



Universidad Autónoma
de San Luis Potosí

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, INGENIERÍA Y MEDICINA

PROGRAMA MULTIDISCIPLINARIO DE POSGRADO EN
CIENCIAS AMBIENTALES

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

**ELEMENTOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA MOVILIDAD
URBANA EN ÁREAS CONURBADAS: DIAGNÓSTICO Y
PROPUESTA DE MOVILIDAD INTEGRAL. EL CASO DE LA
ZONA METROPOLITANA DE SAN LUIS POTOSÍ.**

PRESENTA

CLAUDIA NALLELI HERNÁNDEZ CERDA

DIRECTOR DE TESIS

DR. ALFREDO ÁVILA GALARZA

ASESORES

DR. MIGUEL AGUILAR ROBLEDO

DR. VALENTE VÁZQUEZ SOLÍS

FEBRERO DE 2022



Elementos para la evaluación de la movilidad urbana en áreas conurbadas: diagnóstico y propuesta de movilidad integral. El caso de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí. by Claudia Nalleli Hernández Cerda is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

CRÉDITOS INSTITUCIONALES

Proyecto realizado en:

Facultad de Ingeniería

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología el otorgamiento de la beca: 814553.

El Doctorado en Ciencias Ambientales recibe apoyo a través del Padrón Nacional de Posgrados de Calidad.

AGRADECIMIENTOS

A mi Dios

A mi madre y a mi padre

A María

AGRADECIMIENTOS

A mi Comité Tutelar

Dr. Alfredo Ávila Galarza

Dr. Valente Vázquez Solís

Dr. Miguel Aguilar Robledo

Por su acompañamiento, dirección y asesoría durante mi investigación.

A Gaby, Pablo, Joshimar, Fátima y Laura.

Por permitirme asesorar sus investigaciones y por apoyarme en la obtención de los resultados que son parte de esta tesis.

ÍNDICE

RESUMEN	13
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	17
OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	18
HIPÓTESIS DE TRABAJO	20
ESTRUCTURA DEL TRABAJO	20
CAPÍTULO 1	23
MOVILIDAD URBANA	23
1.1 EL CONCEPTO DE MOVILIDAD	23
1.1.1 MOVILIDAD URBANA	25
1.1.2 MOVILIDAD, ESPACIO Y TERRITORIO	26
1.2 LA CIUDAD	28
1.3 LA MOVILIDAD EN LA CIUDAD ACTUAL	36
CAPÍTULO 2	39
MOVILIDAD URBANA INSOSTENIBLE.	39
UNA CONSTANTE GLOBAL	39
2.1 TENDENCIAS DE URBANIZACIÓN EN EL MUNDO	39
2.1.1 LA MOVILIDAD EN EL MUNDO	42
2.1.2 LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE URBANO	42
2.1.2.1 TRANSPORTE MOTORIZADO PRIVADO	46
2.1.2.2 TRANSPORTE: PÚBLICO FORMAL, INFORMAL Y NO MOTORIZADO	49
2.2 LA MOVILIDAD URBANA EN MÉXICO	55
2.2.1 URBANIZACIÓN EN MÉXICO	55
2.2.2 MOVILIDAD URBANA EN MÉXICO	57
2.2.2.1 PERCEPCIÓN DEL TRANSPORTE Y DE LA MOVILIDAD	59
2.2.2.1.1 EL ÍNDICE DE MOVILIDAD URBANA	61
2.2.2.2 MOTORIZACIÓN Y USO DEL VEHÍCULO PARTICULAR	63
2.2.2.3 EL TRANSPORTE PÚBLICO	65
2.3 MOVILIDAD Y SOSTENIBILIDAD	71
2.3.1 LA INSOSTENIBILIDAD DE LA MOVILIDAD URBANA ACTUAL	71
2.3.2 MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE	75
CAPÍTULO 3	79
ESTUDIO DE LA MOVILIDAD.	79
ENFOQUES Y MÉTODOS	79

3.1 TEORÍA DE LA MOVILIDAD	79
3.2 ENFOQUES DE ESTUDIO PARA LA MOVILIDAD	80
3.3 METODOLOGÍAS PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA MOVILIDAD	85
3.4 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS MULTIDIMENSIONAL DE LA MOVILIDAD	87
3.4.1 SUSTENTO TEÓRICO	87
CAPÍTULO 4	95
DINÁMICAS DE MOVILIDAD URBANA EN LA ZONA METROPOLITANA DE SAN LUIS POTOSÍ	95
4.1 ÁREA DE ESTUDIO	95
4.2 CRITERIO DE DIAGNÓSTICO 1 (POBLACIÓN)	96
4.2.1 MÉTODO DE DIAGNÓSTICO	96
4.2.2 DINÁMICA DEMOGRÁFICA DE LA ZMSLP	97
4.2.3 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS QUE INFLUYEN EN LA MOVILIDAD	100
4.3 CRITERIO DE DIAGNÓSTICO 2 (URBANO)	102
4.3.1 MÉTODO DE DIAGNÓSTICO	102
4.3.2 CARACTERÍSTICAS URBANAS DE LA ZMSLP	102
4.3.3 ESTRUCTURA URBANA VIAL	107
4.3.4 EQUIPAMIENTO URBANO	112
4.3.5 LA DIMENSIÓN URBANA COMO CONDICIONANTE DE LA MOVILIDAD EN LA ZONA METROPOLITANA DE SAN LUIS POTOSÍ	115
4.3 CRITERIO DE DIAGNÓSTICO 3 (DE GESTIÓN)	117
4.4.1 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DOCUMENTAL	117
4.4.2 LA MOVILIDAD URBANA, UN TEMA DE AGENDA PÚBLICA INTERNACIONAL	117
4.4.3 MOVILIDAD URBANA EN LAS NORMAS ISO 37120, 37122 Y 37123	120
4.4.4 MARCOS NORMATIVO DE LA MOVILIDAD URBANA EN MÉXICO	124
4.4.5 LEYES ESTATALES Y MUNICIPALES RELACIONADAS CON LA MOVILIDAD URBANA	132
4.4.6 EL MARCO NORMATIVO DE LA MOVILIDAD URBANA EN LA ZMSLP	134
4.4.7 MARCO DE LA PLANEACIÓN DE LA MOVILIDAD	140
4.4.7.1 LA PLANEACIÓN DE LA MOVILIDAD EN EL CONTEXTO NACIONAL	140
4.4.7.2 LA PLANEACIÓN DE LA MOVILIDAD EN EL CONTEXTO ESTATAL, METROPOLITANO Y MUNICIPAL	143
4.4.8 LA DIMENSIÓN POLÍTICA DE LA MOVILIDAD URBANA EN SAN LUIS POTOSÍ	148
4.4.8.1 ACTORES RESPONSABLES DE LA MOVILIDAD URBANA	148
4.4.8.2 LOS AVANCES EN LA IMPLEMENTACIÓN DE POLÍTICAS, ESTRATEGIAS Y ACCIONES PARA LA MOVILIDAD EN LA ZMSLP	153
4.4.9 CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DEL MARCO NORMATIVO DE LA MOVILIDAD URBANA	156
4.5 ANÁLISIS ESPACIAL DE LA MOVILIDAD URBANA EN LA ZONA METROPOLITANA DE SAN LUIS POTOSÍ (CRITERIOS DE DIAGNÓSTICO 4 Y 5)	158
4.5.1 LA ENCUESTA DE MOVILIDAD	159
4.5.2 LAS ENCUESTAS DE MOVILIDAD EN MÉXICO	163
4.5.3 MÉTODO DE ANÁLISIS	165
4.5.4. ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD EN LA ZONA METROPOLITANA DE SAN LUIS POTOSÍ	172

4.5.4.1 MODOS DE TRASPORTE Y SUS USOS	173
4.5.4.2 DINÁMICAS DE LOS DESPLAZAMIENTOS	176
4.5.4.3 MOVILIDAD Y GÉNERO EN LA ZMSLP	182
4.5.4.4 LA PERCEPCIÓN DE LA MOVILIDAD EN LA ZMSLP	182
4.6 CRITERIO DE DIAGNÓSTICO 6 (AMBIENTAL)	187
4.6.1 CALIDAD DEL AIRE Y CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	190
4.6.2 EL MARCO NORMATIVO PARA LA CALIDAD DEL AIRE EN LAS ESCALAS: INTERNACIONAL Y NACIONAL	193
4.6.3 TÉCNICAS DE ESTIMACIÓN DE EMISIONES	198
4.6.4 ESTIMACIÓN DE EMISIONES VEHICULARES UTILIZANDO MODELOS DE FACTORES DE EMISIÓN	202
4.6.5 METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE EMISIONES VEHICULARES EN LA ZMSLP	204
4.6.5.1 CARACTERIZACIÓN DE LA FLOTA VEHICULAR	205
4.6.5.2 ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD VEHICULAR	206
4.6.5.3 CÁLCULOS DE FACTORES DE EMISIÓN	208
4.6.5.4 ESTIMACIÓN DE EMISIONES	210
4.7 LOS COMPORTAMIENTOS DE LA MOVILIDAD EN LA ZMSLP	217
4.7.1 MOVILIDAD MOTORIZADA	217
4.7.1.1 CAMIÓN DE PASAJEROS	217
4.7.1.2 AUTOMÓVIL	219
4.7.1.4 MOTOCICLETA	220
4.7.2 MOVILIDAD NO MOTORIZADA	221
4.7.3 MOVILIDAD, ACCESIBILIDAD Y TRANSPORTE POR SECTOR URBANO	223
4.7.4 LOS TEMAS DE ATENCIÓN PRIORITARIA PARA LA MOVILIDAD EN LA ZMSLP	233
4.7.5 LA POLÍTICA DE LA MOVILIDAD EN LA ZMSLP	234
CAPÍTULO 5	237
CONCLUSIONES	237
5.1 LA TENDENCIA URBANA, UNA CONDICIONANTE DE LA MOVILIDAD	240
5.2 UNA NECESIDAD DE MOVILIDAD INSATISFECHA	241
5.3 UNA CIUDAD SIN PLANEACIÓN PARA LA MOVILIDAD	243
5.4 LA HEGEMONÍA DEL AUTOMÓVIL Y SUS CONSECUENCIAS AMBIENTALES	245
5.5 DE LA MOVILIDAD INSOSTENIBLE A UNA SOSTENIBLE	247
5.5.1 MÁS TRANSPORTE Y MÁS CONECTIVIDAD	247
5.5.2 LA MOVILIDAD DENTRO DE LA PLANEACIÓN URBANA	248
5.5.3 DE LA DISMINUCIÓN DEL AUTOMÓVIL A LA TECNOLOGÍA LIMPIA DEL TRANSPORTE PÚBLICO	249
5.5.4 UNA PROPUESTA FLEXIBLE Y ADAPTABLE	251
BIBLIOGRAFÍA	253
ANEXOS	263

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de urbanización y sus características formales y funcionales	29
Tabla 2. Neologismos para la descripción de la ciudad contemporánea	30
Tabla 3. Urbanización en América Latina	33
Tabla 4. Problemas de la movilidad urbana centrada en el uso del vehículo particular	37
Tabla 5. Evolución de la población total y urbana en el mundo (1950-2050)	39
Tabla 6. Evolución del porcentaje de urbanización en el mundo, por región geográfica (1950-2050)	41
Tabla 7. Sistemas de transporte en la ciudad actual	44
Tabla 8. Número de vehículos de motor en el mundo y cantidad de pasajeros por automóvil (2010)	46
Tabla 9. Disponibilidad de vialidades y estacionamiento por persona, en algunas regiones del mundo (2011)	48
Tabla 10. Características del transporte público formal en el mundo	49
Tabla 11. Características de la movilidad del transporte público informal en países desarrollados y en desarrollo; y sus impactos	51
Tabla 12. Características de la movilidad del transporte no motorizado, en países desarrollados y en desarrollo; e impactos	53
Tabla 13. Zonas Metropolitanas de más de un millón de habitantes, y ciudades de más de 500 mil habitantes, que cuentan con sistemas integrados de transporte o que están en fase de construcción o planeación	68
Tabla 14. Ciudades con mayor oferta de transporte en México	69
Tabla 15. Factores que explican la insostenibilidad de la movilidad urbana	72
Tabla 16. Evolución en el análisis de la movilidad urbana: disciplinas y énfasis de estudio	79
Tabla 17. Criterios de diagnóstico para el análisis multidimensional de la movilidad urbana. Descripción de análisis y resultados	89
Tabla 18. Evolución de la ciudad de San Luis Potosí: física, demográfica, urbana y económica (1592-1722)	103
Tabla 19. Facetas de la movilidad en la ciudad de San Luis Potosí	105
Tabla 20. Distribución de equipamiento entre sectores urbanos de la ZMSLP	112
Tabla 21. Declaraciones internacionales en materia de movilidad urbana	118
Tabla 22. Indicadores de las normas ISO 37120, 37122 y 37123 aplicables a la movilidad urbana	120
Tabla 23. Descripción del marco normativo federal aplicable en materia de movilidad en México	127
Tabla 24. Marco normativo en materia de movilidad en el Estado de San Luis Potosí	133
Tabla 25. Marco normativo en materia de movilidad en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí	137
Tabla 26. El marco de la planeación para la movilidad en México	139
Tabla 27. El marco de la planeación para la movilidad en San Luis Potosí	143
Tabla 28. Autoridades y dependencias responsables de la movilidad en el Estado y Municipio de San Luis Potosí	146
Tabla 29. Estudios de movilidad realizados por el Instituto Municipal de Planeación de San Luis Potosí	154
Tabla 30. Distribución por sector urbano, de participantes de la encuesta de movilidad en la ZMSLP	170
Tabla 31. Diseño de la Matriz Origen-Destino	171

Tabla 32. División del sector urbano para la Matriz OD en la ZMSLP	177
Tabla 33. Emisiones anuales totales de fuentes móviles en México	188
Tabla 34. Emisiones anuales totales de fuentes móviles en el estado de San Luis Potosí y en la ZMSLP	190
Tabla 35. Efectos a la salud humana por la exposición a contaminantes atmosféricos	191
Tabla 36. Instrumentos legales federales en materia de control de emisiones por fuentes móviles en México	194
Tabla 37. Normas Oficiales Mexicanas que establecen los límites máximos permisibles para emisiones de fuentes móviles	196
Tabla 38. Normas Oficiales Mexicanas aplicables a la salud ambiental, que establecen los límites máximos permisibles para la concentración de contaminantes en el aire	196
Tabla 39. Normativa local en materia de control de emisiones de fuentes móviles	197
Tabla 40. Técnicas de estimación de emisiones básicas	199
Tabla 41. Flota vehicular que circula en la ZMSLP	205
Tabla 42. Muestra estadística para la aplicación de encuestas	207
Tabla 43. Síntesis de la actividad vehicular de la flota que circula en la ZMSLP	207
Tabla 44. Emisiones totales provenientes de las fuentes vehiculares que circulan en la ZMSLP	214
Tabla 45. Comparación de las emisiones de contaminantes criterio al aire, estimadas por la SEMARNAT y las calculadas en esta tesis	216
Tabla 46. Ciclovías disponibles en la ZMSLP	222

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de la población urbana en el mundo, por región geográfica, para el periodo de 1950 a 2050	40
Figura 2. Evolución del transporte en la historia de la humanidad	43
Figura 3. Parque vehicular registrado en circulación en México (1980-2019)	64
Figura 4. Dimensiones y criterios de diagnóstico para el análisis multidimensional de la movilidad urbana	87
Figura 5. Zona Metropolitana de San Luis Potosí	94
Figura 6. Población de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí (1990-2020)	97
Figura 7. Tasas de crecimiento de la población por municipio de la ZMSLP (1990-2020)	97
Figura 8. Distribución de la población por grupos de edades en la ZMSLP	98
Figura 9. Crecimiento territorial de la ZMSLP (1594-2015)	102
Figura 10. Relación causal entre el crecimiento urbano y la incursión del transporte motorizado en la ZMSLP	106
Figura 11. Estructura vial de la ZMSLP	109
Figura 12. Uso actual del suelo urbano de San Luis Potosí, S.L.P. (2019)	110
Figura 13. Sectores urbanos en los que se divide la ZMSLP	111
Figura 14. Localización de puntos de concentración de las unidades económicas industriales y comerciales	113
Figura 15. Marco de la normativa federal en materia de movilidad en México	127
Figura 16. Puntos de muestreo de encuesta presencial	166
Figura 17. Distribución por edades de personas encuestadas en la ZMSLP	170
Figura 18. Distribución por edad de los usuarios del transporte público y del camión de pasajeros, en la ZMSLP	¡Error! Marcador no definido.
Figura 19. Vehículos de motor registrados en circulación, por municipio y en la ZMSLP (1980-2019)	173
Figura 20. Distribución de los desplazamientos origen de los habitantes de la ZMSLP, por sector urbano	176
Figura 21. Distribución de los desplazamientos destino de los habitantes de la ZMSLP, por sector urbano	177
Figura 22. Matriz OD de los viajes realizados en la ZMSLP, según el transporte utilizado	178
Figura 23. Evaluación de los modos de transporte que utiliza la población de la ZMSLP. La escala de calificación es 1 a 10	181
Figura 24. Metodología para la estimación de emisiones de las fuentes vehiculares que circulan en la ZMSLP	202
Figura 25. Flota vehicular que circula en la ZMSLP, estructurada de acuerdo al año-modelo.	204
Figura 26. Datos de entrada y de salida al programa MOVES para la estimación de factores de emisión	207
Figura 27. Figura 4.23. Factores de emisión, según tipo de contaminante y categoría de vehículo que circula en la ZMSLP.	210
Figura 28. Emisiones totales de las fuentes vehiculares que circulan en la ZMSLP	212

PRESENTACIÓN

El presente documento expone la tesis doctoral denominada: *“Elementos para la evaluación de la movilidad urbana en áreas conurbadas: diagnóstico y propuesta de movilidad integral. El caso de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí”*. Un trabajo, que buscó establecer criterios para el diagnóstico urbano-ambiental de la movilidad.

La investigación se llevó a cabo en el marco del Doctorado en Ciencias Ambientales, que se imparte en el Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales, de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Los trabajos de investigación de este posgrado buscan comprender, analizar y evaluar los diversos fenómenos ambientales que se presentan en las escalas: global, nacional, regional y local, desde un punto de vista multidisciplinar.

La investigación que se plasma en este documento, ha promovido en la autora interrogantes nuevas, que la motivan a estudiarlas, comprenderlas y explicarlas. Por tal razón, este trabajo no es una conclusión, sino el inicio de nuevas etapas de exploración, para dar respuesta a las inquietudes emergentes respecto de la movilidad y de los problemas urbano-ambientales.

RESUMEN

El estudio de la movilidad urbana se refiere a las formas de desplazamiento cotidiano de la población en las que intervienen múltiples elementos: demográficos, urbanos, económicos, sociales, culturales, tecnológicos, territoriales y ambientales. Por ello, su análisis es complejo y multidisciplinario.

