos, pero puede mejorar con inversiones moderadas. La accesibilidad y el acceso a servicios pueden ser limitados.
BAJO	17 a 24 puntos	El asentamiento tiene serias deficiencias en múltiples dimensiones (servicios básicos, conectividad, condiciones ambientales). Requiere intervenciones significativas para mejorar su habitabilidad.

Figura 4. Clasificación del nivel de consolidación urbana.
Fuente: Elaboración propia.

El nivel alto de consolidación urbana, correspondiente a un rango de 0 a 8 puntos, se refiere a aquellos asentamientos que cuentan con acceso adecuado a servicios de infraestructura básica, como agua potable, electricidad y gas, además de una ubicación relativamente cercana al centro urbano y a los principales servicios. En este tipo de asentamientos, la accesibilidad y conectividad suelen estar garantizadas, lo que reduce las barreras de integración social y económica. Sin embargo, el hecho de que un asentamiento alcance un nivel alto no significa la ausencia total de problemas, sino más bien que las deficiencias que presenta pueden ser subsanadas con mejoras puntuales, como la ampliación de espacios públicos, la modernización de las redes de servicios secundarios o la habilitación de nuevas líneas de transporte público. Este nivel de consolidación indica una infraestructura ya funcional, donde las inversiones necesarias son de menor magnitud comparadas con las áreas más deficitarias.

Por otro lado, los asentamientos con un nivel medio de consolidación urbana, que se encuentran dentro del rango de 9 a 16 puntos, presentan deficiencias en aspectos funcionales y socioeconómicos que, si bien no son críticos, limitan la calidad de vida de los habitantes. En estos casos, los problemas suelen estar relacionados con una cobertura irregular de servicios básicos, como redes de agua, gas y electricidad, así como un acceso insuficiente a centros de salud y educativos. Aunque estos asentamientos pueden estar ubicados a una distancia intermedia del centro urbano (entre 3 y 6 kilómetros) con dificultades de acceso a ciertas oportunidades, su desarrollo puede ser mejorado con intervenciones específicas, como la extensión de redes de infraestructura, la implementación de programas de movilidad urbana o la apertura de servicios públicos esenciales. Estos asentamientos se encuentran en una posición de vulnerabilidad moderada y pueden consolidarse con inversiones sostenibles a mediano plazo.

En contraste, los asentamientos clasificados con un nivel bajo de consolidación urbana, correspondientes a un puntaje de 17 a 24 puntos, enfrentan serias carencias en múltiples dimensiones, lo que los convierte en áreas de alta vulnerabilidad social y urbana. Estos asentamientos suelen estar ubicados en terrenos alejados, a más de 6 kilómetros del centro de la ciudad, y en zonas de riesgo ambiental, como áreas anegables o cercanas a canteras y terrenos de extracción de recursos. La falta de infraestructura básica es crítica, con acceso muy limitado o inexistente a servicios de agua potable, electricidad y gas natural. Asimismo, la distancia a centros de salud y escuelas es considerable, limitando el acceso a servicios básicos esenciales para el bienestar de la población. La conectividad también es deficiente, ya que muchos de estos asentamientos dependen de medios de transporte no oficiales, lo que incrementa los costos de traslado y profundiza su aislamiento. Este nivel de consolidación requiere intervenciones estructurales integrales, como la creación de redes de servicios básicos, la construcción de centros de salud y educativos y, en algunos casos, la reubicación de las familias en terrenos más seguros y adecuados para el desarrollo urbano.

La clasificación en niveles de consolidación urbana a través del ICU no sólo permite evaluar la situación de los asentamientos informales, sino también establecer un diagnóstico integral que oriente la planificación urbana y la gestión de recursos. Los asentamientos con un nivel alto de consolidación requieren políticas de fortalecimiento y mantenimiento de servicios, mientras que los de nivel medio necesitan estrategias para cerrar brechas de infraestructura y movilidad. En cambio, los asentamientos de nivel bajo exigen una atención prioritaria con intervenciones significativas que aborden sus múltiples carencias. Este enfoque facilita la asignación de recursos de manera equitativa y eficiente, garantizando que las áreas más vulnerables reciban el apoyo necesario para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Aplicación metodológica

Como prueba piloto, se aplicó el índice de consolidación urbana a cinco asentamientos irregulares localizados en la periferia sureste de la Ciudad de Culiacán, Sinaloa, dichos asentamientos son colindantes entre ellos, sin embargo, presentan características específicas que permitió obtener distintos grados de consolidación.

