

1. Ciudad vs. vejez: análisis espacial de las barreras del entorno urbano para la movilidad de los adultos mayores

CARLOS MISAEL RIVERA SÁNCHEZ*

JUAN CAMPOS ALANÍS**

HUGO MONTES DE OCA VARGAS***

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.279.01>

Resumen

El crecimiento urbano ha aumentado las distancias entre viviendas y los bienes y servicios que demanda la población para sus actividades cotidianas, afectando especialmente a grupos vulnerables en áreas alejadas. Simultáneamente, el envejecimiento poblacional es una preocupación global, notable en el mundo y en México por la velocidad con la que se está registrando este proceso, producto de la transición demográfica en el siglo xx. El Estado de México es una de las entidades federativas donde dicha transición se evidencia más significativamente, dada su historia demográfica y por haber sido una de las entidades que recibieron importantes flujos de inmigrantes a raíz de la hegemonía que tuvo la Ciudad de México como centro económico, político y administrativo en ese periodo, de ahí se estima que la población adulta mayor será un grupo predominante a mediados del siglo XXI.

El objetivo de este trabajo es analizar el papel de la estructura urbana en las posibilidades de acceso y movilidad en la población mayor de sesenta

* Egresado del Programa de Especialidad en Cartografía Automatizada, Teledetección y SIG, Universidad Autónoma del Estado de México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8792-3364>; correo: criveras299@alumno.uaemex.mx

** Doctor en Geografía. Profesor-investigador de tiempo completo de la Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5391-2447>; Scopus: 55372360700

*** Doctor en Estudios de Población. Profesor-investigador del Centro de Investigación y Estudios Avanzados de la Población de la Universidad Autónoma del Estado de México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8844-7717>; Scopus: 35079046400

años. Los resultados muestran que la concentración de servicios en áreas con mejor equipamiento e infraestructura generan diferencias espaciales en el acceso a las oportunidades urbanas, además de que la configuración de la red vial afecta la movilidad de los mayores.

Palabras clave: *entorno urbano, accesibilidad, infraestructura, envejecimiento demográfico.*

Introducción

Las limitaciones de los adultos mayores en el entorno urbano de residencia no es un fenómeno reciente, sino el resultado de un proceso histórico ligado al crecimiento de las ciudades, la creciente concentración demográfica en ellas y a la ausencia de una visión de planeación que considere el cambio en las necesidades de la población, a medida que esta crece y se envejece. Estos factores han moldeado las ciudades mexicanas, generando brechas de desigualdad e inaccesibilidad para distintos grupos etarios; por ello, comprender la evolución urbana y demográfica desde esta perspectiva permite identificar las barreras que afectan la posibilidad de desplazamiento y el bienestar de los adultos mayores.

A partir de la década de los cuarenta, México ha tenido un crecimiento urbano que se ha influenciado por distintos procesos como: concentración, invasión, sucesión, segregación, centralización y descentralización (Unikel, 1976), lo que ha provocado un crecimiento sin una continuidad espacial y, por lo tanto, una dispersión urbana (Montejano-Escamilla *et al.*, 2023). Además, el crecimiento de las ciudades está relacionado con el de la población, al punto que, de acuerdo con datos del Banco Mundial (2022), el 81% de la población en el país es urbana.

De manera paralela al proceso de urbanización, México y otros países están registrando un proceso de envejecimiento demográfico acelerado que se caracteriza por la disminución de la fecundidad y mortalidad, en conjunto con el aumento de la esperanza de vida (Montoya y Montes de Oca, 2006; Spijker, 2023). Esta transición demográfica hacia el envejecimiento cobra cada vez más relevancia a nivel mundial. Tan sólo en Améri-

ca Latina y el Caribe se estima que la población adulta mayor incrementa de un 13.4% a 16.5% para el 2030 y hasta un 30% para el año 2060 (CEPAL, 2022). Para el caso de México, se prevé un aumento de adultos mayores en el primer quinquenio de la siguiente década, población que será más longeva y conformará un grupo demográfico importante en la población mexicana (Cárdenas, 2022; Álvarez-Lobato *et al.*, 2018; CEPAL, 2022).

Esto implica retos en la generación de políticas públicas, pues como detalla Campos (2023) el envejecimiento se modifica con el tiempo y en el espacio de distinta manera. Según el autor, el Estado de México se posicionaba para el año 2000 en el lugar 29, según el nivel de envejecimiento, y de acuerdo con su trayectoria demográfica, para el 2030, 2050 y 2070, la entidad se ubicará en el octavo lugar para el primer año; en el quinto lugar para el segundo y tercer año, con un 15.2%, 26.1% y 37.9%, respectivamente, de población de 60 años y más, de acuerdo con las proyecciones de población del CONAPO (2024). Para el caso de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT) el autor indica que la distribución espacial de la población envejecida residente está replicando el patrón de crecimiento de la ciudad de Toluca.

Con la información que proporciona Aranda (2000), Sobrino (1995) y Garza (2010), se puede observar que el envejecimiento demográfico en Toluca se ha desarrollado por migración laboral a causa de la industrialización. Entre los años 60 y 70, se impulsó el desarrollo industrial de Toluca con la construcción del corredor industrial Toluca-Lerma, fue así como técnicos especializados y obreros calificados que provenían principalmente del Distrito Federal (hoy Ciudad de México) empezaron a asentarse en la ciudad y demandar vivienda, educación y servicios, consolidando importantes barrios y colonias obreras. Después del sismo de 1985, la Ciudad de México expulsó alrededor de 400 mil personas, de las cuales cerca de 230 mil eligieron como destino el Valle de Toluca, lo que les permitió mantener los nexos de trabajo y bienestar social que ofrece la megaurbe. Estos desplazamientos trajeron consigo transformaciones territoriales y sociales que han acelerado el proceso de envejecimiento en la ciudad, a manera de ejemplo, imaginemos que en 1985 llegó una persona de 25 años a residir cualquier municipio de la zona metropolitana de Toluca, para este 2025 tendría estaría alcanzando los 65 años

de edad, por lo que ese importante flujo de inmigrantes a la metrópoli, sin duda explica el acelerado proceso de envejecimiento.

El crecimiento urbano ha traído diversas consecuencias en cuanto a condiciones de vida de la población, una de las más relevantes para este estudio, es la distancia entre las viviendas y la oferta comercial o de servicios necesarios para las personas. Al haber cambios en la estructura de edad, esto traerá modificaciones en las capacidades y requerimientos actuales, así como la preocupación de no contar con las condiciones necesarias para que las personas mayores vivan saludable y activamente en las ciudades (Ham, 2010; Garrocho y Campos, 2016; Narváez-Montoya, 2012). Estos procesos de envejecimiento demográfico y creciente concentración de la población en ciudades han sido retomados en las agendas internacionales como temas prioritarios, por ejemplo, la Agenda 2030 y la Nueva Agenda Urbana que ofrecen iniciativas para atender el envejecimiento demográfico en los países, proponen mejorar la accesibilidad de mujeres, niños, adultos mayores y personas con discapacidad, así como de abordar una planificación sensible a la edad en las ciudades (ONU 2018, pp. 51–53; ONU-Hábitat, 2021). En el caso del país, a nivel federal, existe la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial que busca la implementación de políticas, planes y programas en materia de movilidad que debe de favorecer a las personas.

Para el desarrollo de este trabajo, se parte de la base de que existen diversas aproximaciones para abordar el envejecimiento al interior de las ciudades utilizando herramientas de análisis espacial, trabajos que combinan índices demográficos y espaciales para identificar la distribución de la población, sus características y patrones espaciales. Autores como Florencio y Real (2019), Trujillo *et al.* (2022) y Mesillas (2021) proponen índices para evaluar condiciones de equipamiento, infraestructura y del entorno urbano para la población envejecida. Estos estudios previos motivan el análisis de los servicios e infraestructura urbanos y su impacto en la movilidad potencial del adulto mayor en la ciudad de Toluca. Por esta razón el objetivo de este estudio es demostrar los obstáculos que puede enfrentar una persona mayor en la ciudad, para atender sus necesidades.

Fundamentos teóricos y conceptuales

Para este trabajo se analizan cuatro líneas temáticas que permitirán abordar el proceso de envejecimiento y la satisfacción de sus necesidades en las ciudades: primero se aborda el envejecimiento en el lugar y urbanismo gerontológico; segundo, estructura urbana y personas mayores; tercero, relacionado con envejecimiento activo, movilidad potencial y accesibilidad y, por último, teorías del *space syntax*. Con esta recopilación, permite contar una base teórico-conceptual para abordar el tema de los entornos urbanos accesibles y beneficiosos para la población en general y especialmente para la adulta mayor.

Envejecimiento en el lugar y urbanismo gerontológico

La definición de “envejecer en el lugar” se considera como el viaje del individuo para mantener su independencia en el lugar de residencia y participar en comunidad, por lo que envejecer debe observarse como un proceso personal de involucrarse en el espacio, comunidad y conservar su independencia (Rogers *et al.*, 2020, p. 9). Este concepto según Cárdenas (2021), puede explicarse en cuatro dimensiones: el primero se relaciona con los aspectos psicológicos y sociales de los adultos mayores en vivencia del lugar; el segundo desarrolla las percepciones de la población sobre el entorno y sus preferencias de interacciones sociales; el tercero se relaciona con el espacio por distintas escalas y, por último, el estructural se deriva de los elementos de diseño urbanos y disponibilidad de infraestructura, para implementar políticas públicas en temática de vivienda, movilidad y urbanización.

El urbanismo gerontológico tiene como fin adaptar los entornos urbanos ante una población envejecida y vulnerable (Bello, 2013; García-Valdez *et al.*, 2019). Existen tres principales campos de estudio del urbanismo para las personas mayores, el campo cuantitativo donde se analiza la distribución de la población urbana y su relación con procesos urbanos. El segundo trabaja con las percepciones de las personas mayores en las ciudades, analizando su habitabilidad e identidad, así como la vida cotidiana del individuo; por último,

el enfoque propositivo en el diseño urbano y de políticas públicas que coadyuvan en el bienestar de las personas mayores (Cárdenas, 2021).

El urbanismo gerontológico es un elemento clave para el análisis de los cambios en grupos de edad y en los elementos urbanos, pues según Cardo (2021) este tipo de urbanismo aborda las temáticas: desplazamiento y transporte, espacios públicos y áreas verdes, equipamiento y servicios y vivienda. Los cuales garantizan la accesibilidad, seguridad y adecuación de los espacios, promoviendo su independencia y bienestar, procurando evitar la existencia de diferencias territoriales a causa del envejecimiento y el enfoque de programas para este sector (Narváez-Montoya, 2012; García-Valdez *et al.*, 2019; Sánchez, 2007). En este sentido, este enfoque será el utilizado en esta investigación orientado al análisis de la estructura urbana que, de acuerdo con Zoido *et al.* (2000) y Ducci (1990), son una serie de elementos físicos destinados a la realización de actividades y son primordiales en la conformación de la ciudad como son las vialidades, equipamientos, infraestructura urbana, áreas verdes y zonificaciones, que se relacionarían con las temáticas de intervención del urbanismo gerontológico.