Las primeras investigaciones sobre el tema se registraron a mitad del siglo XIX principalmente en Europa Occidental y América del Norte con aportaciones de la Geografía del Transporte (Miralles, 2002; Salerno, 2012; Vargas 2012). Sin embargo, a mitad del siglo XX, el concepto y estudio de la movilidad adoptó un énfasis social, que captó el interés de otras disciplinas como la Geografía Humana, el Urbanismo, la Sociología Urbana y las Ciencias Ambientales (Miralles, 2002; Avellaneda 2007; Miralles y Cebollada 2009; Gutiérrez, 2012); sus aportaciones más significativas se registran en algunas ciudades de América Latina, Asia y África.

En las últimas cinco décadas, la teorización de la movilidad urbana ha ido evolucionando; sus enfoques de estudio se han adaptado y las metodologías de análisis se han diversificado (Isunza, 2017). La presente tesis doctoral, expone: 1) la construcción teórica desarrollada para abordar el tema de la movilidad urbana; 2) el diseño de una metodología multidimensional para el análisis de la movilidad urbana, y para determinar los impactos urbano-ambientales de esta actividad; 3) los métodos y técnicas de aplicación en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí; y 4) los resultados principales obtenidos en esta ciudad.

La metodología multidimensional diseñada para el análisis de la movilidad urbana, adopta un enfoque de estudio mixto; ésta se basó en los preceptos teóricos de la literatura internacional más reciente; con énfasis especial, en la experiencia de ciudades de México y América Latina. Integra los enfoques causal y cuantitativo, para la obtención y análisis de la información.

La multidimensionalidad de esta investigación permitió observar la movilidad desde perspectivas distintas: urbana, demográfica, ambiental y de transporte. Además de que la metodología tiene la cualidad de ser flexible y adaptarse a las necesidades de la ciudad en la que se aplique.

Al existir una generalidad en los procesos urbanos: globales latinoamericanos y mexicanos, se plantea que la investigación documentada en esta tesis doctoral, pueda ser un referente en otras áreas urbanas, pues los resultados que de ésta se obtienen, pueden orientar la toma de decisiones en materia de planeación, de movilidad y de desarrollo urbanos.

Palabras claves:

Movilidad urbana; encuesta de movilidad; emisiones contaminantes; análisis espacial; Zona Metropolitana de San Luis Potosí.

ABSTRACT

The study of urban mobility refers to the forms of daily displacement of the population in which multiple elements intervene: demographic, urban, economic, social, cultural, technological, territorial and environmental. Therefore, its analysis is complex and multidisciplinary.

The first investigations, on the subject, were recorded in the middle of the 19th century, mainly in Western Europe and North America, with contributions from the Geography of Transport (Miralles, 2002; Salerno, 2012; Vargas 2012). However, in the middle of the 20th century, the concept and study of mobility, adopted a social emphasis, which captured the interest of other disciplines such as Human Geography, Urbanism, Urban Sociology and the Environmental Sciences (Miralles, 2002; Avellaneda 2007; Miralles and Cebollada 2009; Gutiérrez, 2012), their most significant contributions are recorded in some cities in Latin America, Asia and Africa.

In the last five decades, the theorization of urban mobility has evolved; their study approaches have been adapted and analysis methodologies have diversified (Isunza, 2017). This doctoral thesis exposes: 1) the theoretical construction developed to address the issue of urban mobility; 2) the design of a multidimensional methodology for the analysis of urban mobility, and to determine the urban-environmental impacts of this activity; 3) the methods and techniques of application in the Metropolitan Area of San Luis Potosí; and 4) the main results obtained in this city

The multidimensional methodology designed for the analysis of urban mobility adopts a mixed study approach; this was based on the theoretical precepts of the most recent international literature; with special emphasis

on the experience of cities in Mexico and Latin America. Also, it integrates causal and quantitative approaches to obtain and analyze information.

The multidimensionality of this research allowed us to observe mobility from different perspectives: urban, demographic, environmental and transport. Besides that, the methodology has the quality of being flexible and adapting to the needs of the city in which it is applied.

As there is a generality in global, Latin-Americans and Mexican urban processes, it is proposed that the research documented in this doctoral thesis, could be a reference in other urban areas, since the results obtained from it, can guide decision-making in: planning, mobility and urban development matters.

Keywords:

Urban mobility; mobility survey; polluting emissions; spatial analysis; Metropolitan Area of San Luis Potosí.

INTRODUCCIÓN

La movilidad es parte de la funcionalidad de una ciudad. Las personas necesitan desplazarse para asistir a sus trabajos; para ir a sus escuelas; para realizar actividades de esparcimiento; para adquirir algún bien o servicio; entre otras. La movilidad es hoy una necesidad y un derecho para la población.

En la movilidad cotidiana participan múltiples elementos: demográficos, urbanos, económicos, sociales, culturales, tecnológicos, territoriales y ambientales; por lo que su análisis es complejo y multidisciplinario.

A nivel global, las ciudades están experimentando un crecimiento (en población y tamaño), que continuará en las próximas décadas. La diversificación de la economía y los cambios en los estilos de vida son también factores que influyen en la movilidad de las personas, pues de acuerdo con Negrete (2018), el aumento de desplazamientos se refleja en la modificación de los comportamientos sociales, económicos y políticos. Con la diversificación y multiplicación de viajes, también incrementa la demanda de transportes y de vialidades.

Los problemas sociales y ambientales de la movilidad aparecen cuando: 1) los viajes de la población incrementan; 2) las opciones de transporte son limitadas; 3) se priorizan los desplazamientos en modos motorizados (principalmente en automóvil particular); 4) los índices de motorización aumentan; 5) las vialidades se saturan; y 6) las distancias y tiempos de traslado son mayores.

De estos problemas derivan impactos como: 1) la segregación, pues no todas las personas están en igualdad de condiciones para realizar sus

desplazamientos; 2) el tráfico y la congestión; 3) la accidentalidad; y 4) la contaminación atmosférica y acústica. Además de efectos significativos de escala mayor como el calentamiento global y el cambio climático.

Existe así una urgencia para cambiar los esquemas actuales de movilidad, y disminuir sus consecuencias locales y globales. Sin embargo, para dar respuesta a las necesidades de movilidad, deben conocerse las dinámicas de la población; evaluarse la oferta y la demanda, y valorarse los efectos urbanos, sociales y ambientales.

OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

Caracterizar la movilidad urbana y analizar sus problemáticas no es tarea sencilla. El reto es mayor cuando en las ciudades no existen los datos e indicadores necesarios para su evaluación.

El propósito principal de esta investigación fue analizar la movilidad cotidiana de la población de una ciudad media y determinar sus impactos. Esto ante el desafío de la escasez de información. El caso de estudio seleccionado fue la Zona Metropolitana de San Luis Potosí, y los objetivos planteados fueron los siguientes:

Objetivo general

Determinar elementos de evaluación para la movilidad urbana en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí; y caracterizar los desplazamientos de sus habitantes y sus efectos: urbanos, sociales y ambientales.

Objetivos específicos

1. Caracterizar el área de estudio en aspectos como: crecimiento, conectividad, accesibilidad, estructura urbana y localización.

2. Determinar los elementos para evaluar la movilidad, a partir de cuatro dimensiones: urbana, demográfica, transporte y movilidad.
3. Analizar las dinámicas de la movilidad de la población de la ZMSLP y determinar sus efectos sociales y ambientales.
4. Definir los problemas actuales de la movilidad en la ZMSLP, y describir propuestas de mejora, con criterios sostenibles.

Para conducir la investigación, se plantearon diversas interrogantes:

- a) Conceptualización y teorización: ¿Cuáles son los preceptos teóricos y metodológicos de la movilidad? ¿Qué enfoques se utilizan en el estudio de la movilidad? ¿Qué variables e indicadores se emplean en los diagnósticos de movilidad? ¿Cómo se aborda el tema ambiental en la movilidad urbana?
- b) Diseño metodológico: ¿Qué criterios de la movilidad se desconocen en la ZMSLP? ¿Qué variables o indicadores existen? ¿Cuáles son los problemas de movilidad posibles que se presentan en la ZMSLP y cómo se pueden abordar? ¿Qué impactos ambientales, provocados por la movilidad, se están presentando en la ZMSLP? ¿Cuáles pueden evaluarse con la información disponible?
- c) Caracterización y análisis la movilidad en el estudio de caso: ¿Cuál es la función del esquema actual de movilidad en la ZMLP? ¿Cuáles son las condicionantes de la movilidad: urbanas, demográficas y de transporte? ¿Qué marco normativo respalda la realización de diagnósticos para la movilidad en ciudades? ¿Cuál es la política de movilidad actual? ¿Cómo es la movilidad cotidiana de la

población: qué motiva sus desplazamientos, qué transporte utilizan, con qué frecuencia los usan y qué características tienen sus viajes?
¿Hacia dónde se desplaza la población, por qué y para qué?
¿Cómo afecta la movilidad a la calidad del aire?

- d) Propuestas de movilidad: ¿Cómo mejorar el esquema de movilidad para la ZMSLP? ¿Qué oportunidades demográficas, urbanas, tecnológicas y ambientales tiene la ciudad? ¿Qué estrategias pueden adoptarse para transitar hacia una movilidad sostenible?

Estas preguntas y la búsqueda de sus respuestas, permitieron la estructuración del contenido de esta tesis doctoral.

HIPÓTESIS DE TRABAJO

Las hipótesis en estudios de movilidad son más de índole exploratorio que comprobatorio. Así, para este trabajo la hipótesis fue la siguiente:

Las dinámicas de movilidad de los habitantes de la ZMSLP, junto con las condiciones urbanas y el uso del transporte, están generando impactos sociales y ambientales importantes, que amenazan el desarrollo urbano sostenible.

La hipótesis planteada motivó a explorar cómo se da la movilidad de las personas, y cómo las características: morfológicas, de estructura vial y de distribución de equipamiento de la ciudad afectan la oferta y la demanda de viajes e incitan al uso de transportes motorizados, que provocan impactos sociales y ambientales.

ESTRUCTURA DEL TRABAJO

Este documento se estructura en cinco capítulos. El primero expone el análisis conceptual de la movilidad, la evolución urbana y las

características de la ciudad actual; para posteriormente adentrarse en la descripción del esquema de movilidad urbana actual y de sus efectos.

El segundo capítulo corresponde a un análisis descriptivo de la movilidad urbana, en los contextos: mundial, latinoamericano y nacional. Se hace una revisión del estado del arte en los ámbitos: demográficos, de transporte (público, privado, no motorizado), y de infraestructura. Posteriormente, se determina la insostenibilidad de la movilidad actual, y se presentan los criterios a considerar para un cambio de paradigma con cualidades sostenibles.

El capítulo tres presenta una síntesis teórica respecto al estudio de la movilidad urbana; se señalan los antecedentes de investigaciones sobre el tema, los enfoques de análisis y los tipos de diagnóstico disponibles. Para exponer la propuesta metodológica para el análisis de la movilidad, estructurada en cuatro dimensiones y seis criterios de diagnóstico.

El capítulo cuatro es el más extenso de la tesis. En él se describen los diagnósticos efectuados, en cada uno de los seis criterios establecidos en la metodología, y se muestran los resultados obtenidos en cada uno de estos. En el criterio de diagnóstico 1 se expone el análisis demográfico del estudio de caso con el cual se determinó la población móvil, así como los posibles motivos de viaje de la población.

El criterio de diagnóstico 2 exhibe el estudio estadístico y descriptivo, hecho sobre las tendencias de crecimiento urbano, la evolución morfológica, la estructura urbana y la disponibilidad de equipamiento en la ciudad. A partir de éste se identificaron las condicionantes físicas y espaciales de la movilidad, que afectan los desplazamientos de los habitantes o influyen en que éstos sean de distancia y tiempo mayores.

El criterio de diagnóstico 3 describe el marco normativo vigente para la movilidad urbana, y las políticas impulsadas en las escalas internacional, nacional y local. Se observa también la desintegración de la planeación urbana, la movilidad y el transporte, en la ZMSLP.

Los criterios de diagnóstico 4 y 5 determinan las dinámicas de la movilidad para la ZMSLP: formas y características de viajes, orígenes, destinos, frecuencias, motivos, distancias, gasto y tiempos de desplazamiento. Se presenta además un análisis sobre el transporte (oferta y la demanda), y un estudio de percepción de la población respecto de su movilidad.

El criterio de diagnóstico 6 expone uno de los efectos ambientales característicos de la movilidad cotidiana: la contaminación atmosférica. Presenta una metodología para estimar emisiones contaminantes, a partir del análisis del reparto modal de los desplazamientos de la población, el número de vehículos en circulación y la actividad de éstos. Calcula factores de emisión y finalmente las toneladas totales de contaminantes criterio que se emiten al aire cada año.

Debido a que en los criterios 4, 5 y 6 se realizan diagnósticos distintos (de movilidad, de transporte y ambiental); en su descripción se integran apartados de antecedentes, marco teórico y experiencias de métodos utilizados en otras investigaciones similares.

En el capítulo 5 se enuncian las conclusiones y recomendaciones de esta investigación. Se definen las características principales de la movilidad en la ZMSLP y sus problemáticas. Finalmente se señalan algunas propuestas que apoyan a la mejora del esquema de movilidad actual en la ZMSLP, así como ciertas alternativas a considerar que atienden los lineamientos internacionales y la política nacional en materia de movilidad urbana sostenible.

CAPÍTULO 1

MOVILIDAD URBANA

1.1 EL CONCEPTO DE MOVILIDAD

La movilidad espacial de la población, según Zelinsky (1971), puede catalogarse en dos tipos. La primera se refiere a la migración que es la modificación permanente o semipermanente del lugar de residencia; la segunda, corresponde a los desplazamientos cortos, repetitivos o cíclicos con una permanencia breve en el sitio destino, así como un retorno a un lugar origen. Casado (2008) señala que para ambas categorías de movilidad existen situaciones diversas, por lo que Kaufmann (2006) propone una división más amplia: movilidad cotidiana, movilidad residencial, viaje y migración.

La movilidad cotidiana es la suma de desplazamientos realizados por la población de forma recurrente, para acceder a bienes y servicios en un territorio determinado (Miralles, 2002). Estos desplazamientos obedecen a las prácticas habituales de las personas, por lo que, son de duración y de distancias cortas (Casado, 2008).

La movilidad cotidiana se vincula principalmente a los sucesos urbanos y metropolitanos, que la convierten en un fenómeno creciente y complejo, con dimensiones distintas, que requieren de una aproximación de varias disciplinas y enfoques para su estudio (Miralles y Cebollada, 2009). Por ello, las definiciones existentes de la movilidad pueden variar, según el enfoque desde el que ésta se analiza.

Por ejemplo, para Lévy (2001), la movilidad cotidiana es una relación social vinculada con el cambio de lugar. Mientras que, para Hernández

(2012), la movilidad tiene una relación estrecha con el transporte, y sin una, no puede existir el otro; con la excepción de los desplazamientos a pie. El autor identifica en la movilidad los énfasis territorial y social; no obstante, el primero condiciona al segundo.

La movilidad territorial puede interpretarse como una actividad que involucra formas autónomas de desplazamiento, ajustadas a condiciones geográficas, económicas y sociales, que tienen la capacidad de organizar el territorio (Herce, 2013; Veltz, 2005). Este concepto es avalado por Ibarra (2010) e Isunza (2017), quienes observan en la movilidad, el transporte y el territorio, una interacción estrecha y constante, además de llegar a ser elementos articuladores del espacio urbano.

Así, en la literatura se encuentran conceptos de movilidad que consideran como un binomio indisoluble al transporte y al territorio, pero también aquellos que tratan de incorporar los demás elementos que suceden al momento del desplazamiento.

Avellanada (2007), por ejemplo, señala que la movilidad social centra su concepto en la práctica individual o colectiva de los desplazamientos; establece relaciones más complejas que se originan entre las prácticas sociales y la producción del espacio; y parte del supuesto de que los individuos son sujetos diferentes (en edad, sexo, clase social, grupo étnico, condición física o psíquica), por lo que tienen necesidades de movilidad distintas.

En la misma dirección, Gutiérrez (2012) comenta que la movilidad es un performance en el territorio; es decir, una práctica social del desplazamiento entre lugares, con el objeto de concretar actividades habituales, donde el viaje es la unidad de análisis de la movilidad, y el transporte es el medio que permite su realización; también comenta que

su estudio puede ser más complejo si se consideran los criterios de elección de los individuos.

En la presente investigación, la movilidad se define como el conjunto de los desplazamientos que realiza la población de forma habitual, en el espacio urbano; cuya práctica está condicionada por características geográficas, tecnológicas (transporte e infraestructura), sociales y económicas. En su estudio se consideran: el viaje, la distribución modal, las prácticas sociales y sus condicionantes: territoriales, tecnológicas (transporte) y sociodemográficas.

Salerno (2012) señala que hoy en día los problemas asociados a la movilidad se relacionan a la oferta de transportes y a la demanda de desplazamientos; pues las personas requieren desplazarse en un tiempo determinado, utilizando como opciones de transporte aquellas que les permitan moverse a velocidades diferentes. Por lo tanto, los esquemas de movilidad (representados en tiempos, motivos y modos de transporte) dependen de las distribuciones espaciales de las actividades y de los tipos de urbanización (Camagni y otros, 2002; Miralles y Cebollada, 2009).

Con el análisis conceptual descrito, se precisa la complejidad en el estudio de la movilidad, debido a las interacciones múltiples que suceden en su práctica; por las condicionantes que intervienen en su ejecución; pero también, por los efectos que derivan de las formas de desplazamiento de las personas.

1.1.1 MOVILIDAD URBANA

La movilidad urbana se refiere al análisis de la movilidad cotidiana en el contexto urbano. Las ciudades actuales son referentes en la economía global, pero también, son sitios con una concentración importante de personas y con una extensión territorial amplia.

La movilidad urbana se ha convertido en uno de los elementos significativos para la función y transformación de las ciudades, a la que se le han concedido cualidades organizadoras del espacio urbano, de funcionalidad, de progreso y de bienestar e igualdad social (Ciuffini, 1993; Miralles, 2002; Avellanada, 2007; García, 2008). La importancia de abordar la movilidad en las ciudades recae en las necesidades de desplazamiento (cada vez mayores) de las personas; en las velocidades de circulación y en el uso extensivo del espacio; así como en los impactos que resultan de su práctica, principalmente ambientales, que tienen efectos económicos y de salud.

1.1.2 MOVILIDAD, ESPACIO Y TERRITORIO

La movilidad tiene una interacción constante con el territorio. No obstante, Ciffuini (1993) determina que también existe un vínculo espacial. Es así como surge en la descripción teórica de la movilidad, una paradoja respecto al uso de los conceptos del espacio y del territorio.

Autores como Miralles (2002), Avellanada (2008), Ibarra (2010), Gutiérrez (2013) y Negrete (2018), utilizan el concepto territorio para hacer referencia a la delimitación física de la ciudad, pero también para destacar los elementos sociales, espaciales y de movilidad que interactúan entre sí.

El término de espacio, por su parte, es empleado para establecer la relación entre la movilidad con la organización, la distribución y la localización. Además de ser el elemento de estudio para la accesibilidad; es decir, la facilidad (de proximidad y de transporte) que tienen las personas para acceder a bienes o servicios.

Territorio y espacio tienen connotaciones distintas. Vargas (2012) realizó un análisis teórico-conceptual que le permitió definir al territorio como un

espacio geográfico que combina el medio natural y el ordenado (o humanizado), y que comprende a las personas que se apropian de éste. Infiere el espacio existe dentro de un territorio.

