



**El Colegio
de la Frontera
Norte**



**"RELACIÓN ENTRE CAMINABILIDAD FÍSICA Y
PERCIBIDA EN TIJUANA, MÉXICO"**

Tesis presentada por

Fernando Tena Gutierrez

para obtener el grado de

**MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN
INTEGRAL DEL AMBIENTE**

Tijuana, B. C., México
2018

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Directora de Tesis:

_____ **Dra. Lina Ojeda Revah**

Aprobada por el Jurado Examinador:

1. _____

2. _____

3. _____

Dedicatoria

A dos mujeres que han servido siempre de ejemplo e inspiración

Mis abuelitas Seve y Pera

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) que gracias al apoyo brindado en estos dos años hizo posible la realización de esta etapa académica y, principalmente, a los y las mexicanas cuyas contribuciones hacen posible el desarrollo científico del país.

Al Colegio de la Frontera Norte y al Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada por brindarme la oportunidad de ingresar al programa y otorgarme las herramientas para la realización de este trabajo.

Al proyecto CONACYT PDCPN2015-482 de “Espacios públicos y actividad física en ciudades del norte de México” y sus coordinadoras por brindarme la oportunidad de incorporar mi trabajo en sus actividades y facilitarme el acceso a la encuesta que forma parte medular de esta investigación.

A la Dra. Lina Ojeda que siempre me brindó su tiempo y lógica científica, pero sobre todo su paciencia y comprensión durante estos dos años. Mi gratitud hacia ella trasciende los límites de esta investigación.

A la Dra. Ietza Bojórquez por su tiempo, paciencia y sus grandes aportes metodológicos que fueron fundamentales en este trabajo, pero ante todo, por la confianza depositada en mí.

Al Dr. Francisco Lara por sus valiosos comentarios a este trabajo y por haber aceptado formar parte de mi comité de tesis.

A las y los docentes de MAIA, en especial a los doctores Roberto Sánchez, Luis Vera, Rigoberto García, Ricardo Santés y las doctoras Nora Bringas y Gabriela Muñoz, por sus conocimientos, apoyo y gran trato durante la maestría.

A la generación MAIA 2016-18, quienes siempre brindaron risas y apoyo y cuyas discusiones en clases fueron sumamente enriquecedoras. Me llevo 13 grandes amistades. En especial agradezco a mis roomies Alberto y Estefanía por hacer de nuestro hogar un lugar tan agradable.

A las grandes amistades que me llevo de esta etapa, principalmente a Luz Helena por su enorme cariño y quien junto a Andre, Alan y Flor se convirtieron en mi familia Tijuanaense. A la familia Rodríguez Montiel que me abrió sus puertas al llegar aquí. A Azucena, que se volvió mi cómplice en el último semestre. A Nohora que batalló mucho en mi histeria de fin de maestría, pero siempre estuvo ahí. Feli, Sofi, Jazz, Meli, Ileana, Manu, Christian Ángeles, Alejandrina, Jhony, Zepahua, Eli, Pato, Jerry, Quetzalli, los Na zdrowie, Goyo, Christian Robles, Margarito, Ángeles, Yaz, Karla Haro, Saraí, Carlos Vázquez y más personas que siempre me apoyaron con su amistad.

A mis amistades que desde la distancia siempre me apoyaron: Anita, Auri, Tania, MaryPaz, los bioquímicos, la Bukiporra, los excofianos, los amigos peatones, etc.

Final y principalmente, a mi familia, que siempre estuvieron al pendiente de mí. Los quiero mucho.

Resumen

La caminabilidad es un concepto que ha cobrado relevancia en el marco de la sustentabilidad urbana como alternativa de desarrollo más equitativa y con menores afectaciones al medio ambiente. Este concepto promueve la adopción de nuevas políticas de movilidad urbana sustentable, en donde el peatón debe tener prioridad sobre las demás formas de transporte. Ello requiere una ciudad que provea un entorno en el que caminar sea una actividad útil, segura, agradable e interesante. El objetivo del presente trabajo es determinar si la ciudad de Tijuana cuenta con las características físicas para promover la caminabilidad y, a su vez, observar si guarda relación con la percepción que la población tiene de su entorno. Para ello se creó un índice de caminabilidad física que evalúa la diversidad de servicios y comercios que puedan atraer los viajes de peatones, la existencia de equipamiento peatonal y la topografía de la ciudad. Este índice se contrastó con una encuesta sobre la percepción que tienen las personas en cuanto a la proximidad a diversos destinos, lo agradable que resultan sus colonias para caminar y la inseguridad. Los resultados muestran una ciudad diversa, pero con infraestructura peatonal deficiente, principalmente en zonas de topografía accidentada donde se asienta la población más pobre. La población percibe una ciudad insegura con infraestructura deficiente en algunas zonas de la ciudad. Esta percepción presenta una correlación positiva débil con la caminabilidad física.

Palabras clave: Caminabilidad, Movilidad Urbana Sustentable, Caminabilidad Percibida, Tijuana

Abstract

Walkability is a concept that has become stronger in urban sustainability's framework as an alternative for more equitable development and less environmental impacts. This concept promotes adoption of new sustainable urban mobility policies, where the pedestrian must have priority over other forms of transport. This requires a city that provides an environment in which walking became a useful, safe, enjoyable and interesting activity. The aim of this paper is to determine if the city of Tijuana has the physical characteristics to promote walkability and if it is related to people's perception of their environment. To this end, a physical walkability index was created to evaluate diversity of services and businesses that may attract pedestrian trips, the existence of walking equipment and topography of the city. It was contrasted with a survey on people's perception about the proximity to different destinations, how pleasant their colonies are for walking and insecurity. The results show a diverse city, but with poor pedestrian infrastructure, mainly in areas of rugged topography where the poorest population sits. The population perceives an unsafe city with poor infrastructure in some areas of the city. This perception has a weak positive correlation with physical walkability.

Keywords: Walkability, Sustainable Urban Mobility, Perceived Walkability, Tijuana

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 Pregunta de Investigación..... | 3 |
| 1.2 Objetivo General..... | 3 |
| 1.3 Objetivos Particulares..... | 3 |
| 1.4 Justificación..... | 3 |
| 1.5 Hipótesis..... | 5 |
| 1.6 Organización de la Tesis..... | 5 |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL | 7 |
| 2.1 El Desarrollo Sustentable | 7 |
| 2.2 La Planeación Urbana..... | 8 |
| 2.3 Convergencia de la Agenda Urbana y el Desarrollo Sustentable..... | 11 |
| 2.4 Sustentabilidad Urbana..... | 16 |
| 2.5 Corrientes de Planeación Urbana Actuales | 19 |
| 2.6 Caminabilidad..... | 21 |
| 2.7 Enfoques Metodológicos para Estudiar la Caminabilidad | 23 |
| 2.8 Dimensiones y Elementos de la Caminabilidad | 24 |
| 2.9 Operacionalización de la Caminabilidad..... | 28 |
| CAPÍTULO III. MARCO CONTEXTUAL | 32 |
| 3.1 Área de Estudio | 32 |
| 3.1.1 Características Físicas..... | 32 |
| 3.1.2 Características Demográficas | 34 |
| 3.1.3 Infraestructura, Equipamiento y Servicios Urbanos..... | 36 |
| CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA | 40 |
| 4.1 Caminabilidad Física | 40 |
| 4.1.1 Complejidad Urbana..... | 42 |
| 4.1.2 Equipamiento Urbano..... | 45 |
| 4.1.3 Topografía | 48 |
| 4.1.4 Índice de Caminabilidad Física | 50 |
| 4.2 Caminabilidad Percibida..... | 51 |
| 4.3 Comparación entre la Caminabilidad Física y la Percibida..... | 53 |
| CAPÍTULO V. RESULTADOS | 54 |
| 5.1 Caminabilidad Física | 54 |
| 5.1.1 Complejidad Urbana..... | 54 |
| 5.1.2 Equipamiento Peatonal | 58 |
| 5.1.3 Topografía | 60 |
| 5.1.4 Correlaciones entre los Componentes de la Caminabilidad Física | 62 |
| 5.1.5 Índice de Caminabilidad Física | 63 |
| 5.2 Caminabilidad Percibida..... | 65 |
| 5.2.1 Muestra de la Encuesta de Espacio Público y Actividad Física..... | 65 |
| 5.2.2 Variables de Caminabilidad Percibida | 66 |
| 5.2.3 Índice de Percepción del Equipamiento Peatonal..... | 68 |
| 5.2.4 Índice de Proximidad a Servicios | 69 |
| 5.2.5 Índice de Proximidad al Abasto..... | 69 |
| 5.2.6 Índice de Proximidad al Recreo..... | 70 |
| 5.2.7 Índice de Inseguridad Peatonal..... | 71 |
| 5.3 Índice de Caminabilidad Percibida..... | 72 |

| | | |
|-----|---|----|
| 5.4 | Correlaciones entre la Caminabilidad Física y Percibida..... | 73 |
| 5.5 | Discrepancia entre Índices de Caminabilidad Física y Percibida..... | 75 |
| | CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | 80 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 85 |
| | ANEXOS | i |

Índice de mapas

| | |
|--|----|
| Mapa III-1a y b. Localización del área de estudio | 33 |
| Mapa V-1. Zonas de la ciudad de Tijuana..... | 54 |
| Mapa V-2. Distribución espacial de la riqueza de actividades económicas por AGEB | 56 |
| Mapa V-3. Distribución espacial del índice de complejidad urbana por AGEB | 57 |
| Mapa V-4. Distribución espacial del índice de equipamiento peatonal por AGEB | 60 |
| Mapa V-5. Distribución espacial del índice de fricción de pendiente por AGEB | 61 |
| Mapa V-6. Distribución espacial del índice de caminabilidad física por AGEB | 64 |
| Mapa V-7. Muestra de AGEB encuestadas | 66 |
| Mapa V-8. Índice de Percepción del Equipamiento Peonatoal | 68 |
| Mapa V-9. Índice de Proximidad a Servicios..... | 69 |
| Mapa V-10. Índice de Proximidad al Abasto | 70 |
| Mapa V-11. Índice de Proximidad al Recreo | 71 |
| Mapa V-12. Índice de Inseguridad Peonatoal | 72 |
| Mapa V-13. Índice de caminabilidad percibida..... | 73 |
| Mapa 0-1. Cobertura espacial de las señalizaciones del nombre de la vialidad..... | ix |
| Mapa 0-2. Cobertura espacial del alumbrado público..... | ix |
| Mapa 0-3. Cobertura espacial de banquetas | x |
| Mapa 0-4. Cobertura espacial de guarniciones..... | x |
| Mapa 0-5. Cobertura espacial de arbolado | xi |
| Mapa 0-7. Cobertura espacial de rampas para sillas de ruedas | xi |

Índice de cuadros

| | |
|--|----|
| Cuadro II.1. Elementos que conforman las dimensiones de la caminabilidad | 28 |
| Cuadro II.2. Ejemplos de índices para medir la caminabilidad..... | 29 |
| Cuadro III.1. Población y densidad por delegación..... | 35 |
| Cuadro IV.1. Destinos considerados para la elaboración del índice de complejidad urbana.... | 43 |
| Cuadro IV.2 Variables y unidad de observación del ceu2014 | 46 |
| Cuadro IV.3. Ponderación de la pendiente | 49 |
| Cuadro IV.4. Preguntas seleccionadas de la encuesta EPAF | 52 |
| Cuadro IV.5. Prueba de KMO y Bartlett..... | 52 |
| Cuadro V.1. Número de destinos potenciales por categoría y presencia por AGEB | 55 |
| Cuadro V.2. Presencia de equipamiento en las AGEB..... | 59 |
| Cuadro V.3 Correlaciones bivariadas entre los componentes de la caminabilidad física | 63 |
| Cuadro V.4. Correlación espacial y agrupación de valores altos/bajos | 65 |
| Cuadro V.5. Matriz de componente rotado | 67 |
| Cuadro V.6. Correlación entre caminabilidad física y percibida | 73 |
| Cuadro V.7. Correlación entre caminabilidad física y componentes de la caminabilidad percibida | 74 |
| Cuadro V.8. Correlación entre caminabilidad percibida y componentes de la caminabilidad física | 74 |

| | |
|---|----|
| Cuadro V.9. Correlación entre componentes de la caminabilidad física y componentes de la caminabilidad percibida..... | 75 |
| Cuadro V.10. Comparativo de la discrepancia entre indicadores de caminabilidad en función de la edad..... | 78 |
| Cuadro V.11. Correlación del índice de nivel socioeconómico y las variables de caminabilidad | 79 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura II.1. Evolución y vinculación de la agenda ambiental y urbana | 12 |
| Figura II.2. Pirámide de Jerarquía de la Movilidad Urbana | 19 |
| Figura II.3. Descripción general de las principales narrativas urbanas..... | 21 |
| Figura III.1. Crecimiento demográfico en Tijuana..... | 35 |
| Figura III.2. Distribución de las modalidades de transporte público..... | 37 |
| Figura III.3 a. Inversión pública por tipo de infraestructura | 38 |
| Figura IV.1. Síntesis metodológica | 41 |
| Figura IV.2. Estructura del SCIAN México 2013. | 44 |
| Figura IV.3. Elementos de un frente de manzana..... | 46 |
| Figura V.1. Distribución estadística de la riqueza de comercios y servicios por AGEB | 57 |
| Figura V.2. Distribución estadística de la complejidad urbana por AGEB | 58 |
| Figura V.3. Distribución estadística del índice de equipamiento peatonal | 60 |
| Figura V.4. Distribución estadística del índice de fricción de pendiente | 62 |
| Figura V.5. Distribución estadística del índice de caminabilidad física | 64 |
| Figura V.6 Comparativo de la discrepancia entre indicadores de caminabilidad en función del grado de marginación urbana | 76 |
| Figura V.7 Comparativo de la discrepancia entre indicadores de caminabilidad en función del nivel de escolaridad | 76 |
| Figura V.8. Comparativo de la discrepancia entre indicadores de caminabilidad en función del sexo..... | 77 |
| Figura V.9. Comparativo de la discrepancia entre indicadores de caminabilidad en función del medio de transporte más usado..... | 77 |

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

A partir de la década pasada, la población mundial se volvió predominantemente urbana (Ahern, 2011; UN-DESA-PD, 2015). En América Latina, la población urbana alcanzó el 80% en 2010 (ONU Habitat, 2012), y una parte importante de dicha población se encuentra establecida en asentamientos irregulares, con poca planeación y falta de infraestructura (UN Habitat, 2013).

El crecimiento de las ciudades se ha dado principalmente de forma difusa, con baja densidad y con usos de suelo mono-funcionales y desvinculados entre ellos (Seto, Sánchez-Rodríguez, & Fragkias, 2010). Este tipo de desarrollo genera altos costos de mantenimiento de las redes de transporte e incrementa las distancias para trasladarse dentro de la ciudad, lo que promueve el uso del automóvil particular (Ewing, Meakins, Hamidi, & Nelson, 2014; Medina, 2012; Pradilla, 2011; Silsbe & Prasetyoadi, 2011). Esto repercute en una disminución en la demanda de transporte público y del nivel de servicio, por lo que los recursos públicos comienzan a destinarse al mantenimiento y expansión de vialidades (Silsbe & Prasetyoadi, 2011) estimulando la transformación de espacios públicos y áreas verdes en infraestructura para la circulación y aparcamiento de automóviles (Lefebvre, 2013).

El aumento de las distancias urbanas y la creciente construcción de infraestructura para el automóvil se asocia con la problemática de provisión y mantenimiento de infraestructura peatonal y con la distribución de espacios para fomentar el acceso de la población a la oferta de bienes y servicios, disminuyendo la calidad y cantidad de los entornos peatonales, elementos que forman parte de lo que se ha conceptualizado como caminabilidad (Medina, 2012; Silsbe & Prasetyoadi, 2011).

Adicionalmente, la dependencia de ciertos sectores de la población al uso del automóvil, ha propiciado diversas complicaciones para todos los habitantes, pues está relacionada con problemas de mala calidad del aire y sedentarismo con consecuencias serias en la salud de la población como enfermedades de las vías respiratorias o propensión a sufrir de obesidad, diabetes o hipertensión y los costos públicos asociados a estos (Adlakha, Hipp, & Brownson, 2016; Ewing et al., 2014; Frank, Andresen, & Schmid, 2004; Pucher & Dijkstra, 2003).

Por otra parte, se ha observado que cuando la población percibe un entorno como caminable se generan diversas externalidades positivas, como el incremento de actividad física de la población, mayor sustentabilidad social (Rogers, Gardner, & Carlson, 2013; Rogers, Halstead, Gardner, & Carlson, 2011) por el aumento de contacto entre vecinos y mayor seguridad real y percibida, (Jacobs, 1973), entre otras.

Por lo anterior, la caminabilidad ha cobrado importancia desde diversas disciplinas como el urbanismo, las ciencias de la salud, la arquitectura, la sociología, la ingeniería del transporte, las ciencias ambientales, entre otras; pues es necesario identificar los elementos físicos de la ciudad que facilitan los desplazamientos peatonales, así como entender cómo éstos son percibidos por los distintos grupos de población para poder crear espacios caminables incluyentes.

En el caso de la ciudad de Tijuana en Baja California, México, el crecimiento de la ciudad ha presentado una proliferación asentamientos irregulares en zonas poco aptas para la urbanización, debido principalmente a su topografía (Alegría & Ordoñez, 2005; Bringas-Rábago & Sánchez-Rodríguez, 2006). Además, las políticas de vivienda nacionales y la falta de planeación han provocado una expansión urbana que dificulta los entornos caminables (Fuentes & Hernández, 2009), entre otras cosas, por la falta de infraestructura peatonal como banquetas e iluminación (González, 2013).

Bajo esta visión, se considera pertinente realizar una evaluación de las condiciones de caminabilidad en términos del acceso a servicios y comercios, la existencia de infraestructura y la topografía para la ciudad de Tijuana, e identificar espacialmente qué sitios ofertan mejores espacios caminables. Además, es necesario observar la forma en que la población percibe este entorno y contrastarlo con las mediciones objetivas, para poder comprender qué elementos contribuyen más a la caminabilidad de acuerdo a las diferentes características de la población.

1.1 Pregunta de Investigación

¿Qué correspondencia existe entre la medición objetiva de la caminabilidad de los entornos de barrio en la ciudad de Tijuana y la percepción de los residentes sobre la accesibilidad, seguridad y cualidad estética de los mismos?

1.2 Objetivo General

Determinar la relación existente entre la caminabilidad física y percibida en la ciudad de Tijuana.

1.3 Objetivos Particulares

- Formular, estimar y analizar un índice de caminabilidad física medido de forma objetiva, a partir de información sobre la oferta de comercios o servicios atractores de viajes, el equipamiento urbano básico para la movilidad peatonal y la topografía.
- Determinar la percepción de la población acerca de la caminabilidad de sus colonias.
- Analizar la relación entre la caminabilidad física y la percibida de Tijuana.

1.4 Justificación

Tijuana, como parte de la Zona Metropolitana de Tijuana, Tecate y Playas de Rosarito (ZMTTR) ha presentado un crecimiento acelerado con una dependencia muy arraigada al uso del automóvil que puede constatarse en el hecho de que tiene una de las mayores tasas de motorización entre las principales metrópolis mexicanas, con un auto por cada tres habitantes (ONU-Hábitat, 2015).

Entre las consecuencias de esta movilidad basada en el uso exacerbado del automóvil privado se puede destacar las emisiones de gases de efecto invernadero atribuidas a los vehículos automotores, en donde Tijuana emitió 2,622,221 toneladas de CO_{2e} durante el 2015, que representan el 1.51 por ciento de las emisiones reportadas para fuentes móviles de autotransporte

no carreteras a nivel nacional en el 2013 (Dominguez, 2016). Esto cobra mayor relevancia cuando se toma en cuenta que la existencia y calidad de parques y áreas verdes en el interior de la ciudad es muy limitada para ayudar a contrarrestar estos efectos contaminantes (Dominguez, 2016; Huizar & Ojeda-Revah, 2014).

El rápido crecimiento de la ciudad en las últimas décadas, ha sobrepasado la capacidad de las autoridades para dotar de servicios y propiciado una urbanización incompleta (Sánchez, 2011). En la ciudad se ha priorizado la inversión en infraestructura para la construcción y mantenimiento de vialidades y otras obras que benefician a los automóviles, con pocos recursos para infraestructura peatonal o ciclista (ITDP, 2016). Esto conlleva a tener una cobertura de banquetas y alumbrado público deficiente (González, 2013).

Por otra parte, la dependencia del uso del automóvil y la falta de espacios peatonales han contribuido al establecimiento de un modo de vida más sedentario, lo que no favorece la resolución de los diversos problemas de salud pública presentes en la región como la prevalencia de obesidad en niños, niñas (Menchaca-Martín & Zonana-Nacach, 2006) y adultos (Jiménez-Cruz & Bacardí-Gascón, 2015) así como enfermedades crónico degenerativas.

La pertinencia de este trabajo reside en conocer la relación que puede darse entre elementos del entorno físico de una ciudad como Tijuana, y la percepción que tiene la población sobre las calles de sus colonias para identificar qué elementos y características pueden ayudar a fomentar la caminabilidad y favorecer la adopción de las calles como espacios públicos de convivencia y movilidad peatonal como alternativa a la movilidad en automóvil.

Esta información puede ser relevante para el diseño e implementación de políticas públicas para la movilidad urbana sustentable, que permitan la promoción de la actividad física, el rescate de los espacios públicos y el mejoramiento de la imagen urbana. Además, contribuye con una metodología, en su componente de medición objetiva, que puede ser fácilmente replicable en el resto de las ciudades mexicanas, pues las fuentes de información son públicas y de libre acceso.

1.5 Hipótesis

Las características del entorno construido presentan una correlación positiva con la percepción de espacios caminables por la población, donde sitios con una amplia diversidad de comercios y servicios son percibidos como sitios con servicios cercanos y accesibles a través de un viaje caminando. Asimismo, la presencia de elementos de infraestructura peatonal como banquetas, iluminación, arbolado, entre otros, contribuyen a generar la percepción de espacios agradables y seguros en donde las personas se sienten atraídas para realizar paseos o transportarse a sus destinos a través de medios no motorizados. Finalmente, la topografía accidentada es una barrera que dificulta la movilidad y evita que la población considere un sitio atractivo para caminar.

1.6 Organización de la Tesis

El presente trabajo está organizado en seis capítulos. En el siguiente capítulo se presentan los elementos teóricos de la planeación urbana enmarcada en un esquema de sustentabilidad. Se exploran aspectos del concepto de desarrollo sustentable y cómo éste se ha insertado en la temática urbana a través de diversos modelos y corrientes urbanísticas, entre las que destaca la sustentabilidad urbana y la caminabilidad como un esquema para promover la equidad social, el crecimiento económico local y una alternativa ambientalmente deseable de movilidad dentro de las ciudades. Se abordan los distintos elementos que contribuyen a generar la caminabilidad y qué métodos se han usado para medirla.

En el tercer capítulo se delimita el área de estudio y se mencionan las características básicas de la ciudad de Tijuana, principalmente aquellas relativas a la topografía, y los servicios públicos que se pueden relacionar con la caminabilidad, como el transporte público, la iluminación y otra infraestructura peatonal.

El cuarto capítulo contiene una descripción de la metodología utilizada, en donde se agrupan los métodos objetivos utilizados para la medición de los aspectos físicos que propician los entornos caminables, así como las fuentes de información utilizadas y su procesamiento.

Además, se muestra el procesamiento de la información subjetiva y cómo fue relacionada con los resultados del análisis objetivo.

En el quinto capítulo presenta los resultados obtenidos para cada variable representando su distribución espacial a través de cartografía e histogramas. Además, se presenta los resultados de los análisis estadísticos sobre las relaciones que presentan cada uno de los elementos considerados en el análisis de la investigación.

Finalmente, en el sexto capítulo se presenta la discusión sobre el comportamiento de los resultados obtenidos se explican en el contexto tijuanense y su relación con la caminabilidad de la ciudad. Asimismo, se presenta una serie de consideraciones sobre la metodología utilizada y propuestas de mejora para futuras investigaciones.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

2.1 El Desarrollo Sustentable

La aceleración del crecimiento demográfico, el uso de energía y de materiales, la urbanización, el consumo y la generación de contaminantes que se dieron a partir de la posguerra, generaron preocupación sobre los impactos y desequilibrios que provocan los modos de vida del ser humano en los sistemas naturales (Ward & Dubos, 1972). Esto condujo a una discusión sobre los límites del crecimiento y los impactos del desarrollo en el medio ambiente (Meadows, Meadows, Randers, & Behrens, 1972).

Estas discusiones llevan al surgimiento de propuestas sobre cómo las temáticas ambientales pueden contribuir en el desarrollo económico (Turcu, 2013) y a la aparición de conceptos alternativos como el de Ecodesarrollo, teorizado por Ignacy Sachs (1981). Éste se opone al crecimiento desmedido y a la visión conservacionista extrema y propone en su lugar, un balance a través de considerar al medio ambiente como un potencial de recursos disponibles en favor del ser humano sobre una base sostenida. Este concepto requiere de una racionalidad social ante la lógica mercantilista, al buscar el acceso y distribución equitativa de la riqueza, así como de una solidaridad diacrónica con las futuras generaciones (Sachs, 1981).

Para 1987, cobra fuerza otro concepto que retoma las ideas del ecodesarrollo de Sachs ,que catapultó la idea de una unión entre el desarrollo y el medio ambiente con una visión transgeneracional: el desarrollo sustentable (Estenssoro, 2015). Este concepto se populariza y adquiere aceptación internacional con la publicación del libro “Nuestro Futuro Común”¹ (WCED, 1987), más conocido como el Informe Brundtland, por ser presentado por la Primera Ministra Noruega, Gro Harlem Brundtland. En dicho informe se problematiza la relación entre la pobreza y la degradación ambiental, mostrando una visión más integral de ambos términos.

¹ Reporte de la Comisión Mundial Para el Medio Ambiente y el Desarrollo de la ONU.

Este concepto plantea la búsqueda de un progreso económico que no descuide aspectos cualitativos, como la calidad de vida o la preservación del medio ambiente, sin olvidar un compromiso ético con las generaciones venideras. En el Informe Brundtland se define el desarrollo sustentable de la siguiente manera:

“El desarrollo sostenible es desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de que las futuras generaciones satisfagan sus propias necesidades.” (WCED, 1987, p. 43).

Desde entonces, el concepto de desarrollo sustentable ha sido estudiado y enriquecido por diversos autores, definiéndolo como un modelo de desarrollo en el que confluyen la seguridad y el crecimiento económico, la calidad e integridad ambiental, la cohesión social y calidad de vida (Åhman, 2013; Scerri & Holden, 2014; Sepe, 2013; Turcu, 2013). El propósito del desarrollo sustentable se convierte en la generación de crecimiento económico a través de medios que no destruyan o degraden el capital ambiental, sino a través de sistemas regenerativos de la naturaleza y que los beneficios de dicho crecimiento económico sea distribuido equitativamente (Giok Ling, 2005). Este último punto resulta de gran importancia para el desarrollo humano, pues de acuerdo a Rabinovich (1998), para que éste sea sustentable, es necesario que su alcance brinde beneficios a la naturaleza, los pobres, las mujeres y la población menos favorecida.

De acuerdo a Pugh (1996), entre los temas que requieren mayor atención para alcanzar el desarrollo sustentable se encuentra el cambio climático, el incremento de los niveles de contaminación, el uso y consumo de la energía y sus efectos, los asentamientos humanos y su impacto ambiental, entre otros.

2.2 La Planeación Urbana

Durante el siglo XIX el crecimiento de los asentamientos humanos, la migración rural-urbano y la industrialización de las ciudades trajo consigo grandes retos en materia de higiene y saneamiento, salud, organización de distintas clases sociales, entre otros (Harvey, 1991; Moe & Wilkie, 1997). A principios del siglo XX, el movimiento modernista liderado por el arquitecto

suizo Le Corbusier (1965) buscó dar solución a la problemática de miseria y marginación en las ciudades industriales, a través del aprovechamiento del desarrollo tecnológico y la producción industrial de la nueva era de la máquina (Carmona, Heath, Oc, & Tiesdell, 2003). Esta nueva era requería una nueva forma de planificar las ciudades, con una visión que seguía la lógica mecánica y automatizada de las nuevas formas de producción, de circulación y de consumo (Harvey, 1991).

La visión del movimiento modernista, plasmada en los Congresos Internacionales de Arquitectura Moderna (CIAM), buscaba modernizar la estructura de las viejas ciudades que consideraba caótica, congestionada y lenta, debido a la interacción de las diversas actividades que se desarrollan en sus calles (Moe & Wilkie, 1997). Para ello, se propuso un modelo de “Ciudad Funcional”, que simplificaba todas las actividades humanas en cuatro funciones básicas: habitar, trabajar y recrear; y el transporte como una función para unirlos (Newman, Kosonen, & Kenworthy, 2016). La visión funcionalista del CIAM estimaba que el caos de los viejos centros urbanos era provocado por la mezcla de estas funciones, por lo que era necesario separarlas a través de la zonificación de usos de suelo (Gaviria, 1978).

El modelo de “Ciudad Funcional” se consolidó después de la segunda guerra mundial y condujo a una urbanización orientada al uso del automóvil, pues reflejaba el sentido de modernidad al que se aspiraba (Mumford, 1961). Con este modelo se promovió la separación entre los espacios peatonales y los del automóvil, diferenciando los tipos de calles según sus destino en calles de habitación, calles de paseo, calles de tránsito, con áreas verdes que aislaran las vías de gran tránsito vehicular (Marquez, 2009). Esta separación evitaba las intersecciones viales y las interacciones entre automóviles y peatones que eran consideradas como elementos que entorpecían las dinámicas urbanas de acuerdo al modelo de Le Corbusier (Moe & Wilkie, 1997; Newman et al., 2016).

Sin embargo, mientras que el modelo de Le Corbusier aspiraba a un desarrollo de grandes complejos de vivienda, el arquitecto estadounidense Frank Lloyd Wright consideraba que el ciudadano requiere de autonomía y espacio, por lo que la ciudad necesita expandirse en el vasto territorio americano, entremezclando el suelo urbano con el rural (Moe & Wilkie, 1997).

El modelo de ciudad compacta que predominaba antiguamente, se abandonó con el surgimiento de suburbios habitacionales de baja densidad poblacional y separados de los centros tradicionales, donde el automóvil privado se convirtió en un requisito para la comunicación entre distintas zonas de la ciudad (Muxí & Gutiérrez, 2011).

Para el filósofo y sociólogo francés Henri Lefebvre, la simplificación de la vida en cuatro funciones básicas (habitar, trabajar, recrear y transportar) propuesta por Le Corbusier es incapaz de abstraer otras necesidades de lo que él llamaba el *homo urbanicus*, como el deseo, lo lúdico, lo simbólico, lo imaginativo, entre otras. No tomar en cuenta estas necesidades lleva al olvido y destrucción de la calle y, en consecuencia, de la vida urbana (Gaviria, 1978). El caos urbano que los modernistas combatían, no es más que el reflejo de una ciudad vibrante que configura sus calles a partir de la acumulación de un constante proceso de adaptación de las diversas generaciones, para satisfacer sus necesidades económicas y sociales (Moe & Wilkie, 1997).

De acuerdo al geógrafo y teórico social David Harvey (1991), la idea del modelo modernista requiere de un sometimiento de la voluntad humana para restringirse a la voluntad de los planificadores y urbanistas. Los espacios planeados bajo el esquema de zonificación desarrollan una reglamentación que define los modos en que pueden usarse los distintos sitios de la ciudad y, por tanto, las actividades que en ellas se pueden realizar e inclusive los tiempos en que deben usarse. De tal manera, la población deja de ser dueña tanto del espacio, como de su tiempo (Costes, 2011) y se somete a los deseos y condiciones impuestas por el planificador, entre ellas, los medios que deberá usar para trasladarse.

El diseño urbano a través de un plan maestro que requiere del acatamiento estricto de sus indicaciones, contrasta con el diseño más evolutivo y libre que suele darse en los antiguos centros de las ciudades o en zonas marginadas. El primero implica una relación jerárquica de parte de los urbanistas y planificadores que controlan la construcción del entorno, mientras que el segundo supone una dinámica más democrática, surgida de los propios habitantes (Shaftoe, 2008, p. 84).

Según Shaftoe (2008), el concepto mismo de planificación maestra, revela una relación de poder que implica “un sistema de dominación masculino, donde una élite que supuestamente ha “dominado” la ciencia de crear un entorno construido eficaz impone su cosmovisión sobre la ciudadanía común.” (2008, p. 84). Además, implica el hecho de que la población se debe adaptar a un ambiente predeterminado, en lugar de moldear el entorno para satisfacer de mejor manera las necesidades de la gente. En términos de movilidad, en una ciudad expandida y zonificada, el ciudadano se ve obligado a transportarse en medios motorizados, principalmente en automóvil.

La expansión urbana y la supeditación al auto particular propició problemas de congestión vehicular, accidentes viales y contaminación (Wey & Hsu, 2014). Asimismo, la pérdida del espacio público y de la vida activa de las calles de las ciudades, quitó “los ojos de la calle”, provocando espacios solitarios que se vuelven más inseguros (Jacobs, 1973).

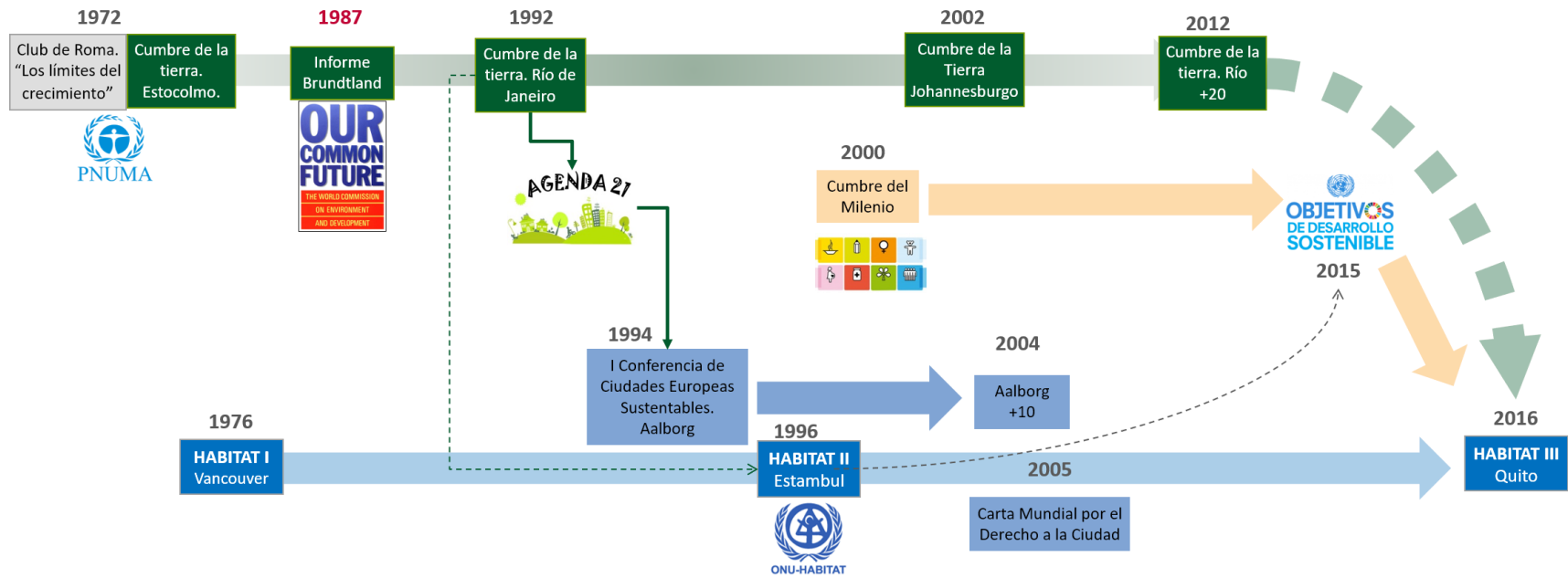
2.3 Convergencia de la Agenda Urbana y el Desarrollo Sustentable

En los años 70 se comienzan a reconocer las afectaciones en el desarrollo humano, social y económico generadas por las dinámicas de los asentamientos humanos, y cómo el rápido proceso de urbanización presenta repercusiones medioambientales y ecológicas. Por ello, en 1976 se celebra la primera Conferencia Internacional sobre Asentamientos Humanos de la ONU, celebrada en Vancouver, conocida como Hábitat-I (ONU-Habitat, 2012). El paralelismo temporal de la evolución de las políticas urbanas y ambientales en el contexto internacional se muestra en la Figura II.1.

Para 1992, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo de Río de Janeiro, se discute la necesidad de llevar el tema de la sustentabilidad a la escala local, surgiendo así la Agenda 21², generando una vinculación y atención de las problemáticas ambiental y urbana (SEMARNAT, 2015). A través de este programa, la sustentabilidad se construye desde los gobiernos locales y la ciudadanía, lo que propició la creación de diversas iniciativas para promover la sustentabilidad de las ciudades (Turcu, 2013).

² Agenda 21 es el nombre en inglés del Programa 21, sin embargo, se usará el término Agenda 21 por estar más popularizado aun en países de habla hispana.

Figura II.1. Evolución y vinculación de la agenda ambiental y urbana



Fuente: Modificado de SEMARNAT (2015)

Bajo esta premisa, surge la primera Conferencia Europea sobre Ciudades Sustentables, celebrada en la ciudad danesa de Aalborg en 1994 y actualizada en 2004, donde gobiernos locales europeos se suman a la Agenda 21 y establecen algunas medidas para lograr la sustentabilidad urbana. Algunos preceptos que conforman la llamada Carta de Aalborg (Unión Europea, 1994) incluyen la protección de las áreas rurales y los recursos naturales, la equidad social, la inclusión de patrones de desarrollo sustentables, la movilidad sustentable, las políticas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), la prevención de emisiones tóxicas dañinas para el ambiente, la autonomía local, la participación social, entre otros (Giok Ling, 2005; Unión Europea, 1994).

A la par, como resultado de diversos foros celebrados en 2004-2005, se retoma el concepto del “derecho a la ciudad” propuesto por Henri Lefebvre en 1968, con el cual buscaba volver a posicionar al ser humano como el elemento principal de las ciudades, y surge la Carta Mundial por el Derecho a la Ciudad (Foro Social de las Américas (FSA), 2012). El término de derecho a la ciudad es una de las primeras y principales aportaciones a la sustentabilidad urbana, pues intenta modificar las formas de percibir, pensar y comprender la ciudad y el proceso de urbanización y de cómo dirigir las voluntades de cambio.

De acuerdo a este documento, el derecho a la ciudad se define como:

“el usufructo equitativo de las ciudades dentro de los principios de sustentabilidad, democracia, equidad y justicia social. Es un derecho colectivo de los habitantes de las ciudades, en especial de los grupos vulnerables y desfavorecidos, que les confiere legitimidad de acción y de organización, basado en sus usos y costumbres, con el objetivo de alcanzar el pleno ejercicio del derecho a la libre autodeterminación y un nivel de vida adecuado. El Derecho a la Ciudad es interdependiente de todos los derechos humanos internacionalmente reconocidos, concebidos integralmente, e incluye, por tanto, todos los derechos civiles, políticos, económicos, sociales, culturales y ambientales que ya están reglamentados en los tratados internacionales de derechos humanos” (Foro Social de las Américas (FSA), 2012, p. 185)

En el año 2012, 20 años después de la cumbre de Río, se desarrolla la Conferencia de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sustentable (conocida como Río +20) en la que se discute la necesidad de desarrollar los Objetivos del Desarrollo Sustentable (ODS), para dar continuidad y mejorar lo establecido en el año 2000 en los Objetivos del Desarrollo del Milenio (ODM) (Klopp & Petretta, 2017).