Estructura urbana y adultos mayores: definiendo las barreras

El desplazamiento de los adultos mayores está condicionado a la estructura urbana; por ejemplo, si prevalecen condiciones desfavorables en el entorno, como banquetas estrechas, automóviles que bloquean las aceras, poca o nula iluminación en la calle generan sentimientos de inseguridad a este grupo de edad (Rivera y González, 2024). Igualmente, el mal diseño o la ausencia de la infraestructura obstaculiza el confort y seguridad del adulto mayor, al no contar con elementos necesarios para este grupo como la existencia áreas verdes y de descanso, sanitarios públicos, señalización clara, aceras sin obstrucciones o transporte público adecuado para personas con sillas de ruedas, así como medidas de seguridad vial (Cortés-Topete y Tavares-Martínez, 2022; Pérez y Viramontes, 2022). Por lo tanto, las recomendaciones para abordar el cambio de las ciudades hacia un enfoque de ciudades amigables con el envejecimiento es la adecuación de banquetas, existencia de rampas, la creación de entornos de tranquilidad, seguridad y de confort térmico, la señalización adecuada para

peatones y cruces seguros (De la Rosa y Castañeda, 2018) ya que además de estas barreras físicas, se encuentran las barreras institucionales, culturales y de integración que la misma sociedad impone a este grupo de población (OMS, 2018). En conjunto, estas barreras limitan su autonomía y restringen su participación en la vida social, afectando su bienestar y calidad de vida.

Casos exitosos de ciudades

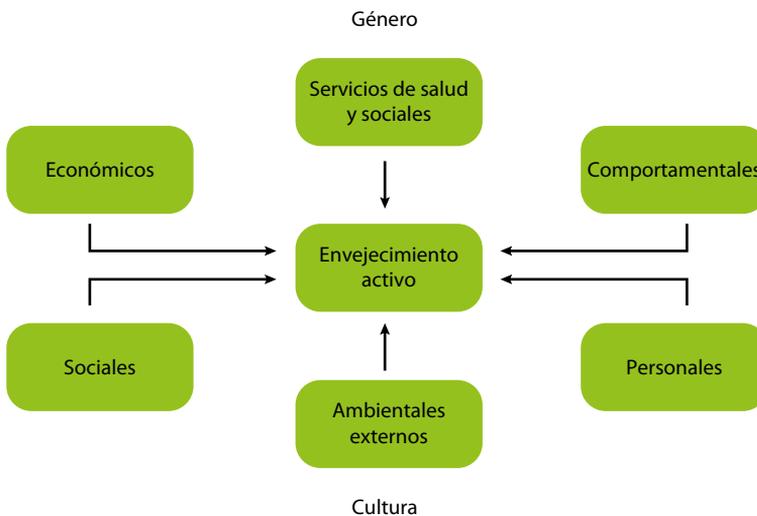
Ante el aumento de personas mayores en los asentamientos humanos, distintas ciudades han abordado planes de acción para ser amigables con este grupo de edad. Se destacan los casos de Nueva York, Estados Unidos; Vancouver, Canadá y Londres, en Inglaterra. De acuerdo con (Garrocho & Campos, 2016) la primera ha desarrollado avances en materia de diseño urbano, normas de construcción, unidades habitacionales, transporte y movilidad, así como asesoría en negocios para atender a personas mayores. El caso de Vancouver se especializa en una fuerte relación entre la sociedad y los gobiernos locales que ha favorecido en la propuesta de más de 60 acciones para ser una ciudad más comprometida para sus adultos mayores. Por último, Londres, comenzó con una fase de investigación apoyada por sus instituciones académicas para el diseño de sus políticas públicas, lo que permitió analizar a la ciudad como un sistema complejo que se basa en interacciones entre las personas, sus hogares, sus actividades y negocios que favorecen en la formación de redes y espacios funcionales; con esto, creó acciones para su propia realidad. Estos casos permiten reflexionar que las ciudades amigables se construyen con base en alianzas de distintos sectores sociales, incorporándose la academia, para la toma de decisiones y atender el bienestar de las personas mayores mediante una participación relevante y activa de los gobiernos en sus diferentes niveles.

Envejecimiento activo

El “envejecimiento activo” se refiere a mejorar la salud, la participación y la seguridad para aumentar la calidad de vida en la vejez (OMS, 2002), por lo

que las políticas derivadas de esta definición buscan que los adultos mayores mantengan su autonomía el mayor tiempo posible (Garrocho y Vilchis, 2021). En la figura 1 se observa los determinantes esenciales para reconocer e implementar políticas enfocadas al envejecimiento activo. No obstante, tal como desarrolla Marzo *et al.* (2023) y OMS, (2002) que si los determinantes transversales de género y cultura no son atendidos, las desigualdades persistirán en este grupo de edad.

Figura 1. Factores del envejecimiento activo



Fuente: OMS (2007).

Movilidad potencial y accesibilidad

En este apartado se define a la movilidad como la acción de trasladarse entre diversos puntos con el fin de realizar una actividad necesaria y cotidiana (Reyes *et al.*, 2019). No obstante, para el adulto mayor, la deficiente infraestructura y las condiciones de los sistemas de movilidad y servicios urbanos generan barreras que aíslan a este grupo de edad, lo cual conlleva

a un aislamiento involuntario y, por ende, afectaciones en la salud de las personas mayores (Cinderby *et al.*, 2018; Garrocho y Vilchis, 2021).

Por otra parte, la accesibilidad es entendida como la oportunidad de desarrollar actividades mediante la realización de viajes eficaces que favorecen la visita al mayor número de lugares posibles en el viaje (Reyes *et al.*, 2019; Miralles-Guasch, 2002). Este concepto está asociado a las actividades económicas, distribución poblacional y la configuración de la red vial, por lo que es fundamental medir la posibilidad de desplazamientos con base en la oferta de espacios e infraestructura para cada tipo de traslados (Pereira y Herszenhut, 2023; Herce, 2009).

Otro aspecto por considerar son las dinámicas y características urbanas que influyen en la movilidad y calidad de vida de los habitantes. De acuerdo con Bazant (2020) se clasifican los espacios urbanos en cinco categorías. La primera son los centros urbanos típicamente coloniales, que concentran actividades administrativas y comerciales, resultando en una alta población flotante.

El siguiente son las colonias céntricas, valorizadas por su accesibilidad, se remodelan para usos mixtos, incrementando también la población flotante. Continúa con los corredores urbanos, con intenso tránsito vehicular y peatonal, albergan numerosos comercios, aunque los vendedores ambulantes pueden obstruir la movilidad. Los pueblos conurbados se transforman en subcentros urbanos debido a la expansión de la ciudad. Finalmente, las colonias consolidadas, conectadas por vialidades principales que soportan una gran carga funcional y acceso a servicios urbanos.

Esta clasificación ayuda a comprender las dinámicas urbanas y su impacto en la movilidad y calidad de vida de los adultos mayores. En este punto es importante de mencionar la clasificación de un sistema vial. Para ello, se retoma la aproximación de Reyes y Cárdenas (2018) que habitualmente se clasifica en tres grupos: primarias, secundarias y locales, cada una tiene un nivel de grado de movilidad y accesibilidad. Por ejemplo, las calles principales favorecen la movilidad en diversos puntos de la ciudad y conectan por vías rápidas o carreteras. Las vialidades secundarias mantienen un equilibrio entre movilidad y accesibilidad, al repartir el tránsito hacia las calles locales y principales. Por último, las calles locales aproximan los viajes hacia residencias o hacia el comercio o la industria.

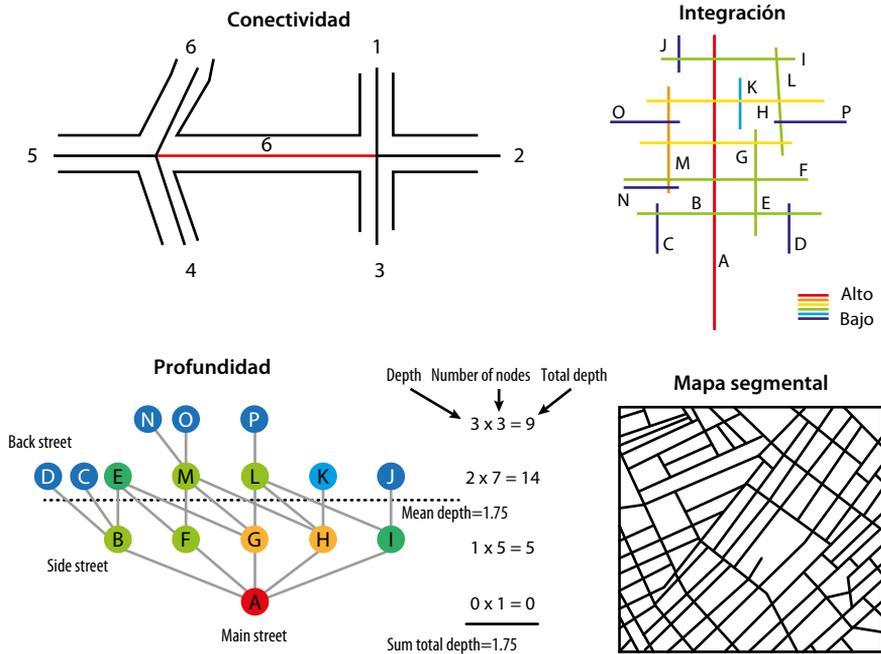
Teorías del *space syntax*

El *space syntax* es un método y a la vez una teoría relacionada con la forma urbana, donde sus aplicaciones son en estudios de diseño urbano y arquitectura, con el fin de comprender la configuración espacial y el desplazamiento de las personas (Koohsari *et al.*, 2016). Adicionalmente, la teoría está basada en los principios espaciales sobre qué tan céntrico es un elemento en un espacio definido, su extensión, las relaciones de vecindad y densidad (Yamu *et al.*, 2021).

Entre los conceptos fundamentales del *space syntax*, según Paranaiba (2018) se encuentran la **conectividad**, que mide el número de conexiones que tiene una calle con sus calles vecinas; en otras palabras, la conectividad facilita el desplazamiento a lo largo y ancho de una ciudad. La **integración** es la accesibilidad de una calle con respecto a las demás; mientras que la **profundidad** hace referencia a cuántas calles hay que atravesar para llegar al destino determinado; la **elección angular** hace referencia a la accesibilidad de las calles considerando su angularidad, es decir, cuántas veces se hace un cambio sustantivo de dirección para llegar a un destino; por último, el **mapa segmental** que es una representación de la red vial mediante nodos y segmentos conectados. En la figura 2 se puede observar un ejemplo de estos conceptos de la sintaxis espacial. Otro concepto importante es el **radii** que es un atributo que nos permite medir la red vial bajo criterios de topología, geometría y distancia. Para este estudio, se destaca el **radii métrico** que mide la integración de una línea según su conexión con otras dentro de una distancia específica en la red (similar a lo que sería un área de influencia establecida a partir de la red vial).

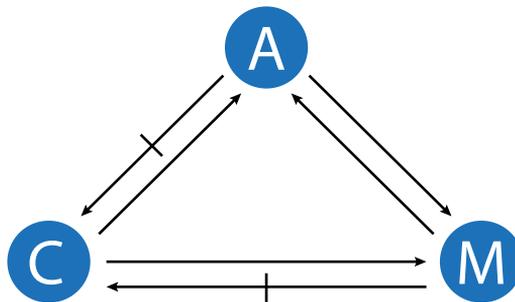
Una teoría relevante de la sintaxis del espacio es el del movimiento natural. Las nociones básicas de esta teoría se ejemplifican en la figura, 3 que demuestra las conexiones entre la configuración espacial (C) los puntos atractivos (A) y los desplazamientos (M). Según Hillier *et al.* (1993) las atracciones puntuales y los movimientos influyen mutuamente entre sí, a mayor presentación de sitios atractivos mayor son los movimientos. Estos dos elementos influyen en la configuración espacial. Por el contrario, la morfología urbana influye en la ubicación de las actividades y, por lo tanto, en los desplazamientos.

Figura 2. *Conceptos principales del space syntax*



Fuente: van Nes y Yamu (2021).

Figura 3. *Triada de la configuración, atractores y movimiento*



Fuente: Hillier *et al.*, 1993.