Asentamiento	R_inund	C_Cant	Dist_Centro	A_Transp	S_agua	S_drenaje	S_Elec	Salud	Escuela	Suelo	Sumatoria	Grado de consolidación
Ampliación San Benito	0	0	2	0	0	0	0	2	2	0	6	Alto
Agustín Cárdenas	0	1	2	1	1	2	0	2	2	0	11	Medio
Demetrio Vallejo	0	1	2	2	0	2	0	2	2	0	11	Medio
Ampliación Demetrio Vallejo	0	1	2	2	2	2	0	2	2	1	14	Bajo
Ampliación Las Coloradas	2	2	2	2	0	2	0	2	2	1	15	Bajo

Figura 5. Aplicación del ICU a los asentamientos irregulares del sector sureste de Culiacán.
Fuente: Elaboración propia.

Los grados de consolidación fueron representados mediante Sistemas de Información Geográfica, lo que permitió evaluar estos asentamientos irregulares. En este análisis, Ampliación San Benito destaca como el más consolidado, con una puntuación de 6, debido a su cercanía con las principales vialidades del sector. En contraste, Agustín Cárdenas y Demetrio Vallejo presentan un nivel medio de consolidación urbana, influido por su mayor distancia respecto a dichas vialidades. Por otro lado, Ampliación Demetrio Vallejo y Ampliación Las Coloradas muestran un bajo nivel de consolidación, condicionado por la topografía accidentada en la que se ubican, donde los deslaves han afectado la zona y limitado el acceso a diversos servicios básicos.

La clasificación de los asentamientos en niveles de consolidación urbana a través del ICU no sólo facilita la evaluación de su situación actual, sino que también ofrece un diagnóstico integral útil para la planeación urbana y la gestión de recursos. En este sentido, los asentamientos con consolidación alta requieren políticas enfocadas en mantener y reforzar los servicios existentes; los de nivel medio demandan estrategias para reducir las brechas en infraestructura y movilidad, y los de baja consolidación necesitan atención prioritaria mediante intervenciones profundas que respondan a sus múltiples carencias.