Dentro de las críticas realizadas a los ODM se encontraba la falta de una integralidad entre las dimensiones económica, social y ambiental, así como su establecimiento a una escala nacional o regional, dejando sin reconocer que muchas de las problemáticas que se pretendían atender se presentaban a nivel ciudad. Las autoridades locales estaban ausentes en su proceso de implementación y carecían de recursos para realizar acciones que ayudaran a contribuir con el alcance de los objetivos, favoreciendo las medidas de arriba a abajo. Además, al reportar los indicadores de cumplimiento a nivel nacional y global, se inhibió la posibilidad de hacer comparaciones a nivel ciudad (Klopp & Petretta, 2017).

Por su parte, los ODS se presentaron en el año 2015 para ser puestos en marcha a partir del siguiente año. De acuerdo a Susan Parnell (2016) existen cinco principales diferencias con los ODM en la que en primer lugar se encuentra que los ODS están planteados de forma universal y no solo para los países en vías de desarrollo. En segundo lugar, la sustentabilidad se aborda transversalmente en todos los objetivos, pues hay una mayor integralidad de las dimensiones sociales, económicas y ambientales. En tercer lugar, los reportes de monitoreo de los ODS incluyen la escala local y no solamente la nacional y global y buscan el aprovechamiento de las innovaciones en tecnologías geoespaciales, modelos complejos y *big data* entre otras. En cuarto lugar, la implementación de estos objetivos está vinculada a financiamiento global. Por último, a través de la creación de un objetivo específico para hacer que las ciudades sean seguras, inclusivas, resilientes y sostenibles (objetivo 11 de los ODS), se cambia la visión de las ciudades pasando de ser la causa de los problemas a los que se enfrenta el mundo en la actualidad, a ser vistas como una solución importante a estos problemas y un camino hacia el desarrollo sustentable.

En 2016 se llevó a cabo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible (Hábitat III) en Quito, Perú en la que se adoptó la Nueva Agenda Urbana (NAU), para impulsar ciudades sustentables, incluyentes, seguras y resilientes y desde la vertiente ambiental. La NAU marca los lineamientos para el desarrollo de las ciudades y los asentamientos humanos para los siguientes 20 años. La NAU establece

“un ideal común para lograr un futuro mejor y más sostenible, en el que todas las personas gocen de igualdad de derechos y de acceso a los beneficios y oportunidades que las ciudades pueden ofrecer, y en el que la comunidad internacional reconsidere los sistemas urbanos y la forma física de nuestros espacios urbanos como un medio para lograrlo” (Naciones Unidas, 2017, p. iv)

Para implementar este ideal, la NAU busca lograr la creación y transformación de ciudades que cumplan con ocho funciones clave (Naciones Unidas, 2017):

1. Económica, que aprovecha las oportunidades de un crecimiento sostenido, inclusivo y sostenible;
2. Social, que refuerza el derecho a un nivel de vida adecuado, garantizando la igualdad de acceso a bienes y servicios públicos;
3. Ambiental, donde se protejan, conserven, restablezcan y promuevan los ecosistemas;
4. Territorial, que más allá de los límites administrativos impulsa un desarrollo equilibrado e integrado a todos los niveles;
5. Cívica, que genera un sentimiento de pertenencia y propiedad fomentando una cohesión social, la inclusión y la seguridad de sus habitantes;
6. Igualitaria de género, responsable de empoderar a mujeres y niñas, velando por su igualdad de derechos y asegurando su participación plena;
7. Movilidad urbana, que garantiza un transporte sostenible, seguro y accesible para todos, eficiente en su uso de recursos, y
8. Resiliencia, que fomenta una adaptación al cambio climático disminuyendo el riesgo de desastres y reduciendo así la vulnerabilidad de sus habitantes.

2.4 Sustentabilidad Urbana

De acuerdo a Valenzuela (2003), la adopción de la sustentabilidad en la planificación urbana surge como una alternativa a la visión modernista que comenzó a desarrollarse a partir de las propuestas modernistas de Le Corbusier. Sin embargo, existe el debate ante algunas posturas que consideran que la sustentabilidad no puede darse en las ciudades, pues éstas son consumidoras netas de recursos y energías y dependen de ecosistemas remotos, así como de las tierras circundantes (Giok Ling, 2005; Girardet, 1998).

En contraparte, si se observa a escala global, la gran concentración de personas en las urbes, puede ayudar a alcanzar mayor eficiencia en el consumo de recursos y energía al mejorar el desempeño de su provisión de servicios de transporte, abastecimiento, respeto a la biodiversidad, consumo de productos y energía, entre otros (Giok Ling, 2005).

De acuerdo a Lezama y Domínguez (2006), la incorporación de la sustentabilidad al ámbito urbano es un proceso que conlleva transformaciones en las instituciones y en la conducta social. Esto permitiría que las ciudades se conformaran como “sitios habitables, seguros, justos, de socialización, que preserven sus características culturales y ambientales [...] sin comprometer el medio ambiente de las generaciones futuras” (2006: 153). Así, la ciudad sustentable promueve un acceso más equitativo a la riqueza natural y genera “por la vía institucional, educativa y moral, una mentalidad y una sensibilidad social para pensar a la naturaleza como un valor en sí mismo” (2006: 153).

La formación de sitios habitables ha sido discutida en las esferas internacionales donde se ha aceptado la necesidad de modificar la forma en que se planean y estructuran las ciudades, quedando plasmada en la NAU de Hábitat III, en la cual se establecen diversos compromisos para promover espacios públicos que sean “*seguros, inclusivos, accesibles, verdes y de calidad, incluyendo calles, banquetas, ciclovías, [...] jardines y parques que sean áreas multifuncionales para la interacción social y la inclusión, la salud humana y el bienestar*” (Naciones Unidas, 2017, p. 15). Dichos espacios deben conectarse para generar redes, que mejoren la resiliencia

ante fenómenos naturales, la salud física y mental, la calidad del aire, “*promoviendo ciudades, asentamientos humanos y paisajes urbanos atractivos y habitables, priorizando la conservación de las especies endémicas*” (Naciones Unidas, 2017, p. 23).

Además, en el tema de mejorar la movilidad de las personas en las ciudades, se hace el compromiso de una transformación hacia una planeación urbana inclusiva que establece que el derecho a la movilidad debe priorizar al peatón y al ciclista (Naciones Unidas, 2017)

En el caso de Mexico, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2015), en sus lineamientos para la sustentabilidad urbana propone un cambio de paradigma en el que se deja de ver a la ciudad y a su entorno natural como dos elementos contrapuestos, para concebirlos como dos partes de un mismo sistema. Este cambio de paradigma requiere unificar las concepciones del término hábitat como asentamiento humano de la declaración de Habitat-I (1976); y el hábitat como ecosistema de la Cumbre de Río (1992); para dejar de asumirlos como “asentamientos sin naturaleza” o “naturaleza sin asentamientos” (Perlman, Hopkins, & Jonsson, 1998).

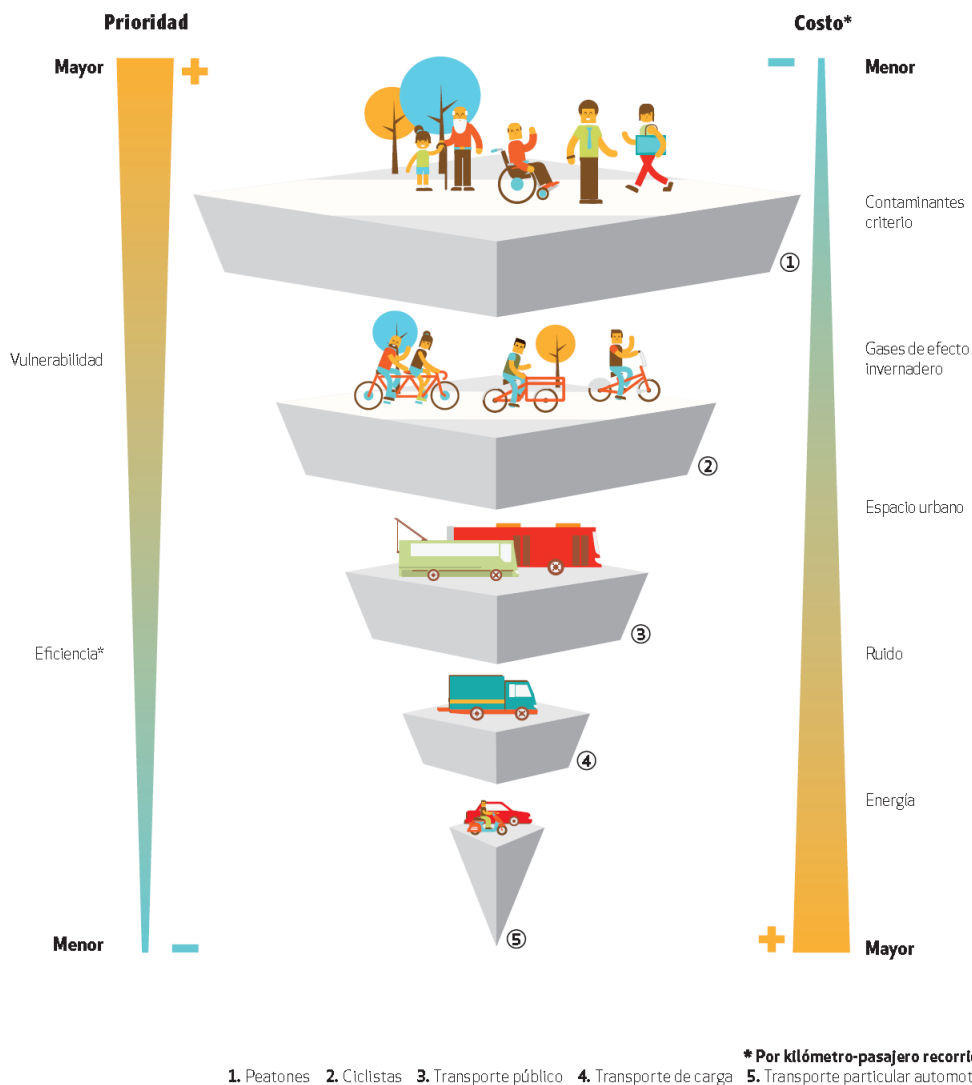
La integración de estos elementos conlleva un balance entre ellos, en donde prevalece la existencia de áreas verdes y vialidades arboladas distribuidas en toda la ciudad, que contribuyen al mejoramiento de los entornos peatonales a través de la creación de espacios públicos atractivos, seguros e incluyentes que inducen la movilidad peatonal (SEMARNAT, 2015).

Por parte de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Urbano y Turístico (SEDATU), a finales del 2016 se promulgó la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo (LGAHOTD). Esta Ley establece diversos principios que se deben seguir para la planeación, regulación y gestión de los asentamientos humanos. En términos del presente trabajo se pueden destacar los referentes a derecho a la ciudad, el espacio público y la accesibilidad universal y movilidad (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2016).

En el primer caso, se rescata el concepto de Lefebvre del derecho a la ciudad para garantizar el acceso a vivienda, infraestructura, equipamiento y servicios a toda su población. En referencia a los espacios públicos, esta Ley establece un principio de protección y progresividad, por el que se deben generar condiciones de habitabilidad de estos sitios considerando las distintas necesidades de la población. Este principio consiste, además, en que los espacios públicos podrán ser rescatados, creados y mantenidos, pero nunca se podrán destruir o disminuir y solo podrán ser sustituidos por otros que generen beneficios equivalentes. En el caso del principio de accesibilidad universal y movilidad, la LGAHOTD promueve la accesibilidad para todos generando cercanías y priorizando la relación entre distintas actividades que se realizan en la ciudad a través del establecimiento de mezclas de usos compatibles, densidades sustentables y una movilidad que dé prioridad al transporte público, peatonal y no motorizado (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2016).

A nivel local, ha existido una agenda muy activa en temas de movilidad sustentable impulsada por organizaciones internacionales y nacionales como el Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP por sus siglas en inglés) o la Liga Peatonal que ha logrado incidir en las políticas públicas de algunas entidades federativas. Como ejemplo se puede mostrar la adopción de la pirámide de la jerarquía de la movilidad (Figura II.2) en las leyes de movilidad de distintas entidades como la Ciudad de México (Asamblea Legislativa del Distrito Federal, 2016), Aguascalientes (H. Congreso del Estado de Aguascalientes, 2018), Guanajuato (H. Congreso del Estado de Guanajuato, 2016), Colima (H. Congreso del Estado de Colima, 2017), Coahuila (Congreso del Estado Independiente Libre y Soberano de Coahuila de Zaragoza, 2014) y Quintana Roo (H. XV Legislatura del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo, 2018), al igual que diversas disposiciones enmarcadas en la Carta Mexicana de los Derechos del Peatón (Liga Peatonal, 2014).

Figura II.2. Pirámide de Jerarquía de la Movilidad Urbana



Fuente: Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México (2014) basada en el modelo de ITDP (2013)

2.5 Corrientes de Planeación Urbana Actuales

Con la popularización del término “ciudad sustentable” en la década de 1990, surgen una serie de nuevas iniciativas en búsqueda del desarrollo urbano dentro del marco de la sustentabilidad, con diferencias conceptuales significativas en las que predomina algún elemento de interés. De esta forma se pueden encontrar conceptos como eco ciudades, ciudades inteligentes, ciudades

bajas en carbono, ciudades resilientes, ciudades verdes, entre otros (De Jong, Joss, Schraven, Zhan, & Weijnen, 2015). Además de los diversos modelos de ciudad, han surgido nuevas propuestas de planeación, entre las que destacan el *Smart growth* y el *New Urbanism*.

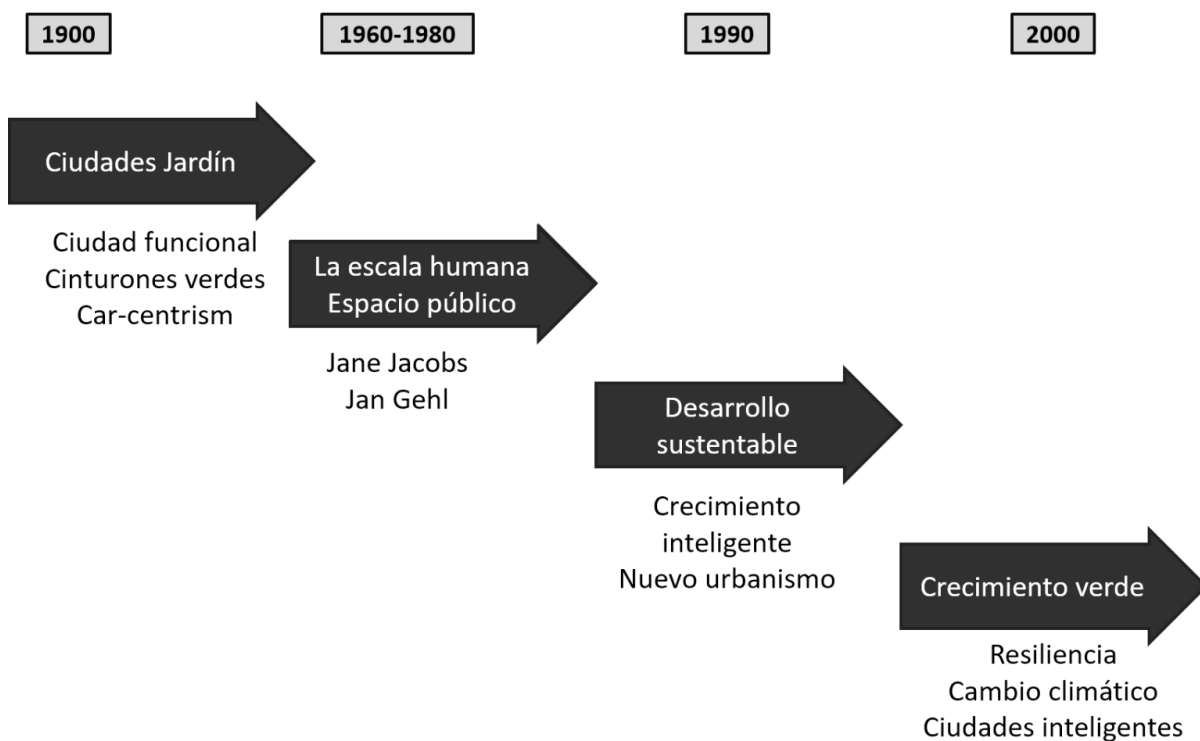
El movimiento del Crecimiento Inteligente (*Smart growth*), surge en Estado Unidos para evitar la expansión de las ciudades y promover la creación de ciudades compactas y caminables (Wey & Hsu, 2014). Para ello, este movimiento establece los siguientes 10 principios (Smart Growth America, 2018):

- Establecer usos de suelo mixtos
- Sacar ventajas del diseño compacto
- Generar diversidad de oportunidades y opciones de viviendas
- Crear barrios caminables
- Fomentar comunidades distintivas y atractivas con un fuerte sentido de lugar
- Preservar espacios abiertos, áreas de cultivo, belleza natural y áreas ambientalmente críticas
- Desarrollar en sitios consolidados
- Proveer diversas opciones de transporte
- Hacer las decisiones de desarrollo predecibles, justas y rentables
- Fomentar la colaboración entre la comunidad y las partes interesadas en las decisiones de desarrollo

Otra iniciativa surgida en Estados Unidos, es la del Nuevo Urbanismo (*New Urbanism*), desarrollado en los años 80 y constituido formalmente en 1993 con la fundación del Congreso por el Nuevo Urbanismo (CNU, 2002). Esta visión busca estrategias de diseño que ayuden a contrarrestar la expansión urbana y el deterioro de las zonas centrales de las ciudades a través de la reconstrucción de barrios, poblaciones y ciudades (Grant, 2009). Sus objetivos se encuentran vinculados a los de otras agendas, como los de la sustentabilidad ambiental, la preservación del patrimonio histórico, el transporte público, el crecimiento inteligente, la planeación peatonal y ciclista, entre otros (Wey & Hsu, 2014).

Ambos modelos coinciden en la visión de sustentabilidad como elemento para el desarrollo de las ciudades. En la Figura II.3 se puede observar la evolución histórica de las posturas urbanas.

Figura II.3. Descripción general de las principales narrativas urbanas.



Fuente: Modificado de (Joss, 2015)

2.6 Caminabilidad

Como pudo observarse hasta ahora, la incorporación del concepto de desarrollo sustentable en el ámbito urbano requiere, entre otras cosas, de la democratización de la ciudad para garantizar el usufructo de los recursos que ésta ofrece para todos sus usuarios. La ciudad debe ser un espacio de igualdad de oportunidades sin distinción de género, racial, etaria, socioeconómica o de ninguna otra índole. Su configuración deberá propiciar el crecimiento económico dando prioridad al desarrollo del comercio local, para una mejor distribución de la riqueza entre la misma comunidad. En términos ambientales, la ciudad deberá fomentar la reducción de consumo de recursos y emisión de contaminantes.

Para reflejar estos requerimientos en términos de movilidad, la sustentabilidad urbana ha encontrado en la movilidad peatonal el medio óptimo de sustentabilidad en el transporte. Favorecer la movilidad peatonal en una ciudad permite el aprovechamiento del espacio por parte de sus habitantes sin ningún tipo de distinciones y promueve el comercio local, logrando una distribución más equitativa de la riqueza entre la comunidad, además de no emitir contaminantes.

Para entender mejor la idea de movilidad peatonal, es necesario establecer las diferencias que existen en la literatura acerca de la conceptualización del término *caminabilidad*³. De acuerdo a las revisiones bibliográficas realizadas por Forsyth (2015) y Valenzuela-Montes y Talavera-García (2015), no existe un consenso entre la comunidad académica sobre la definición de caminabilidad. Por una parte, diversos autores la definen como los medios que facilitan el traslado del peatón de un sitio a otro, ofreciéndole características físicas para que sus rutas sean transitables. Entre estas características se pueden mencionar que las distancias por recorrer sean cortas, que brinde elementos físicos de seguridad ante percances viales y ante delitos, que las vías se encuentren limpias, en buenas condiciones y bien equipadas y que tenga elementos atractivos para los usuarios (estos elementos pueden ser desde bancas y otro equipamiento, hasta comercios y servicios, etc.) (Forsyth, 2015).

Otros autores definen la caminabilidad como los resultados percibidos de caminar, entre los que se encuentra la creación de espacios más agradables, sociables, que mejoran las opciones de transporte o que fomentan la actividad física. Esta definición deriva de la relación que desarrollan los peatones con el entorno y depende en gran medida de las características y necesidades de éstos, pues la percepción de cercanía o no será la misma para una persona joven que para una de edad avanzada, por mencionar un ejemplo (Forsyth, 2015). Esta relación entre las características físicas del entorno y la percepción que sus usuarios tienen sobre éste, se ven afectadas por cuestiones sociodemográficas, culturales, de género, estado civil, etcétera (Gebel, Bauman, Sugiyama, & Owen, 2011).

³ Del inglés *Walkability*, que en el caso del estudio de Valenzuela-Montes y Talavera-García (2015) no utilizan una traducción literal, sino le da al concepto una interpretación de *Entorno de movilidad peatonal*.

Finalmente, Forsyth (2015) identifica en la bibliografía especializada una tercera forma de conceptualizar la caminabilidad en la que se define como un proxi de mejores espacios urbanos. Esta definición se fundamenta en los aspectos multidimensionales y medibles de la caminabilidad y en la posibilidad de dar soluciones holísticas a una diversidad de problemáticas urbanas. Esta forma de definir la caminabilidad hace referencia en gran medida a la formación de sitios habitables, seguros, justos y de socialización que favorecen la movilidad por medios no contaminantes e incentivan la economía local, lo que se asemeja a los términos en que Lezama y Domínguez (2006) definen la sustentabilidad urbana.

2.7 Enfoques Metodológicos para Estudiar la Caminabilidad

La caminabilidad de los barrios o vecindarios se ha estudiado por algunos autores con objeto de valorar las características del entorno urbano para permitir e incentivar el tránsito peatonal (Singh, 2016; Talavera-Garcia, Soria-Lara, & Valenzuela-Montes, 2014). Otros autores abordan el tema desde la perspectiva de la investigación de la salud pública, principalmente a partir de la influencia del entorno construido en la actividad física y sus beneficios en la salud y el bienestar de las personas (Frank, Schmid, Sallis, Chapman, & Saelens, 2005; Jackson, 2003; Koohsari, Badland, & Giles-Corti, 2013; Pucher & Dijkstra, 2003; B. E. Saelens, Sallis, Black, & Chen, 2003; Sallis, Frank, Saelens, & Kraft, 2004). Finalmente existen estudios sobre caminabilidad que resaltan las características de los espacios públicos para la generación de cohesión social (Leyden, 2003).

De acuerdo a Hutabarat Lo (2009), hay cierta convergencia de opinión entre las distintas disciplinas que han estudiado la caminabilidad, sobre los elementos que deben tener las calles para proveer un espacio adecuado para los peatones, entre los que se encuentran los siguientes:

- Alta densidad en el uso de suelo
- Diversidad y mezcla de usos de suelos y edificaciones
- Cruces seguros y a nivel de banqueta
- Ausencia de tráfico pesado o de alta velocidad
- Barreras para separar a los peatones de flujo vehicular
- Seguridad real y percibida

- Presencia de banquetas continuas y en buen estado
- Características de acceso universal
- Conectividad del trazo vial
- Arbolado en las vialidades y paisaje urbano*
- Interés visual y de patrimonio (acorde a las condiciones locales)

2.8 Dimensiones y Elementos de la Caminabilidad

De acuerdo a Jeff Speck (2012), para que una ciudad sea caminable es necesario que las caminatas sean tan buenas como otros medios de transporte. Para ello, es necesario que las caminatas reúnan las siguientes características: que exista una razón para caminar (la caminata útil), que pueda realizarse de forma segura (la caminata segura), que sea agradable (la caminata agradable/confortable) y que sea interesante.

Para alcanzar estas características, Speck (2012) propone una serie de diez pasos para construir ciudades caminables:

- La caminata útil

1. Los autos a su lugar. Los autos han dejado de ser una alternativa más dentro de las diversas opciones de movilidad, pasando de ser una máquina diseñada para la comodidad de las personas para convertirse en un elemento que distorsiona y demanda una configuración especial de la ciudad (como se mencionó anteriormente con el movimiento modernista de Le Corbusier). Es necesario que el diseño urbano esté pensado en satisfacer las necesidades de sus habitantes y no de sus medios de transporte, a través de limitar el porcentaje de espacio de la ciudad destinado a vialidades para automóviles y favoreciendo los espacios públicos y equilibrando la infraestructura para otros medios de transporte (Speck, 2012).

2. Mezclar los usos. Las ciudades se crearon para mantener las cosas cercanas. La ciudad debe proveer espacios en el que se puedan realizar diversas actividades de la vida cotidiana sin necesidad de trasladarse grandes distancias. Para ellos se debe crear una mezcla de usos que permita acceder a centros de trabajo, comercios, servicios, actividades recreativas y de belleza escénica sin necesidad de realizar desplazamientos muy largos. Asimismo, se recomienda

combinar usos de suelo que permitan la convivencia de distintos sectores de la población (en cuestión racial, etaria, de género, etcétera) pues esto favorecerá la integración social y la creación de comunidad. Sin embargo, es necesario revisar la compatibilidad de ciertos usos, ya que existen combinaciones que pueden resultar incompatibles, como centros de venta de alcohol y escuelas o plantas industriales con zonas habitacionales (Grant, 2002; Juntti & Lundy, 2017; Speck, 2012).

3. El estacionamiento correcto. Al igual que en el primer paso, el automóvil no solo ha demandado espacio para su circulación sino que también ha transformado las ciudades para dar cabida a lugares de estacionamiento donde permanecen la mayor parte de su vida. Esto ha generado la necesidad de construir vialidades más anchas para dotar de espacios en la vía pública que muchas veces se ofertan de forma gratuita y cargando el costo a toda la población, incluida aquella que no cuenta con automóvil. Además, aumenta los costos de construcción cuando se hacen estacionamientos integrados a las edificaciones o requieren grandes espacios urbanos que pueden ser aprovechados para dotar de viviendas, servicios o espacios públicos (ITDP & Embajada Británica en México, 2014).

4. Mejorar el transporte público. Los peatones y el transporte público son dos elementos que se encuentran muy relacionados, pues se ha visto que en ciudades con mejores sistemas de transporte público también hay más actividad peatonal. Es por eso que, para mejorar la caminabilidad de una ciudad, se debe mejorar la calidad del transporte público en términos de limpieza, frecuencia, rutas, servicio, horarios entre otros. El desarrollo urbano debe estar vinculado a estrategias para que el crecimiento de la ciudad sean dictados por la infraestructura peatonal, ciclista y de transporte público, conocido como Desarrollo Orientado al Transporte (DOT). Este modelo promueve la densificación de las zonas más cercanas a las rutas de transporte, lo que permite a más población encontrarse cercana este medio de movilidad, generando una demanda que propicie la sostenibilidad económica del sistema⁴ (ITDP & Embajada Británica en México, 2013; Speck, 2012).

⁴ Jeff Speck se refiere en este libro a ciudades estadounidenses, las cuales cuentan con antiguos sistemas de transporte masivos como *trolley* o *trams* a los cuales prioriza sobre el uso de autobuses. En México la infraestructura de transporte masivo solo se ha desarrollado en las tres ciudades más grandes del país con la incursión de sistemas BRT en algunas ciudades medias en la última década, por lo que prevalecen los sistemas de autobuses, microbuses y vans.

- La caminata segura.

5. Proteger a los peatones. La protección de los peatones es esencial para lograr una ciudad caminable, pues las personas que se sientan en riesgo de sufrir un percance vial probablemente decidirán utilizar otro medio de transporte distinto a caminar. Se deben considerar estrategias de diseño urbano que brinden seguridad a los peatones en términos reales como percibidos. Entre estas estrategias se encuentran reducir los límites de velocidad de las vialidades (tanto en términos de diseño como nominales), establecer barreras que disminuyan la fricción intermodal entre los vehículos automotores y los peatones y, la creación de cruces peatonales a nivel de piso con todos los elementos de seguridad e inclusión (Liga Peatonal, 2014; Speck, 2012)

6. Bienvenidas las bicicletas. Mejorar la infraestructura ciclista ayuda a mejorar la caminabilidad de las ciudades, pues las medidas que ayudan a brindar seguridad a los ciclistas también contribuyen en la seguridad peatonal. La construcción de ciclovías en muchas ocasiones se realiza a través de la reducción de carriles o su angostamiento, por lo que se reduce la velocidad de diseño de las vialidades. Además, una ciudad por donde circulan en una mayor diversidad de modalidades genera más conciencia de la presencia de otros usuarios en las calles y se toman mayores medidas de precaución (ITDP & Interface for cycling expertise (I-CE), 2011; Speck, 2012).

- La caminata confortable/agradable

7. Dar forma a los espacios. Las personas se sienten más confortables cuando se encuentran en un espacio bien definido y delimitado, por lo que deben evitarse grandes planchas de estacionamiento o de pastizales⁵ que no brindan la sensación de refugio a las personas. Además, la proporción entre la altura de los edificios y el ancho de sus calles debe permitir un equilibrio entre iluminación y sombra, por lo que se debe favorecer la edificación de varios niveles que favorezca la densidad, pero dentro de una escala humana donde los rascacielos no tienen lugar. También se deben buscar las plantas bajas activas, evitando banquetas que colindan con grandes bardas que generan una sensación de aislamiento (Gehl, 2014; Jacobs, 1973; Speck, 2012; Sung & Lee, 2015).

⁵ Jeff Speck argumenta que es más agradable para las personas estar en un espacio natural arbolado, donde pueda experimentar una sensación de refugio que en un gran jardín de pasto.

8. Plantar árboles. El arbolado en las calles brinda múltiples beneficios que pueden brindar mayor confort a los peatones y volver su caminata más agradable. Entre estos beneficios encontramos la sombra que brindan, la reducción de temperaturas en las banquetas en épocas de calor, la retención de agua de lluvia en su follaje y a través de la absorción en el suelo, la mejora de la calidad del aire, la reducción del ruido del tráfico vehicular, entre otros. Además, también contribuyen a la seguridad de los peatones, pues representan una barrera entre la circulación de los autos y las banquetas, y ayudan a generar una sensación de encierro a los automóviles circulantes que propicia que reduzcan su velocidad (Galenieks, 2017; Narita, Sugawara, & Honjo, 2008; Speck, 2012).

- La caminata interesante

9. Hacer caras amigables y únicas. Una caminata cómoda y segura no siempre es suficiente, por ello es necesario que los espacios peatonales sean interesantes. El diseño de las ciudades puede incluir mobiliario que sea distintivo de cada zona, evitando los espacios monótonos y aburridos. Para ello es necesario considerar distintos tipos de elementos que puedan ser atractivos para distintos sectores de la población. La diversidad de elementos que se pueden incluir es muy grande y puede ir desde los tipos de comercios y negocios que se encuentran a nivel de banqueta, como diversidad de mobiliario urbano como bancas, bolardos, paraderos de transporte público o la arquitectura, la vegetación, el arte urbano (murales, estatuas, fuentes, etc.), entre otros (Gehl, 2014; Jacobs, 1973; Speck, 2012).

10. Seleccionar los ganadores. Finalmente, es necesario identificar las prácticas que han funcionado para mejorar la caminabilidad de distintas ciudades y barrios, para analizar cuáles pueden ser replicables en otros sitios e implementar las medidas acordes para cada lugar (Speck, 2012).

Como puede observarse en el Cuadro II.1 las dimensiones propuestas por Jeff Speck son compatibles con los elementos que propician la caminabilidad identificados por Hutabarat Lo mencionadas anteriormente.

Cuadro II.1. Elementos que conforman las dimensiones de la caminabilidad

| Dimensiones | Elementos de caminabilidad |
|-------------------------------------|---|
| Debe existir una razón para caminar | <ul style="list-style-type: none"> • Alta densidad en el uso de suelo • Diversidad y mezcla de usos de suelos y edificaciones |
| Debe ser segura y sentirse segura | <ul style="list-style-type: none"> • Cruces seguros y a nivel de banqueta • Ausencia de tráfico pesado o de alta velocidad • Barreras para separar a los peatones de flujo vehicular • Seguridad real y percibida |
| Tiene que ser confortable | <ul style="list-style-type: none"> • Presencia de banquetas continuas y en buen estado • Características de acceso universal • Conectividad del trazo vial |
| Debe ser interesante | <ul style="list-style-type: none"> • Arbolado en las vialidades y paisaje urbano* • Interés visual y de patrimonio (acorde a las condiciones locales) |

*Este elemento puede pertenecer tanto a la dimensión de confortable como interesante.

Fuente: Elaboración propia a partir de Hutabarat Lo (2009) y Speck (2012)

2.9 Operacionalización de la Caminabilidad

El estudio de la caminabilidad se ha incrementado notablemente en las últimas décadas, por lo que constantemente se han establecido nuevas formas de medir la caminabilidad. Para ello, se ha recurrido a la creación de varios índices que agrupan varios elementos del entorno construido para su estudio (ver Cuadro II.2) (Lefebvre-Ropars, Morency, Singleton, & Clifton, 2017).

Las primeras tres variables del Cuadro II.2 hacen referencia a la utilidad que puede tener el viaje y su proximidad. La densidad residencial (o de población) se refiere a la cantidad de viviendas por unidad de área presenta una zona y se utiliza para determinar la cantidad de peatones potenciales tiene un lugar, así como la posibilidad para realizar visitas a otras personas que vivan en lugares cercanos y se puedan trasladar caminando (B. Saelens et al., 2003).

Cuadro II.2. Ejemplos de índices para medir la caminabilidad

| Índices/ Variables | Walkable Index (WI) | Walk Score (WS) | Walk Oportunity Index (WOI) | Pedshed (Ps) | Extended Walkability Index (EWI) | Moveality Index (MI) | Neighborhood Destination Accessibility Index (NDAI) | Pedestrian Index of the Environment (PEI) |
|-----------------------------|---------------------|-----------------|-----------------------------|--------------|----------------------------------|----------------------|---|---|
| Densidad residencial | X | | | | X | X | | X |
| Diversidad de usos de suelo | X | X | X | | X | X | X | X |
| Transporte público | | | | | X | X | X | X |
| Conectividad del trazo vial | X | X | | X | X | X | | X |
| Tipo de intersecciones | | X | X | | | | | |
| Confort de infraestructura | | | | | | | | X |
| Áreas verdes | | | | | | X | X | |

- WI→The walkable index (B. Saelens, Sallis, & Frank, 2003)
- WS→The Walk Score (Koschinsky, Talen, Alfonzo, & Lee, 2017)
- WOI→The Walk Oportunity Index (Kuzmyak, Baber, & Savory, 2005)
- Ps→ The Pedshed (Porta & Renne, 2005)
- EWI→The Extended Walkability Index (Buck et al., 2015)
- MI→ Moveality Index (Buck et al., 2015)
- NDAI→The Neighborhood Destination Accessibility Index (Witten, Pearce, & Day, 2011)
- PEI→ The Pedestrian Index of the Environment

Fuente: Lefebvre-Ropars et al. (2017).

La diversidad de usos de suelo se refiere a los distintos tipos de actividad que pueden estar próximos o combinados unos con otros, lo que permite a las personas realizar diversas actividades en un área dada, lo que determina la distancia que debe recorrer para realizar cada actividad (B. Saelens et al., 2003). El transporte público se refiere a la densidad o cercanía que tiene una zona al transporte público que permita a los usuarios a realizar traslados de forma multimodal combinando caminar con el transporte público (Witten et al., 2011).

La conectividad del trazo vial se refiere a las distintas alternativas que tiene la configuración de las calles. Diseños cerrados como los *cul-de-sac* aumentan las distancias para llegar de un sitio a otro. De la misma manera, manzanas muy grandes implican que hay que realizar rodeos muy largos para llegar de un punto a otro. Diseños ortogonales con manzanas pequeñas ayudan a disminuir la velocidad de los automóviles, brindando mayor seguridad y permite realizar rutas más cortas para trasladarse (Koschinsky et al., 2017; Porta & Renne, 2005).

El tipo de intersecciones se refiere a si los cruces de las calles tienen las medidas de seguridad necesarias, considerando elementos de inclusividad de personas con alguna discapacidad. Este elemento también evalúa la distancia de los cruces, la configuración de los radios de giro y los tiempos de luz verde en cruces semaforizados (Kuzmyak et al., 2005; Talen & Koschinsky, 2013). La variable de áreas verdes considera los beneficios de las áreas verdes y las calles arboladas para caminar (Lwin & Murayama, 2011).

Además de las distintas variables e índices existentes para medir la caminabilidad, también existen diversos métodos de hacerlo. Estos métodos pueden dividirse entre los objetivos y los subjetivos. Entre los primeros se encuentran las observaciones sistemáticas, las mediciones con podómetro u otras herramientas tecnológicas y el uso de bases de datos espaciales e imágenes de percepción remota a través de sistemas de información geográfica (SIG) que brindan información de los elementos físicos existentes en el entorno. Por parte de los métodos subjetivos se encuentran la aplicación de encuestas y entrevistas que generen información sobre la percepción de población sobre su entorno (Cerin et al., 2010).

Tanto los métodos objetivos como subjetivos son importantes e incluso complementarios, porque ayudan a un mejor entendimiento de la relación espacio-usuario (Cerin et al., 2010). Por un lado, las mediciones objetivas permiten identificar y evaluar los medios físicos que generan espacios transitables para caminar y las subjetivas ayudan a evaluar si, desde la perspectiva del usuario, estos los espacios cumplen con ciertas características que se pueden considerar que aportan a la creación de espacios agradables, atractivos y seguros para caminar.

Esta investigación pretende usar estas dos perspectivas de la caminabilidad, nombrando como caminabilidad física a las características del entorno construido que permiten o limitan la movilidad peatonal y que son medidas por métodos objetivos. Por otra parte, se llamará caminabilidad percibida a la opinión (medición subjetiva) de la población sobre su barrio, en términos de ser un espacio público agradable y seguro.