Por su parte, Moine (2007) establece que el territorio es producido por los signos, las estructuras y la relación entre la sociedad y el espacio terrestre. Mientras que Mazurek (2009) señala cinco elementos característicos del territorio: 1) es localizado; 2) se basa en un proceso de apropiación (de construcción de una identidad a su alrededor); 3) es producto de la actividad humana, debido a que en éste existen procesos de manejo y transformación del espacio apropiado por el hombre; 4) es dinámico; y 5) su definición es relativa a un grupo social.

Asimismo, Mazurek (2009) señala que las diferencias entre espacio y territorio son la apropiación e identidad. Así, el espacio es una construcción social y está integrado por un conjunto de localizaciones materiales de naturaleza variada que involucra: actividades humanas, urbanas, topográficas, biogeográficas, de servicios, de hábitats y de relaciones diversas. El espacio geográfico es observado y estudiado a partir de dos elementos: el medio físico y la sociedad (Vargas, 2012).

El espacio está implícito dentro del territorio, y ambos son elementos de estudio para la movilidad. Para el presente trabajo, el territorio se asume de dos maneras: 1) el territorio urbano, que hace referencia a un fragmento territorial con límites administrativos, en el que se ejerce un control (tal como lo identifica Micoud, 2000); y 2) el territorio como proporción de una superficie terrestre, apropiada por un grupo social, que asegura su reproducción y satisfacción de sus necesidades vitales (Le Berre, 1992).

Mientras que el espacio se supone como la funcionalidad de ciertas áreas localizadas y distribuidas en el territorio urbano hacia las que convergen y divergen las personas; pero también, a las relaciones que se dan entre los lugares y los flujos de la población.

1.2 LA CIUDAD

Los procesos de urbanización son dinámicos y se mueven a la par de los cambios: económicos, políticos, demográficos, sociales y tecnológicos. En la historia de la humanidad se han identificado algunas tendencias urbanas desde que el hombre se volvió sedentario (año 3000 a.C.). Sin embargo, la Revolución Industrial ocurrida durante la segunda mitad del siglo XVIII, es el punto clave para explicar y ubicar en el tiempo, la evolución de la urbanización junto con el tamaño de los asentamientos humanos (Martínez Toro, 2016).

Algunos autores como Reissman (1970), Herbert y Thomas (1990), Vinuesa y Vidal (1991) y Bielza de Ory et al. (1993), identificaron tres etapas de urbanización: medieval, preindustrial e industrial, que se vinculan a la evolución económica, productiva, industrial y tecnológica.

Por su parte Ascher (2004), propuso tres revoluciones urbanas modernas: Ciudad del Renacimiento Europeo (siglos XIII al XIX); Ciudad de la Revolución Industrial (siglos XIX al XX); y Revolución Urbana o Neo Urbanismo (finales del siglo XX a la actualidad). A éstas Herbert y Thomas (1990) les otorgaron características formales y funcionales (tabla 1):

Tabla 1. Tipos de urbanización y sus características formales y funcionales

Etapa	Características urbanas
Urbanización Preindustrial	Núcleo urbano pequeño, relacionado con el entorno rural.
Urbanización Industrial	Núcleo urbano que crece de manera compacta por efecto de fuerzas centrípetas, con doble fuerza de atracción: 1) empleo industrial en el área urbana central, y 2) desuso de tierras rurales por el declive de la actividad agrícola.
Área Metropolitana	Relación escasa entre núcleos satelitales y la ciudad central.
Conurbación o Área Metropolitana Consolidada	Protagonismo de los centros urbanos satelitales. Presentan relaciones crecientes y un avance del espacio conurbado entre ellos, pero manteniendo una estructura metropolitana radial y monocéntrica, liderada por el núcleo central.

Elaboración a partir de Herbert y Thomas, 1990, citado en Martínez, 2016, p. 82.

La industrialización generó una migración campo-ciudad, y una consolidación urbana, caracterizada por la concentración de población, la formación de un territorio urbano, la centralidad política y financiera, y el desarrollo de modos de producción y de consumo en masa o fordista (concepto atribuible a Henry Ford debido al sistema de producción en cadena). Este modelo de ciudad también se enmarca por la presencia del automóvil y la existencia de productos electrodomésticos que generaron un cambio sociocultural importante.

En el Neo urbanismo existieron cinco elementos distintivos: 1) la metropolización; 2) la transformación del modelo de movilidad; 3) la creación de espacios-tiempo individuales; 4) la redefinición de intereses individuales, colectivos y generales; y 5) las nuevas relaciones de riesgo (Ascher, 2004).

La urbanización metropolitana y/o conurbación, tienen su mayor auge durante la incursión del modelo económico globalizado. La globalización transformó a las ciudades, pues éstas se adaptaron a los cambios en los marcos macro y micro económicos, ocurridos en Europa y Norteamérica

durante la década de los ochentas, y en Latinoamérica durante la segunda mitad de la década de los noventas (Scott, 2001).

Dicho fenómeno económico propició en las ciudades el incremento demográfico, la concentración mayor de población, la revolución de las tecnologías de la información y de la comunicación, el desarrollo de tecnologías y de técnicas diversificadas de transporte, el almacenamiento de bienes, y nuevas formas de interacción social.

De acuerdo con Martínez (2016), estas nuevas formas de ocupación del territorio favorecieron también la aparición de neologismos y metáforas para entender y explicar las tipologías de ciudades emergentes (tabla 2).

Tabla 2. Neologismos para la descripción de la ciudad contemporánea

Neologismo	Autores	Características
Periurbanización	Bauer y Roux (1976)	Creación de nuevos asentamientos humanos urbanos, próximos a las ciudades grandes o a vías de comunicación con morfología difusa. Este concepto se vincula a los de: <i>ciudad difusa</i> y <i>ciudad dispersa</i> .
Rururbano	Bauer y Roux (1976); Dezert, Matton y Steinberg (1991); Bauer (1993)	Urbanización de espacios rurales. Urbanización de localidades rurales o urbanas próximas a una ciudad de tamaño mediano o grande. O unión entre ciudad-localidad por medio de una vialidad importante.
Ciudad informal	Castells (1989)	Modo de desarrollo económico nuevo, a partir de una reestructuración tardo-capitalista, caracterizado por la flexibilidad espacial, la polarización social, y la fragmentación del territorio urbano.
Ciudad difusa	Indovina (1990)	Modelo de ciudad caracterizado por la dispersión y la baja densidad poblacional.
Región Metropolitana	Borja (1991)	Ciudad región discontinua. En materia de planeación territorial y urbana, los servicios públicos se extienden más allá del marco de una ciudad estricta, especialmente en: transporte y circulación, agua, saneamiento, parques tecnológicos y espacios de educación superior.

Neologismo	Autores	Características
Ciudad dispersa	Monclús (1998)	Crecimiento de áreas de transición urbano-rurales, pérdida de densidades en las áreas centrales de la ciudad, más población asentada en periferias y suburbios.
Ciudad dual	Sassen (2000)	Ciudad tardo-capitalista que supone una crítica hacia la super estructura capitalista y denuncia las injusticias urbanas.
Ciudad global	Sassen (2000)	Caracterizada por la dispersión geográfica de actividades económicas y la complejidad de su función central; así como la aparición de mercados complejos y globalizados sujetos a economías de aglomeración; la ubicación de sedes de gestión u operación de las empresas grandes y mundialmente importantes; la instalación de empresas de servicios especializados con grandes ganancias que propician la desigualdad espacial y socioeconómica. Globalización económica y tecnológica generan una especialidad de lo urbano (instalada en partes específicas del territorio físico de la ciudad).
Ciudad postmoderna	Amendola (2000)	Supone una crisis urbana, en que la ciudad encuentra la capacidad de reinventarse. Tiene una orientación hacia el exterior y hacia las interconexiones. Su capital más valioso son la imagen y la atracción.

Elaboración a partir de Sassen (2001) y Martínez, 2016.

A pesar de que los neologismos difieren en su denominación, éstos coinciden en la descripción de las características urbanas contemporáneas, donde prevalecen: el crecimiento demográfico y la extensión urbana. Las mutaciones en los modelos urbanos, especialmente los metropolitanos, van de acuerdo con la globalización, que ha agudizado la segregación socio espacial, la fragmentación, la conurbación, el poli centrismo, la zonificación, y la difusión o dispersión.

Por ello, Miralles y Cebollada (2003) establecieron tres particularidades distintivas de la ciudad actual: el ser creciente, fragmentada y desigual.

Creciente por la utilización de una cantidad importante de territorio urbano, con usos de suelo muy limitados, baja densidad y distancias significativas. Además, de la incorporación de ciudades que en su momento eran independientes, por lo que el espacio urbano se vuelve policéntrico, y sus límites ya no son físicos ni administrativos, sino que existe una unidad funcional definida por los flujos constantes de personas, información o mercancías.

Fragmentada en los temas social, económico y funcional debido a que la organización de sus áreas y actividades tienden a ser homogéneas, con rupturas espaciales que afectan su continuidad, además de marcar diferencia entre grupos y estatus sociales. Y desigual, porque la disposición de equipamiento urbano no es homogénea, ya que sólo algunas áreas son beneficiadas y otras inhabilitadas; ni equitativa, pues la disponibilidad de transporte (principalmente público) no cumple con una cobertura total.

Borja (2005) adhiere que en el territorio de la ciudad metropolitana existe una mezcla de zonas compactas con otras difusas, donde también se presentan centralidades diversas y áreas marginales de espacios urbanizados y otros en espera de serlo. Además de la incongruencia entre las tasas de crecimiento aceleradas en áreas dispersas y de baja densidad; con las tasas de crecimiento demográfico (absolutas y relativas) municipales y metropolitanas.

Pese a que existen pautas similares de urbanización en el mundo, Martínez (2016) argumenta que existen diferencias en los modelos de ciudad industrial, y más en los de ciudad globalizada, debido a que los procesos económicos y urbanos no se llevaron a cabo al mismo tiempo ni de la misma manera, pues no partieron de las mismas realidades: geográficas, históricas, demográficas o sociales.

En América Latina, por ejemplo, los procesos de urbanización son parecidos a los del resto del mundo, pero sucedieron tiempo después. Bähr y Bodosof (2005) precisaron una evolución urbana estructurada en cuatro etapas (tabla 3).

Tabla 3. Urbanización en América Latina

Etapas	Periodo	Características urbanas
Ciudad colonial de hispanoamérica	1573 a 1800	<p>Las <i>Ordenanzas de Descubrimiento y Población</i> reglamentaron la localización, fundación y planeación de las ciudades.</p> <p>El modelo de ciudad colonial se caracteriza por: 1) la existencia de una centralidad fuerte; 2) un gradiente social centro-periferia (al centro la aristocracia, en el segundo círculo la clase media y en la periferia los pobres, los mestizos y los indios); y 3) un principio de estructura socio-espacial en círculos.</p>
Ciudad sectorial	1820-1950	<p>Durante las primeras décadas del siglo XIX, las colonias españolas obtuvieron su independencia. Posteriormente, de manera lenta, se originó un cambio político y económico lento que reestructuró el esquema urbano, principalmente en materia socioeconómica.</p> <p>Se generó entonces un desarrollo sectorial que rompió con la estructura circular de la ciudad colonial. En dicha sectorización confluyeron: la expansión lineal del centro (que aloja actividad preferentemente comercial); el crecimiento lineal de barrios de nivel socioeconómico alto; y se aumentaron las áreas para el sector industrial.</p>
Ciudad polarizada	1950-1990	<p>Después de la II Guerra Mundial, se registró una suburbanización acelerada (décadas del 50 y 60).</p> <p>Después, se generó una expansión urbana celular, en la que prevalecieron tres esquemas orientadores:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Centro de la ciudad con estructura circular, edificado en la época colonial, pero con modificaciones. Abarca el centro cívico, una zona transitoria de viviendas y de comercio, la ubicación de industria y

Etapa	Periodo	Características urbanas
Ciudad fragmentada	Desde 1990	<p data-bbox="883 226 1398 289">servicios, y la aparición de barrios marginales.</p> <ol data-bbox="837 310 1398 554" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="837 310 1398 436">2. Ejes de orientación para una ampliación sectorial; es decir, la edificación de barrios nuevos para personas de clase alta, en los que se adhieren comercio y servicios. <li data-bbox="837 457 1398 554">3. Periferia en la que se asentaron la vivienda precaria, de bajo costo y popular, que se fueron integrando poco a poco a la ciudad. <p data-bbox="821 594 1398 785">En este modelo urbano se construyeron nuevas autopistas intraurbanas amplias (con capital privado), que facilitó la aceleración del tránsito, pero que también permitió que las zonas periféricas o periurbanas fueran atractivas para las clases sociales media y alta.</p> <p data-bbox="821 814 1398 905">La extensión de autopistas acentuó las estructuras lineales que favorecieron la formación de fragmentos celulares en torno a la ciudad.</p> <p data-bbox="821 932 1398 1255">Con esto, se generó la fragmentación del territorio urbano en el que se separan funciones y elementos socio espaciales. Las áreas económicas y habitacionales se dispersaron y se mezclaron en espacios pequeños. Por ejemplo, la vivienda de lujo se ubica entre barrios pobres, y los centros comerciales se emplazan en todas partes de la ciudad; esto a partir del amurallamiento que ofrece a dichos espacios seguridad y exclusividad.</p> <p data-bbox="821 1283 1398 1373">La ciudad fragmentada es criticada por la privatización del espacio urbano; y porque las clases sociales más bajas son las perdedoras.</p>

Elaboración a partir de Bähr y Borsdorf, 2015.

Durante la década de los setenta se explicaron los primeros modelos de ciudad que prevalecían en América Latina. En esa época existía la estrategia económica de industrialización para la sustitución de importaciones, y los procesos económicos y de planeación eran liderados por el estado. Posteriormente, en la década de los noventa, sucedió una transición hacia un nuevo paradigma económico, el neoliberalismo, que tuvo una fuerte influencia de la globalización. El resultado fue un cúmulo

de ciudades de gran dimensión, con una gran complejidad funcional, sin estructura aparente, donde prevalecen dos fenómenos: la periferación y la metropolización (González, 2001).

Pardo (2001) expone también la aparición de una crisis en la centralidad de las ciudades latinoamericanas, pues con el crecimiento expansivo se alteró la estructura que otorgaba al centro histórico el poder político, administrativo, de gestión, financiero y de articulación; para crear otra con una funcionalidad distinta y compleja; lo que, en la actualidad, altera la posibilidad de concebir soluciones de conjunto y de fondo que garanticen una sostenibilidad para la ciudad latinoamericana.

Otro problema que Martínez (2016) observa en las ciudades latinoamericanas, son las políticas públicas neoliberales, que promueven la mercantilización del territorio urbano por agentes capitalistas; por ejemplo, la ubicación de vivienda, actividades, bienes o servicios, que favorecen la especulación económica sobre el suelo; y provocan a la par la segregación espacial y la inequidad social.

De esta manera se puede inferir que las variaciones en los esquemas de urbanización están sujetos a los cambios de las estructuras económicas y en la innovación tecnológica, que a su vez impulsan nuevas conductas sociales y culturales. La ciudad actual está representada por el crecimiento demográfico, así como la expansión y la dispersión del territorio urbano. Para el caso de la ciudad latinoamericana, se agregan, además: la fragmentación, la segregación y la crisis en la centralidad urbana.

Estas características impactan en la movilidad de las personas, y de acuerdo con Borja (2011), uno de los desafíos a resolver es el de la circulación; pues en las áreas menos densas de la ciudad se utiliza el

automóvil para desplazarse y realizar todo tipo de actividad (trabajo, estudio, ocio). Existe así una dependencia hacia el transporte y una demanda de infraestructura cada vez mayor para su circulación. Siguiendo con Borja, las autovías urbanas acentúan la fragmentación física del territorio, promueven el desarrollo de complejos urbanos alejados del centro de la ciudad, aumentan las distancias de recorrido y multiplican la congestión.

Por ello, con la existencia de más vialidades para la circulación del transporte individual (automóvil o motocicleta), aumentan la circulación, el tráfico, la congestión y la contaminación. A continuación, se describen las características de la movilidad actual, sus efectos y sus externalidades.

1.3 LA MOVILIDAD EN LA CIUDAD ACTUAL

La movilidad en la ciudad actual está representada principalmente por los tiempos de recorrido, los motivos de desplazamiento y los modos de transporte empleados. Los hábitos y las formas de cómo se desplaza la población dependen de la distribución o localización de las actividades, así como de la forma y estructura de la ciudad.

De las características urbanas descritas deriva un problema de accesibilidad (oferta de transporte y de proximidad a sitios o servicios) que ha sido atendida siguiendo una concepción errónea sobre la funcionalidad urbana, priorizando así a la movilidad motorizada. Surge entonces una hegemonía del vehículo privado, al ser la opción que ofrece rapidez y comodidad para desplazarse; pero cuyo funcionamiento ocasiona impactos negativos, costos económicos y exclusión social.

Según Negrete (2018), el aumento de la movilidad en la ciudad actual, se expresa en la modificación de los comportamientos sociales, tecnológicos, económicos y políticos. Con ello se diversifican los efectos ambientales (ecológicos y de salud) y sociales, que alteran la calidad de vida de la población, e inhiben el desarrollo sostenible de una ciudad.

Caja Madrid (2010) establece qué, de un modelo de movilidad centrado en el transporte motorizado privado como el automóvil, derivan conflictos diferentes con efectos: espaciales, de salud, ecológicos y sociales (tabla 4).

Tabla 4. Problemas de la movilidad urbana centrada en el uso del vehículo particular

Problemática	Afectación
Congestión crónica de tráfico	<ul style="list-style-type: none"> ● Pérdida de tiempo. ● Emisiones contaminantes.
Sedentarización	<ul style="list-style-type: none"> ● Deterioro a la salud.
Dependencia de derivados del petróleo	<ul style="list-style-type: none"> ● Alto consumo de combustibles fósiles, un recurso no renovable. ● Liberación de contaminantes por procesos de combustión de los vehículos automotores.
Accidentes de tránsito	<ul style="list-style-type: none"> ● Muertes. ● Heridos. ● Discapacidades.
Alteración de la estructura urbana por construcción de vialidades	<ul style="list-style-type: none"> ● Ocupación y fragmentación del espacio urbano. ● Extensión de la mancha urbana. ● Alteración al paisaje. ● Afectación a la biodiversidad.
Uso del espacio como estacionamiento	<ul style="list-style-type: none"> ● Desaprovechamiento de cantidades importantes de espacio físico.
Ruido	<ul style="list-style-type: none"> ● Trastornos físicos: disminución auditiva, aumento de presión arterial, enfermedades cardíacas. ● Trastornos psicológicos: depresión, fatiga, alteraciones de sueño, insomnio, falta de concentración.

Problemática	Afectación
Contaminación atmosférica	<ul style="list-style-type: none"> • Emisiones de gases contaminantes: monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NOx), compuestos orgánicos volátiles (COV); y partículas finas menores a diez y dos punto cinco micras (PM₁₀ y PM_{2.5}), • Efectos a la salud: riesgo de padecer enfermedades respiratorias agudas (neumonía), y crónicas (cáncer de pulmón), así como enfermedades cardiovasculares • Contribución a la generación de gases de efecto invernadero: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) y ozono (O₃); que causan el calentamiento global y el cambio climático.