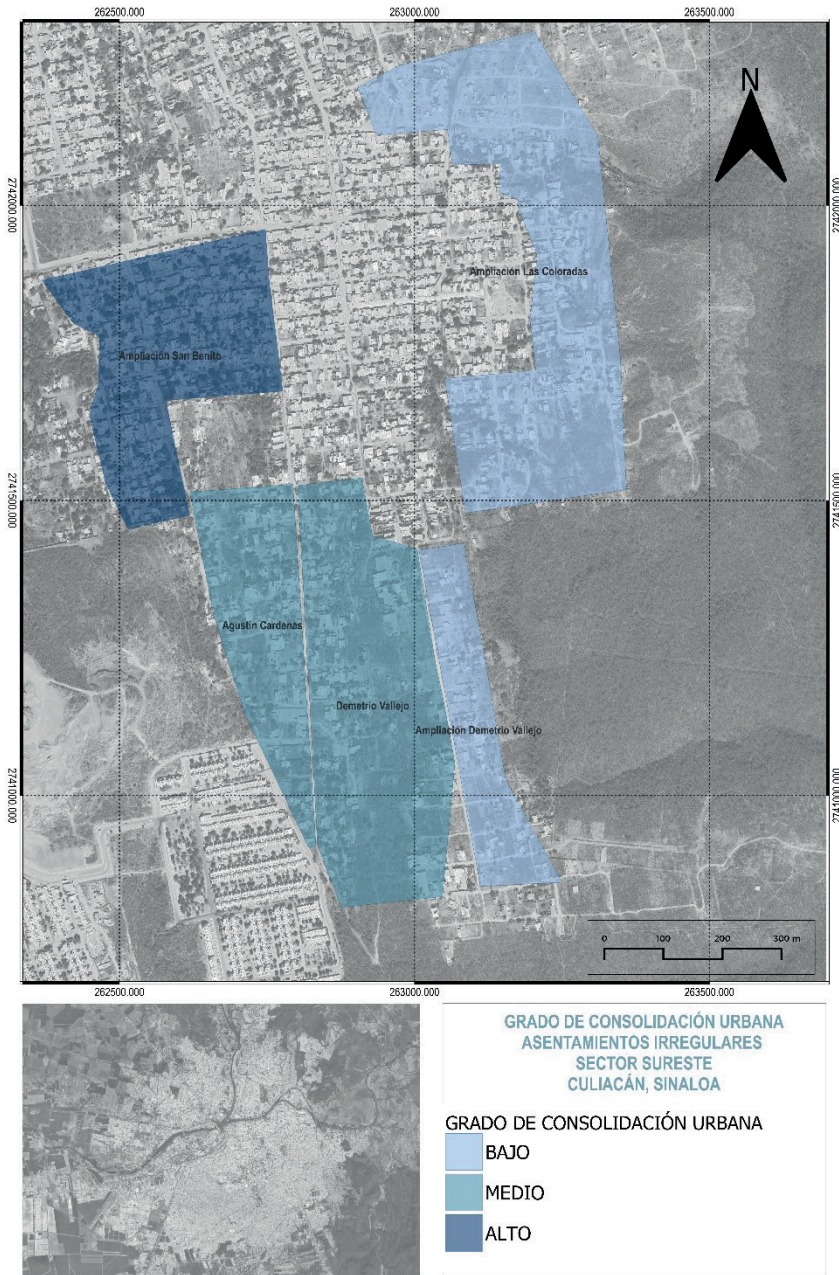


Figura 6. Mapa de Asentamientos Irregulares en el Sector Sureste de Culiacán y sus grados de consolidación. Fuente: Elaboración propia.

DISCUSIÓN

El desarrollo del Índice de Consolidación Urbana (ICU) es una contribución relevante al análisis de los asentamientos irregulares, ya que permite evaluar su grado de integración al entorno urbano formal mediante un enfoque multidimensional. Tal como se observa en los estudios previos de Abramo (2008) y Cravino (2012), la consolidación urbana debe abordarse considerando no sólo factores de infraestructura, sino también aspectos sociales, económicos y legales. La metodología empleada en este artículo amplía esta perspectiva al incluir indicadores como el acceso a servicios básicos, la cercanía al centro urbano y el uso del suelo según normativas vigentes.

Este documento coincide con trabajos como los de Giglio *et al.* (2019), quienes destacan la importancia de la calidad de las viviendas y la cobertura de servicios como indicadores del bienestar. Sin embargo, este estudio propone un enfoque más amplio al incorporar factores ambientales (como el riesgo de inundación y la cercanía a canteras), los cuales no suelen ser considerados en índices tradicionales de consolidación. Esta inclusión representa un análisis integral, aunque también plantea desafíos metodológicos relacionados con la disponibilidad y precisión de la información ambiental en contextos urbanos periféricos.

Los asentamientos con alto grado de consolidación presentan características favorables, como una adecuada conectividad vial, proximidad a servicios básicos y menores riesgos ambientales. Sin embargo, la literatura advierte que un buen acceso no implica automáticamente una integración completa al entorno urbano, ya que otros factores, como la organización comunitaria y la percepción de seguridad, también influyen en la calidad de vida.

Cravino (2012) enfatiza que la cobertura de servicios básicos, como agua, electricidad y saneamiento, es un indicador clave del grado de consolidación de un asentamiento. En el estudio, los asentamientos con mayor acceso a estos servicios presentan un nivel más alto de consolidación, lo que confirma la relevancia de estos indicadores en la evaluación de la calidad de vida urbana. Sin embargo, Cravino (2012) también advierte que la simple provisión de infraestructura no garantiza una inclusión social efectiva si no se acompaña de medidas que fomenten la participación comunitaria y la generación de empleo local.

Por su parte, la falta de acceso a algunos servicios esenciales y la distancia moderada al centro urbano generan desigualdades en términos de movilidad y acceso a oportunidades laborales, característica principal de los asentamientos con grado medio de consolidación. La teoría de la segregación urbana, mencionada por autores como Pérez (2013), respalda la idea de que los asentamientos periféricos tienden a sufrir una integración socioeconómica limitada, lo que puede perpetuar la exclusión social. Los resultados del ICU corroboran esta afirmación, ya que los asentamientos clasificados con un bajo grado de consolidación suelen ubicarse en zonas alejadas del centro urbano, con acceso limitado a oportunidades laborales y servicios básicos. Esta situación refuerza la idea de que el acceso a la ciudad está mediado

por factores geográficos y económicos que perpetúan la desigualdad y el aislamiento.

Según Londoño (2022), la conectividad vial y la accesibilidad al transporte público son determinantes para la integración de los asentamientos al entorno urbano formal. Los resultados del ICU muestran que los asentamientos con buena conectividad presentan menores índices de aislamiento y una mayor integración a las dinámicas urbanas. No obstante, aquellos asentamientos con una deficiente infraestructura de transporte experimentan dificultades para acceder a servicios esenciales, lo que limita sus posibilidades de desarrollo y consolida su marginación.