CAPÍTULO III. MARCO CONTEXTUAL

3.1 Área de Estudio

3.1.1 Características Físicas

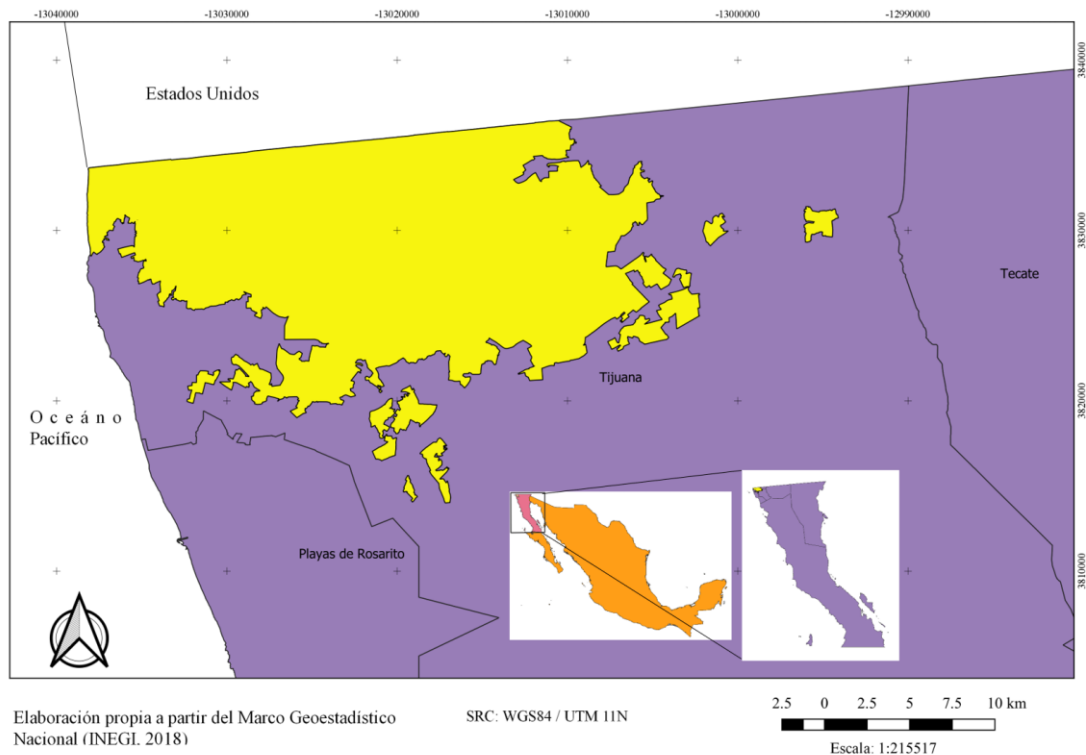
El municipio de Tijuana se encuentra al noroeste del estado de Baja California en las coordenadas 32°31'41" de latitud norte y 117°01'10" de longitud oeste siendo ese el punto más noroccidental del país y tiene una elevación promedio de 20 msnm (INEGI, 2017). Colinda al norte con el condado de San Diego, en el estado de California de Estados Unidos, con el que comparte una frontera de 41 kilómetros; al este con el municipio de Tecate; al sureste con el municipio de Ensenada; al Suroeste con el de Payas de Rosarito y al oeste, con el océano Pacífico en una línea de costa de 15.12 kilómetros. Cuenta con una superficie territorial de 123,863.37 hectáreas que representan el 1.7% de la superficie total estatal y el 0.062% de la superficie nacional (IMPLAN, 2017a) (Mapa III-1).

El clima en la zona de estudio es mediterráneo con veranos cálidos y secos e inviernos fríos y lluviosos. Las precipitaciones promedio anuales son de 273 mm. La temperatura promedio anual es de 21° C, que asciende en verano a 26° y presenta una media mínima de 6° C en el invierno (IMPLAN, 2010).

Gran parte del municipio se encuentra sobre un territorio dominado por serranías, mesetas y lomeríos con alguna llanuras y valles (INEGI, 2009). Entre los lomeríos existentes, algunos alcanzan los 1,280 metros sobre el nivel medio del mar, entre los que destacan el cerro La Bola, que es el más alto (1,280 m), Cerro Gordo (1,140 m), Cerro San José (920 m), Cerro El Carmelo (880 m), Cerro San Isidro (840 m), Cerro La Zorra (820 m), Cerro El Diablo (780 m), Mesa Redonda (680 m) y Cerro Colorado (540 m) (INEGI, 2006). La sierra Kumiai cruza desde el oriente el municipio, formando el cauce del arroyo Las Palmas, que alimenta la presa Abelardo L. Rodríguez. A partir de esta presa nace el río Tijuana, cuyo lecho corre por el Valle de Tijuana desde el cerro Colorado en dirección a la línea fronteriza (Piñera & Rivera, 2013), con una

extensión aproximada de 10 km². Esta zona alberga la mayor infraestructura de servicios urbanos del municipio (IMPLAN, 2017b).

Mapa III-1. Localización del área de estudio



Otras dos zonas considerablemente planas que se encuentran urbanizadas son la Mesa de Otay y Playas de Tijuana. La primera es una planicie que se encuentra al norte del punto donde confluyen el río Tijuana y el arroyo El Alamar, que proviene de la serranía de San Isidro y que se limita al norte con la línea fronteriza (Piñera & Rivera, 2013); la segunda es una terraza marina que corre de norte a sur a partir de la línea fronteriza, con una anchura de aproximadamente 1.7 km en la parte norte y que forma una especie de cuchilla en la parte sur, donde se limita por los acantilados que predominan el resto del límite costero del municipio. En este sitio se asienta el Fraccionamiento Playas de Tijuana y tiene una pendiente que oscila entre el 2 y 5 % (IMPLAN, 2008).

3.1.2 Características Demográficas

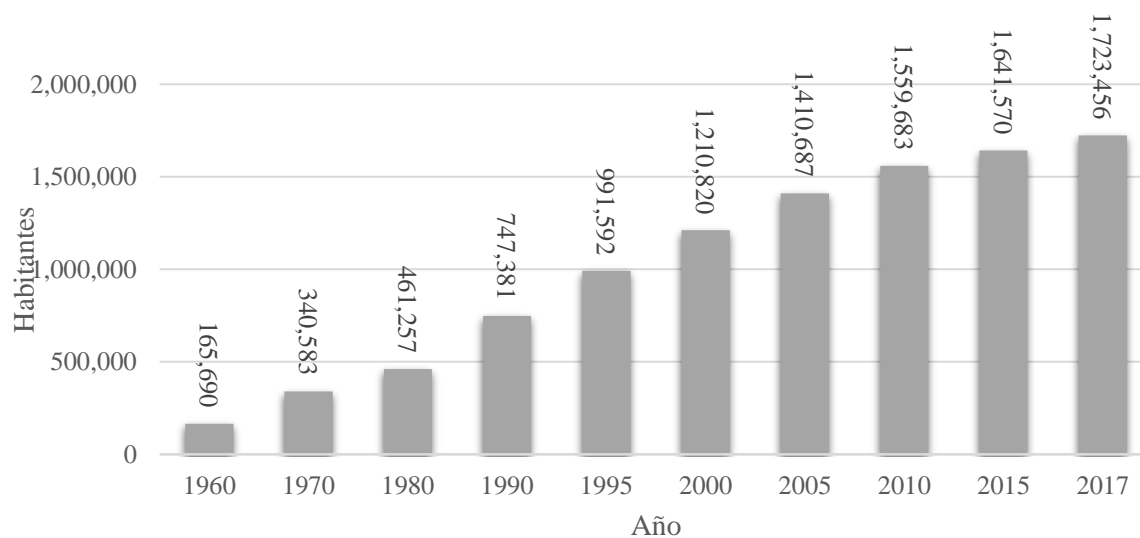
Desde su fundación en 1889, Tijuana ha experimentado un crecimiento demográfico provocado, en gran medida, por su condición fronteriza. Para el año de 1900 se registraba una población de 242 habitantes, que un siglo más tarde, ya se había incrementado a 1'148,681 habitantes (IMPLAN, 2010), consolidándola como una de las regiones más urbanizadas e importantes del país (Arreola y Curtis, 2003). La tendencia de crecimiento durante la segunda mitad del siglo XX ha sido fluctuante, siendo su periodo más alto durante la década de los años 50 donde alcanzó el 9.7 %, para después bajar a un 3.1 % en la década de 1980 a 1990 y subir nuevamente a 5.1 % durante el periodo 1990-1995.

Para el 2015, la Encuesta Intercensal del INEGI (2015) reportaba que el municipio contaba con 1, 641,570 habitantes, lo que lo hace el municipio más poblado del estado y el tercero con mayor número de habitantes a nivel nacional (IMPLAN, 2017b). Se estima que para el año 2017, su población alcanzó los 1,723,456 habitantes (IMPLAN, 2017a). En la Figura III.1 se puede observar la evolución del crecimiento poblacional en el periodo 1960-2017 y la distribución y densidad de población por delegación en el Cuadro III.1).

Asimismo, Tijuana forma parte de una zona metropolitana junto con los municipios de Tecate y Playas de Rosarito (ZMTTR), la cual tenía una población de 1, 751,430 habitantes, de acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2010, convirtiéndose en la sexta zona metropolitana más poblada del país, por detrás de las del Valle de México, Guadalajara, Monterrey, Puebla-Tlaxcala y Toluca (INEGI, 2010).

Previo al siglo XX, los asentamientos humanos en la frontera norte de México tenían procesos de urbanización y crecimiento poblacional incipiente, con comunidades que se encontraban aisladas de las dinámicas urbanas que se vivían en el resto del país (Arreola y Curtis, 2003). En el caso de Tijuana, ésta nace como un asentamiento en el lecho del río Tijuana, que posterior a una creciente del río, se reubicó en lo que ahora se conoce como la Zona Centro de la ciudad. Los primeros asentamientos se presentaron alrededor del cruce fronterizo con Estado Unidos, en la Av. Olvera (ahora conocida como Av. Revolución) y la calle 2ª (IMPLAN, 2004).

Figura III.1. Crecimiento demográfico en Tijuana



Fuente: (IMPLAN, 2017a)

Cuadro III.1. Población y densidad por delegación

| Delegación Municipal | Población | % | Superficie (ha) | Densidad (hab/ha) |
|---------------------------|-----------|-------|-----------------|-------------------|
| Playas de Tijuana | 141,233 | 8.19 | 6,161.19 | 23 |
| San Antonio de los Buenos | 241,160 | 13.99 | 6,242.10 | 39 |
| Sánchez Taboada | 208,350 | 12.09 | 4,262.43 | 49 |
| La Mesa | 140,435 | 8.15 | 3,053.71 | 46 |
| Centro | 98,888 | 5.74 | 2,492.68 | 40 |
| Cerro Colorado | 130,824 | 7.59 | 5,261.07 | 25 |
| Otay-Centenario | 199,055 | 11.55 | 2,347.43 | 85 |
| La Presa | 280,292 | 16.26 | 3,659.60 | 77 |
| La Presa Este | 283,035 | 16.42 | 43,654.82 | 6 |
| Resto del Municipio | 183 | 0.01 | 46,575.15 | 0 |
| | 1,723,455 | 100 | 123,710.18 | 14 |

Fuente: (IMPLAN, 2017a)

3.1.3 Infraestructura, Equipamiento y Servicios Urbanos

3.1.3.1 Alumbrado Urbano

El municipio de Tijuana cuenta con 71,988 luminarias para el alumbrado público de la zona urbana de la ciudad y 4,137 para zonas y fraccionamientos que aún no se han incorporado al Ayuntamiento, sumando un total de 76,125. Se desconoce cuántas de estas luminarias operan correctamente y cuales requieren ser reemplazadas, sin embargo, el municipio reporta que las delegaciones La Presa Este, La Presa y Otay Centenario concentran la mayor cantidad de luminarias apagadas (IMPLAN, 2017b).

3.1.3.2 Movilidad Urbana

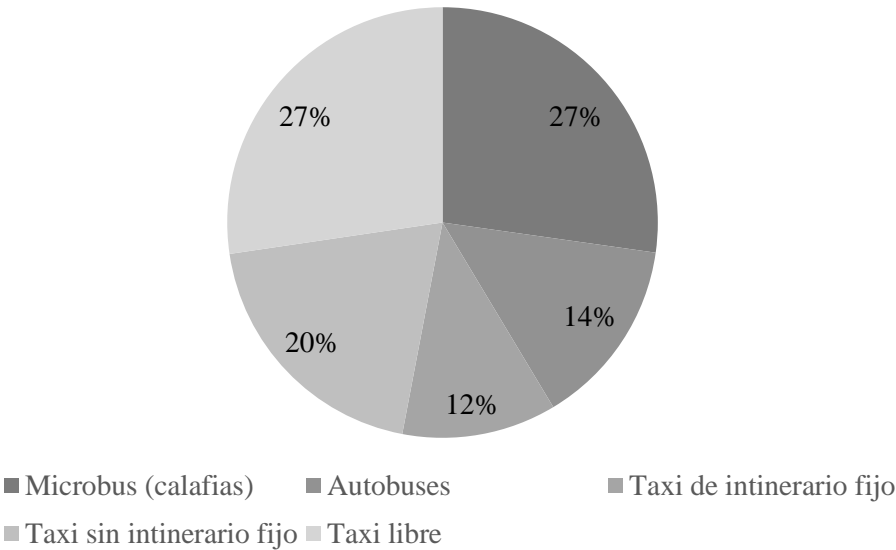
La ciudad de Tijuana se ha desarrollado bajo un patrón de crecimiento disperso y de densidad media (Santuario-Torres, 2016) en el que se ha favorecido la construcción de infraestructura vial y pavimentación, en las que para el año 2010 se contaba con 934.84 kilómetros de longitud de red vial, con una superficie de 1,844.2100 hectáreas (IMPLAN, 2010). Entre los años 2011 y 2015 se ha invertido entre el 77 al 97 por ciento de los recursos públicos destinados a movilidad urbana para este rubro (ITDP, 2016) (Figura III.3.a).

Esto ha favorecido al incremento del parque vehicular, con consecuencias de congestionamiento y contaminación, además de otras consecuencias sociales y económicas. Este incremento ha llevado al municipio de Tijuana a concentrar el mayor número de vehículos registrados en el Estado, superando en algunos años a la suma del resto de los municipios. En 2015 circularon 552,613 vehículos de motor (registrados), generando una tasa de motorización de 337 vehículos por cada 1,000 habitantes, superando la tasa media nacional de 292 vehículos por 1,000 habitantes (IMPLAN, 2017b).

Por otra parte, el transporte público ha sufrido de una falta de planeación que, aunado a un servicio deficiente y caro, ha influenciado a que la tendencia de motorización siga aumentando.

El servicio del transporte público en Tijuana se presta en la modalidad de transporte masivo y el tipo taxi. El primero está concesionado a 12 agrupaciones que en conjunto operan 108 rutas a través de 3,555 unidades y el servicio de taxis opera 7,449 unidades en 155 rutas a cargo de 45 grupos permisionarios sin contar con los correspondientes a los servicios de UBER, Cabify y Avant (IMPLAN, 2017b) (ver Figura III.2). El presupuesto destinado al transporte público en el periodo 2011-2015 tuvo su mayor nivel en el 2014, cuando alcanzó apenas el 6 por ciento del total destinado a movilidad (IMPLAN, 2017b).

Figura III.2. Distribución de las modalidades de transporte público



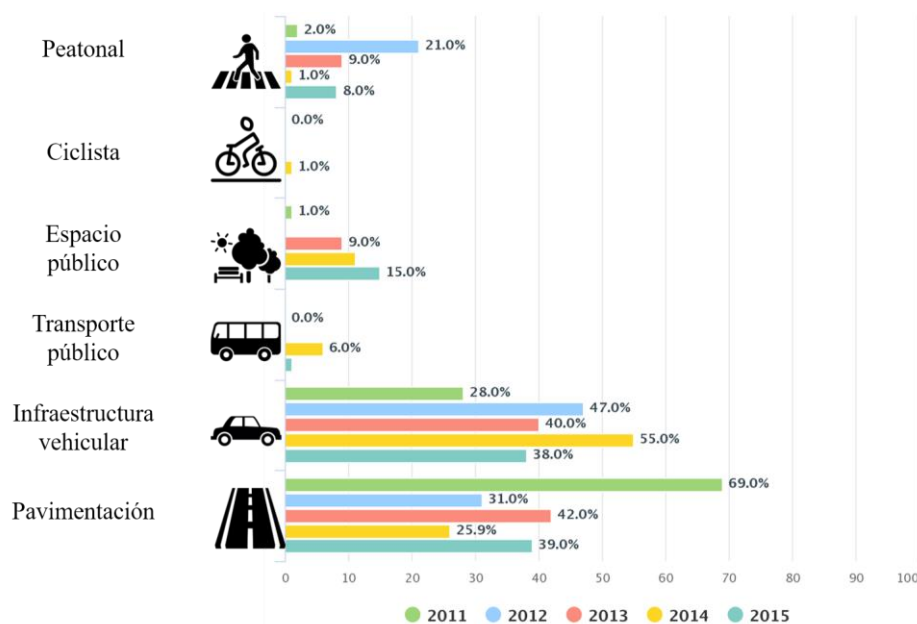
Fuente: IMPLAN, 2017

La cobertura de las distintas modalidades de transporte público da servicio a prácticamente toda el área urbana de Tijuana. Sin embargo, debido a las distancias de recorrido, la saturación de las vialidades y los transbordos, los tiempos de traslado pueden alcanzar hasta dos horas en los momentos de mayor demanda. El tema de las rutas también es importante, pues se estima que el 46 por ciento de los viajes requieren de cuatro transbordos para llegar al destino, lo cual no

solo implica un largo periodo de tiempo para realizarlo, sino que también se implica un costo elevado. Por el contrario, solo el 9 por ciento de los viajes requiere de uno o ningún transbordo para llegar al destino (IMPLAN, 2017b).

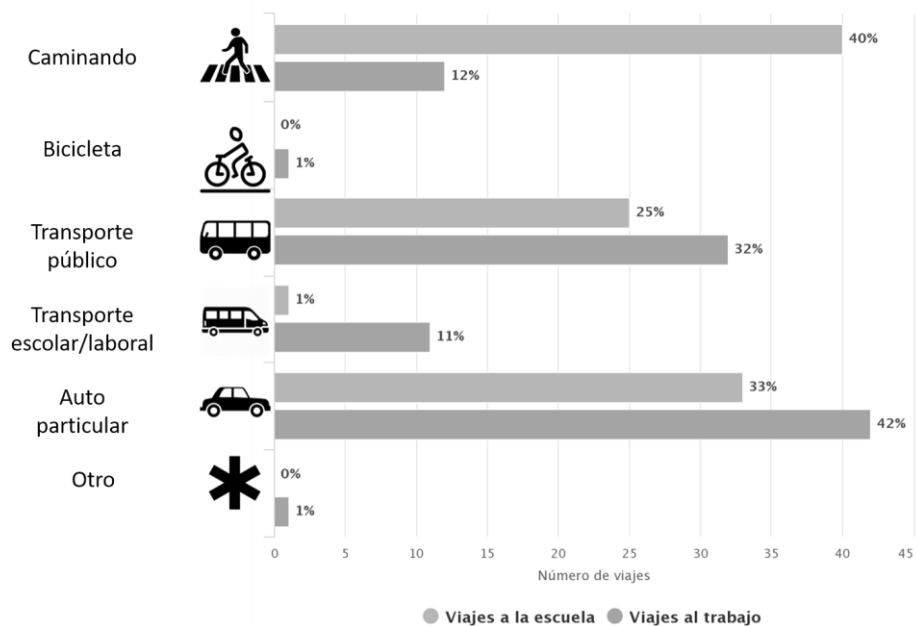
De igual forma, las prioridades de financiamiento, el rápido crecimiento urbano y las condiciones físicas del territorio no ha permitido la creación de adecuada infraestructura para otras formas de desplazamiento como son las ciclo vías o bien las del peatón (IMPLAN, 2017b; ITDP, 2016) (ver Figura III.3 a y b).

Figura III.3 a. Inversión pública por tipo de infraestructura



Fuente: (ITDP, 2016)

Figura III.3 b. Reparto modal



Fuente: (ITDP, 2016)

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA

La metodología desarrollada en el presente trabajo es de corte cuantitativo y pretende vincular dos conjuntos de definiciones del concepto de caminabilidad clasificados por Forsyth (2015):

1. Caminabilidad física: medios (físicos) de la ciudad que permiten realizar los desplazamientos peatonales a través de su infraestructura;
2. Caminabilidad percibida: percepción de la población sobre los medios físicos.

Todos estos componentes fueron sistematizados espacialmente en un sistema de información geográfico usando el software Quantum GIS 2.18.18Las Palmas (QGIS)

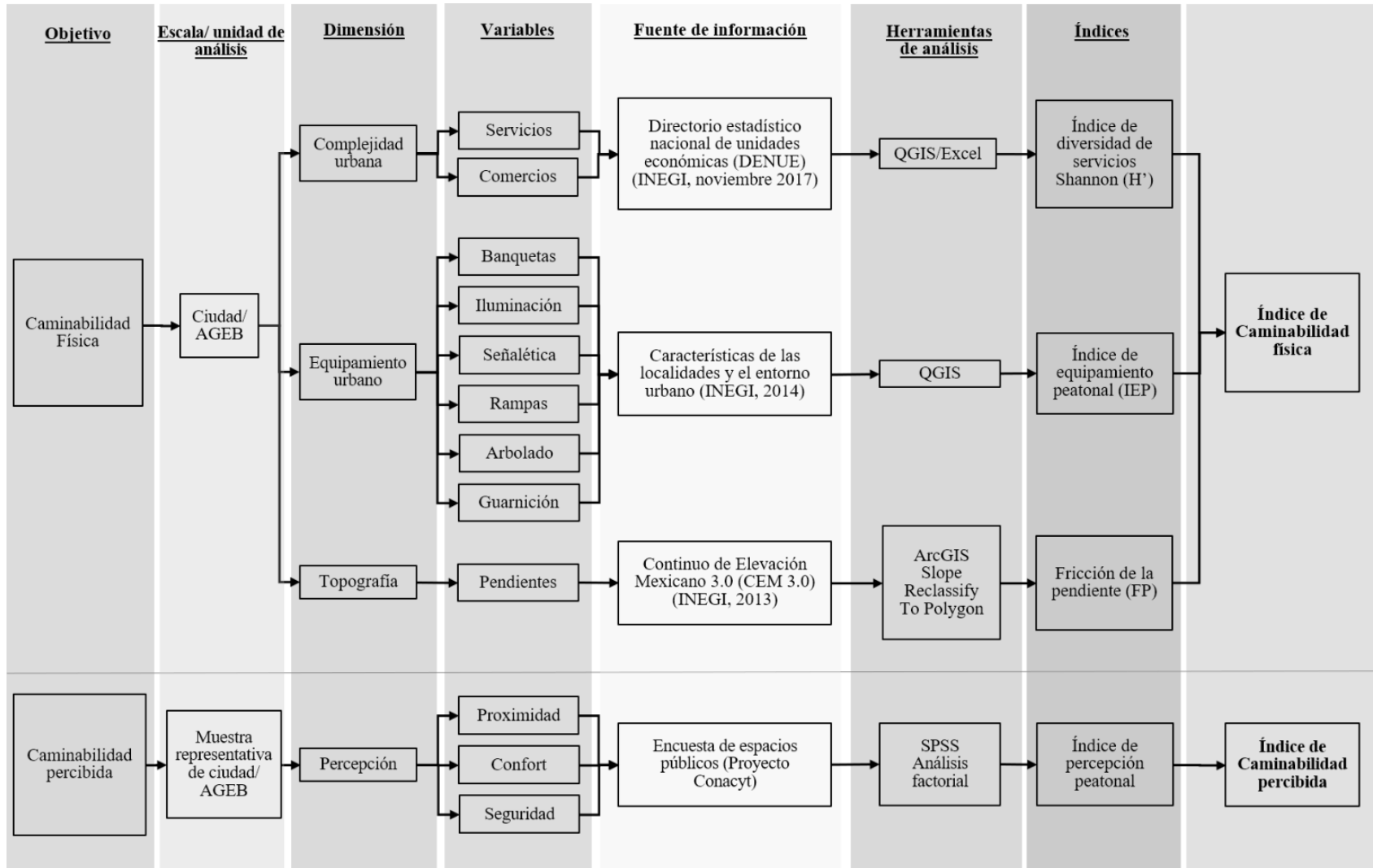
Una síntesis de la estrategia metodológica usada puede observarse en la Figura IV.1.

4.1 Caminabilidad Física

La determinación de la caminabilidad física se realizó usando como unidades de análisis a las áreas geoestadísticas básicas (AGEB), descargadas del Marco Geoestadístico Nacional, edición 2017, publicado por el INEGI para toda la ciudad.

Para medir la caminabilidad se consideraron tres elementos principales: la complejidad urbana, el equipamiento urbano y la topografía los cuales se describen en sus respectivos apartados. La selección de estas variables permite la replicabilidad de la metodología a otras ciudades mexicanas, pues se cuenta con una fuente de información nacional del INEGI, que es de libre acceso, gratuita y se actualiza periódicamente.

Figura IV.1. Síntesis metodológica



Fuente: Elaboración propia

4.1.1 Complejidad Urbana

La complejidad urbana se refiere a la diversidad de servicios, comercios y actividades que tiene una zona y que generan interacciones potenciales entre personas y que pueden resultar destinos atractores de peatones (Carmona et al., 2003; Talavera-García et al., 2014). Este elemento se vincula con la mezcla de usos de suelo, que de acuerdo a Valenzuela-Montes y Talavera-García (2015), es uno de los factores más aceptado para determinar la caminabilidad de las ciudades, en los estudios que investigan los viajes peatonales como medio de transporte y en los que los analizan como actividad recreativa o de actividad física.

La determinación de los tipos de destinos a evaluar se sustenta en investigaciones previas que evalúan mediante distintos métodos, la cercanía y diversidad de actividades. La síntesis de destinos encontrados se puede observar en el Cuadro IV.1. Con excepción de las paradas de transporte público, los demás elementos se pueden encontrar en las bases del INEGI.

Para obtener las diferentes unidades de comercios o servicios potenciales destinos de viajes peatonales, se utilizó el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del INEGI (2018), que identifica y ubica las distintas actividades económicas activas en el territorio nacional. Se descargó la información en formato *shapefile* para el Estado de Baja California y se extrajeron los datos correspondientes al área de estudio, que es el municipio de Tijuana con clave municipal 004, a través de la herramienta “*Select by expression*” del QGIS.

Las actividades económicas del DENUE se encuentran clasificadas mediante un sistema establecido por común acuerdo entre los gobiernos de México, Estados Unidos y Canadá, en el marco del tratado de libre comercio de América del Norte, cuya edición más actualizada es el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, 2013 (SCIAN 2013) (INEGI, 2013). Este Sistema está estructurado en cinco niveles: sector, subsector, rama, subrama y clase de actividad, como se muestra en la Figura IV.2. El sistema permite identificar cada clase de unidad económica mediante un código de seis dígitos que designa al sector mediante los primeros dos dígitos y un dígito para cada uno de los siguientes niveles hasta llegar a la clase (INEGI, 2013).

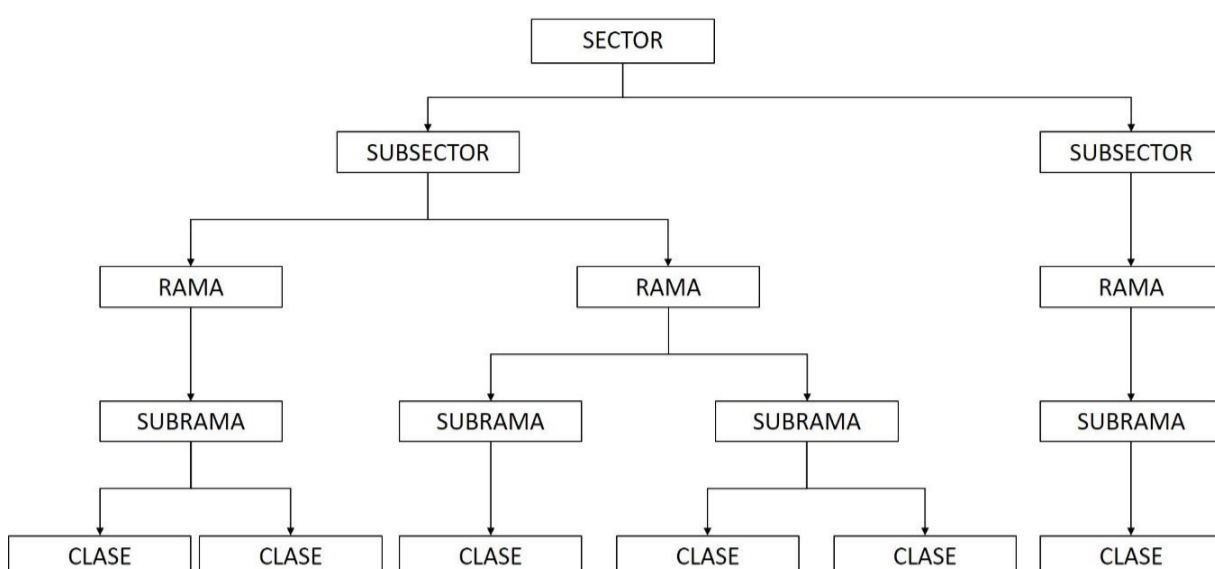
Los servicios seleccionados para el cálculo de este indicador se encuentran a nivel de subsector o rama dentro del SCIAN 2013 (INEGI, 2013), lo que implica que se componen por varias clases de actividades. Para seleccionar los códigos de actividades correspondientes a estas actividades se exportó la tabla de atributos del *shapefile* a una hoja de cálculo y se contabilizó el número de unidades de cada actividad existen por cada AGEB a través de las tablas dinámicas de Excel. Los resultados se agruparon y transfirieron a las AGEB correspondientes. Las actividades contenidas en cada categoría se muestran detalladas en el ANEXO A).

Cuadro IV.1. Destinos considerados para la elaboración del índice de complejidad urbana

| CATEGORIAS | (Spittaels et al., 2010) | (Dill, Neal, Luhr, & Adkins, 2017) | (Witten et al., 2011) | (Sriram et al., 2016) | (Koschinsky et al., 2017) | (King et al., 2003) | (Smith, Gidlow, Davey, & Foster, 2010) | (Dewulf, Neutens, Van Dyck, de Bourdeaudhuij, & Van de Weghe, 2012) | (Gunn et al., 2017) | Total |
|--------------------------------|--------------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------|--|---|---------------------|-------|
| Abarrotes y alimento fresco | X | | X | | X | X | X | X | X | 7 |
| Comercio al menudeo | X | X | X | X | X | X | | X | X | 8 |
| Servicios locales | X | X | X | | X | X | X | X | X | 8 |
| Restaurantes, cafés, bar | X | X | X | X | X | X | X | X | | 8 |
| Transporte público | X | X | X | | | X | X | X | X | 7 |
| Instalaciones deportivas | X | X | X | | | | X | X | X | 6 |
| Esparcimiento al aire libre | X | | X | X | X | X | X | | | 6 |
| Instalaciones educativas | | X | X | X | X | | X | X | X | 7 |
| Entretenimiento | | X | X | X | X | | | | | 4 |
| Edificios religiosos y cívicos | | X | X | | | X | | | | 3 |
| Total | 7 | 8 | 10 | 5 | 7 | 7 | 7 | 7 | 6 | |
| Tipo de medición | Subjetivo | Subjetivo | Objetivo | Objetivo | Objetivo | Comparativo | Comparativo | Comparativo | Mixto | |

Fuente: Elaboración propia

Figura IV.2. Estructura del SCIAN México 2013.



Fuente: Modificado de INEGI (2013)

Para determinar la complejidad urbana, con los datos de servicios se calculó el índice de Shannon para cada AGEB. Este índice ha sido usado tanto en la investigación académica (Peiravian, Derrible, & Ijaz, 2014; Talavera-García et al., 2014) como en algunas agencias gubernamentales españolas encargadas de las temáticas urbanas y ambientales (Rueda, 2006).

El índice de Shannon tiene sus orígenes en la teoría de la información y posteriormente fue utilizado en la teoría ecológica (Siqueiros, 2005). Para su interpretación, valores altos representan una mayor diversidad que, a su vez, implica más complejidad estructural y mayor estabilidad del sistema (Spellerberg & Fedor, 2003). En el caso de las ciudades, el uso del índice de Shannon permite determinar el grado de complejidad urbana a través de la valoración de la distribución de las diversas actividades económicas en las AGEB. Su valor más alto se alcanza cuando la distribución de actividades económica es equifrecuente (Rueda, 2006).

Para el cálculo del índice de Shannon se usó la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$$

Donde:

H' es el índice de Shannon

n_i es el número de unidades de la actividad i presentes en un AGEB

N es el número total de unidades presentes en la AGEB.

Además de este índice y con la única finalidad de tener un mejor entendimiento del comportamiento de la variable, se realizó el cálculo del porcentaje de actividades, de las nueve calculadas, se encuentran contenidas en cada AGEB, y se obtuvo dividiendo la cuenta de

actividades presentes entre nueve y multiplicando por 100. A este valor se le llamó riqueza y, aunque no es utilizado para el cálculo del índice de caminabilidad física, aporta información importante para la interpretación de la complejidad urbana

4.1.2 Equipamiento Urbano

A través de la revisión realizada por Ann Forsyth (2015), se identifica que una de las dimensiones básicas que constituyen la caminabilidad se refiere a los medios que propician un entorno caminable. Estos entornos deben ser espacios que puedan ser transitables y que cuenten con equipamiento para hacerlos físicamente atractivos.

Entre los equipamientos que contribuyen a lograr entornos transitables y atractivos se encuentran las banquetas, una iluminación adecuada, los cruces seguros, el arbolado y la señalización con información útil para el peatón (Forsyth, 2015). La inclusión de otros elementos como rampas para sillas de ruedas, guías para personas con discapacidad visual o semaforización con guías auditivas favorecen la creación de un entorno peatonal inclusivo para las personas con discapacidad, lo cual también constituye un medio para lograr la caminabilidad (Hutabarat Lo, 2009).

Para la generación de un Índice de Equipamiento Peatonal (IEP) que evalúe la existencia de elementos que propician entornos caminables, se utilizó la base de datos de Características del entorno urbano 2014 (CEU2014). Esta base de datos forma parte del Inventario Nacional de Vivienda 2016 (INV2016) de INEGI (2016), y su información fue levantada durante el operativo “Recorrido de Actualización del Marco Geoestadístico Nacional, el Entorno Urbano y las Características de las Localidades, realizado en 2014”. La base proporciona información acerca de *“la infraestructura de las vialidades, la disponibilidad de mobiliario urbano, la presencia de restricciones del paso a las vialidades y el comercio en la vía pública”* (INEGI, 2015; pp. VII).

El CEU2014 se compone de 14 variables agrupados en seis subtemas: Clase de vialidad, restricción del paso, recubrimiento de la calle, mobiliario urbano, infraestructura vial y comercio en vía pública (Cuadro IV.2). La unidad de observación considera cada uno de los frentes que limitan una manzana⁶, que pueden ser vialidades o algún otro rasgo, como barrancas, laderas, ríos, etc. Dependiendo de cada variable, la unidad se puede referir a la vialidad, a la orilla de la vialidad o a la calle (Figura IV.3).

⁶ “Manzana se define como el espacio geográfico de forma poligonal y superficie variable, que está constituido por una o un grupo de viviendas, edificios o terrenos de uso habitacional, comercial, industrial o de servicios, entre otros. Generalmente se puede rodear en su totalidad y está delimitada por calles, andadores, brechas, veredas, cercas, arroyos, límites prediales y otros elementos” (INEGI, 2015: 7)

Cuadro IV.2 Variables y unidad de observación del ceu2014

| Subtema | Variable | Unidad de observación |
|---------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| Clase de vialidad | Clase de vialidad | Frente de manzana |
| | Clase de rasgo | Frente de manzana |
| Restricción del paso | Restricción del paso a peatones | Vialidad |
| | Restricción del paso a automóviles | Vialidad |
| Recubrimiento de la calle | Recubrimiento de la calle | Calle |
| Mobiliario urbano | Alumbrado público | Vialidad* |
| | Letrero con nombre de la calle | Vialidad* |
| | Teléfono público | Vialidad* |
| Infraestructura vial | Banqueta | Orilla de la vialidad |
| | Rampa para silla de ruedas | Orilla de la vialidad |
| | Árboles o palmeras | Orilla de la vialidad |
| | Guarnición ⁷ | Orilla de la vialidad |
| Comercio en vía pública | Puesto semifijo | Orilla de la vialidad |
| | Puesto ambulante | Orilla de la vialidad |

* Se consideran las dos orillas de la vialidad y, en su caso, el camellón.

Fuente: Elaboración propia, modificado de INEGI, 2015

Figura IV.3. Elementos de un frente de manzana



Fuente: INEGI, 2015

La información de las características del entorno urbano 2014 para el Estado de Baja California se descargó en formato *shapefile* y se extrajeron los datos correspondientes al área de estudio, del municipio de Tijuana con clave municipal 004, a través de la herramienta “*Select by expression*” del QGIS.

⁷ La guarnición es el “borde de concreto u otro material que delimita la calle y sirve para establecer los límites entre las áreas destinadas al tránsito de automóviles y de peatones, así como para conducir los escurrimientos superficiales. Su finalidad es delimitar las banquetas y camellones para proporcionar seguridad al tránsito peatonal.” (INEGI, 2015: 19)

Las variables para construir el IEP se seleccionaron con base en su contribución para generar entornos transitables, atractivos, incluyentes y seguros para los peatones y son las siguientes:

- Alumbrado público. Permite la visibilidad por las noches y brinda condiciones de seguridad ante delitos y accidentes y propicia el funcionamiento de los establecimientos comerciales.
- Letreros con el nombre de la calle. Permiten la localización de direcciones y ayuda a la ubicación y el desplazamiento por la red vial.
- Banqueta. Permiten el desplazamiento seguro de los peatones. Suelen estar a desnivel respecto al arroyo vehicular para proteger al peatón de un accidente vial.
- Rampa para silla de ruedas. Facilita el desplazamiento de personas con movilidad limitada y promueven la inclusividad.
- Árboles o palmeras. Ayudan a reducir la sensación térmica bajo su follaje durante días calurosos, contribuyen a controlar la erosión, favorecen la calidad del aire, pueden proporcionar una barrera de separación con el arroyo vehicular y generan ambientes y paisajes agradables para el peatón.
- Guarnición. Proporciona un elemento de seguridad al peatón al delimitar las superficies de tránsito vehicular y peatonal.

Los valores de estas seis variables están dados de la siguiente manera:

1. Sí (presencia)
2. No (ausencia)
7. Conjunto habitacional
8. No aplica
9. No especificado.

Para la construcción del IEP se dicotomizaron las variables, en las que se consideró como favorable para la caminabilidad únicamente la presencia del equipamiento con valor uno, asignando un valor cero a la ausencia. Los casos de valor “conjunto habitacional”, “No aplica” y “No especificado” se dejaron sin valor, pues en el primer caso se refieren a los lados de los edificios internos de un conjunto habitacional y que no colindan con ninguna vialidad. Los casos de valor “No aplica” se refieren a rasgos con los que colinda la manzana que no son vialidades, como pueden ser barrancas, ríos, playas, etcétera, por lo que por su naturaleza no podrían contar con equipamiento peatonal.

El cálculo del IEP y se realizó conforme a la siguiente fórmula:

$$IEP_N = \sum_{i=1}^n \frac{AP_i + L_i + B_i + R_i + Ar_i + G_i}{n}$$

Donde:

- IEP_N es el índice de equipamiento peatonal en la AGEB N
- AP_i indica la presencia o ausencia de alumbrado público en el frente de manzana i
- L_i indica la presencia o ausencia de letrero con nombre de la calle en el frente de manzana i
- B_i indica la presencia o ausencia de banqueta en el frente de manzana i
- R_i indica la presencia o ausencia de rampa para silla de ruedas en el frente de manzana i
- Ar_i indica la presencia o ausencia de árboles o palmeras en el frente de manzana i
- G_i indica la presencia o ausencia de guarnición en el frente de manzana i
- n es el número de frentes de manzana en la AGEB N

4.1.3 Topografía

El crecimiento urbano en algunos contextos sobrepasa la capacidad de planeación de las autoridades, por lo que la expansión de la ciudad tiende a presentarse en sitios donde la morfología del terreno no siempre es la más adecuada para el desarrollo urbano. Este es un proceso que se presenta muy frecuentemente en esquemas de irregularidad (Rakha & Reinhart, 2012) como es el caso de la ciudad de Tijuana, donde aproximadamente el 50 por ciento del territorio tiene este origen (Alegría & Ordoñez, 2005).