Metodología para el análisis del envejecimiento y el entorno urbano

El alcance de esta investigación es cuantitativo, por lo que se obtienen datos socioeconómicos para describir y explicar la movilidad de las personas mayores y estructura urbana. Para esto, esta investigación consideró a 7,910 manzanas urbanas como universo, ubicadas en 51 localidades urbanas del municipio de Toluca, las cuales se observan en la figura 4, las que están representadas puntualmente son las que tienen una menor superficie. Por ejemplo, las que están cercanas a Toluca de Lerdo corresponden a Santiago Tlaxomulco y Santa Cruz Azcapotzaltongo, al norte de estas dos se sitúan las localidades de San Marcos Yachihualtepec (el cual colinda con Calixtlahuaca) y Santiago Miltepec.

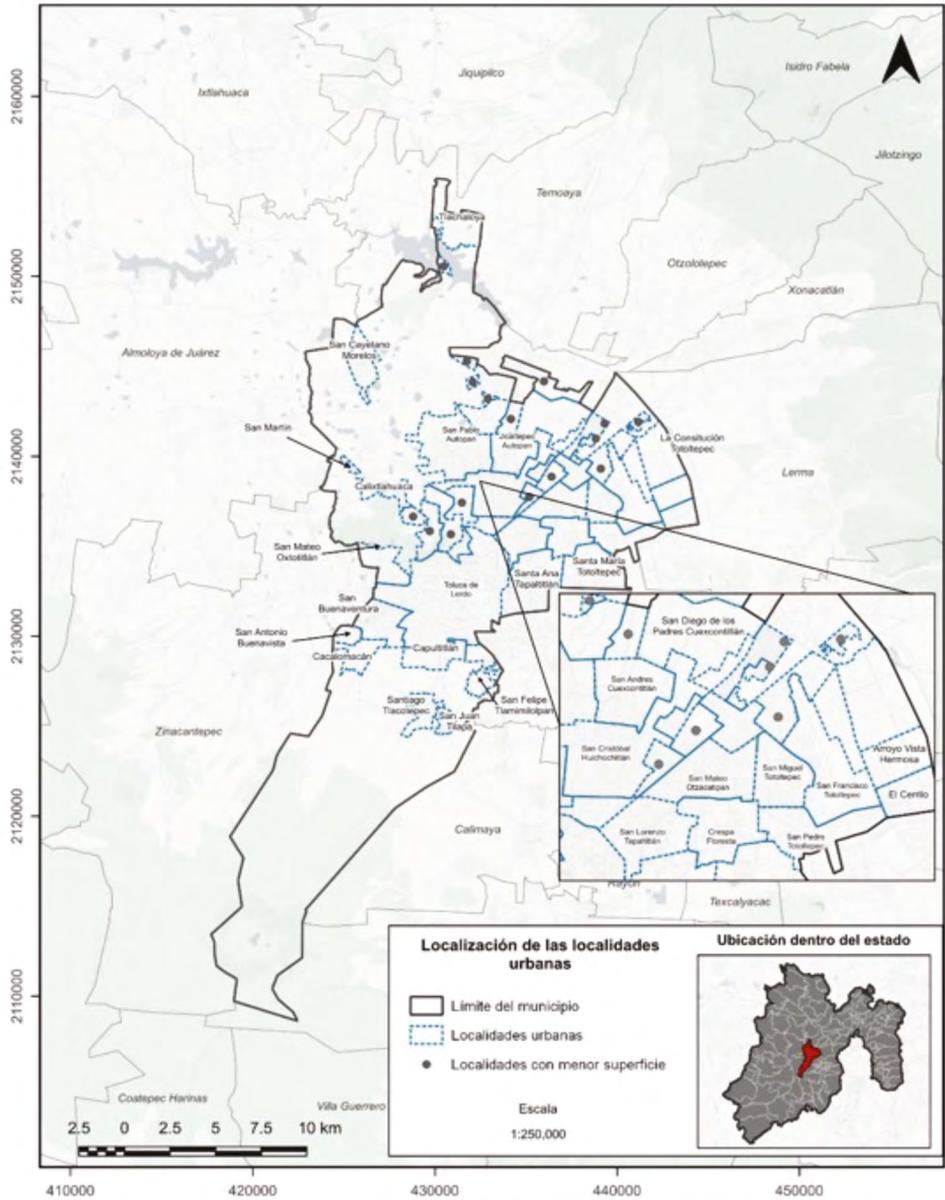
Los lineamientos de este estudio son el análisis espacial, entendido como el conjunto de técnicas y modelos con los que es posible explotar los datos espaciales (Olaya, 2020). Por ello, se retoman los principios que Buzai y Montes (2021) establecen como asociados a la ciencia geográfica: localización, distribución espacial, asociación espacial, interacción espacial, evolución espacial y globalidad territorial. Tomando en cuenta estos principios es posible el análisis de la vejez y el entorno urbano.

Para analizar datos demográficos se consideró como población adulta mayor a las personas de 60 años o más. La organización de este estudio consiste en cuatro fases, en cada una se procesa diversos datos censales o espaciales para un análisis de los entornos urbanos y la población objetivo. En general, los softwares utilizados para el procesamiento de datos fueron SPSS 21, Excel y el software de sistema de información geográfica Qgis 3.28. Las actividades de cada fase se explican a continuación.

Fase 1. Condiciones sociodemográficas y espaciales

En esta fase la principal fuente de información fueron los censos poblacionales de los años 2010 y 2020, así como de la encuesta intercensal 2015 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Con estos datos, se

Figura 4. Localización de localidades urbanas del municipio de Toluca, 2020



Nota: Mapa base de CartoDB. Fuente: elaboración propia con base en Marco Geoestadístico, INEGI (2020).

obtuvieron las condiciones sociodemográficas de la población adulta mayor, tasas de crecimiento e índices demográficos. Este último insumo, se obtuvo de acuerdo con la información de Huenchan (2021) que se integra en el documento “*Indicadores sobre envejecimiento y personas mayores en Centroamérica, México y el Caribe hispano*”. Con esta revisión, los índices aplicados fueron el índice de envejecimiento, envejecimiento interno y razón de dependencia.

- Índice de envejecimiento: mide la cantidad de población de 60 años y más, por cada 100 menores de 14 años.
- Razón de dependencia demográfica: calcula la población mayor de 65 años, por cada 100 personas de 20 a 64 años.
- Índice de envejecimiento interno: representa la proporción de personas de 80 años y más, con respecto a las de 60 años y más.

Para calcular la tasa de crecimiento poblacional se utilizó la siguiente fórmula:

$$r = \frac{\ln \frac{P_1}{P_0}}{t} * 100$$

donde:

- $\ln \frac{P_1}{P_0}$ = Logaritmo natural de la población final entre la población inicial.
- t = tiempo intercensal, tomando en cuenta el día medio del levantamiento de la información.

Para identificar espacialmente las manzanas que cuentan una mayor cantidad de adultos mayores se realizó la solicitud de información a INEGI. Con los datos obtenidos, se calcularon el índice de envejecimiento y envejecimiento interno. Una vez hechos estos indicadores se estratificaron por el método de Dalenius y Hodges, que consiste en estandarizar los datos para minimizar la varianza de cada estrato. Para llevarlo a cabo, se siguió el procedimiento que establece INEGI (2010) y Campos (2009). El resultado fue la obtención

de tres estratos para el índice de envejecimiento y cinco para el envejecimiento interno. Cabe mencionar que se eliminaron los casos que no incluían ningún grupo de población considerada para el índice por lo que, se observó una diferencia de valores perdidos; es así como para el índice de envejecimiento se contaron con 4 619 valores válidos y envejecimiento interno con 1 136. Es por ello que en la visualización cartográfica existen áreas sin resultados, pero que son referentes de las zonas donde se localizan.

Fase 2. Entorno amigable para la población adulta mayor. Determinación de las barreras

El análisis del entorno amigable que facilite la movilidad de los adultos mayores consistió en la selección de variables a partir de la revisión en el apartado teórico de este trabajo, que describen los requerimientos urbanos apropiados para el adulto mayor. Una vez identificadas las variables para el grupo de edad, se seleccionaron las correspondientes a la documentación de *Características del Entorno Urbano* de INEGI (2021) para la elaboración del producto cartográfico. Además de añadir variables que la propia documentación integra y que se valoraron como apropiadas para el modelo (tabla 1).

Tabla 1. Variables del índice del entorno amigable para la población adulta mayor

Grupo	Número	Indicador
Confort, seguridad y accesibilidad	1	Número de vialidades con pavimento o concreto
	2	Número de vialidades con banquetas
	3	Número de vialidades con árboles o palmeras
	4	Número de vialidades con alumbrado público
	5	Número de vialidades con rampa para silla de ruedas
Señalización vertical y horizontal	6	Número de vialidades con paso peatonal
	7	Número de vialidades con letrero con nombre de la calle
	8	Número de vialidades con parada de transporte colectivo
Movilidad segura y accesibilidad	9	Número de vialidades sin teléfono público
	10	Número de vialidades sin puesto semifijo
	11	Número de vialidades sin restricción del paso a peatones
	12	Número de vialidades sin puesto ambulante
	13	Número de vialidades con transporte colectivo

Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2021).

Después, se realizó la estandarización de los indicadores para el índice sintético por el método de componentes principales (PCA por sus siglas en inglés). Según Buzai (2015) el PCA facilita la extracción y simplificación de variables al reducir la dimensionalidad del problema, lo que puede presentarse como una síntesis de la distribución espacial. Al calibrar el modelo, a partir del segundo componente, la varianza total explicada de éste es del 52%, por lo que se considera válido el modelo, además que contiene una carga importante de elementos para personas mayores, como restricciones a peatones, puestos comerciales, banqueta y pavimentación. Posteriormente, con el método de Dalenius y Hodge se obtuvieron cinco estratos que se clasificaron como valores de muy baja a muy alta amigabilidad del entorno.

Después de estimar el índice “resumen de calidad del entorno urbano”, se realizó un análisis de autocorrelación espacial aplicando el índice de Moran. Según Buzai y Montes, (2021) este análisis indica que existe una relación del espacio geográfico, pero los lugares con mayor cercanía tienen relaciones más fuertes por lo que podemos esperar tres resultados según los autores: 1) una similitud cuando las unidades espaciales tienen valores similares y obtenemos una agrupación espacial positiva 2) una disimilitud cuando los valores son diferentes, en este caso se observará una autocorrelación negativa y 3) una aleatoriedad cuando exista una autocorrelación espacial observable. Para aplicar el índice de Moran univariante se utilizó el *software GeoDa 1.22*. Los resultados incluyeron el diagrama de dispersión de la variable y los mapas LISA (Local Indicators of Spatial Association) y valores de significancia.

Fase 3. Determinación de la accesibilidad potencial a servicios urbanos para el adulto mayor

En esta sección se demuestra cómo se elaboró el índice de accesibilidad potencial, a partir de cuatro servicios que se consideraron apropiados para el grupo de edad, estos son los servicios urbanos de abastecimiento, de salud, financiero y parques urbanos. Para esto, se aplicó el modelo de accesibilidad potencial utilizado en Campos-Alanís *et al.* (2020).

$$Acc = \sum_{i=1}^j \frac{I_j}{Pob_{UP} \cdot dij^b}$$

Donde:

- Acc = Indicador de accesibilidad potencial
- I_j = Atractividad de las unidades de servicio
- Pob_{UP} = Población que es usuaria potencial de los servicios, en este caso, el total de las personas de 60 años o más del municipio
- d_{ij} = Distancia lineal entre el centroide de cada manzana i , considerada como los lugares origen de la población usuaria y, como destino, las unidades del servicio j
- b = Parámetro que refleja la sensibilidad de los usuarios ante cambios de los costos de transporte

Previamente aplicar la fórmula, se obtuvieron de manera puntual los centroides por manzana y el de los servicios. Una vez obtenidos los datos puntuales se generó una matriz de distancias lineales estándar de cada centroide hacia la localización del servicio con el *software QGis*. Después se trabajó la matriz en una hoja de *Excel* para realizar las operaciones del índice. Los resultados obtenidos fueron la accesibilidad por manzana o “calidad urbana” y al del servicio como “desempeño urbano”, que retoma la conceptualización de Campos-Alanís *et al.* (2020).