Elaboración a partir de Caja Madrid, 2010.

Además de los problemas enunciados en la tabla 4, existen los de tipo social, pues una movilidad basada en el transporte privado excluye y segrega a la población. De acuerdo con Cebollada (2003), el automóvil particular promueve una desigualdad en la movilidad, pues su utilidad autónoma y cotidiana marca diferencias importantes de acuerdo al poder adquisitivo, a la edad y al sexo. Por tanto, inhibe también el derecho equitativo a una movilidad eficiente, asequible y accesible.

La movilidad urbana representa un fenómeno complejo, que requiere analizarse e integrarse dentro de los procesos de planeación y desarrollo para la ciudad. Los esquemas actuales de movilidad en las ciudades presentan características que amenazan la sostenibilidad de una ciudad, en sus tres sistemas el económico, el ambiental y el social.

CAPÍTULO 2

MOVILIDAD URBANA INSOSTENIBLE. UNA CONSTANTE GLOBAL

2.1 TENDENCIAS DE URBANIZACIÓN EN EL MUNDO

Durante 1950 y 2018, la población urbana del mundo creció más de cuatro veces; de un estimado de 800 millones a 4.2 mil millones. Por ello, la proporción de población urbana en el planeta aumentó del 30% en 1950 al 55% en 2018 (United Nations, 2019). Actualmente, el mundo es habitado por 7 670 millones de personas. De esta cifra, el 55.71% vive en ciudades, y se proyecta un crecimiento de la población urbana para las décadas próximas (Banco Mundial, 2021).

Tabla 5. Evolución de la población total y urbana en el mundo (1950-2050)

	Población (cifras en billones)					
	1950	1970	1990	2018	2030	2050
Población total						
Mundo	2.54	3.70	5.33	7.63	8.55	9.77
Regiones desarrolladas	0.81	1.01	1.15	1.26	1.29	1.30
Regiones en desarrollo	1.72	2.69	4.18	6.37	7.26	8.47
Población urbana						
Mundo	0.75	1.35	2.29	4.22	5.17	6.68
Regiones desarrolladas	0.45	0.67	0.83	0.99	1.05	1.12
Regiones en desarrollo	0.30	0.68	1.46	3.23	4.12	5.56

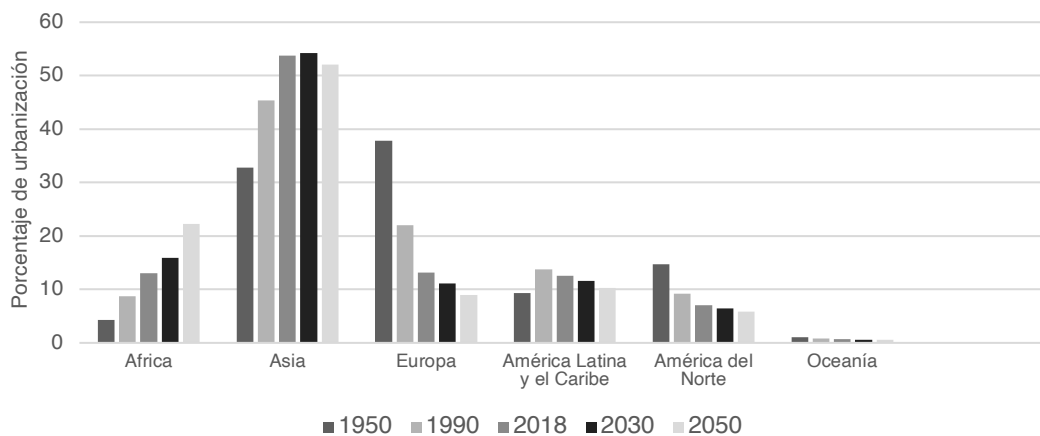
Elaboración a partir de United Nations (2019, p. 9).

En la tabla 5 se observa que el aumento de población urbana será mayor en las regiones en desarrollo. Para el 2050, la población urbana representará el 68% del total global, y el 83% de ésta se asentará en las regiones en desarrollo. No obstante, el ritmo de crecimiento será menor al registrado en las últimas décadas.

Así, para el periodo 2018-2030 se proyecta que la población urbana del mundo aumente a una tasa promedio anual de 1.7%; menor a la calculada durante los periodos 1950-1970 (3.0%), 1970-1990 (2.6%) o en 1990-2018 (2.2%). Para el período 2030-2050, se espera que la tasa media anual de crecimiento urbano sea aún menor, del 1.3% (United Nations, 2019).

La urbanización se presenta de forma variada en las diferentes regiones del mundo. La figura 1 representa una proyección de la población urbana, trabajada por las Naciones Unidas, para un periodo de cien años (1950-2050). En ella se pronostica el aumento en el número de ciudades, principalmente en regiones de: Asia y África y, en menor proporción, América Latina y el Caribe. Estas regiones además de enfrentar los desafíos de la pobreza, deberán atender las demandas de infraestructura y de transporte.

Figura 1. Evolución de la población urbana en el mundo, por región geográfica, para el periodo de 1950 a 2050



Elaboración a partir de United Nations, 2019, p. 25.

Desde el año de 1950, los porcentajes del crecimiento urbano y el nivel de urbanización, han aumentado en todas las regiones geográficas del mundo. La tabla 6 registra los porcentajes de urbanización por regiones

geográficas en el mundo. Para el 2050, el continente americano será el más urbanizado: América del Norte (89%) y América Latina y el Caribe (83.7%). Hoy en día, Latinoamérica es la región más urbanizada del planeta.

Tabla 6. Evolución del porcentaje de urbanización en el mundo, por región geográfica (1950-2050)

Región geográfica	Porcentaje de urbanización					
	1950	1970	1990	2018	2030	2050
Mundo	29.6	36.6	43.0	55.3	60.4	68.4
África	14.3	22.6	31.5	42.5	48.4	58.9
Asia	17.5	23.7	32.3	49.9	56.7	66.2
Europa	51.7	63.1	69.9	74.5	77.5	83.7
América Latina y el Caribe	41.3	57.3	70.7	80.7	83.6	87.8
América del Norte	63.9	73.8	75.4	82.2	84.7	89.0
Oceanía	62.5	70.2	70.3	68.2	68.9	72.1

Fuente: United Nations, 2019, p. 26.

La urbanización es un proceso social complejo que involucra aspectos demográficos, de extensión territorial, y económicos. En las ciudades se produce el porcentaje mayor de Producto Interno Bruto (PIB), que actualmente es del 60% (Doobs et al., 2011). Las ciudades también son sitios para la innovación y el desarrollo, que requieren flujos constantes de transporte, comercio e información. Alojan servicios públicos y privados especializados, teniendo una dinámica diversa y compleja.

La movilidad es una actividad clave en la urbanización, y la infraestructura que ésta requiere, ordena y estructura la forma urbana. Sin embargo, los esquemas actuales han provocado fenómenos que atentan contra la sostenibilidad de las ciudades y del mundo en general. A continuación, se describen las características de la movilidad a nivel global y por región, así como sus tendencias e impactos.

2.1.1 LA MOVILIDAD EN EL MUNDO

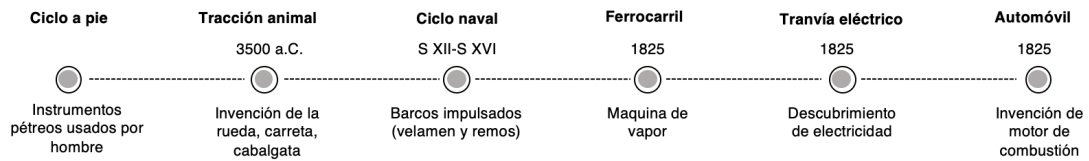
En el año 2005, se realizaron aproximadamente 7 500 millones de viajes diarios, en ciudades de todo el mundo. Dichos desplazamientos se desarrollan en transportes distintos: 1) motorizados: transporte público (tren, metro, autobuses de tránsito rápido (BRT), camiones, automóvil, motocicleta, principalmente); y 2) no motorizados: bicicleta y caminando. Para el año 2050, se proyecta que la cantidad de pasajeros y de kilómetros recorridos sean tres o cuatro veces más que en el año 2000 (ONU-Hábitat, 2013).

La movilidad urbana es preferentemente motorizada; en algunas regiones prevalecen los viajes en transporte público, y en otras en transporte privado. Por lo tanto, los esquemas son variados, aunque los problemas asociados a los desplazamientos de la población de una ciudad son similares.

2.1.2 LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE URBANO

La evolución del transporte se asocia a la innovación tecnológica. Suárez y Delgado (2015) señalan algunos sucesos históricos que impulsaron el desarrollo del transporte que se esquematizan en la figura 2. Ambos autores mencionan que la aparición del ferrocarril y de los barcos de vapor fueron una invención que se asocia al surgimiento de la ciudad industrial. Posteriormente, con la revolución social se produjo una movilidad nueva, debido al incremento del promedio de vida, a la mejora en las condiciones de salud, así como a la regulación de las condiciones laborales y salariales de las personas.

Figura 2. Evolución del transporte en la historia de la humanidad



Elaboración a partir de Suárez y Delgado, 2015.

La movilidad social está representada principalmente en los entornos urbanos, y tiende a ser individual por la finalidad de acceder al mercado del trabajo, de los bienes y de los servicios a una velocidad determinada (Spaggari, 1990, citado en Miralles y Cebollada, 2009). Así, los desplazamientos y trayectos se han ido diversificando a la par del crecimiento demográfico y, de forma paralela, también se ha incrementado la necesidad de transporte.

Actualmente, los sistemas de transporte que permiten la movilidad de las personas en la ciudad, pueden agruparse en diferentes tipos: públicos, privados, motorizados y no motorizados; cuyo uso está en función de: 1) el medio que utilizan para su desplazamiento (terrestre, ferroviario, aéreo, mecánico-eléctrico o marítimo), 2) su capacidad de traslado, 3) la velocidad de desplazamiento, 4) la cobertura, 5) la accesibilidad y el costo (tabla 7).

Tabla 7. Sistemas de transporte en la ciudad actual

Transporte	Descripción
Tren suburbano	Es un ferrocarril que traslada diariamente y de manera masiva a los habitantes que se alojan en suburbios o en la periferia lejana de una ciudad, una distancia ideal es de 15 a 50 kilómetros entre centro – periferia. Es una opción para zonas con baja densidad, consta de 8 a 10 vagones y viaja a una velocidad de 50 a 200 km/hora; utiliza un carril confinado para su desplazamiento y sus horarios son rigurosos.
Tranvía eléctrico	Es una mezcla entre ferrocarril y carreta, originalmente utiliza un solo vagón para el traslado de personas; sin embargo, hoy en día existen modelos con vagones articulados. Se considera como un sistema de transporte semi masivo; utiliza un motor eléctrico; la energía la toma desde un pantógrafo y circula sobre un riel exclusivo que está a nivel de superficie, lo que permite compartir el espacio con otras opciones de transporte terrestre.
Tren metropolitano	Es el transporte urbano masivo metropolitano mejor conocido como Metro o Subway, porque su diseño fue para operar de forma subterránea, y de esta forma evita competir por espacio vial con otras opciones como el automóvil, tranvía o tren ligero. Su capacidad de transporte es de 25,000 usuarios por hora, con una velocidad de 40 km/hora. Utiliza una infraestructura especializada y costosa para su operación, por ello sólo puede identificarse esta opción en ciudades grandes en tamaño y población.
Tren ligero	Surge en la década de los setentas y tiene un parecido con el tranvía, sólo que utiliza un carril exclusivo para circular al nivel terreno. Su espacio puede compartirse con otras vialidades o modalidades de transporte, implica la articulación de varios vagones. Su capacidad de transporte es de 2,500 a 12,000 usuarios por hora, y se desplaza a una velocidad de 18 a 25 km/hora.
Transporte rápido en autobús (BRT)	Conocido como (BRT) por sus siglas en inglés (Bus Rapid Transit) es una adaptación del autobús que se produjo en Curitiba, Brasil en la década de los setentas. Tiene una capacidad mayor, por su adaptabilidad (integración de 2 o 3 vagones de autobús), logra capacidades de 1,500 a 7,200 usuarios por corredor por hora, a velocidades de 12 a 16 km/hora. Requiere de un carril exclusivo para su circulación y exige plataformas elevadas para el pago de pasaje, ascenso y descenso de pasajeros. Actualmente su diseño ha permitido el uso de tecnologías que utilizan menos combustible o hacen uso de tecnologías alternativas.
Taxi colectivo/ microbús (pesero)	En esta categoría se encuentran: furgonetas, combis o minibuses; cuya capacidad varía de 12 personas para el caso de furgonetas o combis, hasta 30 pasajeros para el caso del microbús. Su

Transporte	Descripción
	regulación laxa provoca que los operadores rebasen dicha capacidad, para obtener así, ingresos mayores, aunque ponen en riesgo a los usuarios.
Autobús urbano	Es la opción de transporte público más utilizada en las ciudades para el recorrido de distancias cortas, debido al costo y a su cobertura amplia. Tienen una operación con horarios y rutas definidas. La capacidad, frecuencia y calidad del servicio varía según la tecnología del vehículo y la infraestructura existente en las ciudades.
Automóvil	Es el transporte individual preferido por los habitantes de una ciudad. Tiene una capacidad promedio de cinco personas. Ofrece agilidad, flexibilidad, comodidad y seguridad, pero también es: consumidor de suelo, generador de emisiones y de ruido e induce la congestión y el tráfico.
Motocicleta/mot o taxi	Está dentro de la categoría de vehículos motorizados, se caracteriza por ser pequeño, de dos ruedas y de uso individual. Pero al convertirse en taxi, se convierte en una modalidad pública. Sus dimensiones la convierten en una opción ágil y económica, aunque también genera emisiones y ruido, además de influir en la congestión y el tráfico vial.
Bicicleta/ caminata	Son considerados medios alternativos para la movilidad urbana, con beneficios económicos y de salud para quienes optan por esta forma de desplazamiento. Son una alternativa viable para barrios con densidad habitacional alta y para ciudades con usos de suelos mixtos.
Otras opciones	En algunas ciudades pueden localizarse, además: 1) ferris que se desplazan en lagos o mares para conectar zonas urbanas; 2) teleféricos o funiculares que llegan a sitios urbanos elevados y de difícil acceso; y 3) plataformas o escaleras eléctricas que también permiten la conexión entre zonas elevadas con el centro de la ciudad, y que hacen una combinación con el desplazamiento a pie.

Elaboración a partir de Suárez y Delgado, 2015.

A pesar de la existencia de varios tipos de transporte urbano, en la mayoría de las ciudades, la movilidad se realiza preferentemente en el transporte público y el vehículo particular. A continuación, se explica el panorama actual de los sistemas de transporte en las diferentes regiones

del mundo; entre las que existen grandes diferencias en cuanto a: disponibilidad, diversidad, uso, servicio e impactos.

2.1.2.1 TRANSPORTE MOTORIZADO PRIVADO

Durante el siglo XX se generó un incremento del transporte motorizado privado que estimuló la expansión de las ciudades en todo el mundo. En el año 2010 existían 825 millones de automóviles: el 70% se localizaban en países desarrollados, y el 30% en países en desarrollo. Para el 2035 se prevé que el número de vehículos de motor de servicio ligero (automóviles, SUV, camionetas y minivan) aumente 1 600 millones, y para el 2050 a 2 100 millones.

En la tabla 8 se presentan algunas cifras que evidencian la motorización en ciudades de diferentes regiones del mundo. Del total de vehículos registrados a nivel global, el 58% se localizan en los países desarrollados y el 33% en los países en desarrollo; de éstos últimos el 62% en naciones de Asia y Pacífico, el 28% en América Latina y el Caribe, y el 10% en África.

Tabla 8. Número de vehículos de motor en el mundo y cantidad de pasajeros por automóvil (2010)

	<i>Vehículos de motor</i>			<i>Pasajeros en automóviles</i>		
	Número total (millones)	Por 1000 habitantes (millones)	% de total	Número total (millones)	Por 1000 habitantes	%del total
Total en el mundo	1047	159	100	825	125	100
Países desarrollados	604	656	58	492	535	60
Países en transición de desarrollo	98	303	9	83	259	10
Países en desarrollo	345	64	33	249	47	30
África	35	40	3	26	29	3
Asia y Pacífico	213	54	20	150	38	18
América Latina y el Caribe	96	180	9	73	137	9

Elaboración a partir de ONU-Hábitat, 2013, p.30.

Referente a los índices de motorización (número de vehículos por cada 1000 habitantes), en los países desarrollados se observan las cifras más

elevadas, principalmente en: Estados Unidos, Canadá y Australia; seguido de los países en transición como: China, India, Corea; y posteriormente los países en desarrollo, entre los que destacan las naciones latinoamericanas.

Lo anterior se relaciona con la compra de vehículos nuevos, cuya cifra aumentó de 7 millones en 1990 a 25 millones en 2012. De dichas ventas, el 40% se generaron en Asia, el 27% en Norteamérica, el 19% en Europa Occidental, el 8% en Latinoamérica y el 7% en Europa Oriental (ONU-Hábitat, 2013).

Además del automóvil, la motocicleta también está incursionando en las opciones de desplazamiento motorizada privada, principalmente en ciudades de países asiáticos, que alojan el 75% de las existentes en el mundo: China (50%) e India (20%). En algunas urbes de China, India, Indonesia y Vietnam, el número de motocicletas per cápita supera al de los automóviles

Algunos criterios que favorecen la motorización son: la construcción de vialidades y la disposición de estacionamiento (tabla 9), que además de fragmentar el territorio y de consumir espacio, incitan al uso del automóvil particular, del que derivan impactos negativos considerables que atentan contra la sostenibilidad de las ciudades y del planeta.

Tabla 9. Disponibilidad de vialidades y estacionamiento por persona, en algunas regiones del mundo (2011)

	Longitud de vialidad por persona (metros)	Longitud de autopista por persona (metros)	Lugares de estacionamiento por cada 1000 puestos de trabajo en áreas urbanas de negocios
Europa del Este	2.0	0.031	75
Medio Oriente	1.4	0.053	532
América Latina	2.0	0.003	90
África	2.0	0.018	252
Asia (ingresos altos)	2.2	0.020	105
Asia (ingresos bajos)	0.6	0.015	127
China	0.4	0.003	17
Estados Unidos	6.5	0.156	555
Australia y Nueva Zelanda	8.1	0.129	505
Canadá	5.3	0.122	390
Europa Occidental	3.0	0.082	261

Elaboración a partir de ONU-Hábitat, 2013, p.34.

Al igual que los índices de motorización, las cifras de disponibilidad de infraestructura en ciudades para vehículos de motor, es mayor en países de América del Norte, Australia, Europa Occidental, América Latina y en parte de Asia. Otras causantes que incrementan la motorización, se asocian a las políticas públicas que: a) flexibilizan el pago de impuestos por adquirir o utilizar un vehículo; y b) legalizan vehículos extranjeros. Además de las facilidades crediticias para la compra de éstos.