La topografía de las ciudades puede ejercer influencia en la distancia que una persona estaría dispuesta a caminar, así como en el tiempo en que puede dedicar a esta actividad (O'Hare, 2006), debido al esfuerzo y gasto energético adicional requerido para caminar por pendientes (Minetti, Ardigò, & Saibene, 1993). Este incremento en el esfuerzo representa una barrera o dificultad que enfrenta el peatón para trasladarse y fue denominado por Silió Cervera (2001) como fricción de la pendiente. Considerando que Tijuana tiene una topografía muy accidentada, es importante ver como esta característica puede repercutir en la decisión de la población sobre realizar o no un viaje caminando.

Para evaluar la topografía de las AGEB urbanas, se usaron cuatro imágenes del Continuo de Elevación Mexicano 3.0 (CEM 3.0), con resolución de 15 x 15 m (INEGI, 2013) correspondientes a las cartas: I11C69, I11C79, I11D61 y I11D71.

Las imágenes CEM 3.0 son mapas en formato ráster, que representa la elevación del terreno a través de un valor de altura (z) para cada pixel. El procesamiento de las imágenes se realizó en el software ArcGIS Desktop 10.5.1, donde el primer paso consistió en la unión de las cuatro imágenes a través de la función "*Mosaic*".

El procesamiento de las imágenes consistió en determinar las pendientes usando la función “*Slope*”, que calcula la tasa de cambio en el valor z de cada celda con las celdas contiguas (ESRI, 2016b), lo que genera un archivo ráster con un valor de pendiente expresada en grados para cada pixel.

Si se considera que la accesibilidad disminuye de forma progresiva al aumento de la pendiente, entonces el valor de la fricción de la pendiente (FP) se incrementa en forma geométrica (Silió Cervera et al., 2001). Por ello, se asignó un valor de fricción de pendiente a diferentes rangos de valores de pendientes, a través de la función “*Reclassify*”, conforme al Cuadro IV.3.

Cuadro IV.3. Ponderación de la pendiente

| <u>Clase</u> | <u>Pendiente (grados)</u> | <u>Fricción de pendiente</u> | <u>Dificultad</u> |
|--------------|---------------------------|------------------------------|-------------------|
| <u>1</u> | <u>0 a 3</u> | <u>1</u> | <u>Nula</u> |
| <u>2</u> | <u>>3 a 10</u> | <u>2</u> | <u>Escasa</u> |
| <u>3</u> | <u>>10 a 25</u> | <u>4</u> | <u>Media</u> |
| <u>4</u> | <u>>25 a 45</u> | <u>8</u> | <u>Elevada</u> |
| <u>5</u> | <u>>45</u> | <u>16</u> | <u>Extrema</u> |

Fuente: Silió Cervera et al. (2001, p. 378)

Para delimitar la información a la zona de estudio, se recortó el archivo mediante la función “*Clip*” utilizando como plantilla el *shapefile* de las AGEB (INEGI, 2017). Para tener áreas más definidas se aplicó un filtro mayoritario (*Majority Filter*) que reemplaza los valores de las celdas aisladas, utilizando la evaluación de las celdas contiguas (ESRI, 2016a).

Posteriormente, se convirtió el archivo a un formato de polígonos (*shapefile*) con la función “*Raster to Polygon*” y se utilizó la función “*Intersect*” para combinar y asignar a cada AGEB, los polígonos de las distintas pendientes.

Finalmente, se calculó la fricción de pendiente de cada AGEB, ponderando el valor de cada polígono con el porcentaje de superficie que cubre en cada AGEB usando la fórmula:

$$IFP_N = \sum_{i=1} FP_i * a'_i$$

Donde:

IFP_N es el promedio ponderado de la fricción de pendiente de la AGEB N

FP_i es la fricción de pendiente del polígono i

$a'_i = a_i/A_N$ es el porcentaje de área del polígono i respecto al área total de la AGEB N

4.1.4 Índice de Caminabilidad Física

Previo al cálculo del índice de caminabilidad física, y con la finalidad de tener un mejor entendimiento del comportamiento de estos tres índices, se determinó si éstos estaban correlacionados entre sí a través de la operación Correlación bivariada del software IBM SPSS Statistics, Versión 24 (SPSS). Para evaluar los resultados de las correlaciones determinadas se usó el siguiente criterio (López-Roldán & Fachelli, 2015):

$|r|=0$ Correlación lineal nula, independencia lineal

$0 < |r| \leq 0,2$ Correlación lineal muy débil

$0,2 < |r| \leq 0,5$ Correlación lineal débil

$0,5 < |r| \leq 0,7$ Correlación lineal media

$0,7 < |r| \leq 0,9$ Correlación lineal fuerte

$0,9 < |r| < 1$ Correlación lineal muy fuerte

$|r|=1$ Correlación lineal perfecta entre las variables

Posteriormente, para agrupar los valores de los tres índices descritos, fue necesario estandarizar primero a los índices de Shannon y de fricción de pendiente, pues éstos se encuentran a diferentes escalas. Este proceso permite que los tres índices se encuentren en una escala de valores de 0 a 1⁸, lo que otorga el mismo peso de importancia a cada uno de ellos. La estandarización se realizó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$X'_N = \frac{(X_N - X_{min})}{X_{max} - X_{min}}$$

Donde:

X'_N es el valor estandarizado del índice para la AGEB N

X es el valor del índice en la AGEB N

X_{min} es el valor mínimo posible para el índice en todas las AGEB

X_{max} es el valor máximo⁹ para el índice en todas las AGEB.

Para el cálculo del Índice de Caminabilidad Física (ICF) se realizó una suma aritmética de los tres índices estandarizados. Debido a que el índice de fricción de pendiente se comporta de forma inversa a los otros dos índices (aumenta conforme se vuelve más indeseable para la caminabilidad), se le asigna un valor negativo, por lo que la fórmula queda de la siguiente manera:

$$ICF_N = H'_N + IEP_N + (-IFP_N)$$

⁸ El índice de equipamiento peatonal ya se encuentra en valores que pueden ir del 0 al 1.

⁹ Para el caso del índice de Shannon se usó el valor máximo posible (3.17) y para el índice de fricción de pendiente se usó el valor máximo encontrado (6.67).

Donde:

IFC_N es el índice de caminabilidad física de la AGEB N

H'_N es el índice de Shannon estandarizado de la AGEB N

IEP_N es el índice de equipamiento peatonal de la AGEB N

IFP_N es el índice de fricción de pendiente estandarizado de la AGEB N

El índice de caminabilidad física se estandariza en valores de cero a uno con el procedimiento explicado anteriormente.

Para entender mejor la distribución espacial de estos índices, se determinó la autocorrelación espacial y el *clusterig* para valores altos y bajos a través de las herramientas índice de Moran y G general de Getis-Ord, respectivamente, del software ArcGis. En el caso de la autocorrelación espacial, ésta permite evaluar simultáneamente los valores de la variable y la ubicación de las entidades, para determinar si existe un patrón de dispersión, agrupación o su distribución espacial es aleatoria. En caso de presentar agrupación de valores, la G general de Getis-Ord permite conocer si este agrupamiento es de valores altos, bajos o aleatorios.

4.2 Caminabilidad Percibida

Para la medición subjetiva de la caminabilidad se utilizó información de la encuesta del proyecto CONACYT PDCPN2015-482 titulado “Espacios públicos y actividad física en ciudades del norte de México” (Encuesta EPAF) y coordinado por las Dras. Ietza Bojórquez y Lourdes Romo. La Encuesta EPAF fue levantada en hogares en el año 2017 a una muestra estratificada por grado de marginación urbana (GMU) con unidad primaria de muestreo por AGEB y representativa de población adulta habitante de la ciudad de Tijuana, que cumpliera las siguientes características: 1) ser mayor de edad al momento de la encuesta; 2) haber habitado la vivienda seleccionada durante los últimos 12 meses o más; 3) aceptar la participación mediante firma la carta de consentimiento informado.

Para la construcción del índice de caminabilidad física se seleccionaron 21 preguntas del cuestionario correspondientes a la percepción de los encuestados acerca de temas de proximidad de servicios y comercios, valor estético e inseguridad en sus colonias (Cuadro IV.4).

Se realizó un análisis factorial exploratorio usando el programa estadístico SPSS, con la finalidad de explorar la validez de constructo del cuestionario en la que se observó una medida de adecuación muestral KMO alta (Cuadro IV.5) por lo que los pares de variables se pueden explicar por otras variables. Asimismo, la prueba de esfericidad de Bartlett nos rechaza la hipótesis nula de que la matriz de correlaciones es una matriz identidad, por lo que se pueden utilizar las puntuaciones factoriales como nuevas variables.

Cuadro IV.4. Preguntas seleccionadas de la encuesta EPAF

| Si usted se fuera caminando desde su casa a los lugares que se indican, ¿cuánto tiempo tardaría en llegar? | |
|---|--|
| 1. Tiendas de abarrotes, panadería, farmacia 2. Supermercado 3. Servicios locales (banco, correos, peluquería) 4. Restaurantes, cafés, bares 5. Restaurante o tienda de comida rápida 6. Parada de transporte público (autobús, taxis, calafías, etc.) 7. Instalaciones deportivas (unidad deportiva, gimnasio, piscina) 8. Áreas recreativas al aire libre (parque, playa) | 1. 1-5 minutos 2. 6-10 minutos 3. 11-20 minutos 4. 21-30 minutos 5. Más de 30 minutos |
| ¿Qué tan agradable es la colonia donde vive como lugar para salir a caminar o pasear en bicicleta? | |
| 9. Tiene un ambiente agradable para caminar o pasear en bicicleta 10. Las calles están limpias y sin grafiti 11. Hay bastantes árboles en las calles 12. Hay edificios mal mantenidos, vacíos o feos ¹⁰ 13. Hay banquetas en buen estado 14. Hay suficiente iluminación en las calles 15. Hay señalización en cruces peatonales 16. Los parques y otros espacios públicos de recreo están en buen estado. | 1. Totalmente en desacuerdo 2. Algo en desacuerdo 3. Algo de acuerdo 4. Totalmente de acuerdo |
| ¿Qué tan insegura es la colonia donde vive como lugar para salir a caminar o pasear en bicicleta? | |
| 17. No se puede cruzar de manera segura por calles muy transitadas 18. No es seguro caminar debido a tráfico 19. No es seguro caminar debido a los perros 20. No me siento seguro durante el día debido al alto índice de delitos 21. No me siento seguro durante la noche debido al alto índice de delitos | 1. Totalmente en desacuerdo 2. Algo en desacuerdo 3. Algo de acuerdo 4. Totalmente de acuerdo |

Fuente: (Proyecto EPAF, 2017)

Cuadro IV.5. Prueba de KMO y Bartlett

| | | |
|---|---------------------|----------|
| Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo | | 0.811 |
| Prueba de esfericidad de Bartlett | Aprox. Chi-cuadrado | 7747.362 |
| | gl | 210 |
| | Sig. | 0 |

Fuente: Elaboración propia

Para reducir el número de variables se realizó la extracción del número óptimo de factores a través del método de componentes principales en SPSS para buscar un nuevo conjunto de variables agrupadas en factores que expliquen gran parte de la varianza común. El cálculo de las puntuaciones factoriales para cada una de las encuestas resume la información contenida en cada una de las variables que componen dicho factor y fue guardado como una nueva variable que, en conjunto, componen la caminabilidad percibida. Para ello, el índice de caminabilidad percibida se calcula mediante la adición de cada una de las variables resultantes y su posterior estandarización en valores de cero a uno.

¹⁰ Por tratarse de un aspecto negativo, la respuesta a esta pregunta se codificó en sentido inverso: 1. Totalmente de acuerdo; 2. Algo de acuerdo; 3. Algo en desacuerdo; 4. Totalmente en desacuerdo.

Para visualizar esta información de forma espacial, se promedió cada variable resultante del paso anterior (incluido el índice de caminabilidad percibida) por AGEB y se desplegó en el programa QGIS para su análisis exploratorio.

4.3 Comparación entre la Caminabilidad Física y la Percibida

Con la finalidad de comprobar la hipótesis del presente trabajo, se utilizó la función de “Correlación bivariada” del SPSS para determinar si existe una relación entre los índices de caminabilidad física y percibida. Para tener un mejor entendimiento de las variables que conformaron estos dos índices, se realizaron correlaciones bivariadas entre las que componen el índice de caminabilidad física y las que componen el índice de caminabilidad percibida.

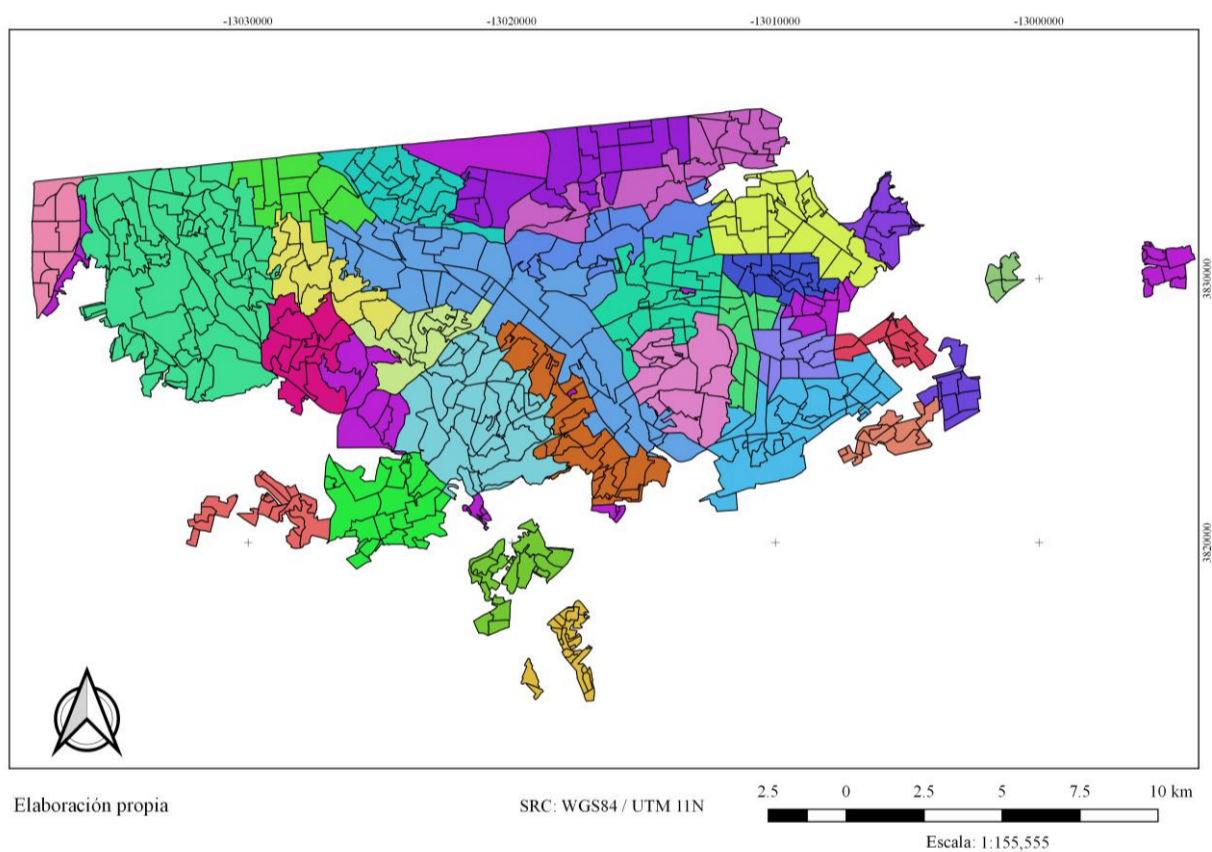
Además, se calculó la discrepancia existente entre los dos índices y se contrastó a través de diagramas de caja, con las siguientes variables contenidas en la base de datos de la encuesta EPAF: grado de marginación urbana, sexo, grupos etarios, principal medio de transporte usado, tiempo de residencia en esa colonia, grado de escolaridad y el índice de nivel socioeconómico.

CAPÍTULO V. RESULTADOS

5.1 Caminabilidad Física

Con la finalidad de brindar una mejor explicación de la distribución espacial de los resultados, se diseñó el Mapa V-1 que permite hacer referencias a distintas regiones de la ciudad de forma más comprensible y será usado a lo largo de este capítulo.

Mapa V-1. Zonas de la ciudad de Tijuana



5.1.1 Complejidad Urbana

La complejidad urbana indica la diversidad de servicios, comercios y actividades que tiene un área determinada y que son destinos potenciales de viajes peatonales (Carmona et al., 2003). En este trabajo se calculó a través del índice de Shannon, el cual valora la diversidad, riqueza y

distribución de los posibles destinos en las AGEB (Rueda, 2006). Para una diversidad de nueve categorías, el valor máximo posible del índice de Shannon es de 3.17 e indica la presencia en una AGEB de todos los destinos en la misma cantidad. El valor mínimo posible es cero y puede indicar que no existe ningún destino potencial o que solo hay presencia de un solo tipo de ellos, por lo que su diversidad es cero. Al momento de estandarizar este índice, se asignó el valor de uno a un Shannon de 3.17.

Se encontró un total de 38,768 servicios, comercios y actividades en la ciudad. Los destinos con mayor abundancia son las tiendas de ventas al menudeo con 10,605 establecimientos que se encuentran distribuidos en 498 de las 611 AGEB que comprenden el área de estudio (81 por ciento). Las tiendas de abarrotes y de ventas de alimentos frescos le siguen en número de establecimientos con 10,157 establecimientos, pero tienen una distribución más amplia, pues se encuentran en 91.49 por ciento de las AGEB. Los espacios al aire libre son el destino con menor abundancia, pues solamente existen 374, representando menos del uno por ciento de los destinos potenciales de viajes peatonales. Sin embargo, están distribuidos en el 36 por ciento de las AGEB que es superior a la distribución de los espacios de entretenimiento que solo están en el 34 por ciento (Cuadro V.1).

Cuadro V.1. Número de destinos potenciales por categoría y presencia por AGEB

| Categorías de destinos potenciales | No. de establecimientos | % de presencia en AGEB |
|---|--------------------------------|-------------------------------|
| Tiendas de abarrotes y alimentos frescos | 10,157 | 91.49% |
| Comercio al menudeo | 10,605 | 81.51% |
| Servicios locales | 8084 | 80.69% |
| Restaurantes, cafés, bares | 5091 | 73.98% |
| Instalaciones deportivas | 551 | 46.48% |
| Esparcimiento al aire libre | 374 | 36.01% |
| Instalaciones educativas | 1819 | 64.65% |
| Entretenimiento | 520 | 34.04% |
| Edificios cívicos o religiosos | 1567 | 64.81% |
| Total | 38,768 | |

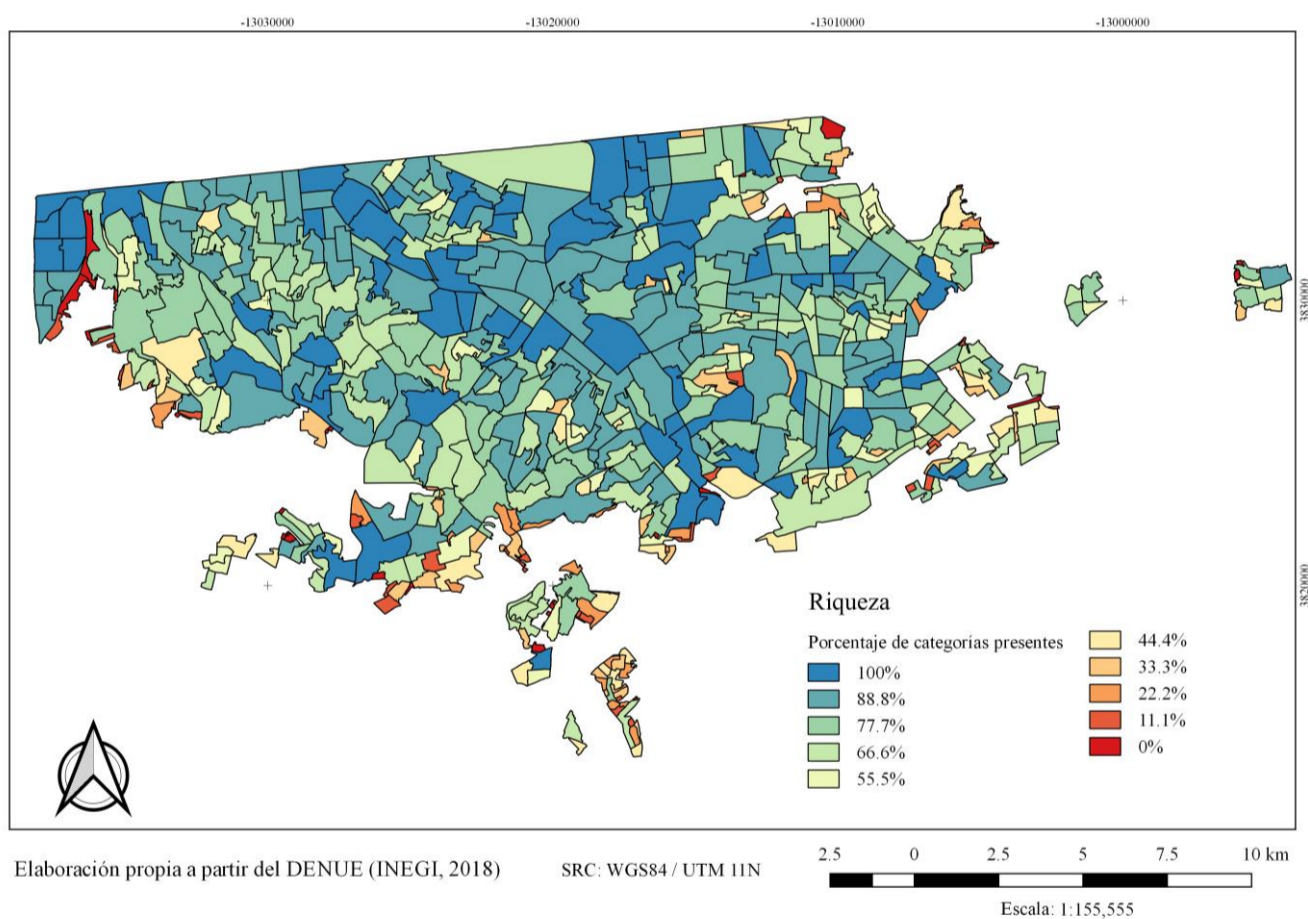
Fuente: Elaboración propia

La mayor riqueza de actividades se concentra espacialmente en las zonas planas de mayor consolidación de la ciudad y que han dirigido el desarrollo de la ciudad como el Centro-Zona Río, a lo largo del río Tijuana y en la mesa de Otay. Otros sitios con valores altos de riqueza se concentran en Playas de Tijuana y partes de La Joya y el río Alamar. Los sitios con valores cero,

es decir donde no se presentan ningún tipo de actividad económica o servicios, se encuentran principalmente en la periferia de la ciudad y corresponden principalmente a fraccionamientos residenciales en donde no se permite el establecimiento de usos distintos al habitacional o a sitios muy marginados que posiblemente tienen un origen irregular, pues corresponden a zonas con pendientes importantes (Mapa V-2).

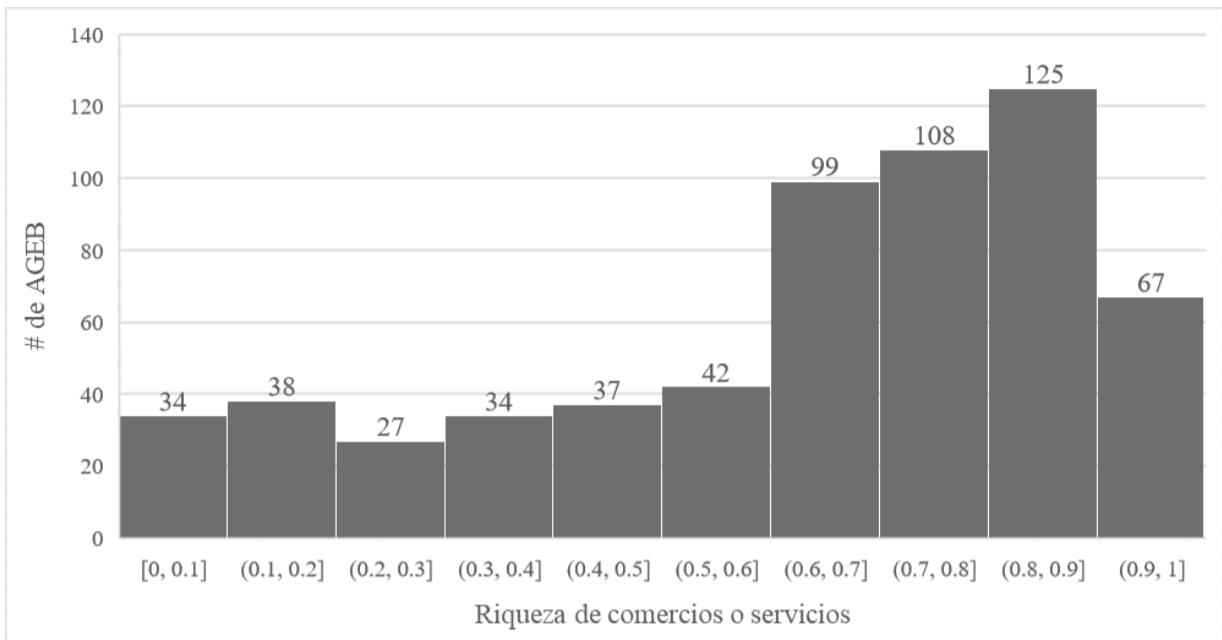
En la Figura V.1 se puede observar que la mayoría de las AGEB (72 por ciento) tienen al menos la mitad de la oferta de destinos, sin embargo, este parámetro no nos indica como es la distribución de éstos, pues pueden existir sitios donde hay muchos destinos del mismo tipo y pocos de otro. Para entender esta diversidad, es necesario revisar la complejidad urbana.

Mapa V-2. Distribución espacial de la riqueza de actividades económicas por AGEB



Las dos AGEB que tienen mayor complejidad urbana se encuentran una sobre el Cerro Colorado y la otra dentro de Playas de Tijuana. Ambas contienen todos los tipos de destinos, pero la distribución en la AGEB del Cerro Colorado es más homogénea que en la de Playas de Tijuana. En el caso de los valores más bajos, evidentemente se encuentran todas las AGEB con valor de riqueza cero, pero también todas aquellas en donde solo está presente un tipo de destino, pues no propician diversidad. Estas AGEB con valor cero se encuentran distribuidas casi en su totalidad en las periferias de la ciudad (con excepción de una en el Cerro Colorado y otra en La Joya) y se trata principalmente de zonas puramente habitacionales o zonas muy marginadas en barrancas y poca infraestructura o, en algunas ocasiones, en sitios con una mezcla de viviendas y naves industriales (Mapa V-3).

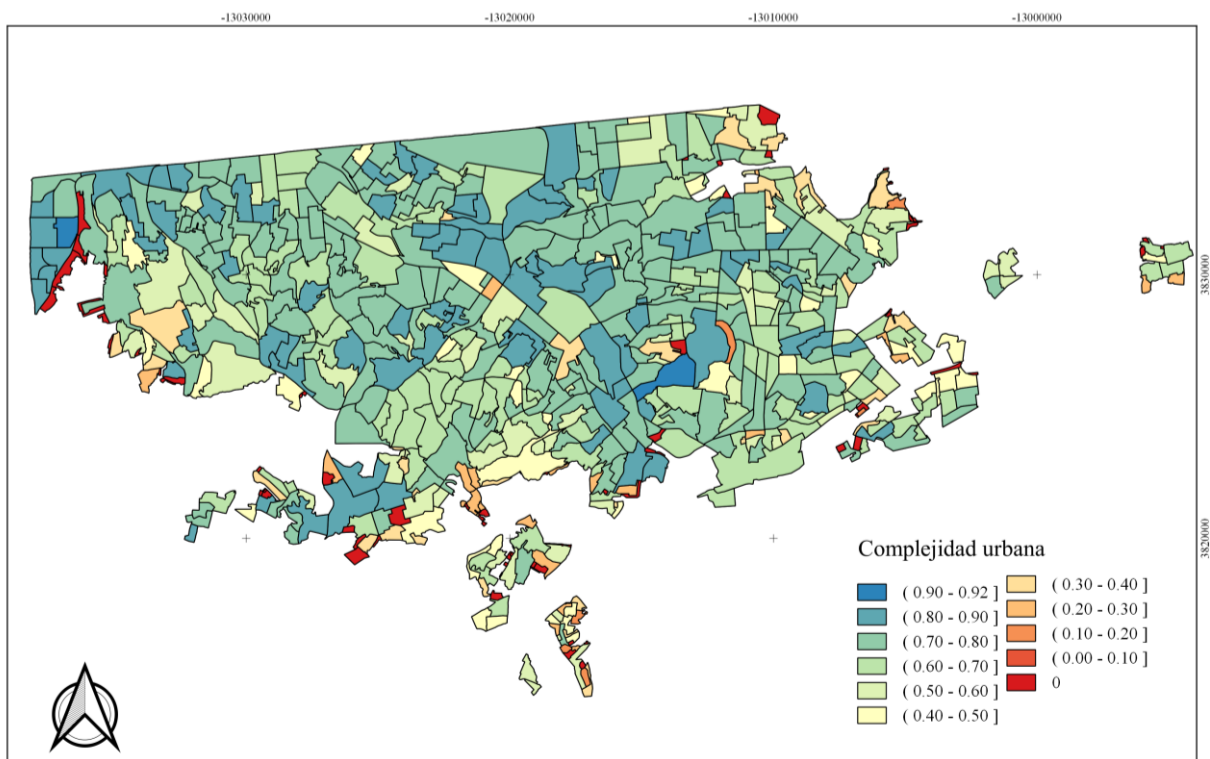
Figura V.1. Distribución estadística de la riqueza de comercios y servicios por AGEB



Fuente: Elaboración propia con datos del DENE (INEGI, 2018)

En términos generales se puede observar valores medios y altos en gran parte de la ciudad. En cuanto a la frecuencia de valores por AGEB, las puntuaciones más altas de este índice son más frecuentes, teniendo como moda el rango entre 0.7 y 0.8 (valores estandarizados) con 174 AGEB. Sin embargo, solo dos AGEB tienen valores superiores a 0.9 y ninguno llega al valor máximo (cuando todos los destinos están presentes en la misma cantidad). En cuanto a los valores bajos, es importante destacar que el 12 por ciento de las AGEB (74) presentan valor cero (Figura V.2).

Mapa V-3. Distribución espacial del índice de complejidad urbana por AGEB



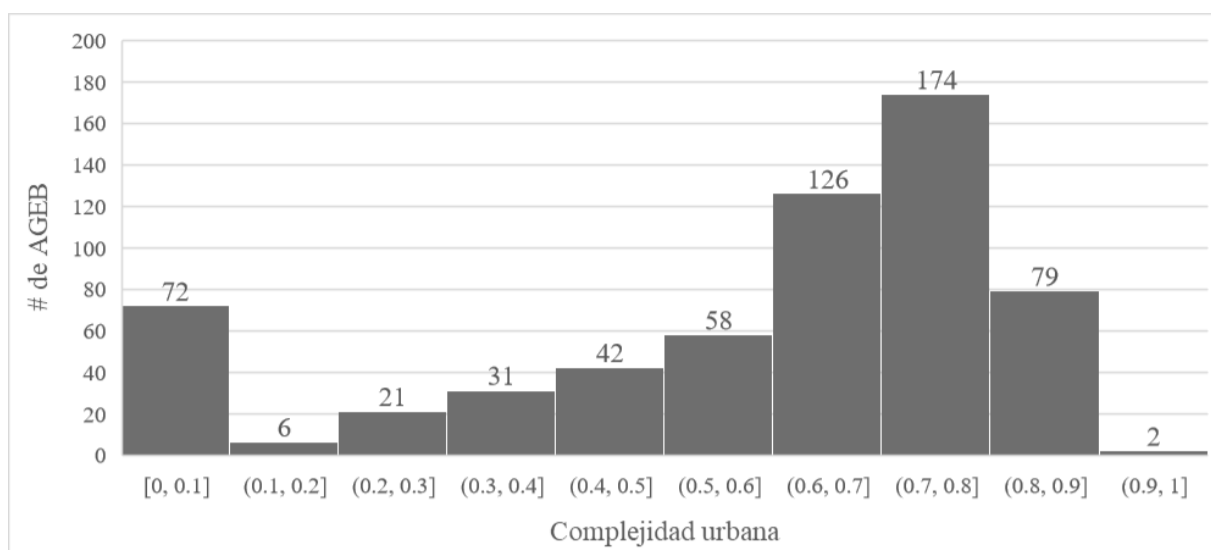
Elaboración propia a partir del DENE (INEGI, 2018)

SRC: WGS84 / UTM 11N

2.5 0 2.5 5 7.5 10 km

Escala: 1:155,555

Figura V.2. Distribución estadística de la complejidad urbana por AGEB



Fuente: Elaboración propia con datos del DENUE (INEGI, 2017)

5.1.2 Equipamiento Peatonal

El equipamiento peatonal se refiere a la presencia o ausencia de elementos que constituyen parte de la infraestructura peatonal, entre los que se encuentran las banquetas, el alumbrado público, los letreros de los nombres de las calles, el arbolado, la guarnición y las rampas para sillas de ruedas. El comportamiento del índice indica valores de uno cuando todos los frentes de manzana presentan todos los elementos mencionados y de cero cuando ningún frente de esa AGEB presenta elementos.

De la infraestructura peatonal estudiada, el alumbrado público es el que se encuentra presente en el mayor número de AGEB, pues en 584 de 596 AGEB¹¹ (97 por ciento) al menos un frente de manzana cuenta con este equipamiento. El elemento que se encuentra menos presente es el de rampas para silla de ruedas, pues éstas no existen en más de la mitad de las AGEB. El elemento con mayor presencia en promedio también es el alumbrado público, con un valor de 0.79, indicando que no solo está en las mayorías de las AGEB, sino que también se encuentra en gran parte de los frentes de manzana. Los señalamientos con el nombre de las calles se encuentran presente en 81 por ciento de las AGEB. Sin embargo, la mayoría de éstas cuentan con pocos frentes de manzana con este elemento por lo que su valor promedio es de apenas 0.28 (Cuadro V.2.).

Las AGEB que muestran un mejor equipamiento peatonal se localizan en fraccionamientos habitacionales (de acceso controlados algunos de ellos) de las zonas de Santa Fe, Juárez-Chapultepec y El Refugio y en una AGEB del Centro-Zona Río de gran importancia turística y comercial de la ciudad, pues es donde se encuentra el centro comercial Plaza Río y el Palacio

¹¹ La base de datos del CEU2014 no tiene información para 15 AGEB

Municipal. Los sitios sin ningún equipamiento se encuentran en los cañones Otay-Alamar, Valle Imperial y los cañones de la zona oriente, que corresponden principalmente a zonas de origen irregular. En términos generales, existen valores bajos en zonas de cañones y muchas pendientes (Mapa V-4).

Cuadro V.2. Presencia de equipamiento en las AGEB

| Elemento | AGEB con presencia del equipamiento | Índice promedio de equipamiento peatonal |
|--------------------------|--|---|
| Señal de nombre de calle | 485 | 0.28 |
| Alumbrado público | 584 | 0.79 |
| Banquetas | 528 | 0.57 |
| Guarniciones | 561 | 0.64 |
| Arbolado | 564 | 0.48 |
| Rampas | 256 | 0.51 |

Fuente: Elaboración propia

Para visualizar cómo se comportan espacialmente cada uno de los elementos que componen este indicador, se pueden consultar los mapas correspondientes en el Anexo B. Es muy importante remarcar la escasez de AGEB con valores altos debido, en parte, a la poca cobertura de muchos elementos como las rampas para sillas de ruedas o la señalización de nombre de las calles. Al ver las categorías del equipamiento de manera individual se puede percibir el mismo comportamiento que el índice en las guarniciones y las banquetas. El único elemento que se encuentra con mayor frecuencia y distribución es el alumbrado público. Y en caso del arbolado se encuentra con baja presencia en gran parte del interior de la ciudad y no sólo en las periferias accidentadas.

En cuanto a las distribuciones, se puede observar que predominan los valores medios, siendo la moda el rango de 0.5 a 0.6 con 152 AGEB. Esto indica que gran parte de la ciudad cuenta con algunos de los elementos, pero en general existen carencias importantes (Figura V.3).