En la tabla 2 se representan las categorías de servicios urbanos elaborados para el índice de accesibilidad potencial, así como fuentes de información y atractividad del servicio. En resumen, las fuentes secundarias consultadas son el Catálogo de Clave Única de Establecimientos de Salud (CLUES) para el año 2022, el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del año 2023 y el Plan Municipal de Desarrollo Urbano (PMDU) del año 2018 del municipio. En el caso de los mercados se realizó la búsqueda de los mercados o tianguis fijos y central de abastos en el municipio. La atractividad en cada servicio fue distinta, de acuerdo con su capacidad de atención: por ejemplo, en los de la salud se consideró el número de consultorios y los turnos de atención, este último siguiendo

la norma de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) para los centros de salud.

En el caso de supermercados y tiendas al mayoreo se utilizó el número promedio de personal ocupado. Con respecto a los mercados se consideró un factor de atractividad la superficie total de la edificación. Esta misma premisa fue aplicada para el servicio de parques urbanos; en este punto, se decidió realizar el índice de parques exclusivamente de los más representativos para la ciudad, donde se incluyen el Parque Sierra Morelos, Parque Metropolitano Bicentenario y Alameda Central.

Tabla 2. Fuentes y atractividad de servicios urbanos para el índice de accesibilidad

<i>Servicio</i>	<i>Categoría</i>	<i>Atractividad</i>	<i>Fuente de información</i>
Salud	Salud de primer nivel público	Turnos de atención	CLUES, 2022
	Salud de primer nivel privado	Turnos de atención	CLUES, 2022
	Farmacias	Promedio de personal	DENUE, 2023
Abastecimiento	Mercados públicos y central de abastos	Superficie construida	Digitalización de áreas de abastecimiento en el municipio.
	Supermercados y tiendas al mayoreo	Promedio de personal ocupado	DENUE, 2023
Financieros	Unidades referentes banca múltiple, cajas de ahorro, montepíos y unidades de crédito	Promedio de personal ocupado	DENUE, 2023
Parques	Parques populares del municipio	Superficie construida	PMDU, 2018

Fuente: elaboración propia.

Se aplicó el índice sintético de accesibilidad potencial al sistema de servicios que conjunta las siete variables de accesibilidad potencial de cada sistema de servicios. Nuevamente, con el método de PCA, la varianza a partir del segundo componente es de 74.7% siendo un valor factible para el indicador. Una vez aprobado el modelo se aplicó el método de valor índice medio para la clasificación de los datos. Este método es propuesto García De León (1989) y es de utilidad para identificar la semejanza entre unidades espaciales para formar subconjuntos.

Fase 4. *space syntax*

En esta última fase se desarrollaron los índices del *Space syntax*, específicamente *choice* e *integration*. Primero, se obtuvo la red vial de *Open Street Map* del año 2023 y se realizó una limpieza topológica de esta con el *software ArcGIS 10.8*. Después de validarse la topología, se importó la información al *software DepthmapX 0.8* donde se realizó un análisis segmental considerando un radio de n para calcular la distancia métrica total de la red.

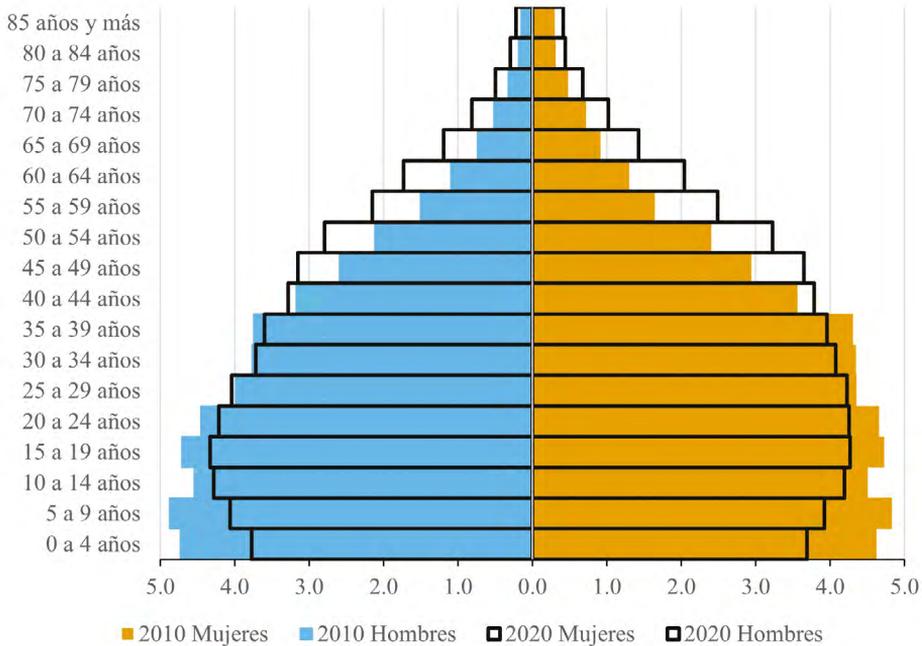
Contexto demográfico del entorno urbano

En este apartado se hace una ajustada revisión de la participación porcentual que tiene la población adulta mayor, con respecto a la población total del municipio. Para 2010, el municipio de Toluca registró una población de 819 561 y que pasó a 910 608 en el 2020. En cuanto a la población de 60 y más años, en el 2010 se registraron 57 691 personas de este grupo de edad. Una década más tarde esta cifra ascendió a 98 137 personas. Al estimar la tasa de crecimiento medio anual del periodo censal 2010-2020, se identifica que el municipio registró un ritmo de crecimiento bajo del 0.83%; en contraste, el subgrupo de adultos mayores para el mismo periodo registró un ritmo de crecimiento de 5.05% anual. En otras palabras, el grupo de personas mayores aumenta su ritmo de crecimiento 6 veces más rápido que la población total del municipio. Al calcular el tiempo de duplicación de la población mayor, se espera que para el 2034 los adultos mayores representen el doble de lo registrado en el 2020.

En cuanto a la estructura de la población, la pirámide demográfica por grupos quinquenales y sexo (figura 5), muestra la transición hacia el envejecimiento demográfico del municipio de Toluca. En ella se observa una clara reducción de población entre los grupos de 0 a 24 años en la década al representar del 46.7% al 41% de la población total. En contraste, la participación porcentual de los adultos mayores pasó del 7.0 al 10.8% en el mismo periodo. Se puede establecer visualmente, la notoria transición demográfica hacia el envejecimiento, pues aumenta la participación de los grupos de edad madura y adultos mayores, mientras que se reducen los

grupos quinquenales de la base de la pirámide, que se transforma de una pirámide progresiva a una estacionaria.

Figura 5. Pirámides poblacionales por sexo y grupos quinquenales de edad del municipio de Toluca, 2010 y 2020



Fuente: elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI, 2010), y el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020).

En la tabla 3 se presentan algunos indicadores demográficos sobre los adultos mayores. El índice de envejecimiento en el 2010 fue de 25 adultos mayores por cada 100 jóvenes, para el 2020 esta cifra aumentó significativamente a 45.1 por cada 100 jóvenes. Para el caso de la razón de dependencia demográfica, se observa el aumento de 8.3 personas dependientes por cada 100 en edades productivas a 11.6, cifra que se explica principalmente por el incremento de los adultos mayores más que por la población infantil. Finalmente, el envejecimiento interno indica que no hay una variación significativa entre los dos periodos. Para el primer año cerca de 14 personas

eran mayores de 80 años, mientras que una década después esta cifra se reduce levemente para registrar cerca de 13 personas. Lo mismo sucede con la población de mujeres del municipio, mientras que la de hombres se mantiene constante. En resumen, los datos generales muestran que la población municipal ha envejecido significativamente en el periodo analizado. Al haber un mayor número de población envejecida y dependiente, se requerirán de políticas orientadas en atender sus necesidades salud, cuidado y pensión.

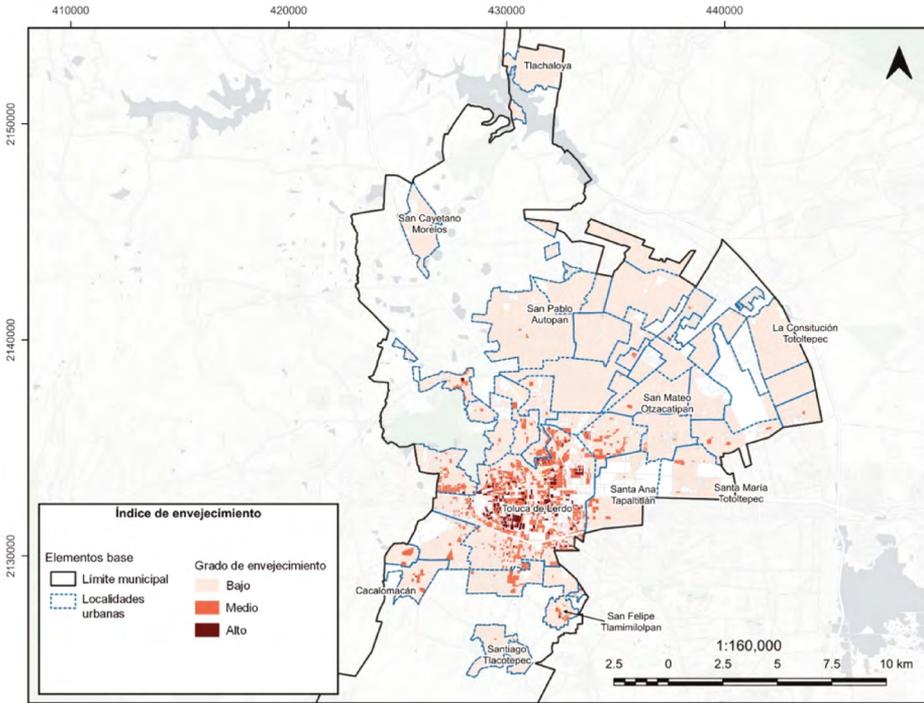
Tabla 3. *Índices demográficos sobre el envejecimiento*

Índices	2010			2020		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Envejecimiento	25.0	10.8	14.3	45.1	19.9	25.1
Razón de dependencia	8.3	3.4	4.9	11.6	5.0	6.6
Envejecimiento interno	13.5	4.8	8.7	12.7	4.9	7.9

Fuente: elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI, 2010), y el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020).

En la figura 6 se muestra el índice de envejecimiento por manzana, en la cual se revela una concentración de población en edad avanzada en Toluca de Lerdo, colindando con las vialidades de Paseo Tollocan y Paseo Matlazincas y que disminuye conforme se aleja a las periferias. Estas vialidades, en los inicios del crecimiento urbano marcaba el límite de la ciudad, ahora tienen un carácter de circulación interurbana y comunicador de carreteras (Hoyos-Castillo y Camacho-Ramírez, 2010). Al norte se encuentra una menor cantidad de zonas envejecidas. Al disminuir la escala se observa que el envejecimiento se ha dado alrededor de los ejes estructurantes como Paseo Colón, vía que fue un eje de expansión al sur de la ciudad (Liévanos, 2016).