Del uso del transporte motorizado privado derivan algunos impactos positivos tales como: la privacidad, la agilidad, el estatus y la seguridad; sin embargo, son más los impactos negativos: 1) consumo de energía mayor; 2) contaminación atmosférica y auditiva; 3) impactos a la salud (enfermedades derivadas de la contaminación, así como muertes y lesiones por accidentes); 4) congestión, que se traduce en costos para la ciudad y la pérdida de tiempo en los trayectos; 5) accesibilidad limitada, pues no toda la población puede acceder a un vehículo, esto dependerá

del ingreso, la edad, el género o de alguna discapacidad; y 6) sesgo de transporte, que limita las opciones públicas para el resto de la población.

2.1.2.2 TRANSPORTE: PÚBLICO FORMAL, INFORMAL Y NO MOTORIZADO

Además del transporte motorizado particular, en las ciudades existen opciones motorizadas de uso colectivo, y no motorizadas de uso individual. Para las diferentes regiones del mundo, en las tablas 10, 11 y 12 se sintetizan las particularidades del transporte público formal e informal, así como las del no motorizado.

Tabla 10. Características del transporte público formal en el mundo

Transporte público formal	
Región	Características
África	<ul style="list-style-type: none"> • El uso del transporte público es bajo. En el norte y centro, la distribución modal es de casi 0% y en el área subsahariana, menor al 5%. • Lagos (Nigeria) y Johannesburgo (Sudáfrica) cuentan con sistemas de autobuses de transporte rápido (BRT). • El Cairo, Casa Blanca, Rabat, Argel y Túnez (en el norte de África) han incorporado sistemas de tren ligero y tranvía en su movilidad. • Algunos sistemas de metro se localizan en El Cairo (Egipto) y Dubái (Emiratos Árabes en Oriente Medio). • Prevalece el transporte público informal. • Los sistemas de transporte público nuevos incluyen la incorporación del sistema informal.
América Latina	<ul style="list-style-type: none"> • El transporte público tiene una participación modal en la movilidad urbana del 70%; esta cifra está disminuyendo con la creciente asequibilidad del automóvil. • Las ciudades latinoamericanas tienen un transporte público formal relativamente bueno, con instituciones sólidas para su planeación y gestión. • La infraestructura de transporte público no es adecuada y/o está en malas condiciones. • En la operación del transporte público están incursionando organizaciones y propietarios privados, tal es el caso de: Montevideo (Uruguay), Bogotá (Colombia) y Río de Janeiro (Brasil).

<ul style="list-style-type: none"> ● Han emergido modelos de transporte público interesantes (Curitiba, Brasil, con el BRT; y Medellín, Colombia, con teleférico) que ofrecen soluciones a la demanda y accesibilidad a la población. ● Existe un número creciente de sistemas de BRT en ciudades de países como Brasil, Chile, Ecuador, Perú, Venezuela y México.
--

<p>Asia</p> <p>Países con ingresos altos: China, Hong Kong, Japón, Singapur.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● En sus ciudades existe una distribución modal elevada. El 70% - 90% de los viajes totales de la población se realizan en transporte público. ● Estos países implementan continuamente estrategias de inversión y expansión del transporte público, acordes a la demanda. ● Las empresas privadas son las que prestan el servicio. ● Tienen un mercado competitivo.
---	---

<p>Europa Occidental</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Uso de transporte público en aumento. Se utiliza en una proporción mayor en Zúrich, Suiza (44%) y Viena, Austria (37%). ● La inversión en infraestructura para el transporte público formal ha ido aumentando paulatinamente desde 1990, en urbes de países como: España, Portugal, Reino Unido, Alemania, Austria, Noruega, República Checa y Francia. ● Cuenta con 45 sistemas de metro que transportan 9 900 millones de pasajeros al año. Y con 189 sistemas de trenes ligeros y tranvías que transportan 10 400 millones de pasajeros al año. ● El tranvía ha renacido en países como: España, Francia, Portugal y Reino Unido. ● El transporte público se utiliza menos en áreas suburbanas. ● Existe competitividad entre prestadores del servicio, aunque prevalecen los monopolios públicos multimodales. ● Se ha implementado una reducción en los subsidios al transporte público.
---------------------------------	---

<p>Norteamérica</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● El número de viajes por persona en transporte público es bajo en comparación con Europa Occidental. ● Se ha invertido en la infraestructura de calidad por parte del gobierno federal. ● La operación es por parte del sector privado, aunque se registra una crisis financiera.
----------------------------	--

Impactos del transporte público formal

1. Las opciones de transporte público tienen la capacidad de mover a más personas, consumir menos energía y ocupar menos espacio.
-

2. El transporte público influye en la cohesión social y en la mejora ambiental, pues las emisiones de contaminantes en el aire y los gases de efecto invernadero son menores.
3. Como beneficios económicos que derivan de la inversión en transporte público, destacan: la creación directa de empleo y la generación de otras actividades económicas.
4. Las inversiones en transporte público a través de subsitios tienen un efecto social importante en materia de asequibilidad.
5. La disposición de opciones públicas de transporte mejora la accesibilidad a lugares de trabajo, educación y salud, entre otros.
6. El uso de transporte público incrementa la actividad física ya que la mayoría de los viajes incluyen enlaces de caminata y andar en bicicleta.
7. Si se mejora la calidad del servicio que se ofrece actualmente, pueden mejorar la accesibilidad, conectividad y seguridad (mujeres, niños y ancianos).
8. Una desventaja del transporte público formal, son los costos elevados en infraestructura específicamente en modalidades férreas cuya inversión requiere de millones de dólares por kilómetro.

Elaboración a partir de ONU-Hábitat, 2013.

Tabla 11. Características de la movilidad del transporte público informal en países desarrollados y en desarrollo; y sus impactos

Transporte público informal	
Países desarrollados	Países en desarrollo
<ul style="list-style-type: none"> • El transporte público informal, se presenta en zonas donde reside población inmigrante, procedente de países que tienen un legado en transporte público informal. • Algunos ejemplos se localizan en: Miami y Nueva York en Estados Unidos o en Belfast en Irlanda. 	<ul style="list-style-type: none"> • Un sistema muy utilizado en ciudades de países en desarrollo. • Describe la actividad de transporte público a escala pequeña: microbuses, peceras, combis, taxis colectivos, mototaxis, entre otros. • Las ciudades africanas son las que tienen un mayor uso per cápita, Nairobi (Kenia) ocupa el primer lugar a nivel mundial. • En países asiáticos, el sector informal tiene también una participación amplia en la movilidad urbana; tal es el caso de Turquía, Yemen, Tailandia, Indonesia y Filipinas. • En América Latina, el transporte informal es una modalidad predominante. En Sao Pablo (Brasil), Santiago (Chile), Ciudad de México y Bogotá (Colombia), se identifican retos en la regulación de unidades y en la acreditación de los operadores de los vehículos.

-
- | | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none">• En ciudades que han incrementado su economía se detectó una correlación en la disminución del transporte público formal, al momento de aumentar los niveles de PIB per cápita total. |
|--|--|
-

Impactos del transporte público informal

1. Los vehículos que se utilizan son pequeños, con capacidad de llegar a entornos con densidades bajas, y su paso es más frecuente.
 2. Su función complementa al transporte público formal, ya que prestan servicio en líneas troncales de vehículos grandes.
 3. Es un sistema remunerativo, genera empleos para población con escolaridad baja o migrantes; y ganancias que dependen del tiempo de operación y del número de usuarios.
 4. Como impactos negativos están: a) el deterioro de la calidad del aire por el número de vehículos en operación, por la antigüedad de su tecnología y por el uso de combustibles de calidad regular; b) la inseguridad reflejada en accidentes, fallas mecánicas, robos, asaltos o agresiones sexuales a mujeres; c) tráfico y congestión vehicular; y d) corrupción, pues por la irregularidad en su operación, los operadores o concesionarios ofrecen sobornos a las autoridades para seguir prestando el servicio.
-

Elaboración a partir de ONU-Hábitat, 2013.

Tabla 12. Características de la movilidad del transporte no motorizado, en países desarrollados y en desarrollo; e impactos

Transporte no motorizado	
Países desarrollados	Países en desarrollo
<ul style="list-style-type: none"> ● El número de viajes varía principalmente entre países de Europa Occidental (más del 20% del total de viajes realizados), de América del Norte y Australia (menos del 12%). ● En Beijing, China, el 53% de los viajes totales son realizados en bicicleta o caminando. ● Europa Occidental tiene los indicadores de propiedad de bicicletas más alta: Países Bajos, Alemania y Dinamarca. Producto de sus políticas de uso de suelo y de transporte. ● La proporción de bicicletas por habitantes es menor en: Hungría, Francia, Estados Unidos y Canadá. ● Los Países Bajos y Alemania han duplicado y triplicado respectivamente, la infraestructura para transporte no motorizado: áreas peatonales y carriles exclusivos para bicicletas. ● Reino Unido, Dinamarca y Suecia han rediseñado sus barrios, vecindarios o colonias para crear áreas accesibles para vehículos, ciclistas y peatones en igualdad de condiciones. ● Beijing, Wuhan y Hangzhou, en China, tienen los sistemas de bicicletas compartida más grandes del mundo: 90,000 y 40,000 bicicletas, respectivamente. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Caminar es una modalidad de transporte muy usada, no por elección, sino por falta de alternativas asequibles y accesibles. ● El uso de la bicicleta ha disminuido por aumento de: ingresos, índices de motorización y percepción social ya que ésta es vista como transporte para pobres. ● Los indicadores del uso de bicicleta son mayores en África y Asia. Del total de viajes realizados, los efectuados en bicicleta son: <ul style="list-style-type: none"> ○ Dakar, Senegal y Doula, Camerún, más del 60%. ○ Ahmedabad, Bangabre, Delhi y Mumbai (India), el 33%. ○ América Latina: Santiago (Chile) y Río de Janeiro (Brasil) (37%). Guadalajara y Ciudad de México (39%). Buenos Aires (Argentina) (9%), La Paz (Bolivia) (10%) y Caracas (Venezuela) (18%). ● La infraestructura es de mala calidad. Los corredores exclusivos son prácticamente inexistentes, y los que existen son invadidos por el transporte motorizado. ● El financiamiento para la construcción y mantenimiento de la infraestructura es nulo, ya que su servicio se cree que no es redituable. ● Los ciclistas y peatones compiten por espacio, velocidad e infraestructura. ● Los índices de mortalidad y accidentalidad de ciclistas son elevados, por no contar con infraestructura específica. ● Ciudades que han implementado políticas y estrategias para mejorar la movilidad no motorizada e incrementar su población ciclista: Bogotá y Medellín (Colombia); República de Corea; Ciudad de México y Guadalajara (México).
Impactos del transporte no motorizado	

-
1. Comodidad y accesibilidad. Con su uso se reduce el uso del vehículo privado.
 2. Tiene beneficios económicos, físicos, sociales y ambientales; para usuarios y para la ciudad.
 3. Promueve la reducción del tráfico y la congestión vehicular.
 4. Favorece en la reducción del consumo energético.
 5. Ayuda a disminuir la contaminación atmosférica y sonora.
 6. Fomenta el crecimiento urbano inteligente: accesible, compacto y mixto.
 7. Aumento en la productividad económica al mejorar la accesibilidad, reducir los tiempos de traslado y reducir los costos en la movilidad.
 8. Reducción en el uso de espacio urbano para la circulación y el estacionamiento.
-

Elaboración a partir de ONU-Hábitat, 2013.

Los esquemas de movilidad varían en las diferentes regiones del mundo; sin embargo, en todas se manifiesta una tendencia hacia la motorización. En las ciudades de los países en desarrollo, se utiliza preferentemente, el transporte público informal, debido a que en ciudades pequeñas y medianas no existe transporte urbano formal, pero también por ser una opción asequible. No obstante, el vehículo particular es el medio más apreciado por la población, por ser una opción ágil, segura y cómoda; además de ofrecerles un estatus socioeconómico.

Por otro lado, los sistemas de transporte públicos formales como: metro, tren suburbano, tren ligero y/o BRT; están disponibles en ciudades de países desarrollados, y en las áreas metropolitanas más grandes e importantes de las naciones en vías de desarrollo. Referente al transporte no motorizado, el número de ciudades que han incorporado a su movilidad sistemas de bicicletas compartidas o construido infraestructura para desplazarse en bici y caminando, es aún menor.

Para la selección de las tipologías de transporte que deben implementarse en una ciudad, es necesario conocer las características demográficas, urbanas, económicas, ambientales y sociales de la ciudad. Actualmente, son pocas las ciudades que cuentan con dicha información y se localizan en Europa Occidental y Norteamérica. Otras

urbes con demografía y economía importantes de las naciones en desarrollo, han comenzado a generar algunos de estos datos.

2.2 LA MOVILIDAD URBANA EN MÉXICO

2.2.1 URBANIZACIÓN EN MÉXICO

En el país, la concentración de la población ha sido determinada por polos de desarrollo; siendo los más importantes: la Ciudad de México, Monterrey y Guadalajara. Este hecho ha promovido un crecimiento urbano caótico y desordenado, debido al aumento de la población que demanda trabajo y vivienda, y que favorece el establecimiento de asentamientos irregulares. Pero también es un patrón que se está replicando en otras ciudades cuyos crecimiento y expansión van en aumento.

En México, el 78% de la población es urbana y, según proyecciones del Consejo Nacional de Población, se planea que, en 2030, la cifra aumente a un 81% (INEGI, 2010; ITDP 2012). Según datos del Sistema Urbano Nacional (2018), en el país existen 401 ciudades, de las cuales 74 son zonas metropolitanas, que experimentan un crecimiento expansivo desde la década de los ochentas.

En 2010, la superficie de 59 zonas urbanas con más de 50 mil habitantes abarcó 1.14 millones de hectáreas; 600% más respecto a los 192 millones de hectáreas registradas en 1980. Este patrón expansivo y disperso fue replicado por otras 19 zonas metropolitanas (San Luis Potosí entre éstas) y por tres ciudades de 500 mil a un millón de habitantes que, de 1980 a 2010, se multiplicaron por ocho, pasando de 36 mil a 250 mil hectáreas, con densidades promedio de 42 hab/ha (ONU Hábitat, 2014, p. 22).

La Zona Metropolitana del Valle de México es la urbe con mayor concentración urbana, económica y financiera del país. No obstante, las zonas metropolitanas de 500 mil a un millón de habitantes registran tasas medias de crecimiento anuales, superiores al 2%, es decir, por encima de la media nacional de 1.4% (Suárez y Delgado, 2015).

En las áreas urbanas de México se genera el 86.5% del Producto Interno Bruto (PIB); Sin embargo, éstas concentran un 40% de población en condiciones de pobreza que habitan en la periferia urbana y en zonas de riesgo; con condiciones de vivienda precarias y en donde la propiedad de la tierra es irregular (Sedesol, 2010; CIDOC-SFH, 2012; Iracheta, 2012).

En general, las ciudades mexicanas presentan las tres características urbanas definidas por Miralles y Cebollada (2003): fragmentada, creciente y desigual. Se agregan también dos particularidades de la ciudad latina: la periferización y la metropolización (que derivan de la expansión territorial) (Carrión 2001, p.7); así como la forma urbana mono céntrica que prevalece por los usos de suelo únicos, donde las funciones de vivienda, de trabajo y de recreo quedan separadas.

La movilidad es parte del dinamismo de las ciudades; se vincula con la morfología (forma y estructura) urbana. En México, la información de las características de los viajes cotidianos de la población urbana es escasa, ya que la mayoría de las ciudades no miden este tipo de indicadores. Los datos existentes provienen de trabajos aislados, con grados distintos de desagregación y temporalidad. Para describir el panorama de la movilidad urbana nacional, en este apartado, se consideraron algunos informes y trabajos realizados por organismos internacionales y nacionales (públicos, autónomos y privados).

2.2.2 MOVILIDAD URBANA EN MÉXICO

En México, según la Encuesta Nacional de Movilidad (ENM), 80 millones de personas mayores de 14 años realizan al día 129 millones de viajes. El promedio de desplazamientos por persona es de 2.14. El 90% de la población realiza sólo dos traslados al día, generalmente hacia los lugares donde realizan su actividad principal. Si se excluyen los viajes de regreso a casa (57%), el 46% de la movilidad cotidiana es para dirigirse al trabajo, y el 11.3% para ir a la escuela. El origen de los desplazamientos es por lo regular el hogar (48.8%), seguido de las oficinas (18.1%), los centros comerciales (12.2%), los centros educativos (7%), las fábricas (3.6%) y otras viviendas (4.1%).

Referente a la distribución modal, el 60% de los desplazamientos se realizan en camiones (34.5%) y taxis colectivos (25.5%); mientras que el 22% en automóvil particular, el 8% en transporte eléctrico, el 7% en bicicleta, el 5% en trenes urbanos, el 5% en taxis y otro 5% en mototaxis. Asimismo, para el 90% de los viajes cotidianos, sólo se emplea un tipo de transporte; el 11% restante utilizan hasta dos modalidades (Suárez y Delgado, 2015, p.113).

Los tiempos de traslado dependen de la distancia entre el punto de origen y el lugar destino, así como de la infraestructura de transporte disponible que los conecta. El tiempo promedio de viaje de los desplazamientos es de 44 minutos; el 50% tienen una duración de 31 minutos o más. Los desplazamientos efectuados en la Zona Metropolitana del Valle de México, son los de duración mayor (57 minutos), mientras que los del resto del país duran en promedio 39 minutos. De acuerdo con la ENM quienes cuentan con más recursos económicos hacen más tiempo en sus trayectos.

Los viajes al trabajo y de regreso a casa son los de mayor duración. Los modos de transporte en los que se registra mayor tiempo son el autobús foráneo, el tren urbano y el BRT; mientras que las bicicletas, bicitaxis y mototaxis realizan los traslados de menor duración. Para el caso del transporte público, la ENM señala que el tiempo de espera promedio es de siete minutos, lo que refleja la necesidad de mayor conectividad. Los viajes cotidianos en el país se inician a las seis de la mañana, aunque los de más duración empiezan antes.

Por lo que se refiere al gasto del transporte, la población destina en promedio \$1,600 pesos al mes (12.4% del ingreso promedio) para su movilidad cotidiana. El viaje en transporte público tiene un costo promedio de \$16.00 pesos. Según la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en los Hogares (2012) cuatro de cada 10 hogares tienen un automóvil. Actualmente en el país existen 34 millones de automóviles y se asume que el mayor porcentaje de ellos circulan diariamente.

Esto implica impactos importantes a la calidad del aire. Según cifras del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático los vehículos automotores que circulan en México son responsables del 45% del total de emisiones por fuentes móviles, y de éstas, el 90% es monóxido de carbono (CO), el 70% son óxidos de nitrógeno (NOx) y el 44% son compuestos orgánicos volátiles (COV) (INECC, 2014, p.9).

La ENM reporta que del total de desplazamientos que se realizan en automóvil en México, el 52% son efectuados por hombres y el 48% por mujeres. Quienes manejan menos son los grupos de personas con edades de 15 a 24 años, así como los de 65 y más. El uso del automóvil representa un gasto superior para los usuarios, pues no sólo es el costo del combustible sino también el mantenimiento y el estacionamiento. Para este último se establece un costo promedio de \$30 pesos diarios, pero los

otros gastos mencionados pueden variar, dependiendo del uso y el cuidado que se le dé al vehículo.