Finalmente, los asentamientos con bajo grado de consolidación enfrentan múltiples carencias en todas las dimensiones evaluadas, lo que los coloca en una situación de alta vulnerabilidad. La lejanía al centro urbano y la falta de infraestructura básica no sólo afectan la calidad de vida, sino que también dificultan las intervenciones de regularización y mejoramiento. Esta situación es consistente con los hallazgos de Torres y Ruiz-Tagle (2019), quienes subrayan que los asentamientos en zonas de riesgo requieren intervenciones estructurales significativas, que a menudo son complejas y costosas.

Los riesgos ambientales, como las inundaciones y la proximidad a áreas de explotación de recursos, son factores críticos que afectan la habitabilidad de los asentamientos irregulares. En el estudio, los asentamientos ubicados en zonas anegables o cercanas a canteras obtuvieron puntuaciones bajas en el ICU, lo que evidencia cómo estos factores reducen las posibilidades de consolidación y aumentan la vulnerabilidad de los habitantes. Esto refuerza la importancia de diseñar políticas de reubicación y mitigación de riesgos que prioricen la seguridad de las comunidades (Vega Martínez *et al.*, 2019).

Un aspecto crítico del ICU es la subjetividad en la asignación de ponderaciones. La determinación del peso relativo de cada dimensión -ambiental, social, económica, normativa, espacial-funcional- depende de decisiones metodológicas que, aunque fundamentadas en literatura y criterios técnicos, pueden variar según el contexto territorial o las prioridades institucionales.

Asimismo, la disponibilidad y calidad de los datos condiciona la precisión del ICU. En muchos casos, la información estadística y cartográfica sobre asentamientos irregulares es fragmentaria, desactualizada o de difícil acceso. Tal como advierte Cravino (2012), la ausencia de registros oficiales de servicios en zonas informales conduce a depender de estimaciones locales o encuestas, lo que puede sesgar los resultados. En este sentido, el ICU refleja la realidad material de los asentamientos y las limitaciones estructurales de los sistemas de información urbana en América Latina.

La propuesta metodológica del ICU aporta un marco sólido para sistematizar la consolidación urbana, pero su aplicación práctica exige reconocer sus límites. Se trata de un instrumento que orienta el diagnóstico y la toma de decisiones, más no de un reflejo exhaustivo de la realidad. Su implementación efectiva no sólo requiere un compromiso interinstitucional

para la actualización de datos, sino también una validación social de las ponderaciones, incorporando la voz de los propios habitantes en la definición de prioridades. Únicamente de este modo será posible superar el sesgo técnico y avanzar hacia políticas públicas integrales que fortalezcan tanto la infraestructura como el tejido social, atendiendo la complejidad y diversidad de los asentamientos informales.

CONCLUSIONES

El uso del ICU puede ser una herramienta eficaz para orientar la formulación de políticas públicas que promuevan la integración de los asentamientos informales al entorno urbano formal. Sin embargo, es necesario complementar el análisis técnico con un enfoque participativo que involucre a las comunidades en la toma de decisiones. Esto no sólo fortalecería el sentido de pertenencia, sino que también garantizaría una mayor sostenibilidad de las intervenciones.

Se recomienda incorporar indicadores relacionados con la sostenibilidad ambiental, como la presencia de áreas verdes y la gestión de residuos sólidos, para evaluar de manera más integral la calidad del entorno urbano. Asimismo, sería útil desarrollar un sistema de seguimiento y actualización periódica del índice, lo que permitiría monitorear el avance de los asentamientos a lo largo del tiempo y ajustar las estrategias de intervención según los resultados obtenidos.

Aunque el ICU es una herramienta innovadora, su aplicación enfrenta desafíos relacionados con la disponibilidad y actualización de datos, así como con la diversidad de contextos urbanos. Se requiere un enfoque flexible y adaptado a las particularidades de cada asentamiento para garantizar la precisión y utilidad de los resultados. Además, sería pertinente incorporar indicadores que reflejen la percepción de los habitantes sobre su calidad de vida, así como variables relacionadas con la sostenibilidad ambiental y la resiliencia urbana.

La consolidación urbana no debe ser vista únicamente como un proceso técnico, sino como una construcción social que requiere la participación activa de las comunidades. La inclusión de los habitantes en la planificación y ejecución de proyectos puede generar un mayor sentido de pertenencia y corresponsabilidad, garantizando así la sostenibilidad de las intervenciones a largo plazo.