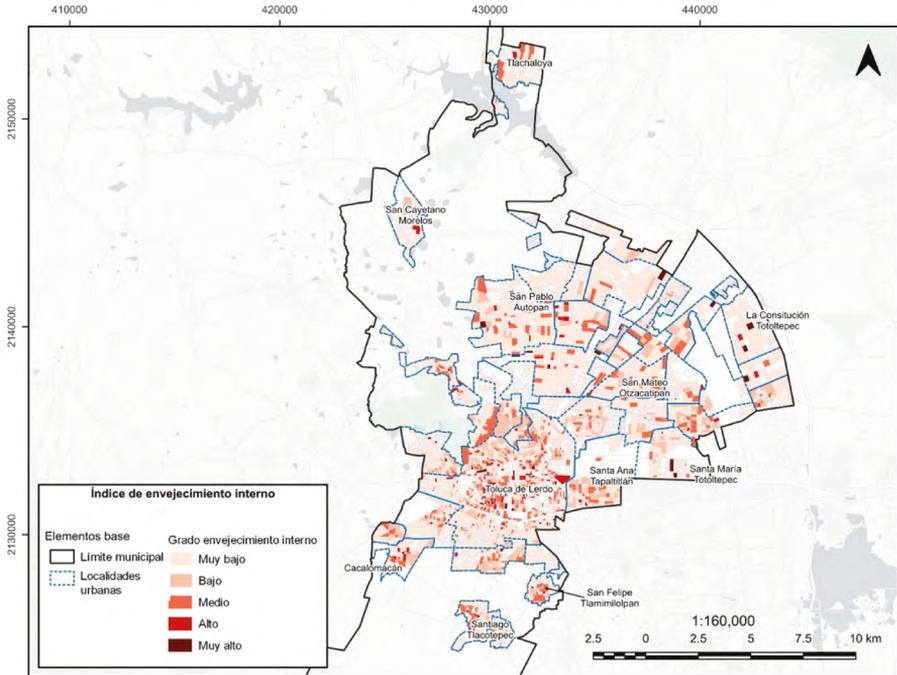
Para el índice de envejecimiento interno, se toma como ejemplo la localidad de Santa Ana Tlapaltitlán (véase figura 6 y 7 de esta zona). Al visualizar el índice de envejecimiento nos indica que es un área que está rejuveneciendo ya que, al tener un nivel bajo de adultos mayores nos demuestra que existe una mayor cantidad de jóvenes y en edad productiva en la localidad. Ahora bien, el envejecimiento interno nos señala que se mantiene una concentración en el centro de la localidad con población mayor a 80 años. En la localidad analizada prevalecen valores medios, es decir que las personas mayores habitantes de esta demarcación tienen una edad

Figura 6. Índice de envejecimiento de las localidades urbanas de Toluca, 2020

Nota: Mapa base de CartoDB. Fuente: elaboración propia con base en información proporcionada por INEGI.

superior a los 80 años, lo que aporta información relevante para implementar políticas más adecuadas al grupo de edad.

Las figuras del envejecimiento y el envejecimiento interno nos señalan que los valores altos siguen el patrón del proceso histórico de expansión urbana de Toluca. En la zona sur hay una mayor agrupación de envejecimiento interno en comparación con la zona norte. Esto se debe principalmente a que, en la época de la industrialización de la ciudad, la instalación de la industria sobre el corredor Toluca-Lerma influyó en la localización de colonias obreras en las colindancias del mismo.

Figura 7. Envejecimiento interno por manzana, 2020

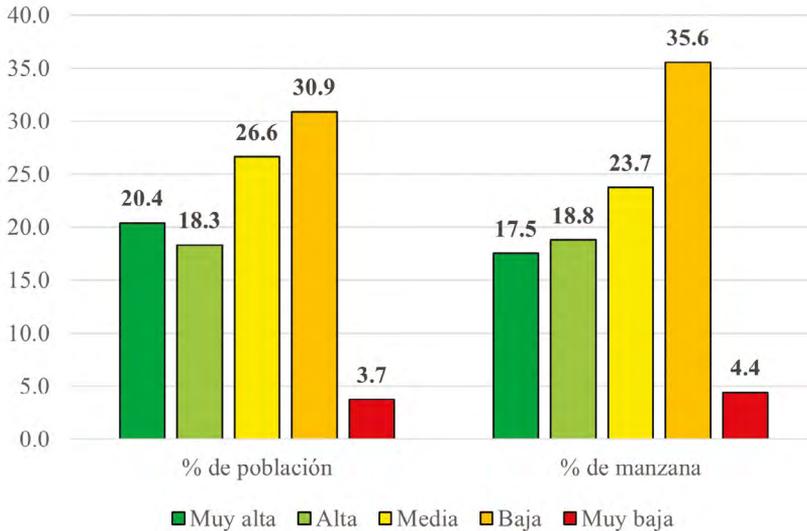
Nota: Mapa base de CartoDB. Fuente: elaboración propia con base en información proporcionada por INEGI.

Condiciones del entorno urbano para el adulto mayor

Por otro lado, al analizar la información para la determinación del entorno amigable para los adultos mayores, se revelan patrones interesantes que revelan las barreras y facilidades. Algunos hallazgos se observan en la figura 8, donde el 40% de las manzanas se encuentran en condiciones hostiles para el grupo de edad, esto afecta a uno de cada tres personas mayores. El porcentaje de población residente en condiciones medias es del 26.6%, donde el 23.7% de las manzanas tienen este grado de amigabilidad. Es interesante observar que un poco menos del 40% de las personas mayores residan en manzanas con condiciones muy alta y altamente favorables, lo que representa que existe una gran proporción de adultos mayores a los cuales se pueden beneficiar con sólo mejorar las condiciones de su

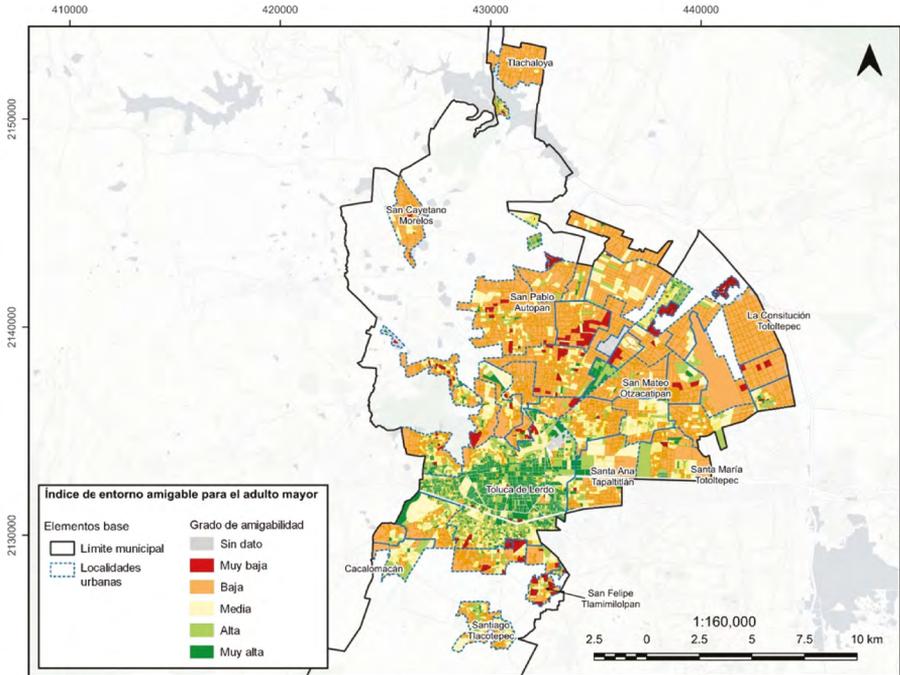
entorno, lo que se convierte en un área de oportunidad de la planeación urbana local.

Figura 8. Porcentaje de manzanas por grado del entorno amigable



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

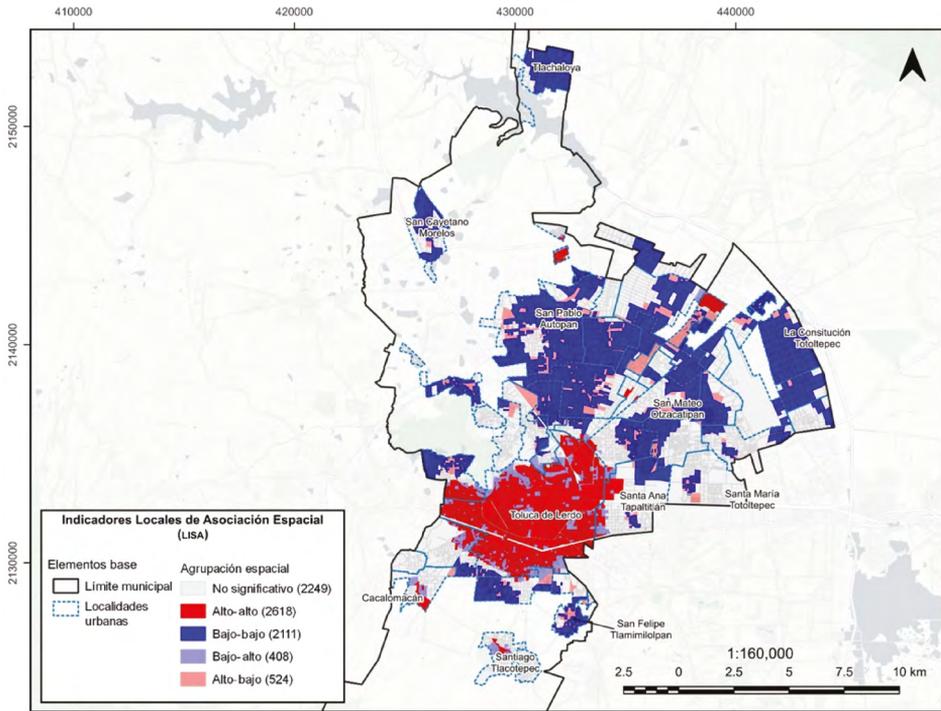
En la figura 9 se observa el comportamiento espacial del índice del entorno amigable. Las zonas de excelentes condiciones están presentes principalmente en la localidad de Toluca de Lerdo, de manera dispersa fuera del área delimitada por el Paseo Tollocan-Matlazincas. En contraste, localidades del norte del municipio como San Pablo Autopan, San Mateo Otzacatipan, Tlachaloya, La Constitución Totoltepec, San Cayetano, así como algunas porciones importantes en el municipio en la localidad de San Buenaventura son las que tiene condiciones de muy baja y baja amigabilidad. La imagen es muy evidente la prevalencia de una zona central donde se tienen las mejores condiciones de amigabilidad y una periferia donde persisten las desventajas de este indicador de entorno, con excepciones puntuales. Si bien la figura nos permite observar y analizar las condiciones del entorno, se aplicó la autocorrelación espacial para resaltar las áreas con mayores similitudes o diferencias de ese indicador.

Figura 9. Índice de entorno amigable para el adulto mayor, 2020

Nota: Mapa base de CartoDB. Fuente: elaboración propia con base en información del INEGI (2020).