Otra modalidad de desplazamiento utilizada por la población mexicana es: caminar. Según la ENM, al 50% de la población le agrada caminar distancias cortas (10 minutos). El 50% de los recorridos caminando va de los 10 a los 20 minutos, con un tiempo promedio de 16 minutos. A diferencia de los viajes realizados en modalidades motorizadas, para la modalidad de caminar no existen diferencias de género, uso, ingreso o edad. El motivo de viaje común es el regreso a casa, seguido de compras, llevar o recoger y realizar actividades religiosas.

2.2.2.1 PERCEPCIÓN DEL TRANSPORTE Y DE LA MOVILIDAD

En la ENM se incluyó un apartado de percepción para conocer las necesidades de transporte y recuperar inquietudes y observaciones de las personas que se desplazan diariamente. Así como su percepción respecto a la contaminación, la infraestructura y la seguridad al momento de sus traslados.

Las respuestas obtenidas no fueron muy alentadoras, pues el 90% de la población desearía utilizar el automóvil al que evalúan positivamente en aspectos de: seguridad, rapidez y comodidad. Mientras que el camión, el colectivo y el tren urbano obtuvieron una evaluación baja en las mismas categorías.

Pese a esta ponderación, el 60% de la población considera que el transporte público es eficiente, el 50% que es rápido y el 45% que es barato. La falta de seguridad es la deficiencia más señalada, seguida de la lentitud y la incomodidad. Por ello, el reto del transporte público es mejorar la seguridad en sus traslados, la comodidad, la eficiencia en su servicio y la rapidez de sus rutas. Es probable que estas deficiencias,

determinan la pretensión de la población para desplazarse en automóvil (Suárez y Delgado, 2015).

La ENM señala también que el 26% de la población preferiría usar un modo de transporte distinto del que utiliza diariamente; pero algunos de los motivos que limitan el cambio son: el costo, la inseguridad, la posibilidad de tener un automóvil, y la inexistencia de otra opción en su entorno.

En relación a la contaminación en sus ciudades, provocada por la movilidad cotidiana, las percepciones son distintas. El 69% de los usuarios del transporte público señala que éste es contaminante; mientras que el 48% de los automovilistas considera que su vehículo contamina. Este problema se percibe con mayor magnitud, en el centro del país, seguido del norte y del sur.

Respecto a la inseguridad, el 13.3% de la población dijo haber sido víctima de algún delito: el 51% robo a transeúnte, el 36% asaltos en transporte público, el 8.3% robo de vehículo, el 3.2% delitos sexuales y el 1.6% intento de homicidio. Las víctimas en el total de delitos han sido más hombres (17%) que mujeres (7%).

En México no se identifican verdaderos sistemas de transporte público integrados, pues la interconexión entre modos de transporte no está prevista, y no existe un diseño urbano adecuado. La implementación de sistemas de autobuses rápidos ha sido poca; por ello, en la mayoría de las ciudades predominan los camiones y los colectivos, cuya operación es deficiente e informal. Por otro lado, el país no es democrático ni equitativo, ya que los financiamientos para la infraestructura de transporte dan preferencia a la movilidad en automóvil, una opción que

sólo beneficia a un cuarto de la población con ingresos altos (Suárez y Delgado, 2015, p. 172-73).

La Zona Metropolitana de León, Guanajuato es la que posee un sistema integrado de transporte público, en cuanto a conectividad y a pago; mientras que la Ciudad de México cuenta con una red de transporte masivo.

Debido a los pocos ejemplos de esquemas de movilidad, surge la necesidad de desarrollar una política nacional de movilidad urbana, con criterios de intermodalidad y conectividad; que contemple también la relación entre la configuración urbana, el desarrollo de las ciudades y los sistemas de transporte.

2.2.2.1.1 EL ÍNDICE DE MOVILIDAD URBANA

El Instituto Mexicano para la Competitividad ha formulado un Índice de Movilidad Urbana (IMU), que se aplica a 20 ciudades que concentran el 43% de la población nacional y el 68% de la actividad económica urbana. Este índice mide el grado de competitividad de las ciudades por medio de la oferta de transporte; evalúa aspectos como: accesibilidad, transporte seguro, contexto urbano, aire limpio, gestión, políticas públicas sobre movilidad y economía competitiva (IMCO, 2019, p.4).

En su evaluación del año 2019, el IMCO observó la falta de datos sobre movilidad en el 70% de las ciudades mexicanas. De las urbes consideradas para el cálculo del IMU, ninguna obtuvo un desempeño alto. Sólo tres ciudades lograron un desempeño adecuado: Zona Metropolitana del Valle de México, Saltillo y Guadalajara. Cuatro urbes alcanzaron un desempeño medio alto: León, Toluca, Mérida, Morelia y Querétaro. Ocho más consiguieron un desempeño mediano bajo: Aguascalientes, Monterrey, Chihuahua, Veracruz, San Luis Potosí-Soledad

de Graciano Sánchez, Cancún, Puebla-Tlaxcala, Tijuana, Cuernavaca y Tampico-Pánuco. El desempeño bajo fue para Villahermosa y Acapulco.

De acuerdo con el IMCO, las acciones que fortalecen la competitividad de las ciudades en materia de movilidad urbana son: el desarrollo de políticas de movilidad y transporte, así como la incorporación de sistemas integrados de transporte. No obstante, los retos actuales a los que se enfrentan las ciudades son: 1) ampliar las opciones de transporte; 2) mejorar la seguridad; 3) ofrecer accesibilidad y asequibilidad para una movilidad más equitativa; 4) trabajar en una planeación urbana; 5) mejorar la calidad del aire; y 6) promover la conectividad e integralidad del transporte público.

La información referente a la movilidad urbana en México, es mínima; y sólo se identifica en los estudios de: Encuesta Nacional de Movilidad y el Índice de Movilidad Urbana. Ambos análisis coinciden en que los retos que se enfrentan, en la escala nacional son: la motorización, la contaminación atmosférica, la deficiencia del transporte público y la falta de sistemas integrados de transporte.

2.2.2.2 MOTORIZACIÓN Y USO DEL VEHÍCULO PARTICULAR

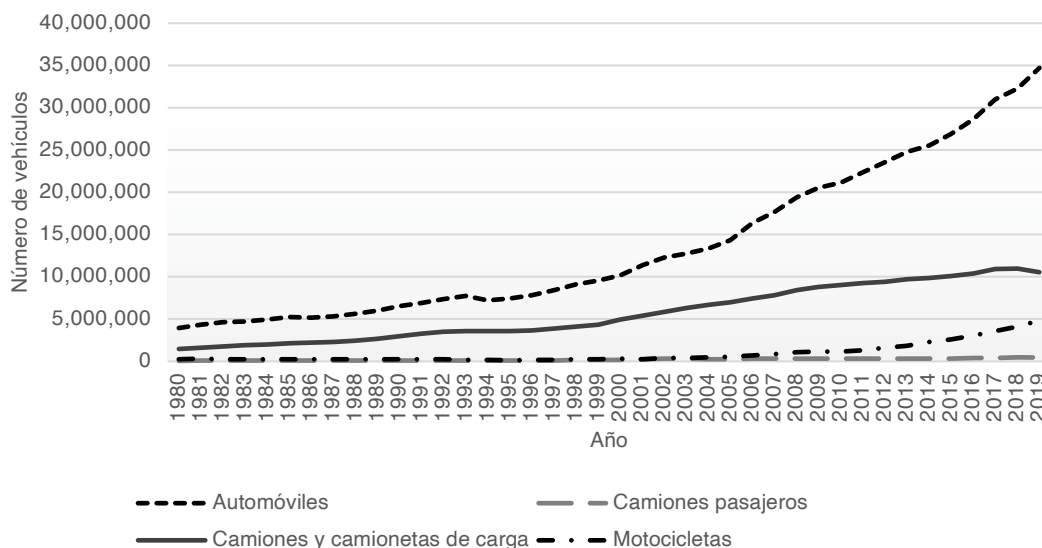
Las ciudades mexicanas están diseñadas para una movilidad motorizada. Esto se observa en el desarrollo de infraestructura urbana que favorece el desplazamiento ágil del automóvil particular: puentes, pasos a desnivel, circuitos o distribuidores viales. Además de las políticas públicas y estrategias crediticias que facilitan la adquisición de vehículos.

Según cifras del Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo (ITDP), en el país se ha producido un incremento exponencial en el número de automóviles registrados en circulación, pues de 6.5 millones en 1990 pasó a 20.8 millones en 2010. Del mismo modo, los kilómetros recorridos por los vehículos (KVR) aumentaron anualmente, ya que en 1990 se cuantificaron 106 millones; y para el 2010, 339 millones.

En 2019, existían en México un total de 47 millones de unidades registradas en circulación, de las cuales: el 67% son automóviles, 22% camiones y camionetas de carga, el 8.5% motocicletas y el 0.9% camiones de pasajeros. (INEGI, 2020). El índice de motorización en el país pasó de 160 vehículos por cada 1000 habitantes, en el año 2000; a 614 en 2019, es decir, se multiplicó por cinco.

El crecimiento del parque vehicular de 1980 a 2019 en México es notable, pero a su vez muy desequilibrado, pues los automóviles han tenido un incremento exponencial comparado con el resto de las opciones motorizadas; y muy contrastante con el crecimiento mínimo del número de camiones de pasajeros (figura 3).

Figura 3. Parque vehicular registrado en circulación en México (1980-2019)



Elaboración a partir de INEGI, 2020.

De 1980 a 2019, el número de vehículos registrados en México se multiplicó por ocho, y más del 70% circulan en las zonas metropolitanas del país. Pese a que un índice de motorización elevado ha sido considerado un indicador de desarrollo, hoy en día puede reflejar la existencia de problemas económicos, sociales, políticos, urbanos y ambientales.

Los impactos de la movilidad motorizada en el país aún no han sido bien calculados, debido a que la información al respecto es escasa. La Organización Mundial de la Salud (2010) estimó que la contaminación en México producida por la quema de combustibles fósiles (gasolina o diésel), en 2012, causó la muerte de 14 mil personas. A esta cifra se agregan 24 mil muertes y 750 mil heridos por accidentes de tránsito. Los costos aproximados para esta externalidad son de 126 mil millones de pesos al año (ITDP, 2012b).

Por otro lado, los datos reportados por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2015) muestran que las emisiones de bióxido de

carbono (CO₂), derivadas del uso y quema de combustibles fósiles en el país, representaron el 1.37% de las emisiones globales, en el año 2012. Esto posiciona a México como la treceava nación con mayores emisiones de este gas, asociadas al transporte. De igual manera, el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (realizado en 2013) determinó que las emisiones directas de GEI ascendieron a 665 mega toneladas de CO₂, de las cuales el 26% derivaron del sector transporte.

Algunas externalidades de la movilidad motorizada han sido calculadas sólo en cinco zonas metropolitanas (Valle de México, Guadalajara, Monterrey, Puebla-Tlaxcala y León) que concentran el 40% de la población urbana del país, y cuyos costos asociados a las problemáticas de: contaminación local, cambio climático, accidentes, congestión y ruido; equivalen en promedio al 4% de su Producto Interno Bruto total anual nacional (ITDP, 2012b).

2.2.2.3 EL TRANSPORTE PÚBLICO

Las opciones públicas de transporte son las más utilizadas en la movilidad urbana de México (60%). En la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) se efectúan 21 millones de viajes diarios en esta modalidad, el 44% de éstos se realizan en microbuses y colectivos. La ZMVM cuenta con el porcentaje más alto de desplazamientos realizados en transporte público, superando a las Zonas Metropolitanas de León, Guadalajara y Monterrey (Suárez y Delgado, 2015).

A pesar de esto, las opciones públicas evolucionan de manera lenta a diferencia del automóvil, cuya adquisición y uso se elevan significativamente. De acuerdo con ONUHábitat (2014) y con Suárez y Delgado (2015), el esquema con que opera el transporte público en

México limita su calidad y efectividad, pues hay deficiencias en conectividad de las rutas en operación. Asimismo, existen fallas expresadas en: el sobrecupo, el desorden en el ascenso y descenso de pasajeros, el deterioro del espacio público, y la inseguridad.

Esta última se refleja en el 43% de muertes por atropello vinculadas a microbuses, así como en el riesgo alto de delitos sexuales a los que están expuestas las mujeres y niñas. Según el Banco Mundial (2014), en la Ciudad de México, el 65% de las mujeres fueron víctimas de algún tipo de violencia de género. Sin embargo, estos problemas se presentan también en el resto de las ciudades mexicanas, aunque sólo en algunas de ellas se llegan a documentar.

Para hacer frente a la demanda de transporte público rápido, eficiente, conectado y seguro, las ciudades mexicanas de mayor tamaño y con mejor captación económica, comenzaron a instaurar Sistemas Integrados de Transporte. El primero de ellos se instaló en la ciudad de León en el año 2003, posteriormente en Ciudad de México en el año 2005, seguido de Guadalajara en 2009, Ciudad Juárez y Chihuahua en 2013, y Monterrey en 2014 (ONU Hábitat, 2014; Suárez y Delgado, 2015).

Dichos sistemas se caracterizan por ofrecer una movilidad integrada, que se asocia además a los esquemas de planeación y desarrollo urbanos. Son alternativas planeadas con beneficios no sólo para la movilidad, sino también para el ordenamiento del crecimiento urbano y el desarrollo económico; que impactan en lo social y lo ambiental.

Los sistemas de movilidad integrada contemplan opciones diferentes de transporte, entre ellos: tren suburbano, tranvía eléctrico, tren metropolitano (metro), tren ligero, transporte rápido en autobús (BRT); que promueven la interconectividad, los trasbordos con un solo pago (aunque

pueden existir variantes), esquemas de prepago, mayor transparencia en su concesión y operación, así como seguridad a sus usuarios.

Según ONUHábitat (2014), en los últimos 15 años, doce zonas metropolitanas de México de más de 500 mil habitantes han iniciado o consolidado sistemas integrados de transporte, principalmente con opciones de BRT y en menor medida trenes metropolitanos o ligeros; y otras 14 más están en fase planeación o construcción (tabla 13).

Tabla 13. Zonas Metropolitanas de más de un millón de habitantes, y ciudades de más de 500 mil habitantes, que cuentan con sistemas integrados de transporte o que están en fase de construcción o planeación

	Sistema Integrado de Transporte	Modos de transporte						
		C o l e c t i v o	T a x i	B R T	M e t r o	Tr e n L i g e r o	T r o l e b ú s	Tr e n S u b u r b a n o
ZM de más de 1 millón de habitantes y ciudades con más de 500 mil habitantes								
ZM del Valle de México	Sí	X	X	X	X	X	X	X
ZM de Guadalajara		X	X	X	X	X	X	
ZM de Monterrey		X	X	X	X			
ZM de Puebla-Tlaxcala		X	X	X				
ZM de Toluca		X	X	X				
ZM de León		X	X	X				
ZM de Ciudad Juárez Chihuahua		X	X	X				
ZM de Querétaro		X	X	X				
ZM de Tijuana		X	X	X				
ZM de Pachuca		X	X	X				
ZM de Acapulco		X	X	X				
ZM de Mexicali		X	X	X				
ZM de la Laguna		Construcción , planeación	X	X				
ZM de SLP-Soledad de GS	X		X					
ZM de Mérida	X		X					
ZM de Aguascalientes	X		X					
ZM de Cuernavaca	X		X					
ZM de Tampico	X		X					
ZM de Saltillo	X		X					
ZM de Veracruz	X		X					
ZM de Villahermosa	X		X					
ZM de Reynosa-Río Bravo	X		X					
ZM de Tuxtla Gutiérrez	X		X					
ZM de Cancún	X		X					
ZM de Xalapa	X		X					
ZM de Oaxaca	X		X					

Elaboración a partir de ONUHÁBITAT, 2014.

La tabla 14 muestra que sólo tres zonas metropolitanas (las más grandes en tamaño población y economía), cuentan con medios de transporte férreo y terrestre, además de alternativas no motorizadas como ciclovías y renta de bicicletas.

Pero también, otras nueve zonas metropolitanas han incorporado dentro de sus opciones el BRT, aunque aún no cuentan con datos concretos sobre distribución modal y los beneficios logrados a raíz de su implementación. Del total de ciudades mostradas en la tabla 13, solo algunas tienen sistemas de indicadores que permiten monitorear la movilidad de su población.

Tabla 14. Ciudades con mayor oferta de transporte en México

ZM	Opciones de transporte	Características urbanas	Características de su movilidad
Valle de México	1. Ferrocarril suburbano	• 21.3 millones habitantes	• 60% de viajes en transporte público concesionado de baja capacidad (microbús, taxi, combi, autobús).
	2. Líneas de metro	• 229,065 hectáreas	
	3. Línea de tren ligero	• Densidad 88 hab/ha	• 29% de viajes en automóvil.
	4. Líneas de BRT		• 8% de viajes en transporte masivo (metro, metrobús, tren ligero, trolebús)
	5. Trolebús, microbús, taxi colectivo		• 2.4% de viajes en transporte no motorizado.
	6. Alquiler de bicicletas		
Guadalajara	1. Líneas de tren metropolitano	• 4.7 millones de habitantes	• 72% de viajes en transporte público.
	2. Tren ligero	• 53,397 hectáreas	• 28% de viajes en automóvil.
	3. Sistema alimentador integrado (1 pago)	• Densidad 83 hab/ha	• Viajes en transporte integrado (BRT, tren ligero, metro).
	4. BRT con rutas alimentadoras integradas (1 pago)		• Viajes no motorizados (bicicleta y peatonal).
	5. Alquiler de bicicletas		

ZM	Opciones de transporte	Características urbanas	Características de su movilidad
Monterrey	<ol style="list-style-type: none"> Líneas de tren metropolitano. Sistemas alimentadores a Trans Metro. Línea de BRT Rutas alimentadoras de BRT Autobuses. 	<ul style="list-style-type: none"> • 4.4 millones de habitantes • 77,745 hectáreas • Densidad 53 hab/ha 	<ul style="list-style-type: none"> • 50% de viajes motorizados (8 millones) se realizan en automóvil. • 50% en transporte público. • Viajes en transporte rápido masivo.
Puebla-Tlaxcala	<ol style="list-style-type: none"> Línea de BRT Taxis Camiones urbanos 	<ul style="list-style-type: none"> • 2.9 millones de habitantes • 99,854 hectáreas • Densidad 32 hab/ha 	<ul style="list-style-type: none"> • 50% de viajes en transporte privado. • 15% de viajes en transporte público. • Viajes en transporte masivo.
León	<ol style="list-style-type: none"> Sistema integrado de transporte Líneas de BRT Rutas alimentadoras Rutas auxiliares Rutas convencionales no integradas 	<ul style="list-style-type: none"> • 1.7 millones de habitantes • 21,673 hectáreas • Densidad 74 hab/ha 	<ul style="list-style-type: none"> • 65% de viajes en BRT • 35% otras opciones de transporte (privado, autobuses, bicicleta) • Esquema de movilidad urbana sostenible y desarrollo urbano inteligente. Primera ciudad en incorporar un sistema integrado de transporte.

Elaboración a partir de ONU-HÁBITAT, 2014; Suárez y Delgado, 2015; y SEDATU, 2018.

En México, la Zona Metropolitana de León fue la primera en implementar un sistema integrado de transporte (en conectividad y en costo). Este ejemplo fue replicándose en otras ciudades, pero no han logrado incorporar un modelo similar en su totalidad. El resto de las zonas metropolitanas que han adoptado la opción de autobús de tránsito

rápido (BRT), aún tienen como reto lograr la integralidad de su sistema de transporte y la administración de su costo.