Mapa V-4. Distribución espacial del índice de equipamiento peatonal por AGEB

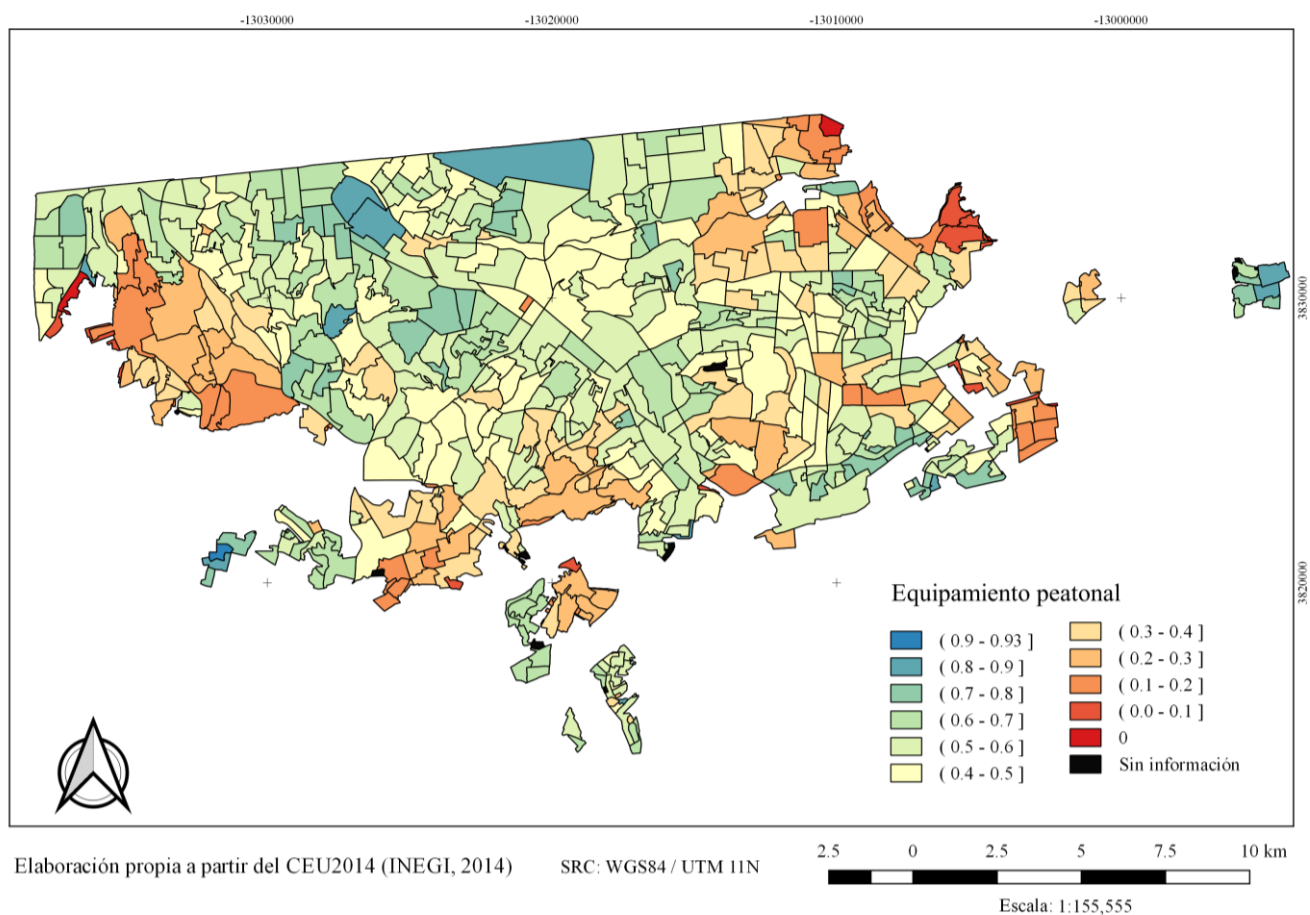
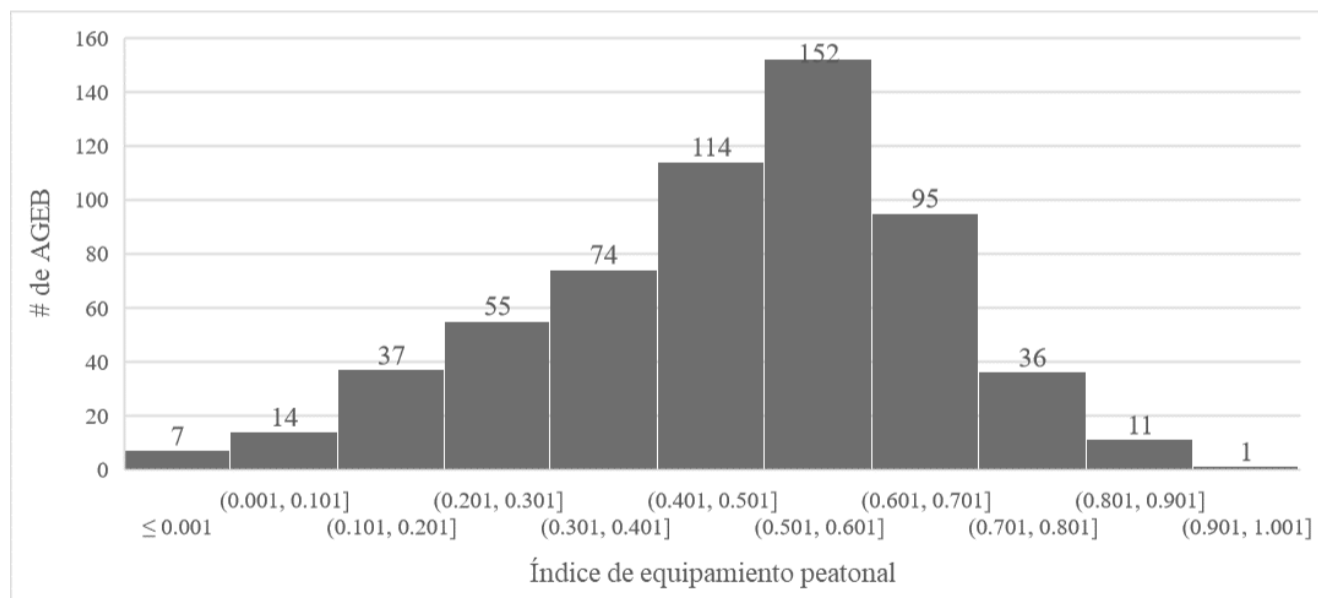


Figura V.3. Distribución estadística del índice de equipamiento peatonal



Fuente: Elaboración propia con datos de CEU2014 (INEGI, 2014)

5.1.3 Topografía

Es importante recordar que para la elaboración de este índice se realizó un promedio ponderado de las áreas con distintas pendientes que conforman la AGEB. En este sentido, solamente se consideran sitios netamente planos a las AGEB con valor cero, las cuales no representan ningún esfuerzo físico extra atribuible a la pendiente. Valores bajos significa la predominancia de

planicies, pero que coexisten con pendientes (que pueden ser ligeras o muy pronunciadas) en proporciones muy pequeñas. El aumento de la escala nos indica un aumento en la proporción del terreno que corresponde a pendientes que también se ve influido por el nivel de inclinación de éstas. Las AGEB con valores arriba de 0.3 ya representan una dificultad considerable para caminar.

En el tema de la topografía, la escala se comporta de manera inversa a los índices vistos hasta ahora, pues se identifican las AGEB más planas con valores de cero en el índice de fricción de la pendiente. En este sentido, es muy notorio que los valores más altos se encuentran en el Centro-Zona Río y atraviesan la ciudad por el cauce del Río Tijuana. Otros sitios que destacan por tener valores bajos son otras de las zonas más desarrolladas y consolidadas de la ciudad, como lo son la zona de Otay y Playas de Tijuana. Es importante señalar que únicamente estos sitios mencionados corresponden a planicies, pues en el resto de los valores se pueden encontrar pendientes pronunciadas. Los valores más altos se pueden observar en el Cerro Colorado y en Valle Imperial y son sitios en donde se pueden encontrar pendientes que requieren un esfuerzo importante para transitarlas (Mapa V-5).

Como se puede ver en la Figura V.4, el rango con más frecuencia se encuentra entre 0.1 y 0.2, el cual representa un terreno que presenta algunas pendientes, y comienza a requerir un esfuerzo extra para desplazarse.

Mapa V-5. Distribución espacial del índice de fricción de pendiente por AGEB

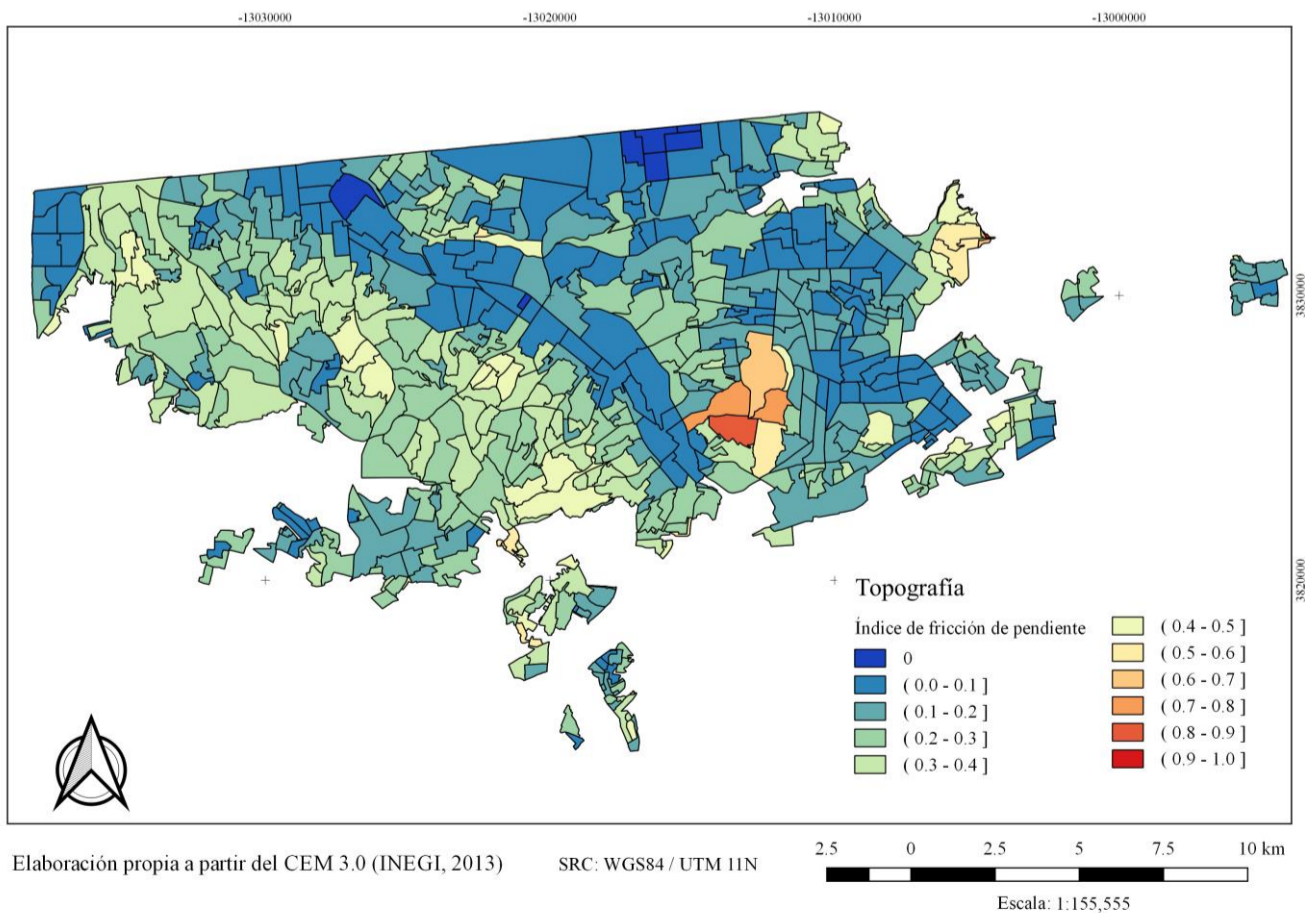
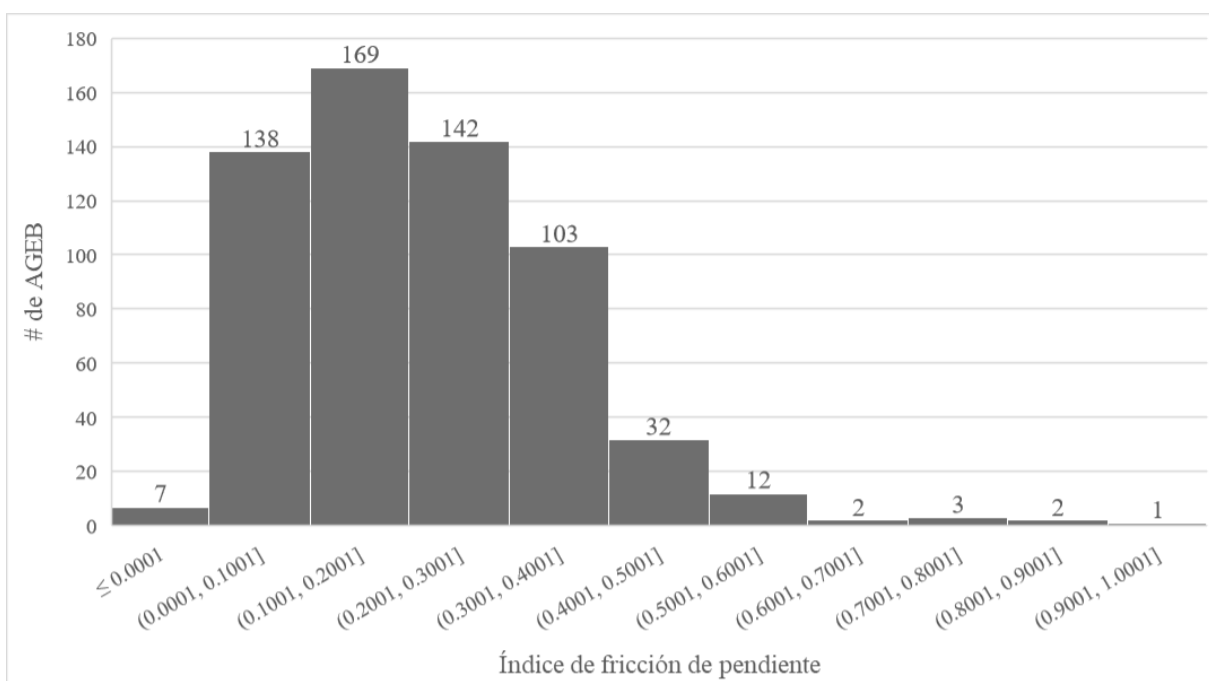


Figura V.4. Distribución estadística del índice de fricción de pendiente



Fuente: Elaboración propia con datos de CEM 3.0 (INEGI, 2013)

5.1.4 Correlaciones entre los Componentes de la Caminabilidad Física

Para entender el comportamiento de las tres variables que conforman el índice de caminabilidad física se realizó una correlación bivariada entre cada uno de éstos (Cuadro V.3). Como puede verse, en todos los casos se presenta una correlación significativa, siendo la presente entre la complejidad urbana y el equipamiento una relación lineal positiva media ($r=0.582$). En términos del coeficiente de determinación¹², esto quiere decir que el equipamiento y la complejidad comparten el 33.8 por ciento de explicación. En el caso de la pendiente, ésta se relaciona de forma lineal negativa con las dos variables restantes, con el equipamiento se da de forma media, mientras que con la complejidad es débil. Esto indica que la pendiente comparte un 25 por ciento de explicación con el equipamiento y un 16.4 por ciento con la complejidad urbana. Esto se puede constatar al observar que las mayores deficiencias de equipamiento se encuentran principalmente en zonas de los cañones y cerros y no necesariamente existe una baja complejidad.

¹² El coeficiente de determinación se obtiene de elevar al cuadrado el coeficiente de correlación de Pearson y puede expresarse en forma porcentual.

Cuadro V.3 Correlaciones bivariadas entre los componentes de la caminabilidad física

| | | Complejidad | IEP | Pendiente |
|--------------------|------------------------|--------------------|------------|------------------|
| Complejidad | Correlación de Pearson | 1 | 0.582 | -0.406 |
| | Sig. (bilateral) | | 0.000 | 0.000 |
| | N | 1483 | 1483 | 1483 |
| IEP | Correlación de Pearson | 0.582 | 1 | -0.505 |
| | Sig. (bilateral) | 0.000 | | 0.000 |
| | N | 1483 | 1483 | 1483 |
| Pendiente | Correlación de Pearson | -0.406 | -0.505 | 1 |
| | Sig. (bilateral) | 0.000 | 0.000 | |
| | N | 1483 | 1483 | 1483 |

Fuente: Elaboración propia

5.1.5 Índice de Caminabilidad Física

El índice de caminabilidad física es la síntesis de los tres componentes expuestos anteriormente (complejidad urbana, equipamiento peatonal y fricción de la pendiente), donde el valor máximo alcanzable es de dos, que refleja un sitio con una diversidad de actividades económicas ($H' = 1$), que cuenta con banquetas, iluminación, arbolado, rampas para sillas de ruedas, guarniciones y letreros con nombres en todos sus frentes de manzana (IEP = 1) y con una topografía totalmente plana (IFP = 0). Con la finalidad de facilitar la comparación con el índice de caminabilidad percibida, se estandarizó a valores de cero a uno.

En el Mapa V-6 se puede observar que las AGEB mejor evaluadas se encuentran distribuidas en Playas de Tijuana, Otay, Centro-Zona Río y Río Tijuana y Obrera-El Rubí. Mientras que los valores más bajos se encuentran en AGEB de los cañones Otay-Alamar, Valle Imperial, el Cerro Colorado y en la periferia de Playas de Tijuana. En la Figura V.5 se observa que más de una cuarta parte de las AGEB tiene un valor de este índice entre 0.7 y 0.8 (27 por ciento) y que en general prevalecen los valores altos en la mayoría de las AGEB. Sin embargo, solo el 3 por ciento supera el valor de 0.8 y ninguna AGEB alcanza valores superiores a 0.9.

Finalmente, en el Cuadro V.4 se observa que existe una distribución espacial de los valores de los índices se encuentran agrupados espacialmente. Sin embargo, este agrupamiento es aleatorio para la complejidad urbana y el índice de caminabilidad física, mientras que, para el equipamiento y la pendiente, la agrupación se da en los valores altos.

Mapa V-6. Distribución espacial del índice de caminabilidad física por AGEB

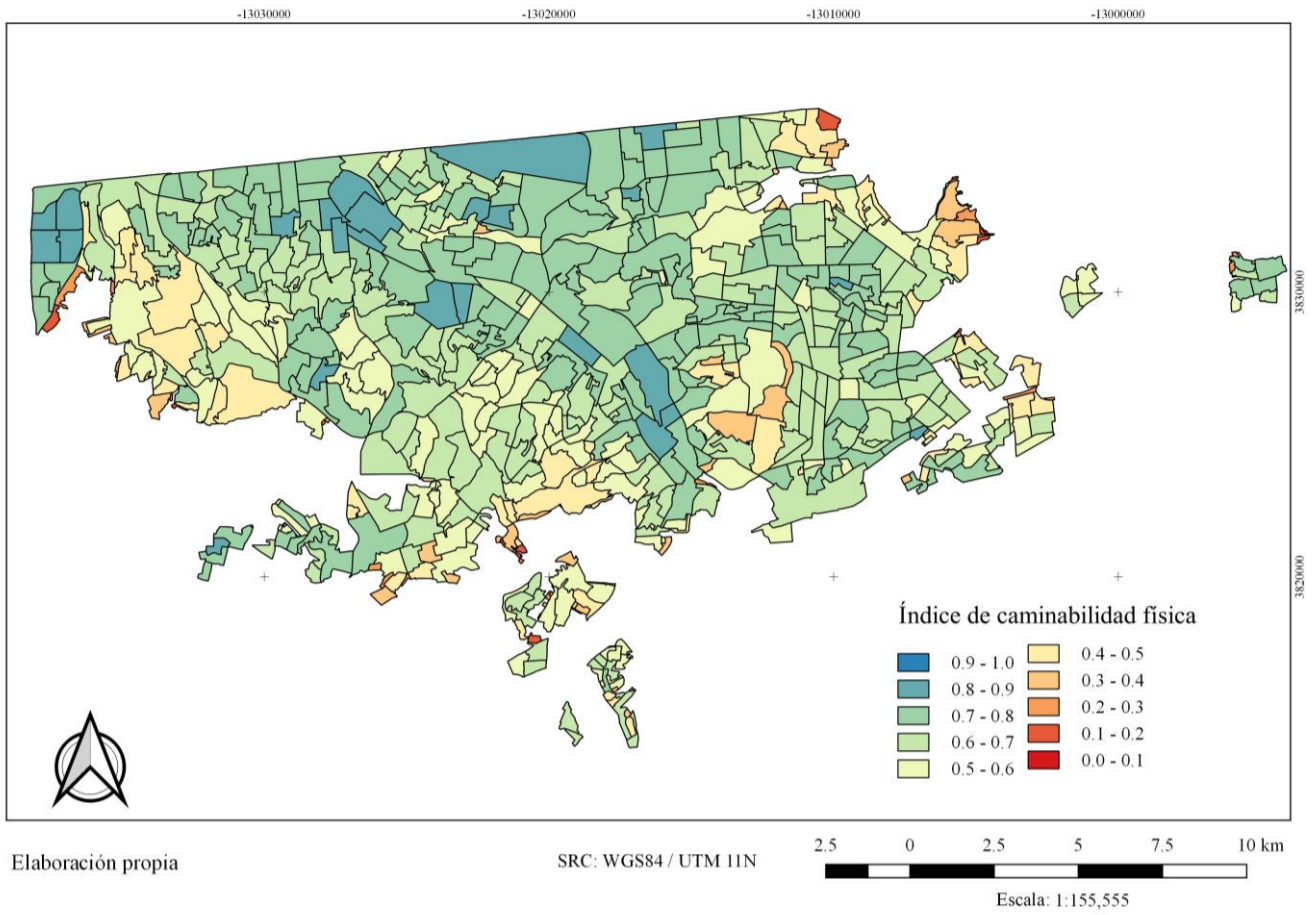
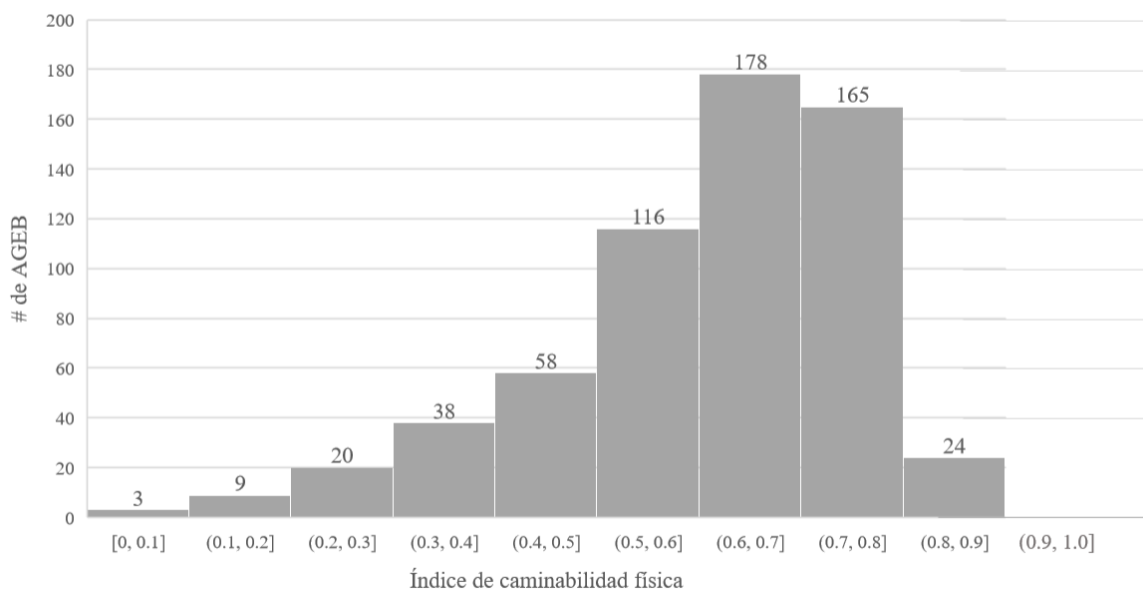


Figura V.5. Distribución estadística del índice de caminabilidad física



Fuente: Elaboración propia

Cuadro V.4. Correlación espacial y agrupación de valores altos/bajos

| | Correlación espacial | | | |
|----------------------|-----------------------------------|-----------|----------|----------------------------|
| | Moran | z | p | Interpretación |
| Caminabilidad física | 0.473009 | 26.37675 | 0 | Agrupado |
| Complejidad | 0.451734 | 25.181149 | 0 | Agrupado |
| IEP | 0.366464 | 20.439759 | 0 | Agrupado |
| Pendiente | 0.412141 | 23.02884 | 0 | Agrupado |
| | Agrupación de valores altos/bajos | | | |
| | Getis-Ord | z | p | Interpretación |
| Caminabilidad física | 0.000026 | 0.80435 | 0.421195 | Aleatoria |
| Complejidad | 0.000026 | 0.193697 | 0.846413 | Aleatoria |
| IEP | 0.000028 | 5.338914 | 0 | Agrupado por valores altos |
| Pendiente | 0.00003 | 7.106337 | 0 | Agrupado por valores altos |

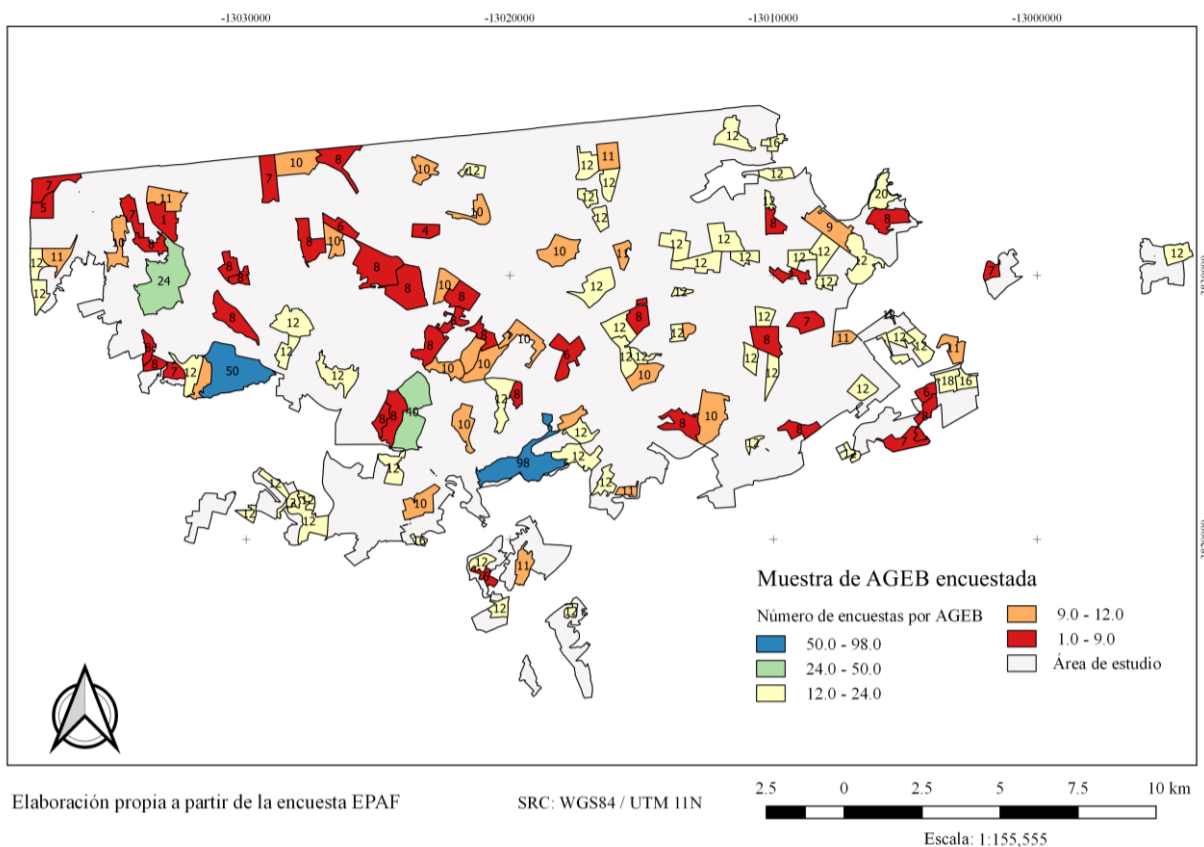
5.2 Caminabilidad Percibida

5.2.1 Muestra de la Encuesta de Espacio Público y Actividad Física

La encuesta del proyecto EPAF fue aplicada a 1,483 personas de entre 18 y 65 años de edad en la ciudad de Tijuana. Estas personas encuestadas se encuentran distribuidas en 127 de las 611 AGEB que conforman el área de estudio (20 por ciento) como se puede observar en el Mapa V-7. La muestra encuestada está distribuida en todo el territorio de la ciudad e incluye AGEB tanto del interior como de las periferias, así como de las zonas planas y los cerros y cañones.

La mayoría de las AGEB concentran entre 1 y 24 personas encuestadas, sin embargo, existen tres AGEB que en conjunto agrupan 188 encuestados (12.68 por ciento). Estas AGEB se encuentran en las periferias y representan sitios con complejidad urbana media, equipamiento peatonal deficiente y pendientes considerables, en los que sus Índices de Caminabilidad Física tienen valores medios (de 0.43 a 0.6.) El resto de la muestra incluye AGEB con caminabilidad física muy diversa, siendo el valor más bajo de 0.27 y el más alto de 0.84, por lo que se puede considerar que sí están representadas gran parte de las realidades del entorno físico existentes en la ciudad.

Mapa V-7. Muestra de AGEB encuestadas



5.2.2 Variables de Caminabilidad Percibida

Como se mencionó en la metodología, las variables de la caminabilidad percibida se determinaron a través de la extracción de componentes principales del análisis factorial. Al realizar este proceso se generaron cinco factores como se muestra en el Cuadro V.5. El primer factor agrupa siete de las ocho preguntas referente a que tan agradable es la colonia para caminar o andar en bicicleta, debido a los medios que cuenta el espacio para ser transitable, excluyendo únicamente a la pregunta sobre los edificios en mal estado, feos o abandonados. Estos medios corresponden en parte a los equipamientos utilizados en la determinación del IEP, por lo que se denominó a este factor como índice de percepción del equipamiento peatonal (IPEP).

Las preguntas que hacían referencia al tiempo necesario para llegar a diversos servicios quedaron divididas en los factores dos, cuatro y cinco. El factor dos agrupa las preguntas sobre el tiempo requerido para acceder caminando a restaurantes, cafés o bares, tiendas de comida rápida y a servicios locales y se nombró como Índice de Proximidad a Servicios (IPS). El factor cuatro incluye el tiempo para llegar a tiendas de abarrotes, supermercados y al transporte público y, además adiciona una de las preguntas sobre inseguridad de la colonia por los cruces de las calles muy transitadas y se le asignó el nombre de Índice de Proximidad al Abasto (IPA). El quinto factor se compone de las dos preguntas restantes que se refieren al tiempo para trasladarse a áreas recreativas e instalaciones deportivas, por lo que se le denominó Índice de Proximidad al Recreo (IPR) (Cuadro V.5).

Cuadro V.5. Matriz de componente rotado

| Grupo | Variables | Factor | | | | |
|--|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1.Percepción del equipamiento peatonal | Agradable (banquetas) | 0.716 | -0.123 | -0.018 | 0.024 | -0.014 |
| | Agradable (calles limpias) | 0.712 | -0.199 | -0.040 | 0.193 | 0.023 |
| | Agradable (señalización) | 0.705 | -0.082 | 0.060 | -0.060 | 0.025 |
| | Agradable (iluminación) | 0.695 | 0.089 | 0.087 | -0.134 | -0.066 |
| | Agradable (árboles) | 0.680 | 0.001 | 0.087 | 0.056 | -0.068 |
| | Agradable (parques en buen estado) | 0.633 | -0.128 | 0.175 | 0.016 | -0.094 |
| 2.Proximidad a servicios | Agradable (caminar o bici) | 0.605 | 0.069 | -0.140 | -0.158 | 0.135 |
| | Tiempo (comida rápida) | -0.016 | 0.808 | 0.104 | 0.060 | 0.136 |
| | Tiempo (restaurantes) | -0.081 | 0.804 | 0.021 | -0.007 | 0.207 |
| 3.Inseguridad peatonal | Tiempo (servicios locales) | -0.139 | 0.772 | 0.046 | 0.242 | 0.105 |
| | Insegura (delitos diurnos) | -0.022 | 0.211 | 0.744 | 0.059 | -0.099 |
| | Insegura (delitos nocturnos) | -0.077 | 0.275 | 0.742 | -0.008 | -0.086 |
| | Insegura (perros) | 0.073 | -0.155 | 0.657 | -0.016 | 0.126 |
| | Insegura (tráfico) | 0.254 | -0.354 | 0.437 | 0.007 | 0.253 |
| 4.Proximidad al abasto | Desagradable (edificios feos) | 0.136 | -0.055 | 0.342 | -0.165 | 0.224 |
| | Tiempo (abarrotes) | -0.080 | 0.151 | 0.003 | 0.709 | 0.238 |
| | Tiempo (supermercado) | 0.032 | 0.452 | 0.025 | 0.652 | -0.003 |
| | Tiempo (transporte público) | 0.141 | 0.036 | 0.115 | 0.569 | 0.433 |
| 5.Proximidad al recreo | Insegura (cruce de calles) | 0.084 | 0.121 | 0.350 | -0.539 | 0.202 |
| | Tiempo (áreas recreativas) | -0.106 | 0.223 | 0.079 | 0.115 | 0.799 |
| | Tiempo (instalaciones deportivas) | -0.106 | 0.453 | 0.000 | 0.181 | 0.644 |

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta EPAF (2017)

La forma en que se agrupan las variables de tiempo requerido se refiere al tipo de destinos a los que hace referencia la pregunta. El factor dos, considera los sitios donde las personas van a realizar una actividad dentro del establecimiento (alimentarse, tomar una bebida, realizar una operación bancaria, tomar un corte de pelo, enviar correspondencia, etcétera). En cambio, el factor, cuatro agrupa sitios de abastecimiento (supermercados, tiendas de abarrotes y transporte público). Finalmente, el quinto factor incluye destinos en donde las personas acuden a realizar actividades recreativas, de ocio o deportivas. Todas las preguntas sobre el tiempo requerido para acceder a distintos sitios están relacionadas con la complejidad urbana de la caminabilidad física ya que ambas surgen de la idea de que entre más próximos estén los destinos, estos viajes se podrán realizar caminando. En este sentido, se denominó Índice de Proximidad a Servicios (IPS) al factor dos; Índice de Proximidad al Abasto (IPA) al factor cuatro; e Índice de Proximidad al Recreo (IPR) al quinto factor.

El tercer factor está relacionado con las preguntas sobre inseguridad y sobre si se percibe como un sitio desagradable por la presencia de edificios mal mantenidos, vacíos o feos. La razón por la que incluye esta última pregunta con las de inseguridad puede significar que la población percibe edificios en mal estado, y vacíos como un elemento de inseguridad en sus colonias. El nombre asignado para este factor fue Índice de Inseguridad Peatonal (IIP).

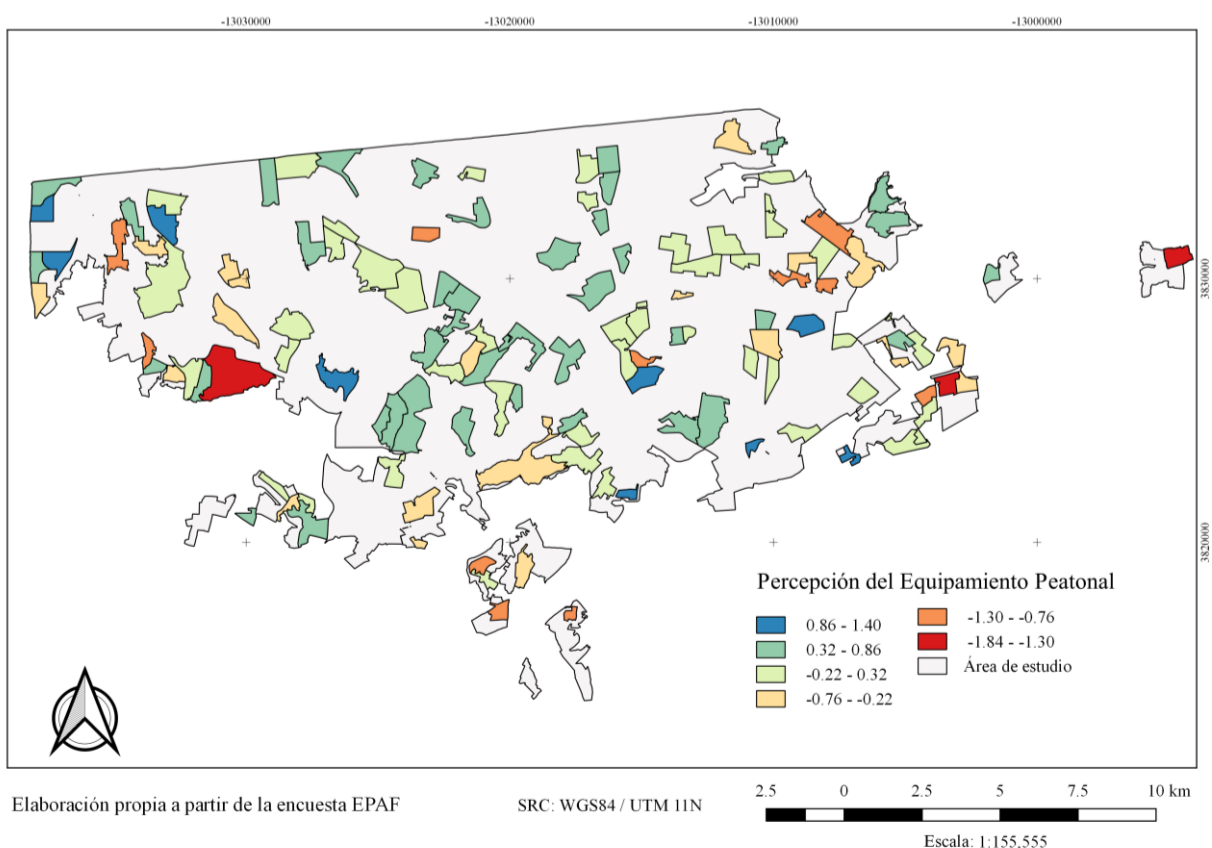
Debido al método por el que se establecieron las variables que conforman la caminabilidad percibida a través del análisis factorial, no fue necesario realizar un análisis de correlación entre ellas, pues se sabe de antemano que no están relacionadas. Sin embargo, se buscaron las correlaciones con los índices de la caminabilidad física y con el nivel socioeconómico.

5.2.3 Índice de Percepción del Equipamiento Peatonal

En términos de caminabilidad este índice se comporta de forma directamente proporcional a la caminabilidad, es decir, entre más alto sea el valor del índice, mejor es la percepción del entorno de la colonia. Respecto a la construcción del índice, éste se construyó a partir de siete de las ocho preguntas relacionadas con la percepción del entorno respecto a lo agradable que puede ser caminar o andar en bicicleta por sus colonias tomando en cuenta el estado de las banquetas, la limpieza de las calles, la señalización, la iluminación, el arbolado y las condiciones de los parques.

En el Mapa V-8 se pueden identificar de color azul las AGEB donde los habitantes perciben que el equipamiento de su colonia la vuelve un lugar agradable para caminar, mientras que las AGEB de color rojo son las menos agradables. Espacialmente, se puede observar que los valores altos se encuentran en Playas de Tijuana, Obrera-El Rubí, en los cañones de la zona oeste, Cerro Colorado. Por su parte, los valores bajos se ubican mayoritariamente en las periferias.

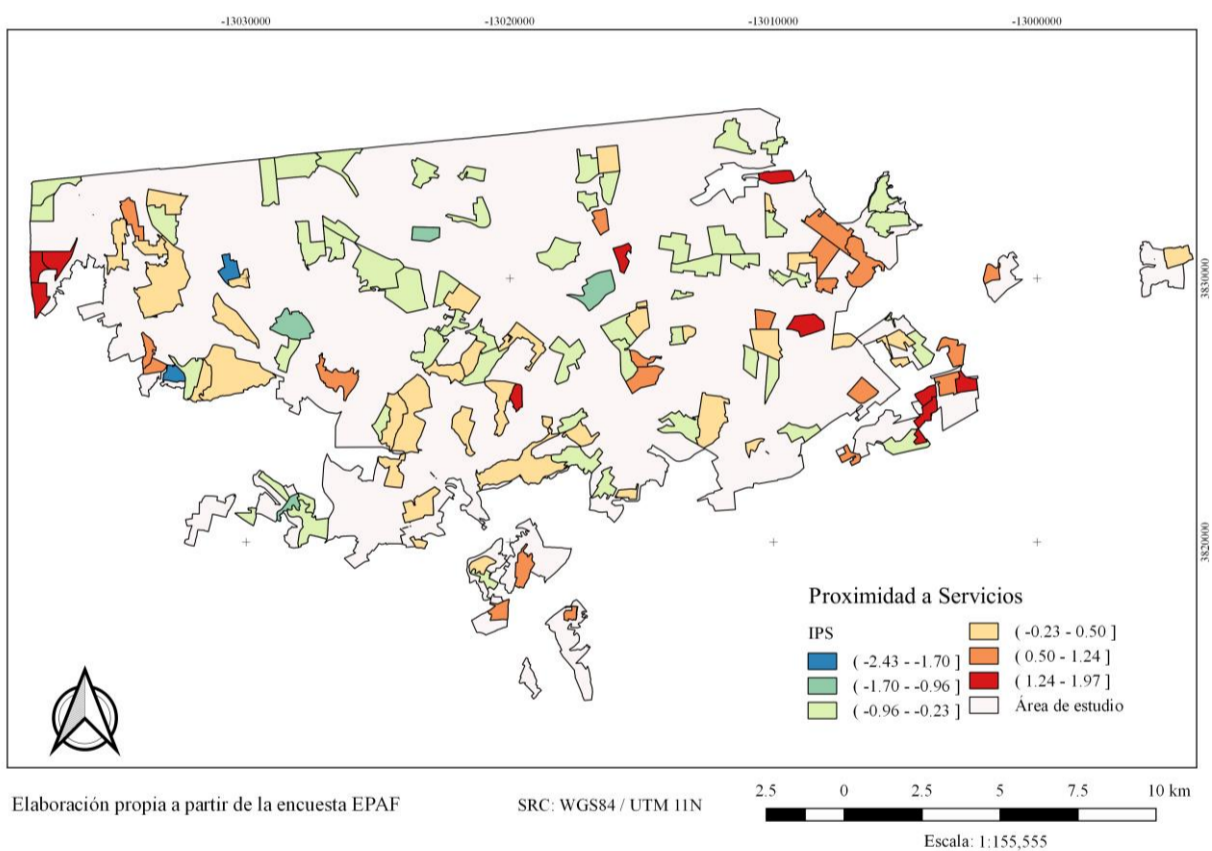
Mapa V-8. Índice de Percepción del Equipamiento Peatonal



5.2.4 Índice de Proximidad a Servicios

Este índice tiene un comportamiento inversamente proporcional a la caminabilidad, ya que los valores más altos indican tiempos mayores para acceder a restaurantes y servicios locales, lo que disminuye la probabilidad de acceder a ellos caminando. En el Mapa V-9 se pueden observar las AGEB donde la gente percibe mayor cercanía a restaurantes y servicios de color azul en los cañones de la zona oeste (particularmente en dos de las pocas zonas planas de esta región). Y los sitios donde se perciben más lejanas, de color rojo, se encuentran principalmente en Playas de Tijuana, el Ejido Maclovio Rojas, El Refugio, el Ejido Francisco Villa y Valle verde-Ejido Matamoros.