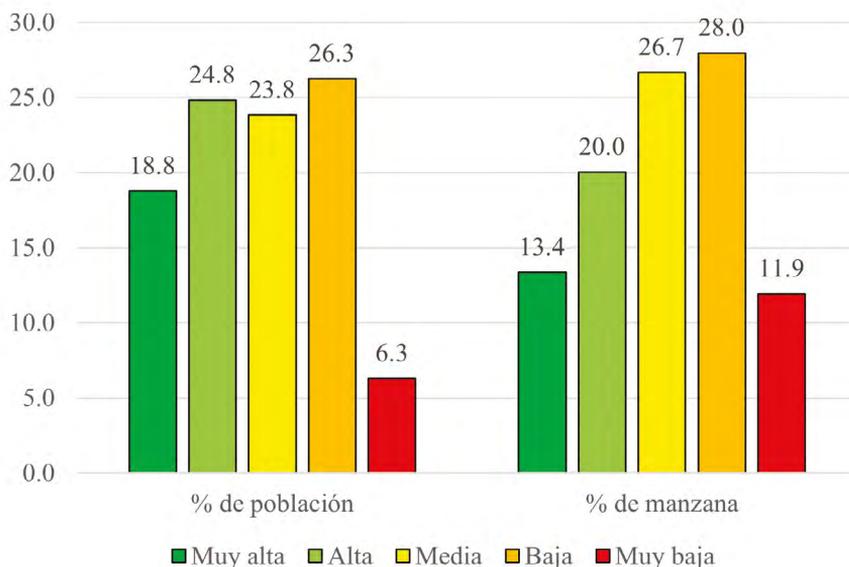
El análisis de autocorrelación espacial aplicado al índice del entorno amigable ha revelado patrones interesantes en la distribución. Con un índice global de Moran de 0.586, se observa una asociación espacial positiva moderada, lo que sugiere que las zonas con condiciones similares de amigabilidad tienden a agruparse espacialmente. Este suceso no se debe a una situación al azar, como lo confirma el p valor de 0.001 y un valor Z alto, de 272.83, que indica que el índice observado es totalmente distinto de lo que se esperaría de una distribución aleatoria.

El mapa del entorno amigable mostraba un grado de variabilidad de las condiciones urbanas apropiadas para el adulto mayor. Ahora, se identifica que hay una asociación de áreas con altos valores de amigabilidad que están situadas cerca unas de otras y lo mismo ocurre con las áreas de baja condición (véase figura 10). Esta distribución, además ser estadísticamente significativa, revela cómo las dinámicas urbanas influyen en la calidad del entorno.

Figura 10. Indicador de Autocorrelación Espacial Local de Moran

Nota: índice LISA elaborado con el software GeoDA, considerando valores del índice resumen del entorno amigable. Fuente: elaboración propia.

Las zonas con mayor amigabilidad del entorno se sitúan en Toluca de Lerdo, esta área al ser el centro de la ciudad suele recibir mayor inversión en infraestructura para facilitar los desplazamientos y el acceso a servicios urbanos. La constante atención y desarrollo en estas áreas favorecen la creación de entornos más amigables para la población flotante y residente de la zona. En contraste, las áreas con menos amigables se presentan en las localidades periféricas donde la infraestructura no ha sido priorizada. Los valores intermedios clasificados como “alto-bajo” en su mayoría, se tratan de fraccionamientos, donde es común observar que en el interior de estas urbanizaciones, se cuentan con los servicios suficientes, contrastando con el exterior, donde disminuyen estas condiciones.

Figura 11. Porcentajes de población y manzanas del índice de accesibilidad potencial

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

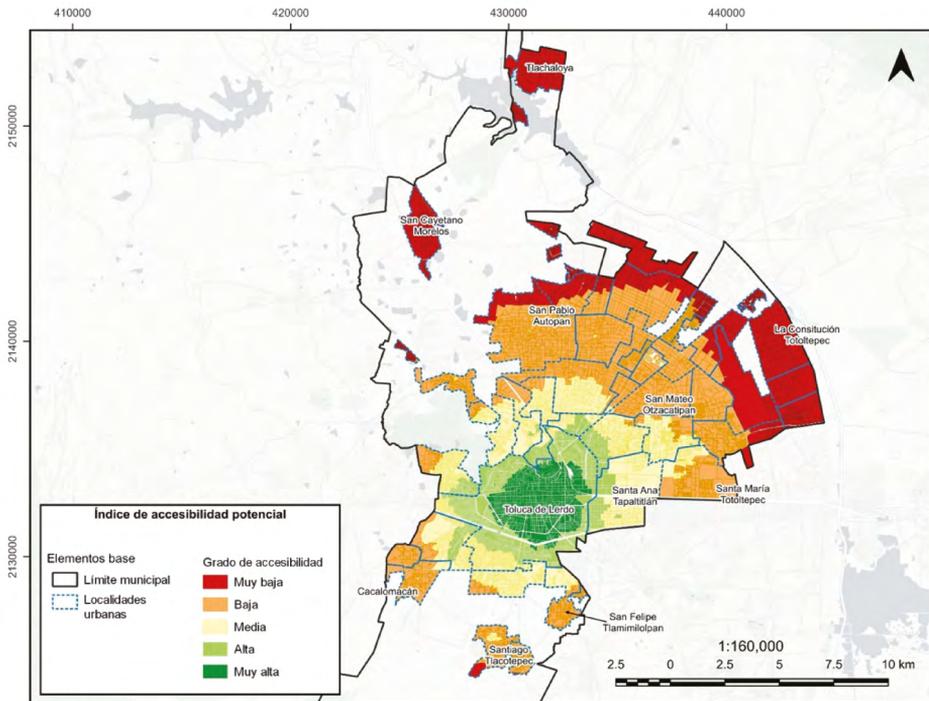
En conclusión, la autocorrelación espacial del índice del entorno amigable ofrece una comprensión más profunda de cómo la accesibilidad y el flujo de personas influyen en la calidad del entorno urbano. Este tipo de análisis es recomendable para orientar futuras intervenciones urbanas, que busquen equilibrar las condiciones del entorno amigable a través de la ciudad, en especial en áreas que actualmente están menos favorecidas.

En lo relativo al análisis de accesibilidad a servicios clave para la población mayor, la figura 11 nos demuestra que una de cada tres personas habita áreas de baja accesibilidad a los satisfactores seleccionados previamente. A manera de ejemplo, las zonas de alta inaccesibilidad cuentan con 1.51m² de áreas verdes por habitante, muy por debajo del estándar de la OMS de 9 m². En este caso, el 40% de las manzanas de la zona urbana se pueden considerar inaccesibles; mientras que el 33.4% presenta una excelente condición de servicios urbanos. Anteriormente se ha mencionado que el entorno urbano ha tenido mejores condiciones en el casco central de la ciudad, por el acceso a servicios y dotación de equipamiento presentes en la zona. Con la

figura 12 se verifica la información, Toluca de Lerdo es un área accesible y que este grado de accesibilidad disminuye hacia las periferias urbanas.

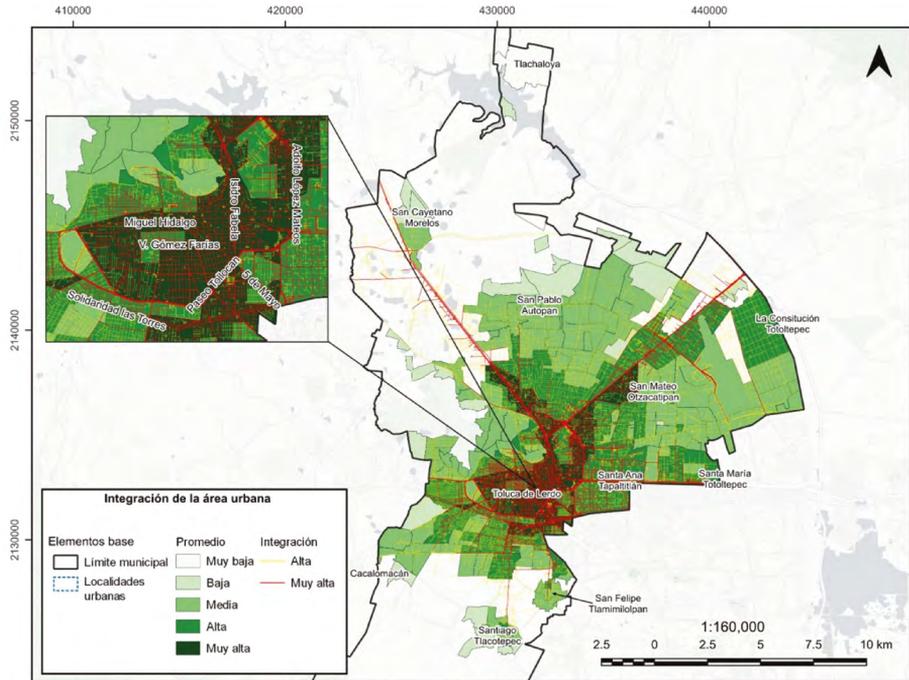
En resumen, el índice de accesibilidad demuestra que la ciudad de Toluca en un patrón claramente de centro-periferia en cuanto a oferta de actividades, servicios y equipamientos (Véase figura 14). Por lo tanto, los lugares a los cuales las personas mayores tendrán que recurrir son en estas áreas. Esto indica, que los subcentros urbanos de la ciudad no cuentan con todas las características necesarias para aproximar los servicios urbanos a distintas localidades.

Figura 12. Índice resumen de accesibilidad al sistema de servicios urbanos, 2020



Nota: mapa base de CartoDB. Fuente: elaboración propia con base en información del INEGI (2020).

Desde el punto de vista de la estructura urbana y como se señaló al inicio del capítulo, se utilizó el enfoque de análisis *space syntax* que permite a partir de la configuración de la red vial de la ciudad, determinar el nivel, de

Figura 13. Integración de la zona urbana de Toluca, 2020

Nota: clasificación por cortes naturales. Para mayor legibilidad de la información se clasificó de muy bajo a muy alto la información. Fuente: elaboración propia.

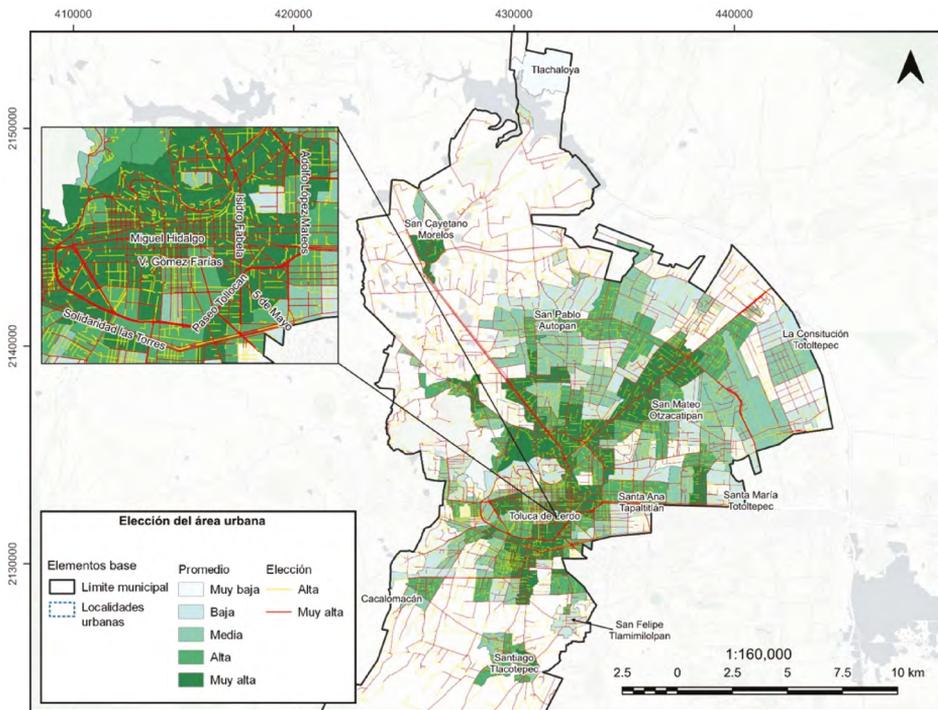
integración y conectividad de ésta. En este sentido, el análisis de integración de Toluca muestra que las vialidades del centro de la ciudad, como Paseo Tollocan, Isidro Fabela y Miguel Hidalgo, son las de mayor conectividad, es decir, son las que hacen más accesibles los desplazamientos al interior de la ciudad con respecto a todo el sistema, pero también propensas a la saturación en horas punta. En la figura 13, las zonas con verde más intenso son las más beneficiadas en este indicador, mientras que aquellas con una menor intensidad serían las zonas de menor integración. De esta forma, la red de calles conecta el centro de la ciudad a distintos puntos de las periferias urbanas; no obstante, áreas como Tlachaloya, más alejadas del centro, presentan muy baja integración por la ausencia de conexiones directas a la localidad.