En la tabla 14 se observa como la movilidad de las ciudades con sistemas integrados de transporte se da en mayor proporción, a través del transporte público. La excepción es la Zona Metropolitana de Monterrey, en donde, a pesar de contar con opciones de transporte masivo férreo y terrestre, el uso del automóvil todavía es elevado.

Los datos anteriores muestran el problema de la motorización en las ciudades mexicanas y las pocas alternativas para disminuir el uso del automóvil privado. Se señalan también los problemas ambientales, sociales y económicos que derivan de los actuales esquemas de movilidad, que hasta el momento no han sido cuantificados. Y se advierte la necesidad de más opciones de transporte públicas y accesibles para la población urbana.

2.3 MOVILIDAD Y SOSTENIBILIDAD

2.3.1 LA INSOSTENIBILIDAD DE LA MOVILIDAD URBANA ACTUAL

Las formas y patrones de crecimiento urbano en el mundo: expansión, difusión, fragmentación, periurbanización y metropolización; han influenciado las tendencias de desplazamiento cotidiano de la población. En las últimas cinco décadas, la distancia que separa a los lugares donde se realizan las distintas actividades económicas y sociales, no han dejado de crecer.

Lizárraga (2006) establece que, con el aumento de los ingresos per cápita de la población en las áreas urbanas, se ha incrementado también el uso del vehículo privado como modo de transporte cotidiano. Esto tiene implicaciones a escala global como: el consumo de energía, la

contaminación atmosférica, el calentamiento global y la destrucción de zonas naturales para la expansión de vialidades.

Y en la escala local, entre otros aspectos, influye en la configuración de las áreas metropolitanas, al priorizar la movilidad en vehículo privado (subutilizado por el número de personas que transporta). Esto impacta negativamente a los grupos más pobres y marginados, pues es una fuente de desigualdad para el acceso a bienes y servicios de primera necesidad, y una barrera que fortalece la segregación.

Otro efecto de los esquemas de movilidad urbana actual es que las personas utilizan cada vez más tiempo y dinero para realizar sus desplazamientos cotidianos. Este fenómeno es más severo para las personas de recursos económicos escasos, quienes se trasladan a sus centros de trabajo y escuelas en condiciones más incómodas, en un mismo tipo de transporte o en varios, con más tiempo de recorrido y realizando dos o tres transbordos (Lizárraga, 2006).

La insostenibilidad de la movilidad urbana se explica a través de: 1) la contaminación provocada por el transporte; 2) el consumo energético de combustibles fósiles; 3) la ocupación de suelo; y 4) la transformación del paisaje para la construcción de vialidades (tabla 15).

Tabla 15. Factores que explican la insostenibilidad de la movilidad urbana

Impacto	Países en desarrollo
Contaminación atmosférica	<ul style="list-style-type: none"> ● La emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI), tiene efectos locales para el caso del monóxido de carbono, los hidrocarburos no quemados y el plomo; y efectos globales en el caso del dióxido de carbono. ● Entre 2000 y 2050, se espera un incremento de las emisiones de CO₂ superior a un 128% a nivel global, generadas principalmente por el sector transporte. En países en desarrollo, que actualmente presentan menores índices de emisión, se estima que ese incremento sea mayor a 290%. ● En México, las Zonas Metropolitanas del Valle de México, Guadalajara, Monterrey, del Valle de Toluca, Ciudad Juárez y Mexicali, reportan que el transporte es la fuente de emisión principal de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x) e hidrocarburos (HC).
Consumo energético	<ul style="list-style-type: none"> ● El consumo de derivados petrolíferos es desigual, de acuerdo a sectores económicos y áreas geográficas. ● Al año 2000, las estimaciones señalaban que las reservas de carbón durarían 1500 años, las de gas natural, 120 y las de petróleo, 60. ● El transporte consume más de 60% de todos los productos de petróleo, y sólo los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), con 15% de la población mundial, consumen 60% de la energía (AIE, 2002). ● El consumo energético per cápita en las regiones del mundo, es indistinto. La población de las áreas más prósperas e industrializadas consumen hasta nueve veces más que los habitantes de Europa Central y Oriental, Asia o África. ● América Latina, registra un consumo anual de energía per cápita inferior al de los Estados Unidos o Europa Occidental, pero presenta altas tasas de emisión de Gases Efecto Invernadero (GEI). Algunos factores explicativos son: la baja calidad del combustible, las características climatológicas, las particularidades del parque vehicular. ● Existe una correlación alta entre el modo de desplazamiento utilizado, el consumo de energía per cápita y las emisiones contaminantes. ● El consumo de energía en las ciudades puede disminuirse cuatro veces, si la proporción de desplazamientos a pie, en bicicleta y en transporte público aumenta de 15% a 60%.

Impacto	Países en desarrollo
Ocupación de suelo y transformación del paisaje	<ul style="list-style-type: none"> ● El modo de transporte que requiere más espacio es el vehículo privado. Éste dura estacionado 90% del tiempo (de 20 a 22 horas al día). ● El vehículo privado es utilizado para desplazarse del hogar al trabajo y ocupa, en promedio, un espacio 90 veces superior al mismo desplazamiento efectuado en metro, y 20 veces mayor al efectuado en autobús o tranvía. ● En la Zona Metropolitana del Valle de México, el 60% de los desplazamientos se realizan en medios de transporte público; pero más de 80% del espacio público destinado al tránsito está ocupado por automóviles privados.

Elaboración a partir de Lizárraga, 2006.

Además de los impactos que derivan de la movilidad urbana actual, existen externalidades negativas o costos a terceros. Por ejemplo: las muertes o traumatismos causados por los accidentes de tránsito; el número de enfermedades asociadas a la contaminación (atmosférica y acústica); la congestión vehicular; el calentamiento global, por mencionar algunos.

El cambio climático es uno de los impactos más importantes, pues tiene efectos: ambientales, económicos y sociales; en las escalas global y local. El calentamiento global ha generado preocupación pues las evidencias en las alteraciones climatológicas y la presencia de fenómenos naturales atípicos, son cada vez más frecuentes. Además de aumentar la vulnerabilidad y de acelerar los procesos de resiliencia.

Con lo expuesto, se concluye que los esquemas de movilidad actual no son sostenibles, pues sus beneficios son superados por los impactos y las externalidades negativas. Aunque éstos no han sido del todo cuantificados.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU), a través de sus grupos disciplinares, ha estudiado esquemas de movilidad y sus efectos de ciudades que cuentan con la información necesaria. La ONU advierte

que todas las urbes del mundo deben conocer los elementos particulares de la movilidad de sus habitantes, para poder caracterizar sus impactos y externalidades; y así proponer soluciones sostenibles.

2.3.2 MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE

El pensamiento ambiental asociado a la movilidad urbana, según lo sugieren Soria y Valenzuela (2015), nace en la década de los sesentas (del siglo pasado) y se expone en el Informe Buchanan. Este documento describe los efectos ambientales (a largo plazo) del tráfico de automóviles en las áreas urbanas del Reino Unido a largo plazo. Posteriormente, en la Conferencia de Estocolmo, en el año de 1972, se comenzaron a medir los impactos al ambiente, producidos por la movilidad basada en autos, por lo que se impulsó el desarrollo de nuevos enfoques para la planeación de las ciudades.

Posteriormente, con los datos del informe “Nuestro Futuro en Común”, presentado en la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1987, se comenzó a gestar una inquietud mayor, pues el modelo de “desarrollo” activo en ese momento, no homologaba los criterios económicos y sociales para las naciones, sino que degradaba al ambiente y afectaba a la capacidad regenerativa del planeta. Como respuesta, se introdujo el concepto de: Desarrollo Sostenible; que busca satisfacer las necesidades presentes de la población actual, sin comprometer las opciones de las generaciones futuras (Vergara y Ortiz, 2016, p.36).

En el ámbito urbano, el desarrollo sostenible se entiende como una forma de vida que busca humanizar la ciudad, con alternativas para disminuir o erradicar la problemática ambiental, preservando el desarrollo económico y otorgando un bienestar social equitativo.

En 1996, durante la Conferencia de Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos (Hábitat II), se consideró por vez primera adherir la movilidad urbana al desarrollo sostenible; esto a través de la utilización equilibrada de la energía, el uso de sistemas de transporte y comunicaciones sostenibles, y el desarrollo de criterios de planeación y ordenamiento metropolitanos (López, 2008).

Aunque no existe una definición específica, la autora de este trabajo establece que la Movilidad Urbana Sostenible es: “aquella que busca satisfacer las necesidades de desplazamiento de la población en tiempos y costos razonables, minimizar los impactos y las externalidades negativas, y priorizar la calidad de vida de los habitantes de una ciudad”. Entre sus objetivos están: la accesibilidad, la asequibilidad, la conectividad, la priorización del transporte público y no motorizado, la integración de los sistemas de transporte, el uso de tecnologías de comunicación, el uso de energías renovables en el transporte, y la reducción de emisiones y de gases de efecto invernadero.

La movilidad urbana sostenible tiene los siguientes principios:

1. Ambientales: uso eficiente de energía, del espacio urbano; y la disminución de emisiones atmosféricas y ruido, que afectan a la salud y el bienestar de los habitantes.
2. Habitabilidad de la ciudad: equilibrar los porcentajes de ocupación del territorio por parte de la población, las vialidades y el espacio público.
3. Equidad social: ofrecer el derecho a las personas a desplazarse en la ciudad. Satisfacer las necesidades de oferta y demanda; y que el transporte sea de acceso universal, sin importar: el género, la condición económica, migratoria o física-motriz, de las personas.

4. Eficiencia económica: que las inversiones de construcción o mantenimiento de infraestructura sean similares para todas las opciones de transporte. Minimizar el uso del transporte motorizado privado. Disminuir las externalidades (accidentes de tránsito, congestión, contaminación, afectaciones a la salud de la población a causa de la mala calidad del aire).

Los preceptos anteriores están inscritos en tres declaraciones internacionales: 1) la Carta Mundial del Derecho a la Ciudad (2004), elaborada por el Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Habitat); 2) la Agenda 2030: Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), aprobada en la Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible en 2015; y 3) la Nueva Agenda Urbana, presentada en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible (Habitat III), en 2016.

Estas iniciativas fueron firmadas por la mayoría de las naciones en el mundo. Sin embargo, como se describió párrafos arriba, los avances han sido mayores para las regiones desarrolladas. Éstas han mejorado sus esquemas de movilidad, a partir de políticas de ordenamiento y de planeación urbana y de transporte; además han realizado las inversiones en infraestructura y sistemas de transporte.

En las regiones en desarrollo, sólo las ciudades más grandes y económicamente importantes, han iniciado la transición hacia esquemas de movilidad sostenible; aunque su población continúa utilizando principalmente el transporte público informal y el vehículo particular. La movilidad urbana sostenible sigue siendo así, un gran desafío para estas naciones.

En el capítulo 4 de este documento (dentro del análisis de resultados del criterio de diagnóstico 3 *De gestión*), se profundiza en estos temas y se señalan los avances de México y sus ciudades en la materia.

CAPÍTULO 3

ESTUDIO DE LA MOVILIDAD. ENFOQUES Y MÉTODOS

3.1 TEORÍA DE LA MOVILIDAD

De acuerdo con la literatura, los primeros trabajos sobre el tema de movilidad se desarrollaron en el marco de la Geografía. Las aportaciones se dieron durante el siglo XX con trabajos de Ratzel (1914), Vidal de la Blanche (1922), Sorré (1943) y Hettner (1982), quienes introdujeron la Geografía Humana. Esta sugiere que el ser humano y las sociedades son objeto del medio natural; por lo que la Geografía debe considerar las formas en las que el hombre organiza su espacio a través de: sus relaciones, la distribución y el orden en el espacio, así como su desarrollo en el tiempo.

En años recientes el antecedente más significativo sobre el análisis de la movilidad urbana lo registra Hager Strand (1968), quien sugirió sistematizar la “biogeografía” cotidiana de las personas dentro de una comunidad urbana como si fuesen geografías individuales, y registrar los recorridos realizados por la población por medios espaciales y temporales (Vargas, 2012, p. 319).

Fue así que los desplazamientos de la población comenzaron a estudiarse por la Geografía, mediante la observación de las funciones espaciales en lugares a los que convergen y divergen flujos de personas, transportes, medios de comunicación, y en donde se generan relaciones sociales que evolucionan en el tiempo, dando paso a las estructuras espaciales.

3.2 ENFOQUES DE ESTUDIO PARA LA MOVILIDAD

Los enfoques para el estudio de la movilidad cotidiana difieren según la disciplina que la aborda. Carme Miralles (2002), Andrea Gutiérrez (2012) y Bruno Salerno (2012) coinciden en que las aportaciones teóricas principales para el estudio de la movilidad en el mundo se han desarrollado en las últimas cinco décadas (tabla 16), y subrayan tres enfoques utilizados: el cuantitativo, el cualitativo y el causal.

Tabla 16. Evolución en el análisis de la movilidad urbana: disciplinas y énfasis de estudio

Periodo	Disciplina	Énfasis de estudio
1970	Sociología Urbana Geografía Crítica	<ul style="list-style-type: none"> • Desigualdad social y territorial del transporte. • Comportamiento humano y las condiciones sociales de su desplazamiento.
1980	Geografía Social del Transporte Geografía de la Población	<ul style="list-style-type: none"> • Vínculo entre el transporte con los problemas sociales, mediante estudios cualitativos y cuantitativos, utilizando variables tecnológicas, territoriales y sociodemográficas.
1990	Geografía Urbana	<ul style="list-style-type: none"> • Se enfoca en el transporte y lo urbano. • Identifica que la ciudad no sólo se define a partir de variables socio-económicas, sino también, mediante los flujos cotidianos individuales.
2000	Geografía Urbana Geografía Humana Urbanismo Geografías Culturales	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de los cambios en la estructura morfológica y funcional de la ciudad. • Interés en los movimientos de la población. • Interés en la movilidad cotidiana de colectivos sociales no hegemónicos. • Estudian las realidades distintas de la movilidad. • Accesibilidad, elemento de estudio principal. • Importancia del territorio, las variables ambientales y la estructura socioeconómica, desde donde se analizan el transporte y la movilidad.

Elaboración a partir de Miralles, 2002b; Guerrero, 2010; Salerno, 2012; Gutiérrez, 2012.

El enfoque cuantitativo es usado principalmente por la geografía de los transportes, definida por B.S. Hoyle (1993) como: "la disciplina que estudia los sistemas de transporte y su impacto espacial, apoyada en los principios de movilidad universal y la multidisciplinariedad". Los primeros trabajos del transporte analizaron la circulación de personas y mercancías sobre la superficie terrestre.

Actualmente, esta disciplina estudia la movilidad cotidiana en relación al transporte como un bien de consumo (oferta en términos de infraestructura y de servicios), y analiza los flujos de transporte (o la cantidad de bienes y servicios trasladados), desde un punto de origen a uno destino (Miralles y Cebollada, 2009).

Los trabajos que utilizan este enfoque (llevados a cabo principalmente en Europa Occidental y Meridional, América del Norte y América Latina) generan bases de datos utilizando: encuestas y matrices origen-destino, tratamientos estadísticos, análisis de flujos, sistemas de información geográfica, cartografía digital y modelización en sistemas de información geográfica (Vargas, 2012; Salerno, 2012). Otras disciplinas, como la ingeniería del transporte y la economía urbana, también utilizan este enfoque para sus análisis de movilidad.

El enfoque causal tiene como premisa que el transporte es un factor explicativo o dependiente de las formas urbanas; es decir, los cambios en la estructura formal y funcional de una ciudad son consecuencia de los avances tecnológicos, por lo que su dimensión y su densidad se explican por el incremento de la velocidad del transporte. Sin embargo, este enfoque ha provocado una separación operativa y cultural entre dos disciplinas: la del transporte y la de la ciudad (Miralles, 2002).

Los trabajos que se desarrollan siguiendo la causalidad utilizan metodologías de las ciencias exactas y guardan cierto vínculo hacia el enfoque cuantitativo. A pesar de esto, Hall (1988) argumenta que la ciudad no puede analizarse desde las ciencias exactas, pues en ella existen elementos diversos que deben considerarse y cuantificarse. A pesar de esto, Offner (1992) expresa que el uso del método causal perdura, debido a la utilidad de la información en la toma de decisiones, dentro de los ámbitos administrativo y político.

Por su parte, Miralles (2002) señala que las premisas utilizadas en el enfoque causal deben replantearse, considerando la conexión que existe entre el transporte y el territorio. Deben también integrar contribuciones de las teorías humanistas, para así dar paso a una interacción entre dinámicas urbanas estructuradas como las sociales, económicas y culturales.

La geografía humana utiliza el enfoque cualitativo para estudiar los desplazamientos cotidianos de la población como parte de los movimientos espaciales de las personas. En este tipo de investigaciones se consideran variables territoriales, demográficas, socioeconómicas, de localización y de desplazamiento. Las sub disciplinas de la geografía humana (como la poblacional y la cultural) se aproximan a la movilidad cotidiana a partir del interés por los colectivos sociales no hegemónicos (Zelinsky, 1997; Farrington, 2007, citados en Miralles y Cebollada, 2009:194).

En el enfoque cualitativo, el elemento principal de estudio es la accesibilidad. Esto se define como: una dimensión espacial que analiza la facilidad con la que las personas salvan la distancia que los separa de lugares donde satisfacen sus necesidades o deseos. Por lo tanto, observa los desplazamientos de la población y la proximidad entre lugares (Esteban y Sanz, 1996; Lévy, 2000; Miralles, 2002). Algunos ejemplos de

trabajos sustentados en este enfoque, y dirigidos a la movilidad urbana de grupos sociales vulnerables, se han desarrollado principalmente en Francia, España, África Subsahariana, Chile, Argentina, Brasil y México.

La geografía humana percibe también la importancia del territorio, y en algunos casos, incorpora las variables ambientales con nuevos vértices desde donde se analizan los desplazamientos diarios de la población, la relación de la organización del territorio y el uso de modos de transporte con los efectos y costos ambientales, además de los impactos territoriales derivados de la infraestructura (Miralles y Cebollada, 2009, p. 195).

De acuerdo con Isunza (2017) los trabajos actuales sobre la movilidad (1994 a 2004) se han producido principalmente en Inglaterra, Estados Unidos de América, Italia, Australia, Francia, Bélgica, Alemania, Países Bajos, Lituania, Brasil, Japón, Grecia, India, Portugal, Canadá, Austria, Finlandia y China. Éstos centran su estudio en la planificación del transporte, en la movilidad cotidiana y en la movilidad urbana sostenible.

Hoy en día, la movilidad es abordada por varias disciplinas, las de mayor aporte son: la geografía, la ingeniería, las ciencias sociales y las ciencias ambientales. Dicho estudio multidisciplinario, ha permitido una evolución teórica y conceptual para la movilidad, pues en ésta se involucran: el funcionamiento del transporte, la infraestructura y los desplazamientos; que incorporan más nociones y dimensiones relacionadas con la construcción social del territorio (Isunza, 2017).