Finalmente, al visibilizar las condiciones de los asentamientos irregulares y orientar políticas públicas más integrales, el uso del ICU puede contribuir a reducir las brechas de desigualdad en las ciudades. Esto implica no sólo mejorar la infraestructura, sino también promover el derecho a la ciudad y la permanencia de las comunidades en condiciones dignas y seguras.

REFERENCIAS

- Abramo, P. (2008). El mercado del suelo informal en favelas y la movilidad residencial de los pobres en las grandes metrópolis: un objeto de estudio para América Latina. *Territorios*, (18-19), 55-73. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35711626003>
- Abramo, P. (2012). La ciudad com-fusa: mercado y producción de la estructura urbana en las grandes metrópolis latinoamericanas. *EURE*, 38(114), 35-69. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612012000200002>
- Bazant, J. (2008). Procesos de expansión y consolidación urbana de bajos ingresos en las periferias. *Revista Bitácora Urbano Territorial*, 13(2), 117-132. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74811925009>
- Chanampa, M. E. y Lorda, M. A. (2019). Asentamientos informales y regularización urbana. La producción de territorialidades en tensión. *Revista Bitácora Urbano Territorial*, 30(1), 141-150. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v30n1.69896>
- Cravino, M. C. (2012). *Construyendo barrios: transformaciones socio-territoriales en el área metropolitana de Buenos Aires (2004-2009)*. Ediciones Ciccus y Universidad de General Sarmiento.
- Giglio, M. L., Rodríguez Tarducci, R., Cortizo, D. y Frediani, J. (2019). Lógicas de ocupación y acceso al suelo en procesos de desarrollo residencial expansivo. El caso de la periferia del partido de La Plata (2003-2016). *Cuaderno Urbano. Espacio, cultural, sociedad*, 27(27), 53-86. <https://doi.org/10.30972/crn.27274119>
- Londoño Arenas, D. (2022). *Consolidación de barrios informales y estructura urbana en Medellín: un modelo de panel espacial*. Colombia Científica y AlianzaEFI.
- ONU-Habitat. (2022). *Reporte Mundial de las Ciudades 2022*. <https://onu-habitat.org/WCR/>
- Osuna Covarrubias, J. E., y Cortés Lara, M. A. (2019). *Expansión y consolidación de las urbanizaciones populares en Mazatlán, México (1970-2010)*. *Revista Faro*, 2(30), 183-209. <http://revistas.upla.cl/index.php/Faro/article/view/586/568>
- Pérez, P. (2013). La urbanización y la política de los servicios urbanos en América Latina. *Andamios. Revista de Investigación Social*, 10(22), 45-67. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62828837003>
- Quiroz Rothe, H. y Alcántar García, E. (2017). El urbanismo popular en México. Elementos para una historia pendiente. *Urbana. Revista Electronica do Centro Interdisciplinar do Estudos sobre a Cidade*, 9(1), 47-69. <https://doi.org/10.20396/urbana.v9i1.8647221>
- Ruiz Hernández, I. E. (2015). Identificación de asentamientos irregulares y diagnósticos de sus necesidades de infraestructura en Ciudad Juárez, Chihuahua, México. *Investigaciones geográficas*, (87), 88-101. <https://doi.org/10.14350/rig.41793>
- Suárez, M., Ruiz, N. y Delgado, J. (2012). Desigualdad, desarrollo humano y la consolidación urbano-regional en México. *EURE*, 38(115), 73-93. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612012000300004>

- Torres, D. y Ruiz-Tagle, J. (2019). ¿Derecho a la vivienda o la propiedad privada? De la política pública a la informalidad urbana en el Área Metropolitana de Lima (1996-2015). *EURE*, 45(136), 5-29. <https://mail.eure.cl/index.php/eure/article/view/2833/1204>
- Vega Martínez, A. A., Hernández Buelvas, E. J. y Barbera Alvarado, N. (2019). Configuración territorial del hábitat en el asentamiento informal Alfonso López de Montería, Colombia. *Revista INVI*, 34(97), 81-103. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-83582019000300081>

POR UNAS CIUDADES MÁS HUMANAS
XXV CONGRESO NACIONAL ANPUD 2025

Primera edición 2026
(versión electrónica)

El diseño y cuidado de la edición estuvieron
a cargo del Departamento Editorial
de la Dirección General de Difusión y Vinculación
de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.