Como recomendación, es importante que en estas vialidades se realicen estudios constantemente de sus condiciones para eficientar los tiempos de

traslados. También de realizar estudios de evaluación para implementar transporte público que permita optimizar los desplazamientos adecuados a las personas mayores. Para el caso de la localidad de Tlachaloya, es recomendable considerarla como de atención prioritaria, ya que no cuenta con condiciones favorables de amigabilidad y oportunidades de accesos a servicios fácilmente.

En cuanto al criterio de elección (*Choice*), que resalta las calles principales que conectan distintos puntos de la ciudad y que serían la elección principal de la población para sus desplazamientos, en el mapa se observa claramente las zonas de verde más oscuro como las de mayor preferencia de la población para la realización de sus desplazamientos, dado que en ellas se pueden realizar los viajes más largos. En contraste, tenemos las avenidas

Figura 14. Elección de movimiento de la zona urbana de Toluca, 2020



Nota: clasificación por cortes naturales. Para mayor legibilidad de la información se clasificó de muy bajo a muy alto la información. Fuente: elaboración propia.

secundarias, como Valentín Gómez Farías, que distribuyen el tránsito hacia las calles locales. Las zonas centrales tienen un mayor grado de elección, lo que indica que son preferidas para rutas cortas y rectas, por lo tanto, hay mayor saturación de tránsito. En cambio, las áreas con menor elección tienen menos conectividad y dependen de pocas vialidades principales, lo que podría requerir mejoras en la infraestructura vial para aumentar la accesibilidad (figura 14).

Conclusiones

El envejecimiento es el tema demográfico más importante de nuestro país, por lo que es urgente dar atención a los problemas que afectan la vida cotidiana de poco más de 1 de cada 10 mexicanos. Las políticas actuales orientadas a la atención de los adultos mayores deben trascender a las simples transferencias monetarias que aligeran y apoyan a la atención de las necesidades, no abonan a los retos como el simple hecho de buscar abastecerse, asistir a una consulta médica, cobrar una pensión, desplazarse por la ciudad con seguridad, por citar algunos ejemplos. La identificación de zonas de residencia de los adultos mayores y las condiciones relativas de vida son fundamentales para establecer acciones graduales que aseguren el bienestar de este grupo y de toda la población.

Los hallazgos de este trabajo se pueden resumir en la identificación de barreras urbanas que pueden afectar a los adultos mayores, referentes a las condiciones de la infraestructura urbana y la concentración de bienes y servicios en ciertas partes de la ciudad y que se traduce en la inaccesibilidad a los mismos. En este caso se devela una condición de mayores desventajas para los adultos mayores que residen en las zonas periféricas de la ciudad donde se conjunta la menor dotación de bienes y servicios demandados por este grupo de población, aunado a la configuración del sistema vial que refuerza el esquema monofuncional de la ciudad, de tal suerte que uno de cada 3 adultos mayores habita en condiciones desfavorables de accesibilidad y de falta de infraestructura que facilite su movilidad; por lo tanto, se puede establecer que el objetivo planteado al inicio se cumple satisfactoriamente.

Los resultados generados en la investigación son contundentes: de las 7 910 manzanas analizadas, 1 872 presentan condiciones poco amigables para el adulto mayor y con muy bajos y bajos niveles de accesibilidad a los servicios seleccionados. Por el nivel de desagregación de la información, fue posible la identificación de zonas muy específicas que pueden ser la base de una agenda de intervención urbana muy focalizada para mejorar las condiciones de vida de este grupo de población; de esta forma, se puede determinar que la localidad más afectada es San Pablo Autopan (al norte del municipio), donde el 12.8% de sus islas urbanas y el 15.3% de su población adulta mayor enfrentan estas condiciones; le sigue San Cristóbal Huichochitlán (localidad vecina de San Pablo), con un 4.5% de sus unidades urbanas afectadas y un 7.9% de su población mayor en esta situación; en tercer lugar, San Miguel Totoltepec presenta un 5.3% de bloques problemáticos, impactando al 6.9% de su población adulta mayor. Estos datos evidencian una fuerte desigualdad en la accesibilidad y calidad del entorno urbano para este grupo etario, por lo que residir en una zona específica de la ciudad, puede ser sinónimo de disfrutar una mayor o menor calidad de vida. En resumen, los índices del entorno amigable y accesibilidad propuestos en esta investigación nos arrojan resultados reveladores en la deficiencia de elementos urbanos e infraestructura que podría facilitar el desplazamiento de las personas mayores y que en la práctica identifican esas barreras que impone en entorno a este grupo de la población.

Ahora bien, para revertir los desafíos que traen consigo la inequidad de los entornos urbanos, se debe tomar en cuenta su complejidad. Bazant (2020) establece que, a causa del crecimiento urbano, las características urbanas implican una diferencia entre sí, cada asentamiento tiene una conectividad y movilidad diferente, por lo que las políticas urbanas que se deriven de este tipo de estudios deben de tomar en cuenta las particularidades del entorno, así como de un amplio consenso de la población residente para garantizar su éxito. Sin embargo, factores como los altos costos de implementación de proyectos masivos, las demandas ciudadanas en otras temáticas y los intereses políticos pueden dificultar la puesta en marcha de iniciativas para ciudades amigables con los adultos mayores. A pesar de ello, los estudios de caso previamente referenciados demuestran que es posible avanzar en esta temática cuando se fomenta la participación de diversos

sectores —incluyendo la academia y la sociedad civil— y cuando se diseñan estrategias adaptadas a las condiciones específicas de cada ciudad. En nuestro país ya existen ejemplos como Guadalajara, Aguascalientes, Tulum y Cancún que han instrumentado acciones de adaptación a la infraestructura urbana, así como acuerdos con prestadores de servicios y con la sociedad en general, tendientes a apoyar las necesidades de este creciente grupo de población, de estos ejemplos se tiene mucha información para aprender de sus experiencias (INAPAM, 2019).

Con relación a los fundamentos teóricos que se integran como innovación en este campo y que provienen del *Space Syntax*, los aportes de Hillier *et al.* (1993) sobre los movimientos naturales son observables para el caso de Toluca. Tras analizar la integración y elección angular del sistema vial, la configuración espacial interviene en la movilidad y la atractividad en ciertas partes de la zona urbana. De esta forma, la zona centro de la ciudad reporta una mejor conectividad, al igual que las posibilidades de elección de desplazamientos para llegar a distintos puntos de la ciudad. De igual forma que con el entorno y la accesibilidad, es posible identificar zonas de intervención tendientes a facilitar los desplazamientos dentro de la ciudad mediante la construcción de nuevas vialidades, la conexión de zonas poco articuladas donde sólo es posible llevar por una vía la ampliación y mejoramiento de algunas existentes.

Características poco amigables del entorno con el adulto mayor y la inaccesibilidad a los servicios son aspectos que deberán estar constantes en la agenda pública de la ciudad, pues la estructura urbana limita las condiciones de la población vulnerable. La situación se agrava aún más ante procesos como el envejecimiento demográfico que se registra cada vez más en las zonas periféricas de la ciudad replicando el proceso de expansión urbana de Toluca.

La metodología y los resultados expuestos en este capítulo pueden ser un insumo aplicable para los tomadores de decisiones en materia urbana, de vialidad y de transporte, dado que identifica, agrupa, cuantifica población y zonifica áreas de atención prioritarias que son la base para cualquier política pública. Esta investigación es completamente replicable y puede complementarse con estudios que involucren la observación de campo, aforos vehiculares y peatonales, encuestas y entrevistas dirigidas a los residentes,

así como estudios etnográficos con los cuales se trabaje con el adulto mayor, si fuera el caso.

El envejecimiento de la población en Toluca está ya manifestándose muy claramente y se espera que en el corto y mediano plazo la población aumente en este grupo de edad y exista un mayor número en las zonas colindantes a la del centro urbano, expandiéndose así hasta la periferia. También es evidente un proceso de envejecimiento que va de las colonias céntricas hacia las periferias, asociándose a otros procesos urbanos como la gentrificación, pues zonas que en un momento fueron habitadas por adultos mayores, están convirtiendo sus usos a comerciales o construcción de departamentos (Smith, 2012).

Esta transformación implica cambios en la dinámica urbana, así como en la identidad local, la oferta servicios y las modificaciones en la estructura demográfica, por lo que es recomendable profundizar en futuras investigaciones, cómo impactan las modificaciones urbanas en la calidad de vida de residentes actuales, si ocasiona desplazamientos voluntarios o forzosos, y cómo se abordan las necesidades de las partes interesadas en el desarrollo urbano sensible a la edad.

Como recomendación de acciones de intervención desde el urbanismo gerontológico, se propone la mejora del alumbrado público, la remodelación de cruces a nivel de calle o simplemente la existencia de banquetas que promuevan el confort y calidad urbana será beneficioso para las personas mayores. A manera de ejemplo, la Ciudad de México ha implementado distintas acciones para mejora de los desplazamientos peatonales, promoviendo ampliación de banquetas, cruces seguros, andadores, con lo cual es ciudad una referencia en motivar espacios públicos y la movilidad de las personas (SEDATU & GIZ, 2019; Welle *et al.*, 2015). Por otra parte, es prioridad la incorporación de sistemas de movilidad urbana que implemente nuevas opciones de desplazamiento en beneficio al transporte público, esto implica exigir mejoras en este transporte y su flota vehicular para que sea un transporte seguro para personas mayores.

Finalmente, en cuanto a las limitaciones de este estudio fueron la disponibilidad de datos, pues en la escala de trabajo no se cuenta con suficiente información desagregada a nivel manzana, de este grupo de población, como se hubiera deseado, por lo que se recurrió a solicitar información al

instituto correspondiente. En la revisión documental se identificaron ambigüedades en la información relativa a los equipamientos urbanos, lo que imposibilitó profundizar en esta temática con un análisis de accesibilidad a corta distancia para los adultos mayores.

Bibliografía

- Álvarez-Lobato, J. A., Trujillo, A., & Garrocho, C. F. (2018). Multifuncionalidad urbana y personas adultas mayores en el Área Metropolitana de la Ciudad de México. *Investigaciones Geográficas*, 96. <https://doi.org/10.14350/rig.59611>
- Aranda, J. M. (2000). *Conformación de la zona metropolitana de Toluca, 1960-1990* (1ª. ed.). Centro de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Bazant, J. (2020). *Micro urbanismo: Al rescate del peatón en los espacios urbanos* (1a. ed.). Editorial Trillas.
- Bello, W. (2013). Vulnerabilidad socio-demográfica de las personas de la tercera edad. Estudio de caso, centro histórico de La Habana. *Cuadernos Geográficos*, 52(1), 153–177. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/930/1104>
- Buzai, G. (2015). *Análisis espacial en Geografía de la Salud. Resoluciones con Sistemas de Información Geográfica* (1a. ed.). Lugar Editorial .
- Buzai, G., & Montes, E. J. (2021). *Estadística Espacial: fundamentos y aplicación con Sistemas de Información Geográfica*. Universidad Nacional de Luján. Instituto de Investigaciones Geográficas. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/161048>
- Campos, J. (2009). *La geografía de la marginación: enfoque conceptual y metodológico alternativo para el caso de México* [Tesis de doctorado]. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Campos, J. (2023). Adultos mayores y condiciones relativas de vida: el uso de indicadores espaciales para su focalización en la ZMCT 2020. En *Coloquio Ciudades amigables con los adultos mayores*. El Colegio Mexiquense A. C.
- Campos-Alanís, J., Ramírez-Sánchez, L. G., & Garrocho, C. (2020). Inclusión de la variable espacial en la medición de las condiciones relativas de vida en ciudades mexicanas. *Papeles de Población*, 26(103), 53–88. <https://doi.org/10.22185/24487147.2020.103.03>
- Cárdenas, G. (2021). Envejecer con el lugar. *Revista Planeo*, 46, 21–21. <https://doi.org/10.7764/PLAN.046.095>
- Cárdenas, G. (2022). Envejecer con el lugar: los retos de una ciudad que envejece. En J. Bautista Vergara & J. Delgado Campos (eds.), *Recuperar la ciudad hoy. Modelos urbanos: cuidados, salud, educación, bienestar y ocio: Vol. I* (PUEC-UNAM, pp. 30–66). Universidad Nacional Autónoma de México.