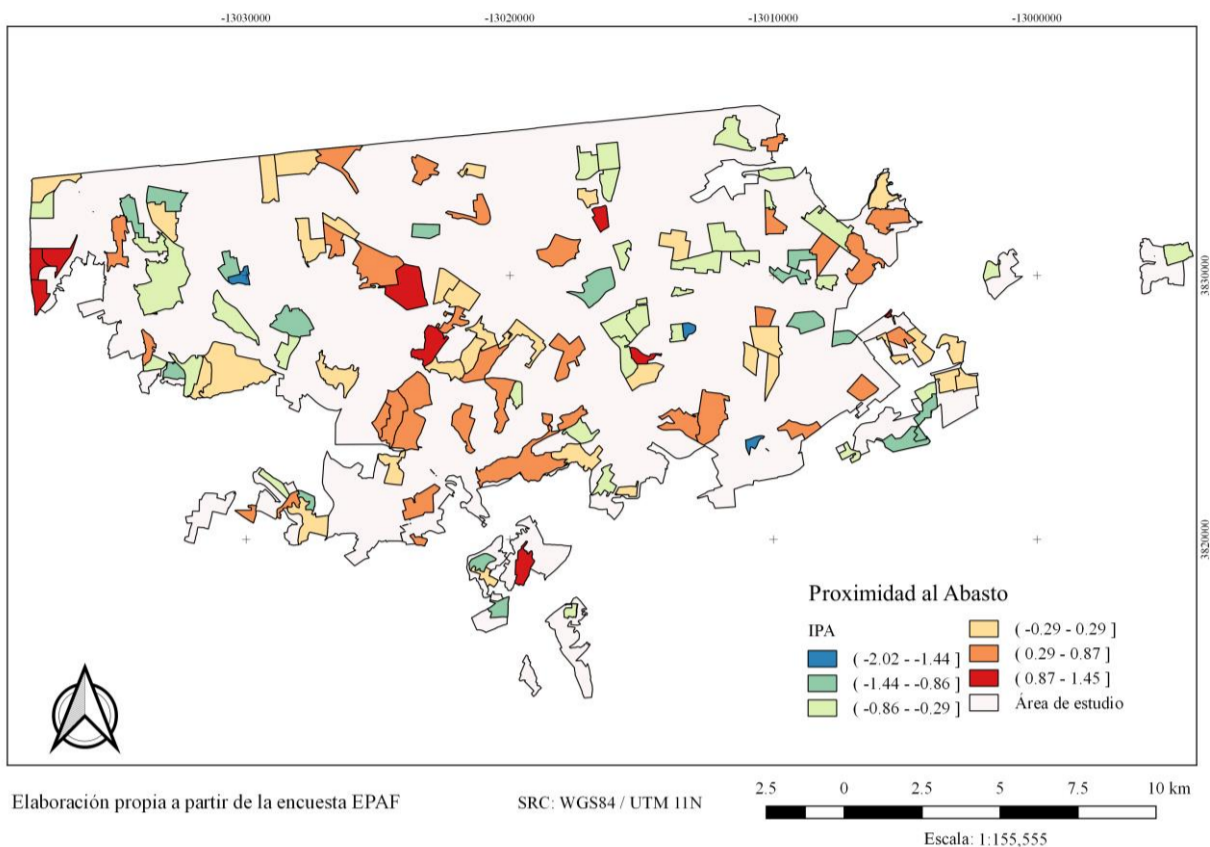
Mapa V-9. Índice de Proximidad a Servicios



5.2.5 Índice de Proximidad al Abasto

Al igual que en el índice anterior, este índice se comporta de forma inversamente proporcional a la caminabilidad, por lo que en el Mapa V-10 se pueden identificar las AGEB donde se percibe mayor cercanía a supermercados, tiendas de abarrotes y al transporte público de color azul y donde se percibe más lejano de color rojo.

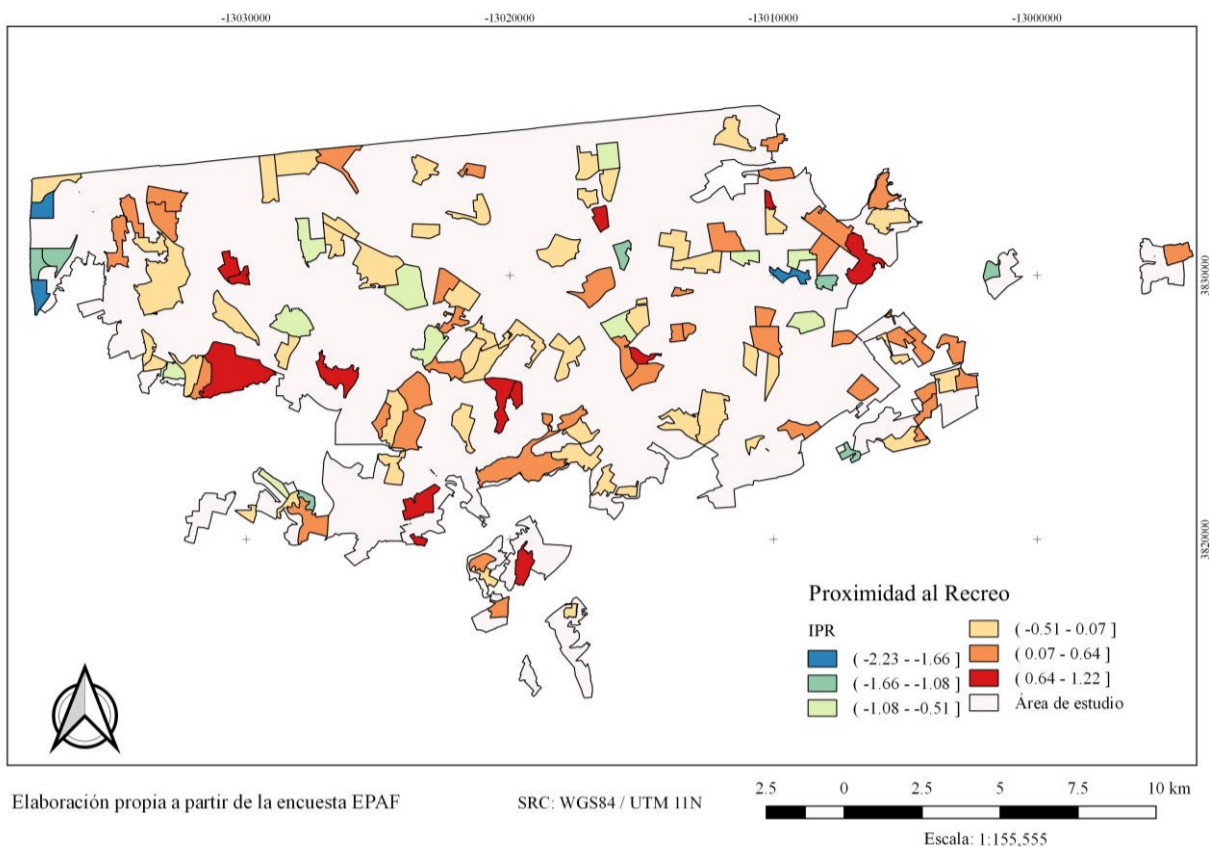
Mapa V-10. Índice de Proximidad al Abasto



5.2.6 Índice de Proximidad al Recreo

Similar a los otros índices de proximidad, este índice se comporta de forma inversamente proporcional a la caminabilidad, por lo que identifica en el Mapa V-11 de color azul a aquellas AGEB con habitantes que perciben mayor cercanía a instalaciones deportivas y áreas recreativas y en rojo donde se perciben más lejanas.

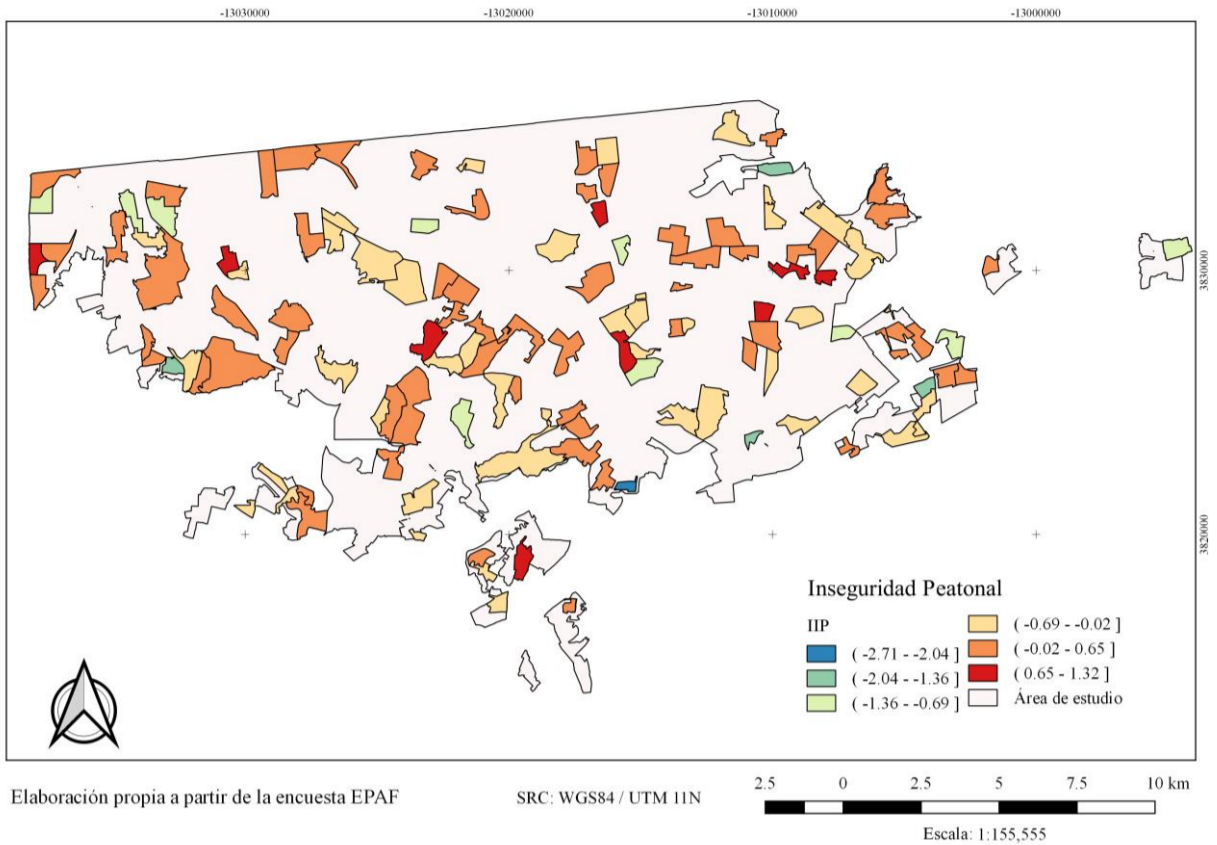
Mapa V-11. Índice de Proximidad al Recreo



5.2.7 Índice de Inseguridad Peatonal

Este índice tiene un comportamiento inversamente proporcional a la caminabilidad, pues los sitios más seguros se identifican en el Mapa V-12 de color azul y los más inseguros de color rojo. La predominancia de AGEB de colores rojizos nos muestra que gran parte de la población de Tijuana percibe la ciudad como un sitio inseguro para caminar.

Mapa V-12. Índice de Inseguridad Peatonal



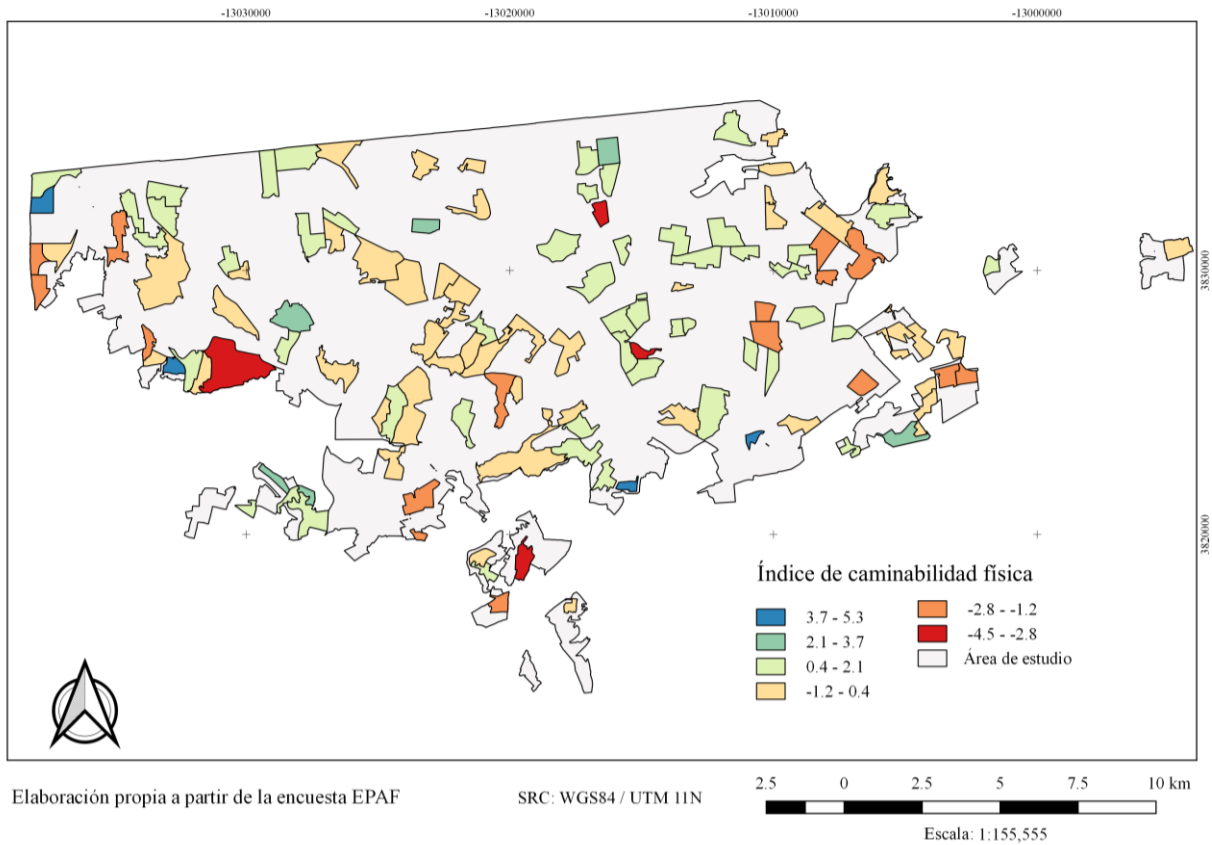
5.3 Índice de Caminabilidad Percibida

Para calcular el índice de caminabilidad percibida se adicionaron las cinco variables obtenidas. Debido a que solo el índice de percepción del equipamiento personal se comporta de forma directamente proporcional a la caminabilidad, fue necesario hacer la suma aritmética de los valores negativos del resto de los valores.

Para poder visualizarlos espacialmente y hacer el análisis exploratorio, se promedió el valor del índice de caminabilidad percibida para cada AGEB y se visualizó en el QGIS (Mapa V-13). Como puede observarse, la mayor parte de las AGEB presentan valores bajos, no solo en las periferias, sino en algunas de las zonas más consolidadas de la ciudad, como Playas de Tijuana y partes de Río Tijuana.

Debido al método por el que se establecieron las variables que conforman la caminabilidad percibida a través del análisis factorial, no fue necesario realizar un análisis de correlación entre ellas, pues se sabe de antemano que no están relacionadas.

Mapa V-13. Índice de caminabilidad percibida



5.4 Correlaciones entre la Caminabilidad Física y Percibida.

En el Cuadro V.6 se presenta el resultado de la correlación entre los índices de caminabilidad física y percibida. Se puede observar una correlación es débil pero significativa, ya que entre ambos índices se comparte un 5% de explicación.

Cuadro V.6. Correlación entre caminabilidad física y percibida

| | | Índice de caminabilidad percibida |
|--------------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| Índice de caminabilidad física | Correlación de Pearson | 0.236 |
| | Sig. (bilateral) | 0.000 |

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro V.7 se pueden observar los resultados de las correlaciones entre la caminabilidad física y las variables que componen el índice de caminabilidad percibida. Lo primero que se observa es que las correlaciones de la caminabilidad física con la proximidad a servicios e inseguridad peatonal no son significativas, lo que indica que estas variables y el índice de caminabilidad física no están relacionados. Con respecto al resto de las variables, la caminabilidad física presenta correlaciones muy débiles, siendo la percepción del equipamiento peatonal la única correlación positiva y las demás negativas (acorde al comportamiento de la variable).

Cuadro V.7. Correlación entre caminabilidad física y componentes de la caminabilidad percibida

| Índice de caminabilidad física | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| Índices | Correlación de Pearson | Sig. (bilateral) |
| Percepción del Equipamiento Peatonal | 0.186 | 0.000 |
| Proximidad a Servicios | -0.013 | 0.640 |
| Inseguridad Peatonal | -0.005 | 0.863 |
| Proximidad al Abasto | -0.141 | 0.000 |
| Proximidad al Recreo | -0.184 | 0.000 |

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro V.8 se presentan las correlaciones existentes entre los tres índices que conforman la caminabilidad física y el índice de la caminabilidad percibida. Es notorio que el rubro del equipamiento es el más apegado a la percepción de las personas, pues presenta una correlación más fuerte. La correlación de la caminabilidad percibida con la pendiente es la de menor intensidad y es muy probable que esto se deba a que no existe ninguna pregunta dentro de la encuesta que haga referencia a la topografía.

Cuadro V.8. Correlación entre caminabilidad percibida y componentes de la caminabilidad física

| Índice de caminabilidad percibida | | | |
|--|-------------------------------|-------------------------|----------|
| Índices | Correlación de Pearson | Sig. (bilateral) | N |
| Complejidad | 0.149 | 0.000 | 1359 |
| IEP | 0.289 | 0.000 | 1359 |
| Pendiente | -0.116 | 0.000 | 1359 |

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro V.9 se presentan los resultados de las correlaciones que hay entre los componentes de la caminabilidad física y la percibida. En el caso del índice de percepción del equipamiento peatonal, su relación más fuerte se presenta con el índice de equipamiento. Estos dos índices están muy relacionados conceptualmente, ya que ambos miden elementos como las banquetas, el arbolado y el alumbrado público. Su diferencia radica en que mientras la caminabilidad física contempla solamente la existencia, la caminabilidad percibida muestra como estos elementos generan confort.

En el caso del índice de proximidad a servicios, no se presenta ninguna correlación con los índices de caminabilidad física. La relación del índice de inseguridad peatonal con los índices que componen la caminabilidad física es muy débil e inexistente en el caso de la pendiente. Además, al observar sus valores espacialmente a nivel AGEB, fue notorio que gran parte de las personas encuestadas perciben inseguridad (Cuadro V.9).

Respecto a la relación del índice de proximidad al abasto con los componentes de la caminabilidad física, las relaciones son muy débiles, siendo de -0.176 con respecto al equipamiento. Las demás también son significativas, pero con relaciones más débiles (Cuadro V.9).

Cuadro V.9. Correlación entre componentes de la caminabilidad física y componentes de la caminabilidad percibida

| Índices | Complejidad | | IEP | | Pendiente | |
|--------------------------------------|------------------------|------------------|------------------------|------------------|------------------------|------------------|
| | Correlación de Pearson | Sig. (bilateral) | Correlación de Pearson | Sig. (bilateral) | Correlación de Pearson | Sig. (bilateral) |
| Percepción del Equipamiento Peatonal | 0.150 | 0.000 | 0.196 | 0.000 | -0.098 | 0.000 |
| Proximidad a Servicios | -0.030 | 0.266 | -0.008 | 0.774 | -0.010 | 0.722 |
| Inseguridad Peatonal | 0.082 | 0.002 | -0.094 | 0.001 | -0.021 | 0.450 |
| Proximidad al Abasto | -0.071 | 0.009 | -0.176 | 0.000 | 0.086 | 0.001 |
| Proximidad al Recreo | -0.165 | 0.000 | -0.172 | 0.000 | 0.106 | 0.000 |

Fuente: Elaboración propia

5.5 Discrepancia entre Índices de Caminabilidad Física y Percibida.

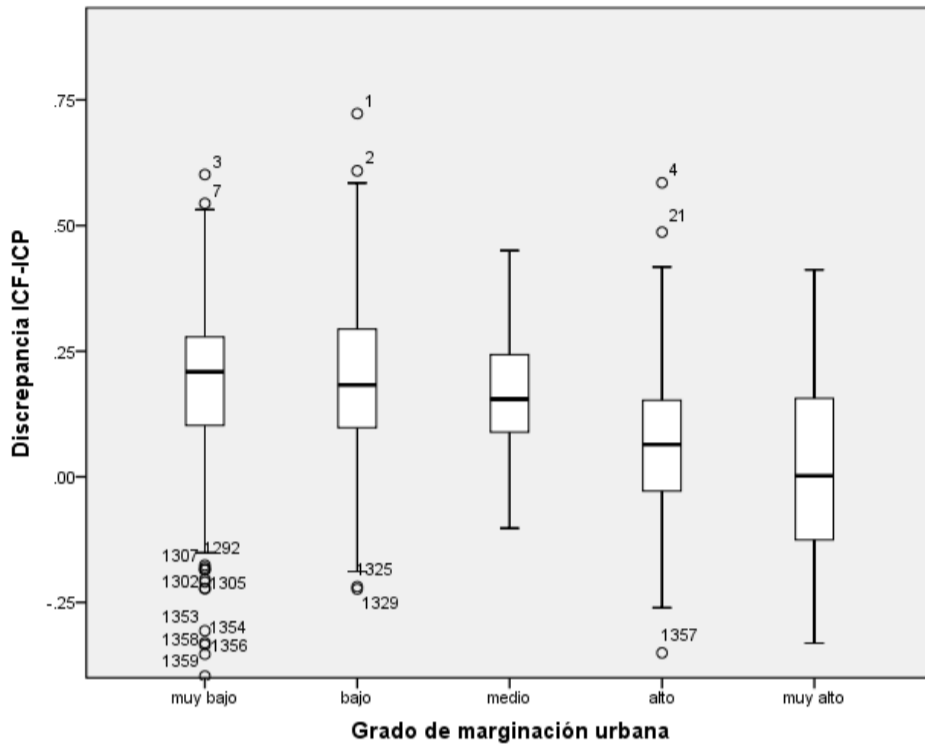
Para tratar de explicar las discrepancias entre los índices de caminabilidad física y percibida se creó una nueva variable a partir de resta de la física menos la percibida. Esto quiere decir que valores positivos indican que la persona encuestada percibe un lugar menos caminable que lo que indica la medición de la caminabilidad física y valores negativos mostrarán cuando se percibe un mejor lugar que lo que las condiciones físicas ofrecen. En un análisis de estadísticos descriptivos de esta nueva variable se observa que el valor mínimo es de -0.4 y el máximo de 0.72, con una media de 0.1267 y una desviación estándar de 0.17. Con estos datos se puede establecer que la mayor parte de la población percibe lugares menos caminables que lo indicado por la medición objetiva.

Pero este comportamiento puede deberse a diferencias en el grado de marginación urbana, la escolaridad, el género, la edad o el medio de transporte más usado. Por ello se comparó la variable de discrepancia entre indicadores con cada uno de estos aspectos para analizar si algunas de estas características de la población son determinantes para percibir de manera distinta a lo medido en la caminabilidad física.

En las Figura V.6 a 10 se muestran los diagramas de caja contrastando la discrepancia entre indicadores de caminabilidad y las variables de grado de marginación urbana, escolaridad, género, edad y tipo de transporte más usado. Puede observarse que existe una gran dispersión entre los valores de la discrepancia entre índices de caminabilidad, sin importar las variables

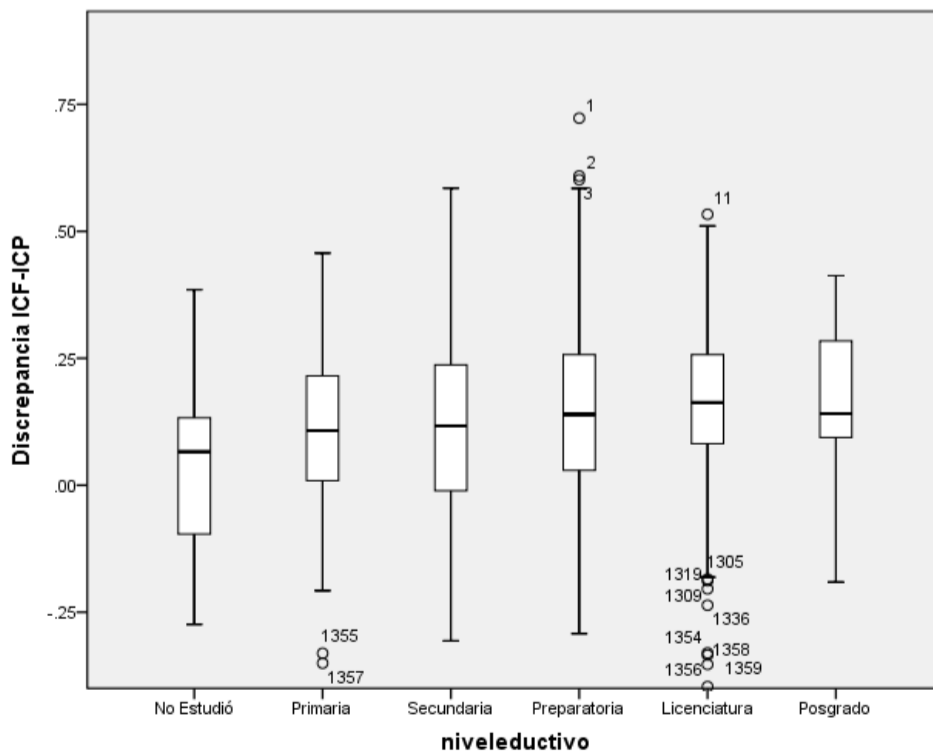
con las que se contraste, por lo que no es posible aseverar que alguna de estas variables sirve para explicar claramente la diferencia presente entre las mediciones objetivas y subjetivas.

Figura V.6 Comparativo de la discrepancia entre indicadores de caminabilidad en función del grado de marginación urbana



Fuente: Elaboración propia

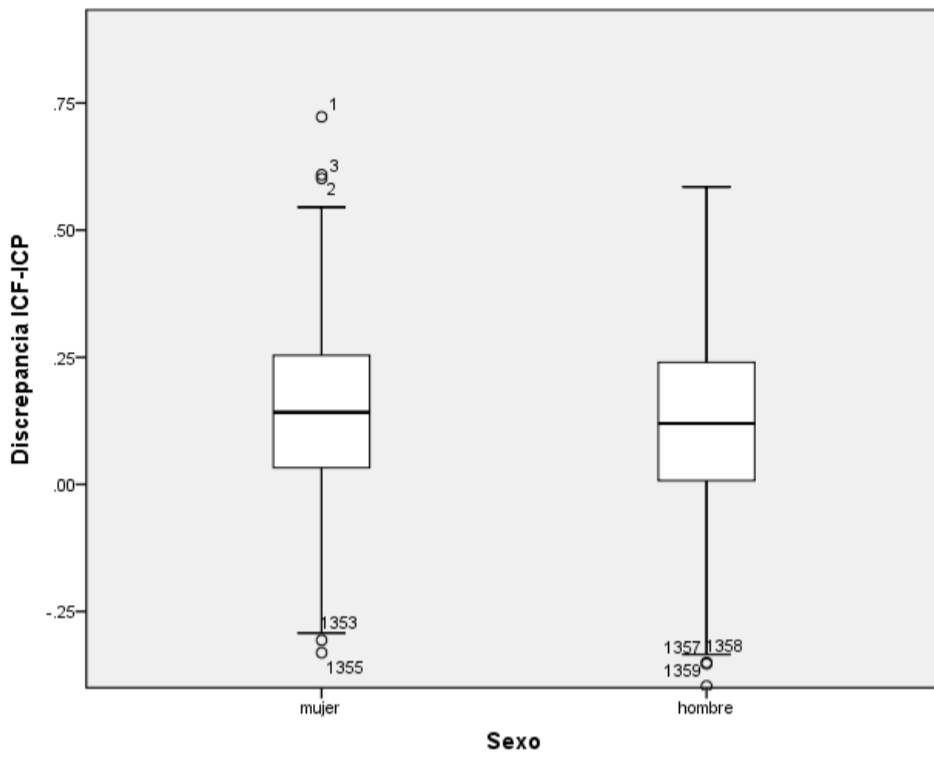
Figura V.7 Comparativo de la discrepancia entre indicadores de caminabilidad en función del nivel de escolaridad



Fuente:

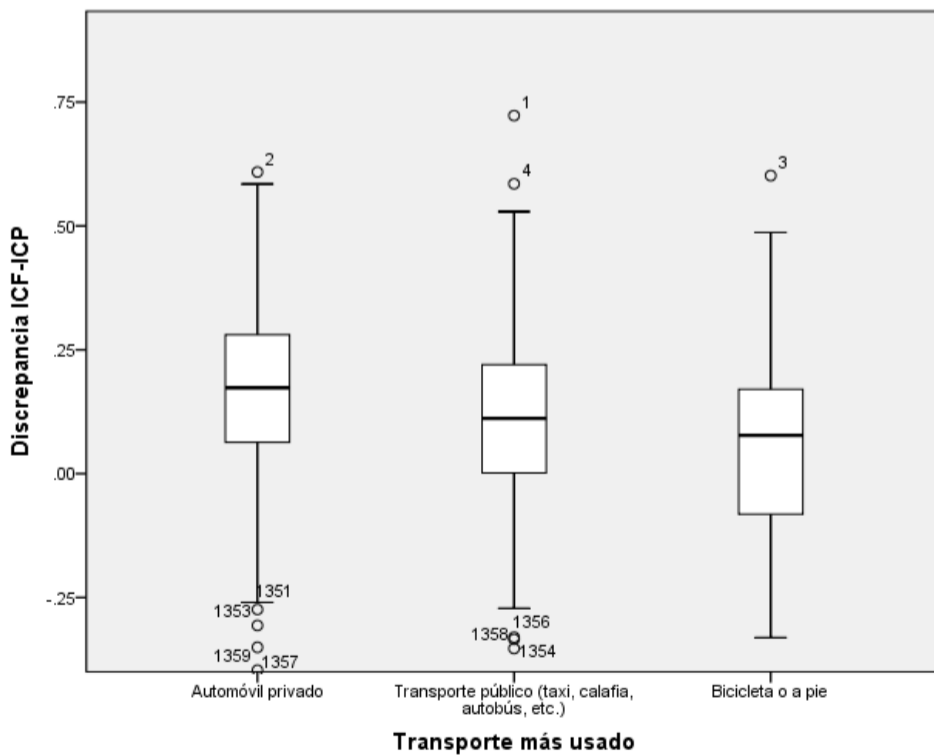
Elaboración propia

Figura V.8. Comparativo de la discrepancia entre indicadores de caminabilidad en función del sexo



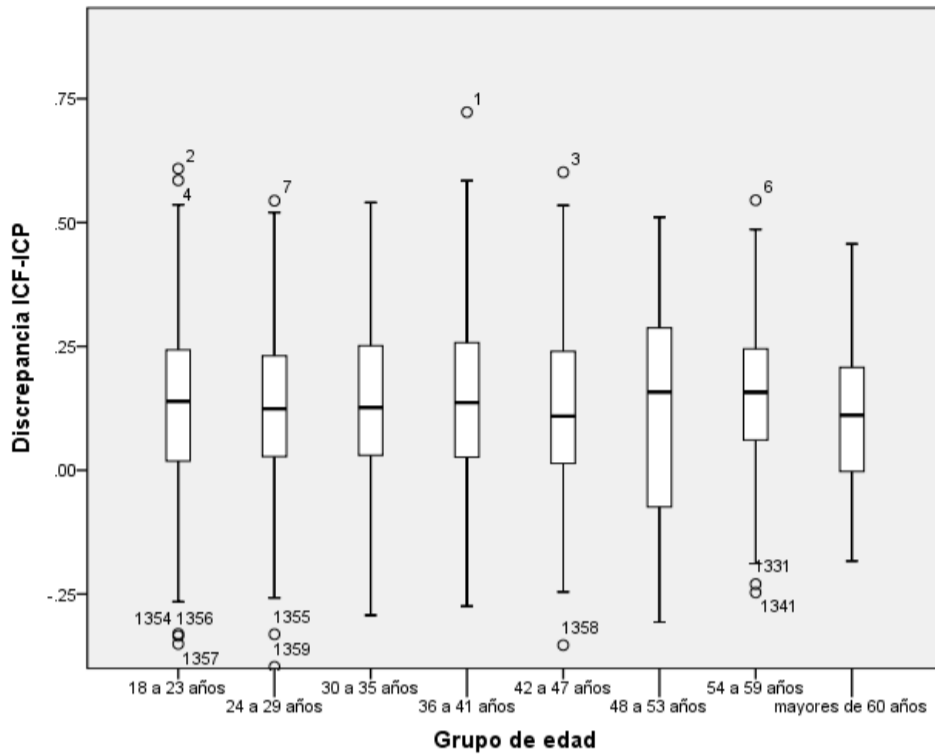
Fuente: Elaboración propia

Figura V.9. Comparativo de la discrepancia entre indicadores de caminabilidad en función del medio de transporte más usado



Fuente: Elaboración propia

Cuadro V.10. Comparativo de la discrepancia entre indicadores de caminabilidad en función de la edad



Fuente: Elaboración propia

Para el caso de la comparación con el nivel socioeconómico, se realizó una correlación bivariada (Cuadro V.) en la que se observa una correlación lineal débil en sentido positivo, por lo que se consideró que puede servir para entender el comportamiento de los índices y sus diferencias.

Cuadro V.10 Correlación de la discrepancia entre indicadores de la caminabilidad y el nivel socioeconómico

| | | Discrepancia entre indicadores de caminabilidad |
|--------------------------------|------------------------|---|
| Índice de nivel socioeconómico | Correlación de Pearson | 0.2106 |
| | Sig. (bilateral) | 0.000 |

Fuente: Elaboración propia

Con la finalidad de profundizar en la forma en que el nivel socioeconómico se relaciona tanto con la caminabilidad física como con la objetiva, se determinó la correlación bivariada entre el nivel socio económico y cada una de las variables que las componen (Cuadro V.). En los resultados se puede ver que la correlación entre el nivel socioeconómico es notoriamente más fuerte con la caminabilidad física que con la percibida ($r=0.475$ para la física y $r=0.191$ para la percibida). Respecto a las variables que componen la caminabilidad física, la correlación más

fuerte del nivel socioeconómico es con el equipamiento peatonal ($r= 0.413$), seguido de la complejidad urbana y finalmente la topografía. Todas estas correlaciones son significativas y no producto del azar.

En cuanto a los factores que forman el índice de caminabilidad percibida, las correlaciones son muy débiles, con la percepción del equipamiento peatonal un poco mayor que las demás, seguida de la proximidad al recreo. Por parte de su relación con la proximidad a servicios, ésta no es significativa, por lo que no se puede rechazar la hipótesis de que su relación es producto de la casualidad.

Cuadro V.11. Correlación del índice de nivel socioeconómico y las variables de caminabilidad

| | Índice de nivel socioeconómico | |
|--|--------------------------------|------------------|
| | Correlación | Sig. (bilateral) |
| Índice de caminabilidad física | 0.475 | 0.000 |
| Índice de complejidad urbana | 0.396 | 0.000 |
| Índice de equipamiento peatonal | 0.413 | 0.000 |
| Índice de pendiente | -0.349 | 0.000 |
| Índice de caminabilidad percibida | 0.191 | 0.000 |
| Índice de Percepción del Equipamiento Peatonal | 0.149 | 0.000 |
| Índice de Proximidad a Servicios | -0.078 | 0.004 |
| Índice de Inseguridad Peatonal | -0.071 | 0.009 |
| Índice de Proximidad al Abasto | 0.026 | 0.330 |
| Índice de Proximidad al Recreo | -0.156 | 0.000 |

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Partiendo del análisis de la distribución espacial de los elementos de la caminabilidad física, es notorio que el nivel de complejidad urbana (y riqueza) en gran parte de la ciudad presenta condiciones para favorecer su caminabilidad. La metodología usada en el presente trabajo para medir la diversidad y proximidad de servicios y destinos a través del índice de Shannon, arrojó resultados coincidentes con lo ya reportado por Santuario-Torres (2016) para la ciudad de Tijuana. En ambos casos se observó que la ciudad presenta una amplia distribución de muchos de los servicios y comercios, principalmente en lo que se refiere al comercio al menudeo y tiendas de abarrotes. Este tipo de actividades suele estar relacionada con pequeños comercios atendidos por los mismos propietarios, que además forman parte de la comunidad donde se establecen (Aguilar, Ramírez, & Barrón, 2007; Mungaray & Ramírez, 2006). Por lo que las dinámicas económicas de sus habitantes pueden impulsar la generación de mayor complejidad.

La metodología usada por Santuario-Torres es una adaptación del índice de accesibilidad peatonal a equipamientos, infraestructura y servicios a escala urbana desarrollado por Esquivel, Hernández y Garnica (2013) y que se basa en el análisis de redes. Esta propuesta fue aplicada por sus desarrolladores en la ciudad de Querétaro, donde se observó una concentración de mayor accesibilidad en las zonas centrales de la ciudad y que va disminuyendo paulatinamente en dirección a las periferias, lo que coincide en cierta manera con los resultados de Tijuana de Santuario-Torres y de la presente investigación.

Como lo señala Jane Jacobs (1973), una densidad de población media como la de Tijuana favorece la presencia de distintas necesidades y preferencias que generan demanda de una diversidad de servicios y comercios. Además, el contexto fronterizo en donde hay un arribo constante de población migrante de distintos lugares, genera una diversidad cultural y social que a su vez requiere de una mayor variedad de servicios y productos. Esto concuerda con otra aseveración de Jacobs, de que las mismas condiciones económicas que propician la diversidad comercial, se vinculan con la presencia de una variedad cultural.

Sin embargo, existe en Tijuana una tendencia creciente de urbanización a través de la creación de fraccionamientos cerrados de uso exclusivo habitacional cuya dinámica no permite el establecimiento de locales comerciales o de servicios. Este fenómeno en un inicio se presentaba principalmente en desarrollos de vivienda de nivel alto, pero años después comenzó a presentarse en viviendas de interés social, generalmente en las periferias de la ciudad (Enriquez-Acosta, 2005; Partida-Crespo, 2016).

Este tipo de sitios fueron identificados como espacios monofuncionales donde no existe complejidad, especialmente aquellos pertenecientes a estratos socioeconómicos más altos, los cuales resuelven el problema de lejanía de los comercios y servicios a través del uso del automóvil (Enríquez Acosta, 2007). Es notorio que estos espacios con esta característica que no favorece la caminabilidad, pueden estar bien equipados con infraestructura como banquetas, iluminación, etc.

En los casos de fraccionamientos cerrados de vivienda de interés social, se ha observado en otros sitios que una vez que son ocupados, los desarrolladores suelen intervenir poco en la regulación interior y empieza a darse un fenómeno llamado permeabilidad, donde la dinámica urbana comienza a librar las barreras del fraccionamiento e introducirse a través de la aparición de pequeños comercios en las entradas de las viviendas y permitiendo el paso de rutas de transporte público, propiciando una mayor complejidad e integrándose al tejido urbano (Mayorga, 2017).

Respecto al equipamiento peatonal, es una variable cuyos componentes (banquetas, alumbrado público, arbolado, etc.) suelen encontrarse en la mayoría de estudios de caminabilidad (Valenzuela-Montes & Talavera-García, 2015). Sin embargo, en la mayoría de los casos se evalúan en escalas de colonia, calle o manzana, pues es necesaria información más detallada sobre las características del equipamiento como la presencia de obstáculos en las banquetas, las condiciones y dimensiones de éstas, la densidad y conectividad del arbolado y la iluminación, etc. (Esquivel et al., 2013; Valenzuela-Montes & Talavera-García, 2015).

En los casos donde se han evaluado estas características del equipamiento a una escala de toda la ciudad, se trata de países que cuentan con fuentes de información muy detalladas o a través del acceso a imágenes de percepción remota de alta resolución. (Kuzmyak et al., 2005; Lwin & Murayama, 2011; Talavera-García & Soria-Lara, 2015)

Para el presente estudio, el uso de información a escala de toda la ciudad y evaluando únicamente la presencia y ausencia, no permitió identificar la calidad real de los equipamientos con los que cuenta cada zona de la ciudad. Sin embargo, su correlación con el índice de percepción del equipamiento peatonal indica que se puede obtener una buena aproximación sobre el estado del equipamiento. Además, al ser la variable más relacionada con el nivel socioeconómico, puede reflejar la distribución inequitativa de infraestructura para la población, donde los sectores con mejores ingresos tienen acceso a mayor cobertura de equipamiento y viceversa.

A diferencia de la complejidad urbana, donde las autoridades municipales solo contribuyen en algunos elementos (como parques, plazas y edificios públicos) y su función es más de regulación a través del otorgamiento de permisos para abrir los negocios, la función de dotar de equipamiento a las diversas zonas de la ciudad sí recae principalmente en la autoridad municipal (XXII Ayuntamiento de Tijuana, 2018). En caso de los fraccionamientos, el desarrollador suele asumir esa responsabilidad como parte de sus obligaciones al obtener los permisos correspondientes (XXII Ayuntamiento de Tijuana, 2017). En esos casos, no se trata de espacios públicos, pues son sitios privados con restricción de acceso, lo que remarca la inequidad en la existencia de lugares con equipamientos adecuados (Enriquez-Acosta, 2007).

La topografía, como ya se mencionó anteriormente, ha sido fundamental para guiar el desarrollo de la ciudad, pues las principales planicies son los sitios de mayor consolidación, como lo es el Centro, los márgenes del Río Tijuana y la Mesa de Otay. Algunas otras zonas planas fueron desarrolladas posteriormente, como el caso de Playas de Tijuana. Es precisamente en estos sitios donde confluyen los tres índices para tener los valores más altos de caminabilidad física.

A través de observar la correlación de la topografía con las otras dos variables que componen el índice de caminabilidad física, se puede sugerir que las motivaciones sociales y económicas que llevan a la generación de diversidad son más importantes que el impedimento físico que representa la topografía del lugar. Caso contrario a la dotación de equipamiento, donde su correlación es más fuerte, que puede significar que algunos elementos como las banquetas y guarniciones representan un alto costo (técnico o económico) en pendientes pronunciadas. Sin embargo, la instalación de señalización de nombres de las calles no podría explicarse por estas razones.

También se observó una correlación significativa de la topografía con el nivel socioeconómico, sin embargo, ésta es menor que la que se presenta con las otras dos variables de la caminabilidad física. Esto puede deberse al establecimiento de fraccionamientos de nivel medio y alto que se encuentran sobre las pendientes de los cerros, dificultando aún más su accesibilidad y que superan la barrera física que significa la pendiente a través del uso del automóvil (Enríquez Acosta, 2007).

En el presente estudio se observó que las zonas de topografía más accidentada están relacionadas con la falta de infraestructura para caminar. De acuerdo a Alegría (2006), la población de bajos ingresos, tiene menor accesibilidad al trabajo ya que requiere recorrer mayores distancias y los servicios de transporte son más ineficientes, en parte por las condiciones topográficas donde suele asentarse. En este sentido, la falta de infraestructura peatonal entorpece aún más el acceso a las rutas de transporte público, y por tanto, el acceso a las zonas con más fuente de empleo. Esto también podría ser un factor que refuerce la idea del autoempleo en el mismo lugar de residencia mencionado anteriormente y que promueve la complejidad urbana.

Sin embargo, como también lo señala Alegría (2006), esta falta de accesibilidad a los empleos mejor remunerados por parte de los sectores más pobres, amplía la brecha de desigualdad de la población, contraviniendo con los principios del derecho a la ciudad, de que toda la población debe tener acceso al usufructo de la ciudad de forma equitativa (FSA, 2012).

El Derecho a la ciudad es uno de los conceptos más importantes en la concepción de la sustentabilidad urbana, pues es un derecho colectivo que implica el goce equitativo y democrático de las ciudades (FSA, 2012). Mejorar la caminabilidad de una ciudad implica avanzar hacia el ejercicio de este derecho, pues caminar no solamente hace referencia a un modo de transporte, sino al acceso a oportunidades y a la apropiación del espacio público, en especial el más importante que tiene una ciudad: sus calles (Jacobs, 1973).

Ahora, para dar respuesta a la pregunta de investigación sobre la correspondencia entre la medición objetiva de la caminabilidad y la percepción de los residentes sobre la accesibilidad, seguridad y cualidad estética, se observó que sí existe una correlación significativa positiva entre ambas. Sin embargo, esta relación es débil y deberá contrastarse con otros estudios utilizando la misma metodología para poder establecer un parámetro comparativo que indique la realidad de este valor. De forma general, se puede aceptar la hipótesis de que las caminabilidades física y percibida están relacionadas entre sí. Sin embargo, al no ser una correlación perfecta, da pie a una discrepancia entre ambos tipos de mediciones.

La discrepancia encontrada en mediciones objetivas y subjetivas de la caminabilidad también ha sido reportada por diversos autores (Gebel, Bauman, & Owen, 2009). En términos de la complejidad urbana y su poca relación con la percepción de proximidad puede relacionarse con el hecho de que la gente tiende a sobreestimar los tiempos y distancias que camina, como ha sido observado en otros estudios (Dewulf et al., 2012; Smith et al., 2010), además de que las personas que menos caminan por sus colonias, suelen discrepar más (Gebel et al., 2011).

A manera de reflexión final sobre los resultados, e intentando explicar la débil correlación encontrada entre ambos índices de caminabilidad se presentan las siguientes limitantes del presente estudio y algunas recomendaciones que pueden ayudar a mejorar futuras investigaciones:

1. A pesar de que los índices que hacen referencia al equipamiento fueron los que presentaron correlaciones más fuertes, la base de datos del CEU2014 solamente proporciona información sobre la presencia o ausencia de los elementos evaluados y no contempla la calidad que tienen estos como pueden ser la continuidad, dimensiones, limpieza y mantenimiento de las banquetas, la salud, dimensiones, tipos, abundancia y conectividad del arbolado, la visibilidad de las señales de los nombres, la luminosidad y conectividad del alumbrado público, etc. Sin embargo, al parecer el indicador puede ser utilizado para análisis exploratorios y para una posterior evaluación en una escala menor (barrio, manzana, calle) a través de auditorías.
2. Utilizar las ageb como unidad de análisis puede no resultar lo más conveniente, pues las extensiones de éstas son muy diversas y pueden abarcar desde una pequeña manzana hasta más de una colonia. En el caso de ageb pequeñas, difícilmente se podrán encontrar varios destinos para la obtención del índice de complejidad, aun cuando puede estar rodeada de destinos en las vecinas a distancias muy ageb cortas.
3. Para determinar el índice de complejidad urbana, es necesario identificar aquellos comercios, servicios e infraestructuras que sean importantes en la ciudad de estudio, ya que pueden variar dependiendo de las condiciones culturales o económicas. Las casas de cambio que tienen gran relevancia en las ciudades fronterizas, pudieran no ser tan

importantes en partes más centrales del país, por ejemplo. Además, se deberán agrupar de tal manera que sea más factible encontrarles en frecuencias similares en una misma ageb. En el caso de este trabajo, existía una representación poco equitativa de algunas categorías, lo que propiciaba que lugares que contenían abundancia y riqueza de sitios, no tuvieran mejores puntuaciones debido a la sobrerrepresentación de alguna categoría.

4. Robustecer el índice de caminabilidad física con información sobre la densidad de cruces de las calles, límites de velocidad promedio de las calles, conectividad de las rutas entre otros indicadores a escala urbana. Además, pueden realizarse auditorías confirmatorias a escala barrial o de calle.
5. Ajustar diversos reactivos de la encuesta, ya que ésta fue diseñada para un propósito distinto al de evaluar la caminabilidad, por lo que puede ser recomendable diseñar un nuevo instrumento o utilizar alguno ya existente para ese fin que tenga validez en el contexto local.

BIBLIOGRAFÍA

- Adlakha, D., Hipp, J. A., & Brownson, R. C. (2016). Neighborhood-based differences in walkability, physical activity, and weight status in India. *Journal of Transport & Health*, 3(4). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.jth.2016.10.008>
- Aguilar, J., Ramírez, N., & Barrón, K. (2007). Conformación de la microempresa marginada en la frontera norte de México. *Estudios Fronterizos*, 8(15), 51–71.
- Ahern, J. (2011). From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world. *Landscape and Urban Planning*, 100(4), 341–343. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.02.021>
- Åhman, H. (2013). Social sustainability - society at the intersection of development and maintenance. *Local Environment*, 18(10), 1153–1166. <https://doi.org/10.1080/13549839.2013.788480>
- Alegría, T. (2006). Urban structure and social segregation in Tijuana. En J. Clough-Riquelme & N. L. Bringas-Rábago (Eds.), *Equity and sustainable development: Reflections from the U.S.-Mexico Border2* (pp. 97–124). La Jolla, California: Center for U.S. -Mexican Studies - University of California- San Diego.
- Alegría, T., & Ordoñez, G. (2005). *Legalizando la ciudad: asentamientos informales y procesos de regularización en Tijuana*. Tijuana: El Colegio de la Frontera Norte.
- Asamblea Legislativa del Distrito Federal. (2016). Ley de Movilidad del Distrito Federal. *Gaceta Oficial de la Ciudad de México*, 1–101.
- Bringas-Rábago, N. L., & Sánchez-Rodríguez, R. (2006). Social vulnerability and disaster risk in Tijuana: Preliminary findings. En J. Clough-Riquelme & N. Bringas-Rábago (Eds.), *Equity and sustainable development: Reflections from the U.S.-Mexico Border* (pp. 149–173). La Jolla, California: University of California.
- Buck, C., Tkaczick, T., Pitsiladis, Y., De Bourdeaudhuij, I., Reisch, L., Ahrens, W., & Pigeot, I. (2015). Objective Measures of the Built Environment and Physical Activity in Children: From Walkability to Moveability. *Journal of Urban Health*, 92(1), 24–38. <https://doi.org/10.1007/s11524-014-9915-2>
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2016). Ley general de asentamientos humanos, ordenamiento territorial y desarrollo urbano. *Diario Oficial de la Federación*, 52. Recuperado a partir de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGAHOTDU_281116.pdf
- Carmona, M., Heath, T., Oc, T., & Tiesdell, S. (2003). *Public places - urban spaces: the dimensions of urban design*. Oxford: Architectural Press.
- Cerin, E., Sit, C. H. P., Cheung, M. chin, Ho, S. yin, Lee, L. chun J., & Chan, W. man. (2010). Reliable and valid NEWS for Chinese seniors: Measuring perceived neighborhood attributes related to walking. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7, 1–14. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-7-84>
- Congreso del Estado Independiente Libre y Soberano de Coahuila de Zaragoza. (2014). *Ley de Movilidad Sustentable para el Estado de Coahuila de Zaragoza*. Saltillo.
- Corbusier, L. (1965). *Hacia una arquitectura* (2a ed.). Barcelona: Ediciones Apóstrofe. Recuperado a partir de http://fama.us.es/record=b1033778~S5*spi
- Costes, L. (2011). Del ‘derecho a la ciudad’ de Henri Lefebvre a la universalidad de la urbanización moderna. *Urban*, (502), 1–12.
- De Jong, M., Joss, S., Schraven, D., Zhan, C., & Weijnen, M. (2015). Sustainable-smart-resilient-low carbon-eco-knowledge cities; Making sense of a multitude of concepts promoting sustainable urbanization. *Journal of Cleaner Production*, 109, 25–38. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.004>
- Dewulf, B., Neutens, T., Van Dyck, D., de Bourdeaudhuij, I., & Van de Weghe, N. (2012). Correspondence between objective and perceived walking times to urban destinations: Influence of physical activity, neighbourhood walkability, and socio-demographics. *International Journal of Health Geographics*, 11, 1–10. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-11-43>
- Dill, J., Neal, M., Luhr, G., & Adkins, A. (2017). *Perceptions of Green Streets and their Influence on Walking*.
- Dominguez, A. Y. (2016). *Estimaciones de Captura de los parques y emisiones de CO2 vehicular en Tijuana, B.C.* El Colegio de la Frontera Norte.
- Enriquez-Acosta, J. (2005). Islas de seguridad y distinción dentro del caos. Los fraccionamientos cerrados en Tijuana y Nogales. *Imaginales: Revista de Investigación Social*, (2), 111–142.

- Enriquez-Acosta, J. (2007). Ciudades de muros. Los fraccionamientos cerrados en la frontera noroeste de México. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, XI(230), 1–12. Recuperado a partir de <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-146%28078%29.htm>
- Enríquez Acosta, J. Á. (2007). Ciudad de muros Socialización y tipología de las urbanizaciones cerradas en Tijuana. *Frontera Norte*, 19(38), 127–156.
- Esquivel, M., Hernández, O., & Garnica, R. (2013). Modelo de Accesibilidad Peatonal (MAP). Índice de Accesibilidad Peatonal a Escala Barrial. *Bitácora Urbano territorial*, 23(2), 21–41.
- ESRI. (2016a). Filtro Mayoritario - Ayuda| ArcGIS for Desktop. Recuperado el 23 de abril de 2018, a partir de <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/majority-filter.htm>
- ESRI. (2016b). Pendiente - Ayuda | ArcGIS for Desktop. Recuperado el 23 de abril de 2018, a partir de <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/slope.htm>
- Estenssoro, F. (2015). El Ecodesarrollo como concepto precursor del desarrollo sustentable y su influencia en America Latina. *Universum (Talca)*, 30(1), 81–99. <https://doi.org/10.4067/S0718-23762015000100006>
- Ewing, R., Meakins, G., Hamidi, S., & Nelson, A. C. (2014). Relationship between urban sprawl and physical activity, obesity, and morbidity - Update and refinement. *Health and Place*, 26, 118–126. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2013.12.008>
- Foro Social de las Américas (FSA). (2012). Carta Mundial por el Derecho a la Ciudad. *Revista Paz y Conflictos*, 7221(5), 184–196.
- Forsyth, A. (2015). What is a walkable place? The walkability debate in urban design. *Urban Design International*, 20(4), 274–292. <https://doi.org/10.1057/udi.2015.22>
- Frank, L. D., Andresen, M. A., & Schmid, T. L. (2004). Obesity relationships with community design, physical activity, and time spent in cars. *American Journal of Preventive Medicine*, 27(2), 87–96. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.04.011>
- Frank, L. D., Schmid, T. L., Sallis, J. F., Chapman, J., & Saelens, B. E. (2005). Linking objectively measured physical activity with objectively measured urban form: Findings from SMARTRAQ. *American Journal of Preventive Medicine*, 28(2 SUPPL. 2), 117–125. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.11.001>
- Fuentes, C. M., & Hernández, V. (2009). La estructura espacial urbana y la incidencia de accidentes de tránsito en Tijuana, Baja California (2003-2004). *Frontera Norte*, 21(42), 109–138.
- Galenieks, A. (2017). Importance of urban street tree policies: A Comparison of neighbouring Southern California cities. *Urban Forestry & Urban Greening*, 22, 105–110. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.02.004>
- Gaviria, M. (1978). Prólogo. En H. Lefebvre (Ed.), *El derecho a la ciudad* (4a ed., p. 169). Barcelona: Ediciones Península.
- Gebel, K., Bauman, A. E., Sugiyama, T., & Owen, N. (2011). Mismatch between perceived and objectively assessed neighborhood walkability attributes: Prospective relationships with walking and weight gain. *Health and Place*, 17(2), 519–524. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2010.12.008>
- Gebel, K., Bauman, A., & Owen, N. (2009). Correlates of non-concordance between perceived and objective measures of walkability. *Annals of Behavioral Medicine*, 37(2), 228–238. <https://doi.org/10.1007/s12160-009-9098-3>
- Gehl, J. (2014). *Ciudades para la gente* (1a ed.). Ediciones Infinito - ONU-Habitat.
- Giok Ling, O. (2005). *Sustainability and cities: concept and assessment*. Singapore: Institute of policy studies & world scientific publishing co. pte. ltd.
- Girardet, H. (1998). Sustainable cities: a contradiction in terms? En E. Fernandes (Ed.), *Environmental strategies for sustainable development in urban areas* (pp. 193–209). Londres: Ashgate publishing.
- González, R. S. (2013). La calidad de vida en Tijuana y Monterrey: Un estudio exploratorio-comparativo. *Frontera norte*.
- Grant, J. (2002). Mixed Use in Theory and Practice: *Canadian Experience with Implementing a Planning Principle*. *Journal of the American Planning Association*, 68(1), 71–84. <https://doi.org/10.1080/01944360208977192>
- Grant, J. (2009). Theory and practice in planning the suburbs: Challenges to implementing new urbanism, smart growth, and sustainability principles. *Planning Theory and Practice*, 10(1), 11–33. <https://doi.org/10.1080/14649350802661683>
- Gunn, L. D., King, T. L., Mavoa, S., Lamb, K. E., Giles-Corti, B., & Kavanagh, A. (2017). Identifying destination distances that support walking trips in local neighborhoods. *Journal of Transport and Health*, 5, 133–141. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2016.08.009>

- H. Congreso del Estado de Aguascalientes. (2018). *Ley de Movilidad del Estado de Aguascalientes*. Aguascalientes. Recuperado a partir de <http://www.aguascalientes.gob.mx/Coesamed/Ley/LeySaludEstado.pdf>
- H. Congreso del Estado de Colima. (2017). *Ley de Movilidad Sustentable para el Estado de Colima*. Colima.
- H. Congreso del Estado de Guanajuato. (2016). *Ley de Movilidad del Estado de Guanajuato y sus Municipios* (Vol. 45). Guanajuato.
- H. XV Legislatura del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo. (2018). *Ley de Movilidad del Estado de Quintana Roo*. Chetumal.
- Harvey, D. (1991). *The Condition of Postmodernity: An Enquiry into the Origins of Cultural Change*. *Contemporary Sociology* (Vol. 20). Cambridge: Blackwell. <https://doi.org/10.2307/2072256>
- Huizar, H., & Ojeda-Revah, L. (2014). Una perspectiva de justicia ambiental: Tijuana. En L. Ojeda-Revah & I. Espejel-Carbajal (Eds.), *Cuando las áreas verdes se transforman en paisajes urbanos: La visión de Baja California* (pp. 87–119). Tijuana: El Colegio de la Frontera Norte.
- Hutabarat Lo, R. (2009). Walkability: what is it? *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability*, 2(2), 145–166. <https://doi.org/10.1080/17549170903092867>
- IMPLAN. (2004). Programa parcial de mejoramiento para la zona centro de Tijuana, B.C. 2004-2025. Tijuana: Ayuntamiento de Tijuana.
- IMPLAN. (2008). *Programa parcial de crecimiento de Playas de Tijuana 2008- 2030*. Tijuana.
- IMPLAN. (2010). *Programa de desarrollo urbano del Centro de Población de Tijuana 2008-2030*. Tijuana.
- IMPLAN. (2017a). *Plan municipal de desarrollo 2017-2019*. Tijuana, México: H. XXII Ayuntamiento de Tijuana 2016-2019.
- IMPLAN. (2017b). *Plan municipal de desarrollo 2017-2019*. Tijuana: H. XXII Ayuntamiento de Tijuana 2016-2019.
- INEGI. (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos -Tijuana, Baja California*. Recuperado a partir de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/03/03003.pdf>
- INEGI. (2013). *Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México. SCIAN 2013*. Aguascalientes: INEGI. Recuperado a partir de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/SCIAN/presentacion.aspx>
- INEGI. (2015). *Encuesta Intercensal 2015*.
- INEGI. (2017). *Anuario estadístico y geográfico de los Estados Unidos Mexicanos 2017*. Aguascalientes. Recuperado a partir de www.inegi.org.mx/
- ITDP. (2016). Invertir para movernos - Mapa. Recuperado el 5 de febrero de 2018, a partir de <http://invertirparamovernos.itdp.mx/#/mapa>
- ITDP, & Embajada Británica en México. (2013). *Desarrollo orientado al transporte*. México: ITDP Embajada Británica en México.
- ITDP, & Embajada Británica en México. (2014). *Menos cajones, más ciudad: El estacionamiento en la ciudad de México*. México: ITDP-Embajada Británica en México.
- ITDP, & Interface for cycling expertise (I-CE). (2011). La movilidad en bicicleta como política pública. En ITDP & Interface for cycling expertise (I-CE) (Eds.), *Ciclociudades: Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas* (pp. 1–100). México: ITDP México.
- Jackson, L. E. (2003). The relationship of urban design to human health and condition. *Landscape and Urban Planning*, 64(4), 191–200. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(02\)00230-X](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(02)00230-X)
- Jacobs, J. (1973). Muerte y vida de las grandes ciudades. Usos de las aceras: seguridad, 56–64.
- Jiménez-Cruz, A., & Bacardí-Gascón, M. (2015). Poverty is the Main Environmental Factor for Obesity in a Mexican-Border City. *Nutrición Hospitalaria*, 31(5), 2334–2335. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.5.8722>
- Joss, S. (2015). *Sustainable cities: governing for urban innovation*. Londres: Palgrave.
- Juntti, M., & Lundy, L. (2017). A mixed methods approach to urban ecosystem services: Experienced environmental quality and its role in ecosystem assessment within an inner-city estate. *Landscape and Urban Planning*, 161, 10–21. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.01.002>
- King, W. C., Brach, J. S., Belle, S., Killingsworth, R., Fenton, M., & Kriska, A. M. (2003). The relationship between convenience of destinations and walking levels in older women.

- American Journal of Health Promotion*, 18(1), 74–82. <https://doi.org/10.4278/0890-1171-18.1.74>
- Klopp, J. M., & 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>
- Koohsari, M. J., Badland, H., & Giles-Corti, B. (2013). (Re)Designing the built environment to support physical activity: Bringing public health back into urban design and planning. *Cities*, 35, 294–298. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.07.001>
- Koschinsky, J., Talen, E., Alfonzo, M., & Lee, S. (2017). How walkable is Walker's paradise? *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 44(2), 343–363. <https://doi.org/10.1177/0265813515625641>
- Kuzmyak, R. J., Baber, C., & Savory, D. (2005). Use of Walk Opportunities Index to Quantify Local Accessibility. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1977(1977), 145–153. <https://doi.org/10.3141/1977-19>
- Lefebvre-Ropars, G., Morency, C., Singleton, P. A., & Clifton, K. J. (2017). Spatial transferability assessment of a composite walkability index: The Pedestrian Index of the Environment (PIE). *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 57(October), 378–391. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.08.018>
- Lefebvre, H. (2013). *La Producción del espacio*.
- Leyden, K. M. (2003). Social Capital and the Built Environment: The Importance of Walkable Neighborhoods. *American Journal of Public Health*, 93(9), 1546–1551. <https://doi.org/10.2105/AJPH.93.9.1546>
- Lezama, J., & Domínguez, J. (2006). Medio ambiente y sustentabilidad urbana. *Papeles de población*, (49), 154–176.
- Liga Peatonal. (2014). Carta Mexicana de los Derechos del Peatón. México: Liga Peatonal. Recuperado a partir de <http://ligapeatonal.org/wp-content/uploads/2014/08/Carta-Mexicana-de-los-Derechos-del-Peatón.pdf>
- López-Roldán, P., & Fachelli, S. (2015). Análisis de regresión. En *Metodología de la investigación social cuantitativa* (pp. 5–102). Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona. Recuperado a partir de https://ddd.uab.cat/pub/lilibres/2015/129382/metinvsocuan_presentacioa2015.pdf
- Lwin, K. K., & Murayama, Y. (2011). Modelling of urban green space walkability: Eco-friendly walk score calculator. *Computers, Environment and Urban Systems*, 35(5), 408–420. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2011.05.002>
- Marquez, D. (2009). Peatonabilidad, accesibilidad o caminabilidad y la legislación del distrito federal en materia urbana y vialidad. En J. Fernández, G. Cisneros, & F. Otero (Eds.), *Régimen jurídico del urbanismo. Memoria del Primer Congreso de Derecho Administrativo Mexicano* (pp. 609–639). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mayorga, J. L. A. (2017). La permeabilidad y movilidad peatonal en los fraccionamientos cerrados de interés social. Villas de la Hacienda, Municipio Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, México. *Revista Transporte y Territorio*, 0(17), 145–171. Recuperado a partir de <http://revistascientificas.filo.uba.ar/index.php/rtt/article/view/3871>
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. (1972). *The Limits to Growth. The Club of Rome*. New York: Universe Books. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1972.tb05230.x>
- Medina, S. (2012). *La Importancia de reducción del uso del automóvil en México* (1a ed.). México: ITDP-Embajada Británica en México.
- Menchaca-Martín, P., & Zonana-Nacach, A. (2006). Obesidad en niños mexicanos de la frontera norte. *Salud pública de México*, 48(1), 1–2.
- Minetti, A. E., Ardigo, L. P., & Saibene, F. (1993). Mechanical determinants of gradient walking energetics in man. *Journal of physiology*, 471, 725–735.
- Moe, R., & Wilkie, C. (1997). *Changing places: rebuilding community in the age of sprawl* (1a ed.). Ontario: Owl Books.
- Mumford, L. (1961). *The City in History*. San Diego: Harcourt.
- Mungaray, A., & Ramírez, N. (2006). Poder de mercado en microempresas de Baja California. *Problemas del desarrollo*, 38(148), 173–194.
- Muxí, Z., & Gutiérrez, B. (2011). Apuntes sobre Jane Jacobs. En J. Jacobs (Ed.), *Muerte y vida de las grandes ciudades* (2a ed., p. 487). Navarra: Capitán Swing.
- Naciones Unidas. (2017). *Nueva agenda urbana*. (Habitat III, Ed.). Quito: Naciones Unidas.
- Narita, K., Sugawara, H., & Honjo, T. (2008). Effects of roadside trees on the thermal environment within a street canyon. *Geographical reports of Tokyo Metropolitan*

- University, 43, 41–48.
- Newman, P., Kosonen, L., & Kenworthy, J. (2016). Theory of urban fabrics: planning the walking, transit/public transport and automobile/motor car cities for reduced car dependency. *Town Planning Review*, 87(4), 429–458. <https://doi.org/10.3828/tpr.2016.28>
- O'Hare, D. (2006). Urban Walkability in the Subtropical City : Some intemperate considerations from SEQ. *Achieving Ecologically Sustainable Urbanism in a Subtropical Built Environment*, 131–136.
- ONU-Habitat. (2012). Historia, mandato y misión en el sistema de la ONU- ONU-Habitat. Recuperado el 30 de abril de 2018, a partir de <https://es.unhabitat.org/sobre-nosotros/historia-mandato-y-mision-en-el-sistema-de-la-onu/>
- ONU-Hábitat. (2015). Reporte Nacional de Movilidad Urbana en México 2014-2015, 91. Recuperado a partir de <http://www.onuhabitat.org/Reporte Nacional de Movilidad Urbana en Mexico 2014-2015 - Final.pdf>
- ONU Habitat. (2012). *Estado de las ciudades de América Latina y el Caribe 2012: Rumbo a una nueva transición urbana*. Recuperado a partir de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/extart?codigo=1090144>
- Parnell, S. (2016). Defining a Global Urban Development Agenda, 78, 529–540. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.10.028>
- Partida-Crespo, J. (2016). Vivir a la defensiva en la burbuja amurallada. *Estudios de género la ventana*, 43, 291–296.
- Peiravian, F., Derrible, S., & Ijaz, F. (2014). Development and application of the Pedestrian Environment Index (PEI). *Journal of Transport Geography*, 39, 73–84. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.06.020>
- Perlman, J., Hopkins, E., & Jonsson, Å. (1998). Urban solutions at the poverty/Environment intersection. *The Mega-Cities Project*, 5(1), 1–12.
- Piñera, D., & Rivera, G. (2013). *Tijuana in history: just crossing the border*. Tijuana: CONACULTA.
- Porta, S., & Renne, J. L. (2005). Linking urban design to sustainability : formal indicators of social urban sustainability field research in Perth , Western Australia. *Urban Design International*, 10(1), 51–64.
- Pradilla, E. (2011). *Ciudades compactas, dispersas, fragmentadas*. México: Universidad Autónoma Metropolitana-Miguel Ángel Porrúa.
- Proyecto EPAF. (2017). *Encuesta espacio público y actividad física*. Tijuana.
- Pucher, J., & Dijkstra, L. (2003). Promoting Safe Walking and Cycling to Improve Public Health Walking and Cycling : the MOST sustainable transport modes. *American Journal of Public Health*, 93(9), 1509–1516. <https://doi.org/10.1016/j.yjmed.2009.07.028>
- Pugh, C. (1996). Sustainability and sustainable cities. En C. Pugh (Ed.), *Sustainability, the environment and urbanization* (pp. 135–177). Londres: Earthscan.
- Rabinovitch, J. (1998). Global, regional and local perspectives towards sustainable urban and rural development. En E. Fernandes (Ed.), *Environmental strategies for sustainable development in urban areas* (pp. 16–44). Londres: Ashgate publishing.
- Rakha, T., & Reinhart, C. (2012). Generative Urban Modeling: a Design Workflow for Walkability-Optimised Cities. *Fifth National Conference of IBPSA-USA*, 255–262.
- Rogers, S. H., Gardner, K. H., & Carlson, C. H. (2013). Social capital and walkability as social aspects of sustainability. *Sustainability (Switzerland)*, 5(8), 3473–3483. <https://doi.org/10.3390/su5083473>
- Rogers, S. H., Halstead, J. M., Gardner, K. H., & Carlson, C. H. (2011). Examining Walkability and Social Capital as Indicators of Quality of Life at the Municipal and Neighborhood Scales. *Applied Research in Quality of Life*, 6(2), 201–213. <https://doi.org/10.1007/s11482-010-9132-4>
- Rueda, S. (2006). Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla.
- Sachs, I. (1981). Ecodesarrollo: concepto, aplicación, beneficios y riesgos. *Agricultura y sociedad*, 18, 9–32.
- Saelens, B. E., Sallis, J. F., Black, J. B., & Chen, D. (2003). Neighborhood-based differences in physical activity: an environment scale evaluation. *Am J Public Health*, 93(9), 1552–1558. <https://doi.org/10.2105/AJPH.93.9.1552>
- Saelens, B., Sallis, J., & Frank, L. (2003). Environmental correlates of walking and cycling: Findings from the transportation, urban design, and planning literatures. *Annals of Behavioral Medicine*, 25(2), 80–91. https://doi.org/10.1207/S15324796ABM2502_03
- Sallis, J. F., Frank, L. D., Saelens, B. E., & Kraft, M. K. (2004). Active transportation and physical activity: Opportunities for collaboration on transportation and public health

- research. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 38(4), 249–268.
<https://doi.org/10.1016/j.tra.2003.11.003>
- Sánchez, R. A. (2011). Urban and Social Vulnerability to Climate Variability in Tijuana, Mexico. En R. Kasperson & M. Berberian (Eds.), *Integrating science and policy: vulnerability and resilience in global environmental change* (pp. 187–213). New York: Earthscan.
- Santuario-Torres, A. (2016). *Infraestructura y accesibilidad para la movilidad peatonal: Factores de caminabilidad en dos áreas habitacionales de Tijuana, B.C., 2015 (Tesis de Maestría)*. El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, México.
- Scerri, A., & Holden, M. (2014). Ecological Modernization or Sustainable Development? Vancouver's Greenest City Action Plan: The City as “manager” of Ecological Restructuring. *Journal of Environmental Policy and Planning*, 16(2), 261–279.
<https://doi.org/10.1080/1523908X.2013.836962>
- Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México. (2014). *Programa Integral de Movilidad 2012-2018*. México.
- SEMARNAT. (2015). Lineamientos hacia la Sostenibilidad urbana. Mexico: SEMARNAT. Recuperado a partir de
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/31912/sustentabilidad_urbana.pdf
- Sepe, M. (2013). Urban history and cultural resources in urban regeneration: a case of creative waterfront renewal. *Planning Perspectives*, 28(4), 595–613.
<https://doi.org/10.1080/02665433.2013.774539>
- Seto, K. C., Sánchez-Rodríguez, R., & Fragkias, M. (2010). The New Geography of Contemporary Urbanization and the Environment. *Annual Review of Environment and Resources*, 35, 167–194. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-100809-125336>
- Shaftoe, H. (2008). *Convivial urban spaces: Creating effective public places*. Londres: Earthscan.
- Silió Cervera, F., Rodríguez Medina, F., & García Codron, J. C. (2001). El abandono de andenes. Elaboración de accesibilidad y cartografía en un entorno SIG: El Valle del Colca (Arequipa, Perú). *Estudios Geográficos*, LXII(243), 121–129.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3989/egeogr.2001.i243.289>
- Silsbe, E., & Prasetyoadi, T. (2011). Transporte y movilidad urbana. En B. Graizbord & F. Monteiro (Eds.), *Megaciudades y cambio climático: ciudades sostenibles en un mundo cambiante* (1a ed., pp. 67–86). México: El Colegio de México.
- Singh, R. (2016). Factors Affecting Walkability of Neighborhoods. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 216(October 2015), 643–654.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.12.048>
- Siqueiros, D. A. (2005). Una paradoja sobre uniformidad Vs . orden y estabilidad en la medida de la diversidad de especies según la teoría de la información. *Ludus Vitalis*, XIII(24), 83–92.
- Smart Growth America. (2018). What is smart growth? Recuperado el 1 de mayo de 2018, a partir de <https://smartgrowthamerica.org/our-vision/what-is-smart-growth/>
- Smith, G., Gidlow, C., Davey, R., & Foster, C. (2010). What is my walking neighbourhood? A pilot study of English adults' definitions of their local walking neighbourhoods. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7, 1–8.
<https://doi.org/10.1186/1479-5868-7-34>
- Speck, J. (2012). *Walkable city*. New York: North Point Press.
- Spellerberg, I. A. N. F., & Fedor, P. J. (2003). A tribute to Claude Shannon (1916 – 2001) and a plea for more rigorous use of species richness , species diversity and the ‘ Shannon-Wiener ’ index. *Global Ecology and Biogeography*, 12(3), 177–179.
<https://doi.org/10.1046/j.1466-822X.2003.00015.x>
- Spittaels, H., Verloigne, M., Gidlow, C., Gloanec, J., Titze, S., Foster, C., ... Bourdeaudhuij, I. De. (2010). Measuring physical activity-related environmental factors : reliability and predictive validity of the European environmental questionnaire ALPHA.
- Sriram, U., LaCroix, A. Z., Barrington, W. E., Corbie-Smith, G., Garcia, L., Going, S. B., ... Seguin, R. A. (2016). Neighborhood Walkability and Adiposity in the Women's Health Initiative Cohort. *American Journal of Preventive Medicine*, 51(5), 722–730.
<https://doi.org/10.1016/j.amepre.2016.04.007>
- Sung, H., & Lee, S. (2015). Residential built environment and walking activity: Empirical evidence of Jane Jacobs' urban vitality. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 41, 318–329. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2015.09.009>
- Talavera-Garcia, R., & Soria-Lara, J. A. (2015). Q-PLOS, developing an alternative walking index. A method based on urban design quality. *Cities*, 45, 7–17.

- <https://doi.org/10.1016/j.cities.2015.03.003>
- Talavera-García, R., Soria-Lara, J., & Valenzuela-Montes, L. M. (2014). La calidad peatonal como método para evaluar entornos de movilidad urbana. *Documents d'Analisi Geografica*, 60(1), 161–187. <https://doi.org/10.5565/rev/dag.55>
- Talen, E., & Koschinsky, J. (2013). The Walkable Neighborhood: A Literature Review. *International Journal of Sustainable Land Use and Urban Planning*, 1(1), 42–63. <https://doi.org/10.24102/ijslup.v1i1.211>
- Turcu, C. (2013). Re-thinking sustainability indicators : local perspectives of urban sustainability. *Journal of environmental planning and management*, 56(5), 695–719. <https://doi.org/10.1080/09640568.2012.698984>
- UN-DESA-PD. (2015). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision. Economic and Social Affairs* (Vol. 12). New York. <https://doi.org/10.4054/DemRes.2005.12.9>
- UN Habitat. (2013). *Streets as public spaces and drivers of urban prosperity*. Nairobi, Kenya. <https://doi.org/978-92-1-132590-4>
- Unión Europea. (1994). Carta de las ciudades europeas hacia la sostenibilidad (La carta de Aalborg). En *Conferencia Europea sobre las Ciudades Sostenibles* (p. 10). Bruselas: The European Sustainable Cities & Towns Campaign. Recuperado a partir de <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0667128.pdf>
- Valenzuela-Montes, L. M., & Talavera-García, R. (2015). Entornos de movilidad peatonal: Una revisión de enfoques, factores y condicionantes. *Eure*, 41(123), 5–27. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612015000300001>
- Valenzuela, A. (2003). Más allá del funcionalismo: Sustentabilidad urbana en América latina. En *XXIV Congreso Internacional de la Asociación de Estudios Latinoamericanos* (pp. 0–7). Texas: Latin American Studies Association.
- Ward, B., & Dubos, R. (1972). *Una sola tierra*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Wey, W. M., & Hsu, J. (2014). New Urbanism and Smart Growth: Toward achieving a smart National Taipei University District. *Habitat International*, 42, 164–174. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2013.12.001>
- Witten, K., Pearce, J., & Day, P. (2011). Neighbourhood destination accessibility index: A GIS tool for measuring infrastructure support for neighbourhood physical activity. *Environment and Planning A*, 43(1), 205–223. <https://doi.org/10.1068/a43219>
- World Commission on Environment and Development. (1987). *Our common future*. Oxford: Oxford University Press.
- XXII Ayuntamiento de Tijuana. (2017). Reglamento de acciones de urbanización para el municipio de Tijuana. *Periódico oficial*, 21(CXXII), 1–106.
- XXII Ayuntamiento de Tijuana. (2018). Reglamento interno de la Secretaría de desarrollo urbano y ecología municipal de Tijuana, Baja California. *Periódico Oficial*, 1(5), 1–50.