- Cardo, B. (2021). *El urbanismo gerontológico ante el reto del envejecimiento demográfico. El caso de Arganzuela* [Trabajo fin de grado]. Universidad Politécnica de Madrid.
- CEPAL. (2022). *Envejecimiento en América Latina y el Caribe: inclusión y derechos de las personas mayores (LC/CRE.5/3)*. www.issuu.com/publicacionescepal/stacks
- Cinderby, S., Cambridge, H., Attuyer, K., Bevan, M., Croucher, K., Gilroy, R., & Swallow, D. (2018). Co-designing Urban Living Solutions to Improve Older People's Mobility and Well-Being. *Journal of Urban Health*, 95(3), 409–422. <https://doi.org/10.1007/S11524-018-0232-Z/TABLES/3>
- Cortés-Topete, M. B., & Tavares-Martínez, R. A. (2022). Oportunidades de inclusión y bienestar de las personas mayores en sus vecindarios. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 37(2), 719–744. <https://doi.org/10.24201/edu.v37i2.2031>
- De la Rosa, J. J., & Castañeda, P. E. (2018). *Indicadores de satisfacción de la infraestructura peatonal en la perspectiva del espacio público saludable en la Ciudad de México* (J. Pablos, ed.; 1a. edición). Universidad Autónoma Metropolitana.
- Ducci, M. E. (1990). *Conceptos básicos de urbanismo*. Trillas.
- Florencio, G., & Real, J. (2019). Propuesta metodológica: Índice de Infraestructura Urbana para el diagnóstico urbanístico sobre el traslado de personas mayores de 60 años en tres AGEB de la Jurisdicción Sanitaria Magdalena Contreras. *Realidad, Datos y Espacio Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 11(1), 52–67. <https://rde.inegi.org.mx/wp-content/uploads/2020/02/RDE30.pdf>
- García de León, A. (1989). La metodología del valor índice medio. *Investigaciones Geográficas*, 19, 69–87. <https://doi.org/10.14350/RIG.58975>
- García-Valdez, M. T., Sánchez-González, D., & Román-Pérez, R. (2019). Envejecimiento y estrategias de adaptación a los entornos urbanos desde la gerontología ambiental. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 34(1), 101–128. <https://doi.org/10.24201/EDU.V34I1.1810>
- Garrocho, C., & Campos, J. (2016). *Segregación socioespacial de la población mayor. La dimensión desconocida del envejecimiento* (1a. ed.). El Colegio Mexiquense, A. C.
- Garrocho, C., & Vilchis, I. (2021). Las Age-Friendly cities facilitan la movilidad de los adultos mayores. *Korpus* 21, 21, 295–316. <https://doi.org/https://doi.org/10.22136/korpus21202135>
- Garza, G. (2010). La transformación urbana de México, 1970–2020. En G. Garza & M. Schteingart (Eds.), *Los grandes problemas de México: Vol. II* (1a. ed., pp. 31–87). El Colegio de México.
- Ham, R. (2010). Envejecimiento demográfico. En B. García & M. Ordorica (eds.), *Los grandes problemas de México: Vol. Vol. 1 Población* (1ª. ed., pp. 53–78). El Colegio de México.
- Herce, M. (2009). *Sobre la movilidad en la ciudad: propuestas para recuperar un derecho ciudadano* (1a. ed.). Editorial Reverté.
- Hillier, B., Penn, A., Hanson, J., Grajewski, T., & Xu, J. (1993). Natural movement: or, configuration and attraction in urban pedestrian movement. *Environment & Planning B: Planning & Design*, 20(1), 29–66. <https://doi.org/10.1068/b200029>

- Hoyos-Castillo, G., & Camacho-Ramírez, M. D. (2010). Vialidad Paseo Tolloca en la Ciudad de Toluca. *Quivera Revista de Estudios Territoriales*, 12(2), 221–247.
- Huenchan, S. (2021). *Indicadores sobre envejecimiento y personas mayores en Centroamérica, México y el Caribe hispano*. www.cepal.org/apps
- Instituto Nacional de las Personas Adultas Mayores (INAPAM) (2019). Ciudades amigables con las personas mayores. <https://www.gob.mx/inapam/articulos/ciudades-amigables-con-las-personas-mayores?idiom=es#:~:text=En%20Quintana%20Roo%2C%20se%20est%C3%A1,personas%20mayores%20que%20las%20j%C3%B3venes>.
- INEGI. (2021). *Características del entorno urbano 2020. Síntesis metodológica y conceptual*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825199425.pdf
- Koohsari, M. J., Owen, N., Cerin, E., Giles-Corti, B., & Sugiyama, T. (2016). Walkability and walking for transport: Characterizing the built environment using space syntax. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s12966-016-0448-9>
- Liévanos, J. (2016). *El papel del Centro Histórico de Toluca como centralidad en la Zona Metropolitana de Toluca desde una perspectiva histórica* [tesis de maestría]. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Marzo, R. R., Khanal, P., Shrestha, S., Mohan, D., Myint, P. K., & Su, T. T. (2023). Determinants of active aging and quality of life among older adults: systematic review. *Frontiers in Public Health*, 11, 1193789. <https://doi.org/10.3389/FPUH.2023.1193789/BIBTEX>
- Mesillas, M. I. (2021). *Bienestar y vejez: un análisis espacial de la Zona Metropolitana de Toluca* [tesis de maestría]. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Miralles-Guasch, C. (2002). *Ciudad y transporte. El binomio imperfecto*. Ariel Geografía.
- Montejano-Escamilla, J. A., Caudillo-Cos, C. A., & Ávila-Jiménez, F. G. (2023). Expansión y crecimiento urbanos en México, 1975-2020. *región y sociedad*, 35, e1734. <https://doi.org/10.22198/rys2023/35/1734>
- Montoya, J., & Montes de Oca, H. (2006). Envejecimiento poblacional en el Estado de México: situación actual y perspectivas futuras. *Papeles de Población*, 12(50), 117–146. <https://rppoblacion.uaemex.mx/article/view/8651>
- Narváez-Montoya, O. L. (2012). Envejecimiento demográfico y requerimientos de equipamiento urbano: hacia un urbanismo gerontológico. *Papeles de Población*, 18(74). <https://rppoblacion.uaemex.mx/article/view/8416>
- Organización Mundial de la Salud (OMS) (2007). *Ciudades Globales Amigables con los Mayores: una Guía*. <https://iris.who.int/handle/10665/43805>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2018). La Red Mundial de Ciudades y Comunidades Adaptadas a las Personas Mayores. <https://www.who.int/es/publications/i/item/WHO-FWC-ALC-18.4>
- Paranaíba, A. (2018). Praxeology and Space Syntax: *MISES: Interdisciplinary Journal of Philosophy, Law and Economics*, 6(2). <https://doi.org/10.30800/MISES.2018.V6.565>

- Pereira, R. H. M., & Herszenhut, D. (2023). *Introduction to urban accessibility: a practical guide with R* (First). Ipea - Institute of Applied Economic Research. <https://doi.org/http://dx.doi.org/9786556350653>
- Pérez, R., & Viramontes, L. Y. (2022). El papel de la banqueta en la vida social urbana. En G. Capron, J. Monnet, & R. Pérez (eds.), *Banquetas: el orden híbrido de las aceras en la Ciudad de México y su área metropolitana* (1a. ed., pp. 187–214). Universidad Autónoma Metropolitana.
- Reyes, R. C. y M., & Cárdenas, J. (2018). *Ingeniería de tránsito. Fundamentos y aplicaciones*.
- Reyes, V., Suárez, M., & Delgado, J. (2019). *La Merced: movilidad y flujos de personas en un mercado popular antiguo* (1a. ed.). Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad.
- Rivera, J., & González, I. de L. (2024). Desigualdad en salud en los entornos urbanos: construcción de los estilos de vida en el envejecimiento. En G. Cárdenas & G. Villagómez (Eds.), *Envejecer en el lugar. Vejez y territorios con sentido* (1a. edición, pp. 87–114). Universidad del Caribe. <https://www.researchgate.net/publication/378741778>
- Rogers, W. A., Ramadhani, W. A., & Harris, M. T. (2020). Defining Aging in Place: The Intersectionality of Space, Person, and Time. *Innovation in Aging*, 4(4), 1–11. <https://doi.org/10.1093/GERONI/IGAA036>
- Sánchez, D. (2007). Envejecimiento demográfico urbano y sus repercusiones socioespaciales en México: retos de la planeación gerontológica. *Revista de geografía Norte Grande*, 38, 45–61. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022007000200003>
- SEDATU, & GIZ. (2019). *Ciudades para la movilidad: Mejores prácticas en México*. <https://www.gob.mx/sedatu>
- Smith, N. (2012). La nueva frontera urbana. Ciudad revanchista y gentrificación. Madrid. Traficantes de sueños. Mapas.
- Sobrino, J. (1995). Funciones económicas predominantes del sistema metropolitano de México. En C. Garrocho & J. Sobrino (eds.), *Sistemas metropolitanos: nuevos enfoques y prospectiva* (1ª. Ed., pp. 245–270). El Colegio Mexiquense A. C: Sedesol.
- Spijker, J. (2023). El futuro del envejecimiento en América Latina y el Caribe: nuevas perspectivas metodológicas. *Papeles de población*, 28(114), 15–38. <https://doi.org/10.22185/24487147.2022.114.27>
- Trujillo, A., Álvarez, J. A., & Garrocho, C. (2022). Índice de multifuncionalidad urbana y local para personas adultas mayores en zonas metropolitanas de México: concepto, método y aplicación. *Decumanus*, 9(9), 1–22. <https://doi.org/10.20983/DECU-MANUS.2022.2.3>
- Unikel, L. (1976). *El desarrollo urbano de México, Diagnóstico e implicaciones futuras* (2a. ed.). El Colegio de México.
- Welle, B., Qingnan, L., Li, W., Adiazola-Steil, C., Sarmiento, C., & Obelheiro, M. (2015). *Ciudades más seguras mediante el diseño. Lineamientos y ejemplos para promover la seguridad vial mediante el diseño urbano y vial*.
- WHO. (2002). *ACTIVE AGEING: A POLICY FRAMEWORK Active Ageing*. <https://iris.who.int/handle/10665/67215>

- Yamu, C., van Nes, A., & Garau, C. (2021). Bill Hillier's Legacy: space syntax—A Synopsis of Basic Concepts, Measures, and Empirical Application. *Sustainability* 2021, Vol. 13, Page 3394, 13(6), 3394. <https://doi.org/10.3390/SU13063394>
- Zoido, F., Benayas, S. de la V., Morales, G., Mas, R., & Lois, R. (2000). *Diccionario de geografía urbana, urbanismo y ordenación del territorio* (1a. ed.). Ariel, S. A.