ANEXOS

ANEXO A. Actividades económicas seleccionadas para determinar la complejidad urbana

Abarrotes y alimentos frescos

31-33 Industrias manufactureras

311 Industria alimentaria

3118 Elaboración de productos de panadería y tortillas

- 31181 Elaboración de pan y otros productos de panadería
 - 311812 Panificación tradicional
- 31183 Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal
 - 311830 Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal

312 Industria de las bebidas y del tabaco

3121 Industria de las bebidas

- 31211 Elaboración de refrescos, hielo y otras bebidas no alcohólicas, y purificación y embotellado de agua
 - 312112 Purificación y embotellado de agua

46 Comercio al por menor

461 Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco

4611 Comercio al por menor de abarrotes y alimentos

- 46111 Comercio al por menor en tiendas de abarrotes, ultramarinos y misceláneas
 - 461110 Comercio al por menor en tiendas de abarrotes, ultramarinos y misceláneas
- 46112 Comercio al por menor de carnes
 - 461121 Comercio al por menor de carnes rojas
 - 461122 Comercio al por menor de carne de aves
 - 461123 Comercio al por menor de pescados y mariscos
- 46113 Comercio al por menor de frutas y verduras frescas
 - 461130 Comercio al por menor de frutas y verduras frescas
- 46114 Comercio al por menor de semillas y granos alimenticios, especias y chiles secos
 - 461140 Comercio al por menor de semillas y granos alimenticios, especias y chiles secos
- 46115 Comercio al por menor de leche, otros productos lácteos y embutidos
 - 461150 Comercio al por menor de leche, otros productos lácteos y embutidos
- 46116 Comercio al por menor de dulces y materias primas para repostería
 - 461160 Comercio al por menor de dulces y materias primas para repostería
- 46117 Comercio al por menor de paletas de hielo y helados
 - 461170 Comercio al por menor de paletas de hielo y helados
- 46119 Comercio al por menor de otros alimentos
 - 461190 Comercio al por menor de otros alimentos

4612 Comercio al por menor de bebidas, hielo y tabaco

- 46121 Comercio al por menor de bebidas y hielo
 - 461211 Comercio al por menor de vinos y licores
 - 461212 Comercio al por menor de cerveza
 - 461213 Comercio al por menor de bebidas no alcohólicas y hielo
- 46122 Comercio al por menor de cigarros, puros y tabaco
 - 461220 Comercio al por menor de cigarros, puros y tabaco

462 Comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales

4621 Comercio al por menor en tiendas de autoservicio

- 46211 Comercio al por menor en tiendas de autoservicio
 - 462111 Comercio al por menor en supermercados
 - 462112 Comercio al por menor en minisúper

4622 Comercio al por menor en tiendas departamentales

- 46221 Comercio al por menor en tiendas departamentales
 - 462210 Comercio al por menor en tiendas departamentales

Ventas al menudeo

463 Comercio al por menor de productos textiles, bisutería, accesorios de vestir y calzado

4631 Comercio al por menor de productos textiles, excepto ropa

- 46311 Comercio al por menor de productos textiles, excepto ropa
 - 463111 Comercio al por menor de telas

- 463112 Comercio al por menor de blancos
- 463113 Comercio al por menor de artículos de mercería y bonetería
- 4632 Comercio al por menor de ropa, bisutería y accesorios de vestir**
 - 46321 Comercio al por menor de ropa, bisutería y accesorios de vestir
 - 463211 Comercio al por menor de ropa, excepto de bebé y lencería
 - 463212 Comercio al por menor de ropa de bebé
 - 463213 Comercio al por menor de lencería
 - 463214 Comercio al por menor de disfraces, vestimenta regional y vestidos de novia
 - 463215 Comercio al por menor de bisutería y accesorios de vestir
 - 463216 Comercio al por menor de ropa de cuero y piel y de otros artículos de estos materiales
 - 463217 Comercio al por menor de pañales desechables
 - 463218 Comercio al por menor de sombreros
- 4633 Comercio al por menor de calzado**
 - 46331 Comercio al por menor de calzado
 - 463310 Comercio al por menor de calzado
- 464 Comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud**
 - 4641 Comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud**
 - 46411 Comercio al por menor de productos farmacéuticos y naturistas
 - 464111 Farmacias sin minisúper
 - 464112 Farmacias con minisúper
 - 464113 Comercio al por menor de productos naturistas, medicamentos homeopáticos y de complementos alimenticios
 - 46412 Comercio al por menor de lentes y artículos ortopédicos
 - 464121 Comercio al por menor de lentes
 - 464122 Comercio al por menor de artículos ortopédicos
 - 465 Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal**
 - 4651 Comercio al por menor de artículos de perfumería y joyería**
 - 46511 Comercio al por menor de artículos de perfumería y joyería
 - 465111 Comercio al por menor de artículos de perfumería y cosméticos
 - 465112 Comercio al por menor de artículos de joyería y relojes
 - 4652 Comercio al por menor de artículos para el esparcimiento**
 - 46521 Comercio al por menor de artículos para el esparcimiento
 - 465211 Comercio al por menor de discos y casetes
 - 465212 Comercio al por menor de juguetes
 - 465213 Comercio al por menor de bicicletas
 - 465214 Comercio al por menor de equipo y material fotográfico
 - 465215 Comercio al por menor de artículos y aparatos deportivos
 - 465216 Comercio al por menor de instrumentos musicales
 - 4653 Comercio al por menor de artículos de papelería, libros, revistas y periódicos**
 - 46531 Comercio al por menor de artículos de papelería, libros, revistas y periódicos
 - 465311 Comercio al por menor de artículos de papelería
 - 465312 Comercio al por menor de libros
 - 465313 Comercio al por menor de revistas y periódicos
 - 4659 Comercio al por menor de mascotas, regalos, artículos religiosos, desechables, artesanías y otros artículos de uso personal**
 - 46591 Comercio al por menor de mascotas, regalos, artículos religiosos, desechables, artesanías y otros artículos de uso personal
 - 465911 Comercio al por menor de mascotas
 - 465912 Comercio al por menor de regalos
 - 465913 Comercio al por menor de artículos religiosos
 - 465914 Comercio al por menor de artículos desechables
 - 465915 Comercio al por menor en tiendas de artesanías
 - 465919 Comercio al por menor de otros artículos de uso personal
 - 466 Comercio al por menor de enseres domésticos, computadoras, artículos para la decoración de interiores y artículos usados**
 - 4661 Comercio al por menor de muebles para el hogar y otros enseres domésticos**
 - 46611 Comercio al por menor de muebles para el hogar y otros enseres domésticos
 - 466111 Comercio al por menor de muebles para el hogar
 - 466112 Comercio al por menor de electrodomésticos menores y aparatos de línea blanca
 - 466113 Comercio al por menor de muebles para jardín
 - 466114 Comercio al por menor de cristalería, loza y utensilios de cocina

- 4662 Comercio al por menor de mobiliario, equipo y accesorios de cómputo, teléfonos y otros aparatos de comunicación
 - 46621 Comercio al por menor de mobiliario, equipo y accesorios de cómputo, teléfonos y otros aparatos de comunicación
 - 466211 Comercio al por menor de mobiliario, equipo y accesorios de cómputo
 - 466212 Comercio al por menor de teléfonos y otros aparatos de comunicación
- 4663 Comercio al por menor de artículos para la decoración de interiores
 - 46631 Comercio al por menor de artículos para la decoración de interiores
 - 466311 Comercio al por menor de alfombras, cortinas, tapices y similares
 - 466312 Comercio al por menor de plantas y flores naturales
 - 466313 Comercio al por menor de antigüedades y obras de arte
 - 466314 Comercio al por menor de lámparas ornamentales y candiles
 - 466319 Comercio al por menor de otros artículos para la decoración de interiores
- 4664 Comercio al por menor de artículos usados
 - 46641 Comercio al por menor de artículos usados
 - 466410 Comercio al por menor de artículos usados
- 467 Comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios**
 - 4671 Comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios
 - 46711 Comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios
 - 467111 Comercio al por menor en ferreterías y tlapalerías
 - 467112 Comercio al por menor de pisos y recubrimientos cerámicos
 - 467113 Comercio al por menor de pintura
 - 467114 Comercio al por menor de vidrios y espejos
 - 467115 Comercio al por menor de artículos para la limpieza
 - 467116 Comercio al por menor de materiales para la construcción en tiendas de autoservicio especializadas
 - 467117 Comercio al por menor de artículos para albercas y otros artículos

Servicios locales

491 Servicios postales

- 4911 Servicios postales
 - 49111 Servicios postales
 - 491110 Servicios postales

492 Servicios de mensajería y paquetería

- 4921 Servicios de mensajería y paquetería foránea
 - 49211 Servicios de mensajería y paquetería foránea
 - 492110 Servicios de mensajería y paquetería foránea
- 4922 Servicios de mensajería y paquetería local
 - 49221 Servicios de mensajería y paquetería local
 - 492210 Servicios de mensajería y paquetería local

517 Telecomunicaciones

- 5171 Operadores de servicios de telecomunicaciones alámbricas
 - 51711 Operadores de servicios de telecomunicaciones alámbricas
 - 517110 Operadores de servicios de telecomunicaciones alámbricas
- 5172 Operadores de servicios de telecomunicaciones inalámbricas
 - 51721 Operadores de servicios de telecomunicaciones inalámbricas
 - 517210 Operadores de servicios de telecomunicaciones inalámbricas
- 5174 Operadores de servicios de telecomunicaciones vía satélite
 - 51741 Operadores de servicios de telecomunicaciones vía satélite
 - 517410 Operadores de servicios de telecomunicaciones vía satélite
- 5179 Otros servicios de telecomunicaciones
 - 51791 Otros servicios de telecomunicaciones
 - 517910 Otros servicios de telecomunicaciones

52 Servicios financieros y de seguros

522 Instituciones de intermediación crediticia y financiera no bursátil

- 5221 Banca múltiple
 - 52211 Banca múltiple
 - 522110 Banca múltiple

- 5223 Uniones de crédito e instituciones de ahorro
 - 52231 Uniones de crédito
 - 522310 Uniones de crédito
 - 52232 Cajas de ahorro popular
 - 522320 Cajas de ahorro popular
 - 52239 Otras instituciones de ahorro y préstamo
 - 522390 Otras instituciones de ahorro y préstamo
- 5224 Otras instituciones de intermediación crediticia y financiera no bursátil
 - 52245 Montepíos y casas de empeño
 - 522451 Montepíos
 - 522452 Casas de empeño
- 523 Actividades bursátiles, cambiarias y de inversión financiera**
- 5231 Casas de bolsa, casas de cambio y centros cambiarios
 - 52312 Casas de cambio y centros cambiarios
 - 523121 Casas de cambio
 - 523122 Centros cambiarios
- 54 Servicios profesionales, científicos y técnicos**
- 541 Servicios profesionales, científicos y técnicos**
- 5419 Otros servicios profesionales, científicos y técnicos
 - 54192 Servicios de fotografía y videograbación
 - 541920 Servicios de fotografía y videograbación
 - 54194 Servicios veterinarios
 - 541941 Servicios veterinarios para mascotas prestados por el sector privado
 - 541942 Servicios veterinarios para mascotas prestados por el sector público
- 56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación**
- 561 Servicios de apoyo a los negocios**
- 5614 Servicios de apoyo secretarial, fotocopiado, cobranza, investigación crediticia y similares
 - 56143 Servicios de fotocopiado, fax, acceso a computadoras y afines
 - 561431 Servicios de fotocopiado, fax y afines
 - 561432 Servicios de acceso a computadoras
- 62 Servicios de salud y de asistencia social**
- 621 Servicios médicos de consulta externa y servicios relacionados**
- 6211 Consultorios médicos
 - 62111 Consultorios médicos
 - 621111 Consultorios de medicina general del sector privado
 - 621112 Consultorios de medicina general del sector público
 - 621113 Consultorios de medicina especializada del sector privado
 - 621114 Consultorios de medicina especializada del sector público
 - 621115 Clínicas de consultorios médicos del sector privado
 - 621116 Clínicas de consultorios médicos del sector público
- 6212 Consultorios dentales
 - 62121 Consultorios dentales
 - 621211 Consultorios dentales del sector privado
 - 621212 Consultorios dentales del sector público
- 6213 Otros consultorios para el cuidado de la salud
 - 62131 Consultorios de quiropráctica
 - 621311 Consultorios de quiropráctica del sector privado
 - 621312 Consultorios de quiropráctica del sector público
 - 62132 Consultorios de optometría
 - 621320 Consultorios de optometría
 - 62133 Consultorios de psicología
 - 621331 Consultorios de psicología del sector privado
 - 621332 Consultorios de psicología del sector público
 - 62134 Consultorios de audiología y de terapia ocupacional, física y del lenguaje
 - 621341 Consultorios del sector privado de audiología y de terapia ocupacional, física y del lenguaje
 - 621342 Consultorios del sector público de audiología y de terapia ocupacional, física y del lenguaje
 - 62139 Otros consultorios para el cuidado de la salud
 - 621391 Consultorios de nutriólogos y dietistas del sector privado
 - 621392 Consultorios de nutriólogos y dietistas del sector público

- 621398 Otros consultorios del sector privado para el cuidado de la salud
- 621399 Otros consultorios del sector público para el cuidado de la salud
- 6214 Centros para la atención de pacientes que no requieren hospitalización
 - 62141 Centros de planificación familiar
 - 621411 Centros de planificación familiar del sector privado
 - 621412 Centros de planificación familiar del sector público
 - 62142 Centros de atención médica externa para enfermos mentales y adictos
 - 621421 Centros del sector privado de atención médica externa para enfermos mentales y adictos
 - 621422 Centros del sector público de atención médica externa para enfermos mentales y adictos
 - 62149 Otros centros para la atención de pacientes que no requieren hospitalización
 - 621491 Otros centros del sector privado para la atención de pacientes que no requieren hospitalización
 - 621492 Otros centros del sector público para la atención de pacientes que no requieren hospitalización
- 6215 Laboratorios médicos y de diagnóstico
 - 62151 Laboratorios médicos y de diagnóstico
 - 621511 Laboratorios médicos y de diagnóstico del sector privado
 - 621512 Laboratorios médicos y de diagnóstico del sector público
- 72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas**
- 721 Servicios de alojamiento temporal**
- 7211 Hoteles, moteles y similares
 - 72111 Hoteles y moteles, excepto hoteles con casino
 - 721111 Hoteles con otros servicios integrados
 - 721112 Hoteles sin otros servicios integrados
 - 721113 Moteles
 - 72112 Hoteles con casino
 - 721120 Hoteles con casino
 - 72119 Cabañas, villas y similares
 - 721190 Cabañas, villas y similares
- 7212 Campamentos y albergues recreativos
 - 72121 Campamentos y albergues recreativos
 - 721210 Campamentos y albergues recreativos
- 7213 Pensiones y casas de huéspedes, y departamentos y casas amueblados con servicios de hotelería
 - 72131 Pensiones y casas de huéspedes, y departamentos y casas amueblados con servicios de hotelería
 - 721311 Pensiones y casas de huéspedes
 - 721312 Departamentos y casas amueblados con servicios de hotelería
- 81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales**
- 812 Servicios personales**
- 8121 Salones y clínicas de belleza, baños públicos y boquerías
 - 81211 Salones y clínicas de belleza y peluquerías
 - 812110 Salones y clínicas de belleza y peluquerías
 - 81212 Baños públicos
 - 812120 Baños públicos
 - 81213 Sanitarios públicos y boquerías
 - 812130 Sanitarios públicos y boquerías
- 8122 Lavanderías y tintorerías
 - 81221 Lavanderías y tintorerías
 - 812210 Lavanderías y tintorerías
- 8129 Servicios de revelado e impresión de fotografías y otros servicios personales
 - 81291 Servicios de revelado e impresión de fotografías
 - 812910 Servicios de revelado e impresión de fotografías
 - 81299 Otros servicios personales
 - 812990 Otros servicios personales

Restaurantes, cafés y bares

- 72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas**
- 722 Servicios de preparación de alimentos y bebidas**
- 7224 Centros nocturnos, bares, cantinas y similares
 - 72241 Centros nocturnos, bares, cantinas y similares
 - 722412 Bares, cantinas y similares
- 7225 Servicios de preparación de alimentos y bebidas alcohólicas y no alcohólicas

| | |
|--------|--|
| 72251 | Servicios de preparación de alimentos y bebidas alcohólicas y no alcohólicas |
| 722511 | Restaurantes con servicio de preparación de alimentos a la carta o de comida corrida |
| 722512 | Restaurantes con servicio de preparación de pescados y mariscos |
| 722513 | Restaurantes con servicio de preparación de antojitos |
| 722514 | Restaurantes con servicio de preparación de tacos y tortas |
| 722515 | Cafeterías, fuentes de sodas, neverías, refresquerías y similares |
| 722516 | Restaurantes de autoservicio |
| 722517 | Restaurantes con servicio de preparación de pizzas, hamburguesas, hot dogs y pollos rostizados para llevar |
| 722518 | Restaurantes que preparan otro tipo de alimentos para llevar |
| 722519 | Servicios de preparación de otros alimentos para consumo inmediato |

Instalaciones deportivas

71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos

713 Servicios de entretenimiento en instalaciones recreativas y otros servicios recreativos

| | |
|--------|---|
| 71394 | Clubes deportivos y centros de acondicionamiento físico |
| 713941 | Clubes deportivos del sector privado |
| 713942 | Clubes deportivos del sector público |
| 713943 | Centros de acondicionamiento físico del sector privado |
| 713944 | Centros de acondicionamiento físico del sector público |

Esparcimiento al aire libre

Instituciones educativas

61 Servicios educativos

611 Servicios educativos

6111 Escuelas de educación básica, media y para necesidades especiales

| | |
|--------|--|
| 61111 | Escuelas de educación preescolar |
| 611111 | Escuelas de educación preescolar del sector privado |
| 611112 | Escuelas de educación preescolar del sector público |
| 61112 | Escuelas de educación primaria |
| 611121 | Escuelas de educación primaria del sector privado |
| 611122 | Escuelas de educación primaria del sector público |
| 61113 | Escuelas de educación secundaria general |
| 611131 | Escuelas de educación secundaria general del sector privado |
| 611132 | Escuelas de educación secundaria general del sector público |
| 61114 | Escuelas de educación secundaria técnica |
| 611141 | Escuelas de educación secundaria técnica del sector privado |
| 611142 | Escuelas de educación secundaria técnica del sector público |
| 61115 | Escuelas de educación media técnica terminal |
| 611151 | Escuelas de educación media técnica terminal del sector privado |
| 611152 | Escuelas de educación media técnica terminal del sector público |
| 61116 | Escuelas de educación media superior |
| 611161 | Escuelas de educación media superior del sector privado |
| 611162 | Escuelas de educación media superior del sector público |
| 61117 | Escuelas que combinan diversos niveles de educación |
| 611171 | Escuelas del sector privado que combinan diversos niveles de educación |
| 611172 | Escuelas del sector público que combinan diversos niveles de educación |
| 61118 | Escuelas de educación para necesidades especiales |
| 611181 | Escuelas del sector privado de educación para necesidades especiales |
| 611182 | Escuelas del sector público de educación para necesidades especiales |

6112 Escuelas de educación técnica superior

| | |
|--------|---|
| 61121 | Escuelas de educación técnica superior |
| 611211 | Escuelas de educación técnica superior del sector privado |
| 611212 | Escuelas de educación técnica superior del sector público |

6113 Escuelas de educación superior

| | |
|--------|---|
| 61131 | Escuelas de educación superior |
| 611311 | Escuelas de educación superior del sector privado |
| 611312 | Escuelas de educación superior del sector público |

6114 Escuelas comerciales, de computación y de capacitación para ejecutivos

| | |
|--------|---|
| 61141 | Escuelas comerciales y secretariales |
| 611411 | Escuelas comerciales y secretariales del sector privado |
| 611412 | Escuelas comerciales y secretariales del sector público |
| 61142 | Escuelas de computación |
| 611421 | Escuelas de computación del sector privado |

- 61143 611422 Escuelas de computación del sector público
- 611431 Escuelas para la capacitación de ejecutivos
- 611432 Escuelas para la capacitación de ejecutivos del sector privado
- 611432 Escuelas para la capacitación de ejecutivos del sector público
- 6115 Escuelas de oficios
 - 61151 Escuelas de oficios
 - 611511 Escuelas del sector privado dedicadas a la enseñanza de oficios
 - 611512 Escuelas del sector público dedicadas a la enseñanza de oficios
- 6116 Otros servicios educativos
 - 61161 Escuelas de arte
 - 611611 Escuelas de arte del sector privado
 - 611612 Escuelas de arte del sector público
 - 61162 Escuelas de deporte
 - 611621 Escuelas de deporte del sector privado
 - 611622 Escuelas de deporte del sector público
 - 61163 Escuelas de idiomas
 - 611631 Escuelas de idiomas del sector privado
 - 611632 Escuelas de idiomas del sector público
 - 61169 Otros servicios educativos
 - 611691 Servicios de profesores particulares
 - 611698 Otros servicios educativos proporcionados por el sector privado
 - 611699 Otros servicios educativos proporcionados por el sector público
- 6117 Servicios de apoyo a la educación
 - 61171 Servicios de apoyo a la educación
 - 611710 Servicios de apoyo a la educación

Entretención

51 Información en medios masivos

512 Industria fílmica y del video, e industria del sonido

5121 Industria fílmica y del video

- 51213 Exhibición de películas y otros materiales audiovisuales
- 512130 Exhibición de películas y otros materiales audiovisuales

531 Servicios inmobiliarios

5311 Alquiler sin intermediación de bienes raíces

- 53111 Alquiler sin intermediación de bienes raíces
 - 531113 Alquiler sin intermediación de salones para fiestas y convenciones
 - 531115 Alquiler sin intermediación de teatros, estadios, auditorios y similares

7113 Promotores de espectáculos artísticos, culturales, deportivos y similares

- 71131 Promotores de espectáculos artísticos, culturales, deportivos y similares que cuentan con instalaciones para presentarlos
 - 711311 Promotores del sector privado de espectáculos artísticos, culturales, deportivos y similares que cuentan con instalaciones para presentarlos
 - 711312 Promotores del sector público de espectáculos artísticos, culturales, deportivos y similares que cuentan con instalaciones para presentarlos

712 Museos, sitios históricos, zoológicos y similares

7121 Museos, sitios históricos, zoológicos y similares

- 71211 Museos
 - 712111 Museos del sector privado
 - 712112 Museos del sector público
- 71212 Sitios históricos
 - 712120 Sitios históricos
- 71213 Jardines botánicos y zoológicos
 - 712131 Jardines botánicos y zoológicos del sector privado
 - 712132 Jardines botánicos y zoológicos del sector público
- 71219 Grutas, parques naturales y otros sitios del patrimonio cultural de la nación
 - 712190 Grutas, parques naturales y otros sitios del patrimonio cultural de la nación

713 Servicios de entretenimiento en instalaciones recreativas y otros servicios recreativos

7131 Parques con instalaciones recreativas y casas de juegos electrónicos

- 71311 Parques con instalaciones recreativas
 - 713111 Parques de diversiones y temáticos del sector privado
 - 713112 Parques de diversiones y temáticos del sector público
 - 713113 Parques acuáticos y balnearios del sector privado

- 71312 713114 Parques acuáticos y balnearios del sector público
- 71312 71312 Casas de juegos electrónicos
- 71312 713120 Casas de juegos electrónicos
- 7132 Casinos, loterías y otros juegos de azar**
- 71321 71321 Casinos
- 71321 713210 Casinos
- 71329 71329 Loterías y otros juegos de azar
- 71329 713291 Venta de billetes de lotería, pronósticos deportivos y otros boletos de sorteo
- 71329 713299 Otros juegos de azar
- 7139 Otros servicios recreativos**
- 71391 71391 Campos de golf
- 71391 713910 Campos de golf
- 71392 71392 Pistas para esquiar
- 71392 713920 Pistas para esquiar
- 71393 71393 Marinas turísticas
- 71393 713930 Marinas turísticas
- 71394 71394 Clubes deportivos y centros de acondicionamiento físico
- 71394 713941 Clubes deportivos del sector privado
- 71394 713942 Clubes deportivos del sector público
- 71394 713943 Centros de acondicionamiento físico del sector privado
- 71394 713944 Centros de acondicionamiento físico del sector público
- 71395 71395 Boliches
- 71395 713950 Boliches
- 71399 71399 Otros servicios recreativos
- 71399 713991 Billares
- 71399 713992 Clubes o ligas de aficionados
- 71399 713998 Otros servicios recreativos prestados por el sector privado
- 71399 713999 Otros servicios recreativos prestados por el sector público
- 72241 72241 Centros nocturnos, discotecas y similares

Edificios cívicos

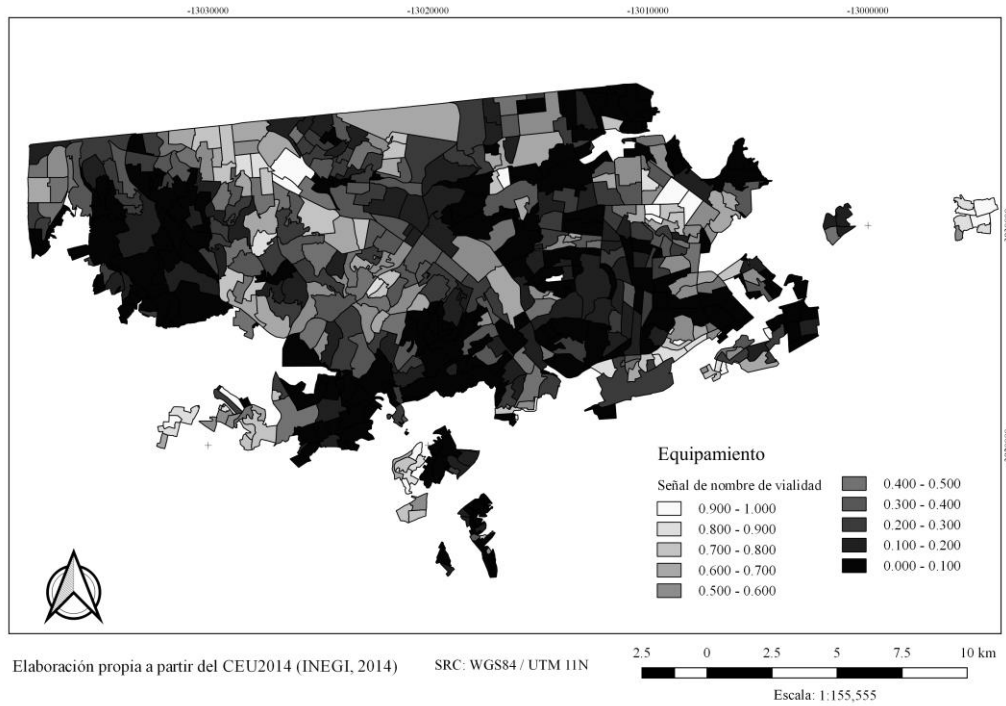
93 Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales

931 Actividades legislativas, gubernamentales y de impartición de justicia

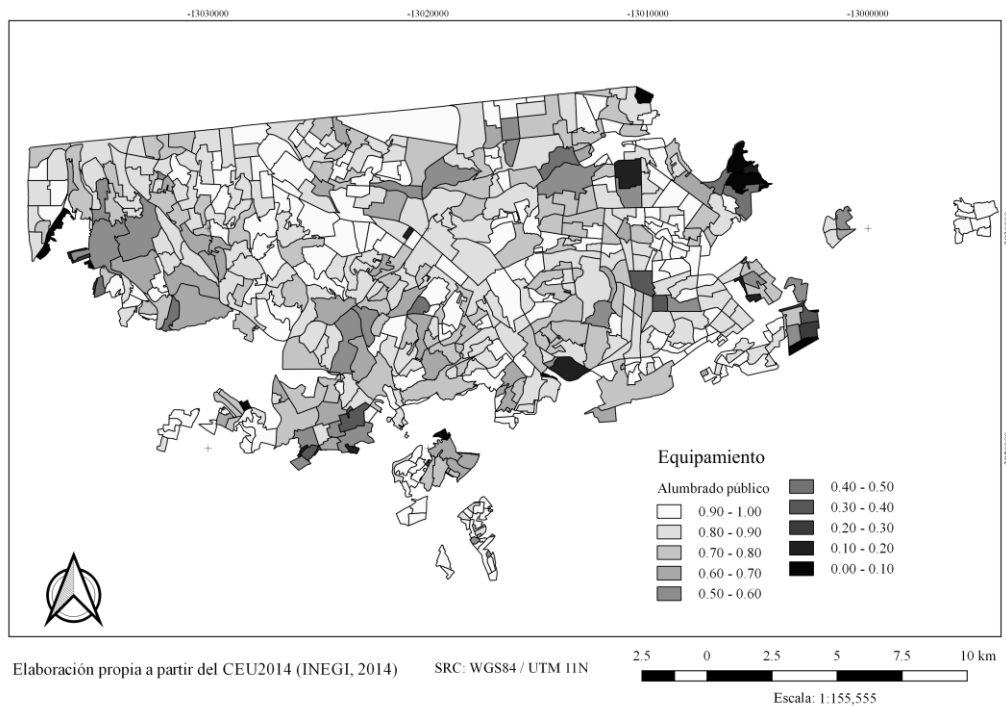
- 9311 Órganos legislativos**
- 93111 93111 Órganos legislativos
- 93111 931110 Órganos legislativos
- 9312 Administración pública en general**
- 93121 93121 Administración pública en general
- 93121 931210 Administración pública en general
- 9313 Regulación y fomento del desarrollo económico**
- 93131 93131 Regulación y fomento del desarrollo económico
- 93131 931310 Regulación y fomento del desarrollo económico
- 9314 Impartición de justicia y mantenimiento de la seguridad y el orden público**
- 93141 93141 Impartición de justicia y mantenimiento de la seguridad y el orden público
- 93141 931410 Impartición de justicia y mantenimiento de la seguridad y el orden público
- 9315 Regulación y fomento de actividades para mejorar y preservar el medio ambiente**
- 93151 93151 Regulación y fomento de actividades para mejorar y preservar el medio ambiente
- 93151 931510 Regulación y fomento de actividades para mejorar y preservar el medio ambiente
- 9316 Actividades administrativas de instituciones de bienestar social**
- 93161 93161 Actividades administrativas de instituciones de bienestar social
- 93161 931610 Actividades administrativas de instituciones de bienestar social
- 9317 Relaciones exteriores**
- 93171 93171 Relaciones exteriores
- 93171 931710 Relaciones exteriores

ANEXO B. Mapas de los diversos elementos del equipamiento peatonal

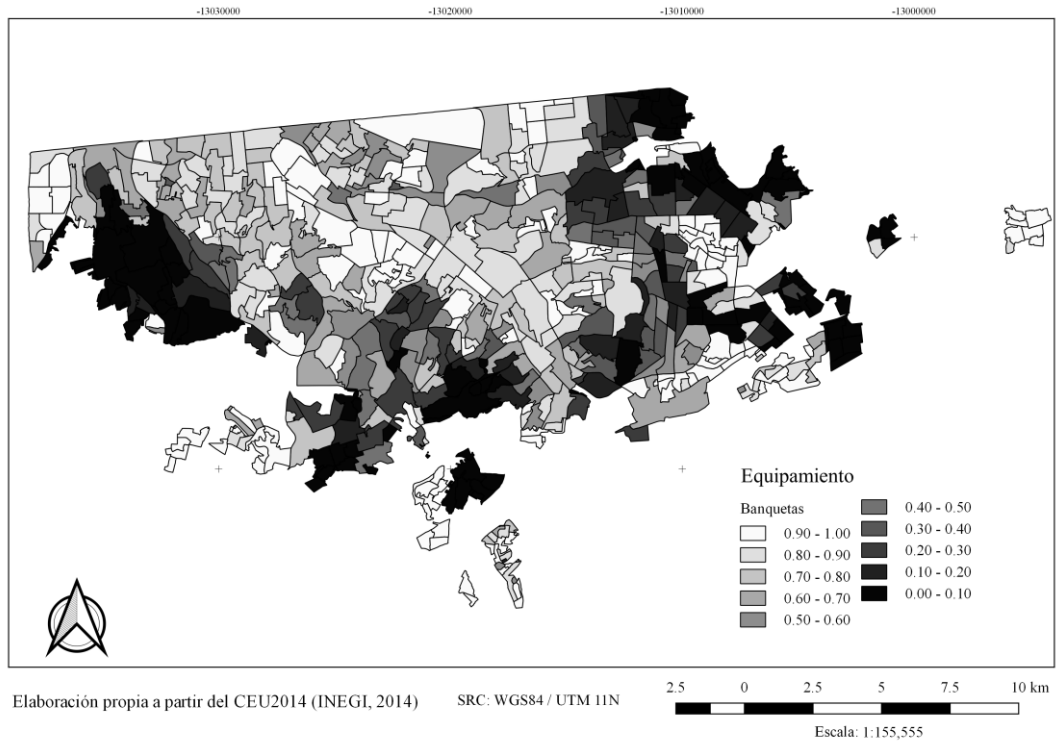
Mapa 0-1. Cobertura espacial de las señalizaciones del nombre de la vialidad



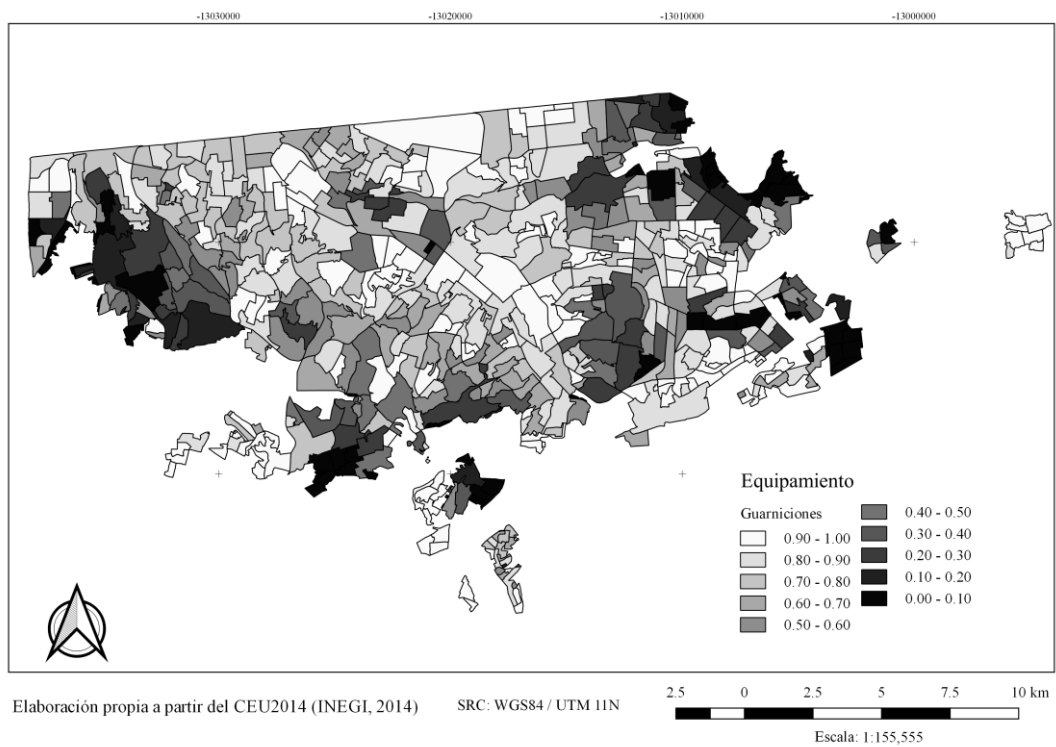
Mapa 0-2. Cobertura espacial del alumbrado público



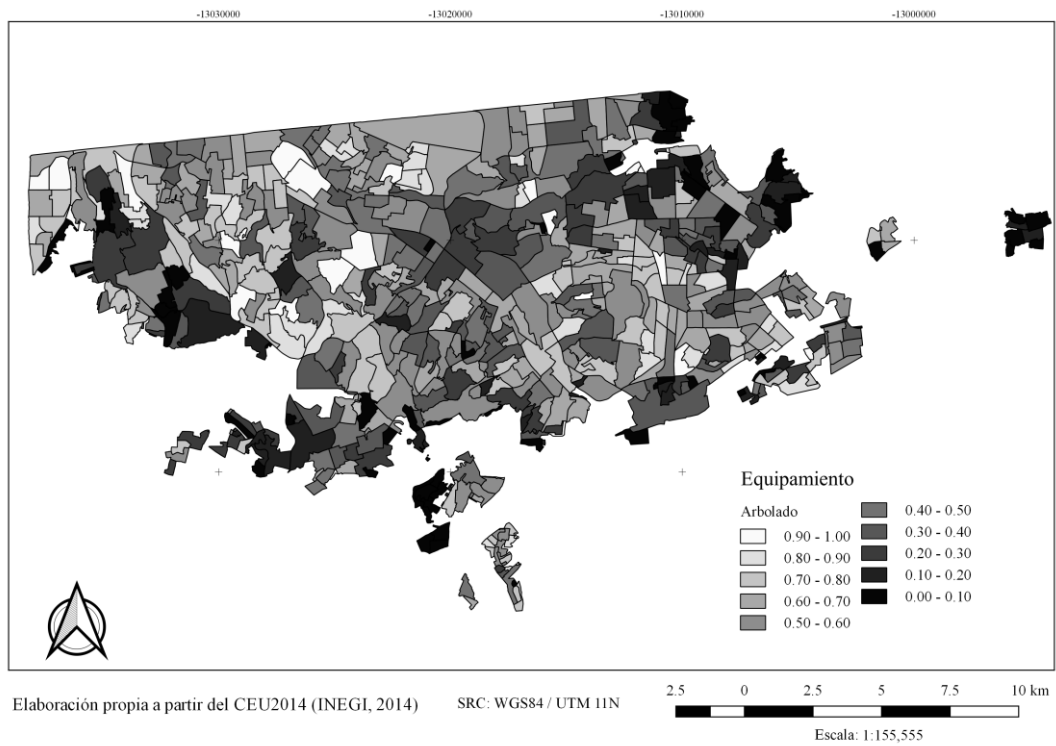
Mapa 0-3. Cobertura espacial de banquetas



Mapa 0-4. Cobertura espacial de guarniciones



Mapa 0-5. Cobertura espacial de arbolado



Mapa 0-6. Cobertura espacial de rampas para sillas de ruedas