Esto ha llevado a un análisis de la movilidad desde dimensiones como: la urbana, la socio- ambiental y la de gestión (Isunza, 2017). La dimensión urbana, aborda la movilidad desde aspectos clave como: 1) el modelo de urbanización, y 2) las transformaciones espaciales que impactan en los

cambios de desplazamiento espacial; estos aspectos sugieren un análisis sectorial con un enfoque transversal.

La dimensión socio-ambiental vincula el tema de movilidad con el ambiente en búsqueda de ciudades sostenibles. Utilizan el concepto de "movilidad urbana sostenible" adoptando la noción de la Organización de las Naciones Unidas. En esta dimensión se analizan aspectos económicos implicados en la eficiencia energética y en la reducción del impacto ambiental de las actividades humanas; así como las prácticas sociales y las conductas en relación con el ambiente, procurando satisfacer la demanda de movilidad de la población, mejorando la accesibilidad y garantizando el derecho a un ambiente saludable.

Por último, la dimensión de gestión analiza la política pública de la movilidad. Plantea modelos de gestión transversal que consideran: 1) las necesidades de movilidad de grupos sociales específicos (género, estrato social, con capacidades motrices especiales); 2) temas de seguridad pública y vial; y 3) la distribución de equipamiento urbano necesario para proporcionar servicios diversos, bajo la perspectiva de espacios locales multifuncionales que reduzcan la necesidad de viajes.

Por lo tanto, el estudio de la movilidad urbana no sólo es observar los desplazamientos cotidianos de la población, sino todos los factores que en ella influyen; y su análisis se basa en la adopción de enfoques que estarán determinados por el fenómeno que se pretende examinar, así como las dimensiones desde las que se va abordar.

3.3 METODOLOGÍAS PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA MOVILIDAD

El diagnóstico de movilidad en una ciudad debe: 1) concentrar la información sobre las particularidades urbanas, las características de la población, su distribución espacial y sus formas de desplazamiento; y 2) identificar las opciones de transporte e infraestructura disponibles (ITDP, 2012, p. 50).

Por lo tanto, la disponibilidad de la información es esencial; los datos deben ser estructurados y categorizados para lograr resultados confiables, que puedan compararse con los disponibles en otras ciudades (IMCO, 2019, p. 3). Mientras que el análisis alcanzado debe permitir describir, relacionar y entender los problemas de movilidad en el estudio de caso.

Existen algunas metodologías que evalúan la movilidad urbana por medio de indicadores o índices. Costa *et al.* (2016) identifican 19 índices aplicados en el mismo número de ciudades en todo el mundo (Curitiba, Brasilia, Uberlandia, Anápolis, Itajubá, Goiania, Fortaleza, Hong Kong, Chicago y Milán, entre otras), que centran su análisis en aspectos: territoriales, de planeación urbana, de relaciones espaciales, de gestión urbana, de calidad de vida y de impacto ambiental. Una particularidad de estas ciudades y la aplicación de dichos índices es la disponibilidad de datos, que permiten llevar a cabo la evaluación.

En México, existe una carencia de información estadística para realizar análisis transversales o longitudinales sobre los desplazamientos cotidianos de la población. En las ciudades con información disponible se identifican: 1) falta de claridad conceptual; 2) ausencia de continuidad de las estadísticas; 3) falta de integración de esfuerzos institucionales para

diseñar un instrumento único que incorpore variables relacionadas con la movilidad residencial y cotidiana (Isunza, 2017).

A pesar de ello, existen algunos ejemplos de metodologías desarrolladas en el país. Por ejemplo, el Índice de Movilidad Urbana desarrollado por el Instituto Mexicano para la Competitividad. Este índice evalúa aspectos como: accesibilidad, transporte seguro, contexto urbano, aire limpio, gestión, políticas públicas sobre movilidad y economía competitiva. En su evaluación del año 2019 el IMCO observó una falta de datos sobre movilidad en el 70% de las ciudades mexicanas; por lo tanto, sólo se concentró en el análisis de algunas de éstas.

Ante la ausencia de información, las ciudades tienen la necesidad de generarla mediante metodologías de diagnóstico, que actualmente se incluyen en las guías para la elaboración de programas de movilidad urbana.

El Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo (ITDP) cuenta con una guía que incluye lineamientos para una movilidad urbana sostenible, y se sustenta en otros documentos generados en países europeos (España, Francia, Inglaterra y Alemania), así como en metodologías mexicanas sobre ordenamiento territorial y desarrollo urbano.

La guía propuesta por el ITDP incluye en su fase de diagnóstico, una metodología estructurada en cuatro categorías de análisis: a) demográfica, económica, social y cultural; b) medio ambiente, ocupación del territorio y movilidad; c) seguridad; y d) contexto jurídico, político y administrativo (ITDP, 2012).

Es decir, dicha metodología coincide con las dimensiones de análisis para la movilidad identificadas por Isunza (2017): la urbana, la socio-ambiental y la de gestión. El objetivo de un diagnóstico integral es que la información

generada permita identificar las problemáticas, y sustentar la toma de decisiones futuras que incluyen: la movilidad, la planeación, el desarrollo urbano, y la calidad ambiental.

Otra propuesta de diagnóstico para la movilidad urbana vinculada a procesos urbanos (que también se secciona en áreas de estudio) es la desarrollada por Schteingart e Ibarra (2016), que adopta un enfoque causal (estructura urbana-movilidad) y establece un análisis histórico para observar los fenómenos de crecimiento urbano, de expansión territorial y de evolución del transporte.

En otras partes del mundo, pueden identificarse más metodologías para el análisis de la movilidad, con enfoques distintos y con perspectivas específicas. La aplicabilidad de éstas dependerá de la disponibilidad de información. En ciudades en crecimiento, los desplazamientos de la población y sus efectos no son observados ni cuantificados, por ello, requieren implementar herramientas de análisis para caracterizar su movilidad y definir sus problemáticas.

A continuación, se expone la propuesta metodológica diseñada para esta investigación, que se centra en la obtención de información, para definir las características de la movilidad urbana, sus problemáticas y sus impactos.

3.4 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS MULTIDIMENSIONAL DE LA MOVILIDAD

3.4.1 SUSTENTO TEÓRICO

Para el diseño de la propuesta metodológica, se adoptó el enfoque causal, pues entre sus objetivos están: a) la obtención de las características de la movilidad de la población; b) el análisis de los

desplazamientos cotidianos; y c) los efectos de la movilidad sobre el territorio urbano y el ambiente. Por lo tanto, se considera al transporte y a la forma urbana como factores explicativos de las dinámicas de la movilidad de la población, de la que derivan impactos: urbanos, sociales y ambientales.

Esta propuesta integra además las sugerencias teóricas dictadas por Carme Miralles (2002), Ángel Cebollada (2003), Andrea Gutiérrez (2012) y Georgina Isunza (2017), al integrar dimensiones de análisis distintas; y adhiere algunos elementos de estudio planteados por el ITDP (2012) y por Schteingart e Ibarra (2016) quienes observan el vínculo entre desarrollo urbano y movilidad (figura 4).

Figura 4. Dimensiones y criterios de diagnóstico para el análisis multidimensional de la movilidad urbana



Elaboración propia.

A partir de la *dimensión urbana*, se analizan las cualidades: formales, estructurales, de localización y de densidad de la ciudad. Así como los marcos normativo y de planeación que rigen en materia de movilidad.

Con la *dimensión demográfica* se identifican la población móvil y sus posibles necesidades de desplazamiento de acuerdo a la actividad socioeconómica que realiza. A través del análisis de la movilidad cotidiana, se estudian las características de los desplazamientos de la población y sus necesidades: económicas, sociales, tecnológicas y culturales.

Con la *dimensión transporte*, se examinan las opciones de transporte y de infraestructura disponibles, y la percepción de la población respecto a su movilidad cotidiana. Mientras que con la *dimensión ambiental*, se evalúan los impactos que derivan de las prácticas de la movilidad; principalmente los que afectan la calidad del aire.

A partir de las dimensiones de análisis señaladas, la metodología se estructuró en seis criterios de diagnóstico: 1) Población, 2) Urbano, 3) De gestión, 4) Movilidad cotidiana, 5) Oferta y demanda, y 6) Ambiental. Para cada una, se establecieron diagnósticos distintos (cualitativos y cuantitativos), que permitieron obtener la información en periodos de tiempo determinados (tabla 17).

Tabla 17. Criterios de diagnóstico para el análisis multidimensional de la movilidad urbana. Descripción de análisis y resultados

Criterios de Diagnóstico	Enfoque	Método	Análisis	Resultados
1. Población	Cuantitativo	Estadística descriptiva Periodo de análisis 1980-2020	I. Crecimiento demográfico II. Estructura demográfica (por edad y sexo) III. Estadística socioeconómica IV. Indicadores de vivienda V. Indicadores de participación económica de la población	1. Demanda de desplazamientos por hombres y mujeres. 2. Demanda de desplazamiento por actividad económica. 3. Demanda de desplazamiento por estudiantes según nivel de escolaridad. 4. Número de habitantes promedio por vivienda por sector urbano.
2. Urbano	Mixto	a) Estadística descriptiva b) Análisis cartográfico c) Análisis documental Periodo de análisis 1980-2020	I. Crecimiento urbano II. Extensión territorial III. Evolución de forma y estructura urbanas IV. Distribución de actividades económicas en el territorio urbano	1. Indicadores de crecimiento y de expansión. 2. Criterios de metropolización y periurbanización. 3. Definición de una forma urbana polinuclear. 4. Definición de usos de suelo monofuncionales. 5. Problemas de conectividad y accesibilidad. 6. Barreras físicas y artificiales sobre el territorio urbano que inhiben la movilidad.

Criterios de Diagnóstico	Enfoque	Método	Análisis	Resultados
3. De gestión	Cualitativo	<p>Revisión y análisis documental</p> <p>Periodo de análisis 2019-2020</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El marco normativo y de planeación para la movilidad. En los contextos: <ul style="list-style-type: none"> • Mundial • Nacional • Estatal • Metropolitano • Municipal 2. Situación actual de la movilidad (en materia normativa y de planeación) en las escalas: nacional, estatal y local 	<ol style="list-style-type: none"> a) Lineamientos internacionales que son guía para la movilidad urbana. b) Leyes que rigen sobre la movilidad en México. c) Instrumentos de planeación vigentes que observan criterios de movilidad urbana. d) Situación actual sobre la normativa en materia de movilidad en diferentes estados. e) Estatus normativo y de planeación: estatal, metropolitana y municipal del estudio de caso.
4. Movilidad cotidiana	Cualitativo	<ol style="list-style-type: none"> I. Encuestas de movilidad II. Matrices Origen-Destino III. Estadística y cartografía descriptiva <p>Periodo de análisis 2019-2020</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Características de los desplazamientos 2. Análisis de flujos origen-destino 3. Frecuencia de desplazamientos 4. Costos de viaje 5. Distancias y tiempos de recorrido 6. Transportes utilizados 	<ol style="list-style-type: none"> a) Viajes promedio por habitante. b) Características de los desplazamientos cotidianos de la población urbana. c) Disponibilidad de opciones de transporte. d) Uso y frecuencia de los transportes disponibles. e) Características de la movilidad cotidiana de la población. f) Volumen de desplazamientos, su origen y su destino. g) Sectores urbanos con más volumen de viajes origen y de destino. h) Tiempos y distancias de recorrido.

Criterios de Diagnóstico	Enfoque	Método	Análisis	Resultados
5. Oferta y demanda	Cuantitativo	I. Estadística descriptiva II. Encuestas de movilidad Periodo de análisis 2019-2020	1. Incremento de la flota vehicular estatal (1980-2019) 2. Incremento y distribución de la flota vehicular: metropolitana y municipal 3. Modos de transporte disponibles para la movilidad urbana 4. Análisis de la percepción de la población sobre la disponibilidad y el uso del transporte	a) Obtención de índices de motorización: metropolitano y municipal. b) Distribución porcentual de las modalidades de transporte que circulan en la ciudad. c) Tipos de transporte de uso público colectivos. d) Demanda de transportes por parte de la población móvil. e) Criterios de percepción del transporte público y privado.
6. Ambiental	Cuantitativo	I. Estadística descriptiva II. Encuestas de movilidad III. Modelado de datos Periodo de análisis 2019	1. Actividad vehicular de acuerdo al número de vehículos registrados en circulación 2. Cálculo de factores de emisión 3. Estimación de emisiones de contaminantes atmosféricos por fuentes móviles	a) Estratificación de la flota vehicular por año-modelo. b) Actividad vehicular y hábitos de conducción por usuarios de transporte motorizado: público y privado. c) Determinación de factores de emisión por tipo de transporte. d) Volumen de las emisiones totales de contaminantes criterio derivadas de las fuentes vehiculares que circulan en la ciudad.

Elaboración propia.

En el criterio de diagnóstico 1 *Población*, se determinan las características socio-demográficas y económicas que influyen en las necesidades de movilidad de las personas. Con los indicadores seleccionados se pueden inferir parte de las generalidades de viajes, así como los volúmenes de población que necesitan acceder a ciertos espacios para realizar sus actividades económicas o académicas.

Con el criterio de diagnóstico 2 *Urbano*, se estudian: a) los indicadores propuestos por el Sistema Urbano Nacional; b) las tendencias de crecimiento territorial y el aumento de la mancha urbana durante el periodo de análisis propuesto; c) la evolución de la morfología y de la estructura urbanas; y d) la localización de las actividades económicas principales del caso de estudio.

A partir del criterio de diagnóstico 3 *De gestión*, se seleccionan los lineamientos internacionales, leyes generales y reglamentos que regulan en materia de movilidad; además de analizar cómo se integra el tema dentro de las políticas de planeación y de desarrollo.

El criterio de diagnóstico 4 *Movilidad urbana*, define la población móvil en el estudio de caso. Con la implementación de una encuesta de movilidad se adquiere información referente a: 1) número de viajes realizados, 2) origen y destino de los trayectos, 3) modos de transporte empleados, 4) distancias y tiempos de recorrido, 5) costos de viajes y 6) percepción de servicio, accidentalidad y contaminación.

Por otra parte, con la elaboración de una matriz origen-destino: a) se examinan las dinámicas de los desplazamientos en el territorio urbano; b) se calculan y zonifican los volúmenes de viajes origen y destino; c) se definen las áreas de atracción y generación de viajes en la ciudad; y d) se distinguen las afectaciones posibles que pueden generarse en las puntos atractores de viajes en la ciudad: tráfico, congestión, saturación de transporte, accidentalidad y contaminación.

En el criterio de diagnóstico 5 *Oferta y demanda*, se categoriza el parque vehicular que circula en la ciudad; se calculan las tasas de crecimiento en un periodo de tiempo seleccionado; se define el índice de

motorización; y se determina la actividad vehicular según el tipo de vehículo.

Finalmente, con el criterio de diagnóstico 6 Ambiental, se observan los efectos ambientales que derivan de la movilidad. Se realiza una estimación del total de emisiones contaminantes provocadas por las fuentes vehiculares en circulación. Se calculan los factores de emisión de contaminantes criterio como: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles (COV), dióxido de azufre (SO₂) y partículas en suspensión (PM₁₀ y PM_{2.5}). Con las características del parque vehicular y de su actividad, se definen los volúmenes totales de contaminantes criterio que se emiten anualmente a la atmósfera.

Para validar su efectividad, la metodología descrita se aplicó en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí; una ciudad de tamaño medio que está en proceso de crecimiento; y en dónde, hasta el momento, los desplazamientos cotidianos de su población han sido estudiados de manera breve y aislada. A continuación se explican los procesos de aplicación y los resultados obtenidos para cada criterio de diagnóstico.

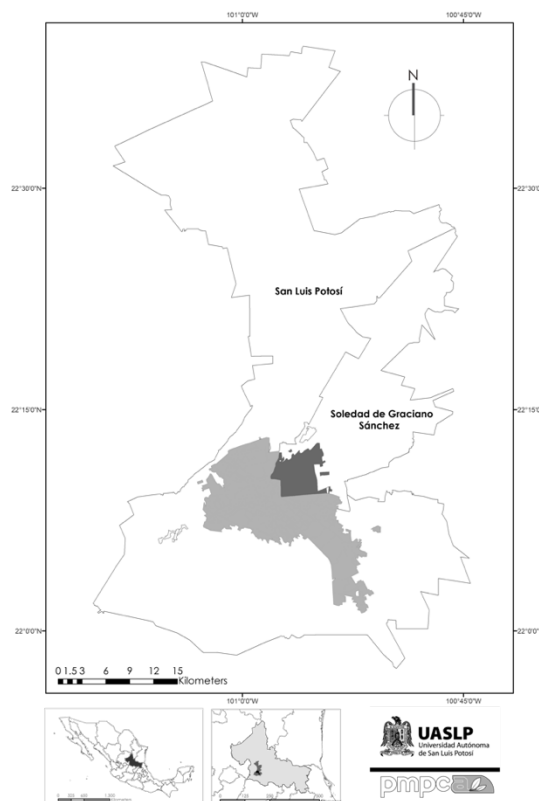
CAPÍTULO 4

DINÁMICAS DE MOVILIDAD URBANA EN LA ZONA METROPOLITANA DE SAN LUIS POTOSÍ

4.1 ÁREA DE ESTUDIO

La Zona Metropolitana de San Luis Potosí (ZMSLP) es una de las 74 zonas metropolitanas de México, identificada en el Sistema Urbano Nacional (CONAPO y SEDATU, 2018). Corresponde a una conurbación entre dos municipios contiguos: San Luis Potosí (SLP) y Soledad de Graciano Sánchez (SGS), que comparten una ciudad central y están relacionados funcionalmente (figura 5).

Figura 5. Zona Metropolitana de San Luis Potosí



Elaboración propia. Mapa elaborado en ArcGis versión 10.3.

El municipio de SLP se localiza en las coordenadas geográficas 22° 09' 04'' de latitud Norte y 100° 58' 34'' de longitud Oeste; a una altura de 1,860 metros sobre el nivel del mar (msnm); tiene una extensión territorial de 1,482.3 km² y representa el 2.27% del total de la superficie estatal. El municipio de SGS se sitúa entre las coordenadas geográficas 22° 11' latitud Norte y 100° 56' longitud Oeste; con una altitud de 1,850 msnm; y tiene una extensión de 344.33 km² (Ayuntamientos SLP-SGS, 2011; Implan, 2019).

Actualmente, la ZMSLP tiene una participación demográfica y económica importante a nivel estatal y nacional, debido a su incorporación a la región económica centro norte del país, que le ha otorgado una dinámica industrial importante, además de impulsar otras actividades como la turística y la de servicios. Además, la ZMSLP cuenta con redes de comunicación convenientes que la conectan con el norte, sur, este y oeste del país, y que la acercan a las tres zonas metropolitanas más grandes: Valle de México, Guadalajara y Monterrey, con las que tiene vínculos comerciales. Por ello, se pronostica que la metropoli continuará con su crecimiento físico, demográfico y económico.

4.2 CRITERIO DE DIAGNÓSTICO 1 (POBLACIÓN)

4.2.1 MÉTODO DE DIAGNÓSTICO

Para determinar la dinámica demográfica en la ZMSLP, en el periodo de 1980 a 2020; se llevó a cabo un análisis estadístico descriptivo, mediante la consulta de las bases de datos que elabora el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI); y que están disponibles a consulta pública. Los indicadores seleccionados fueron:

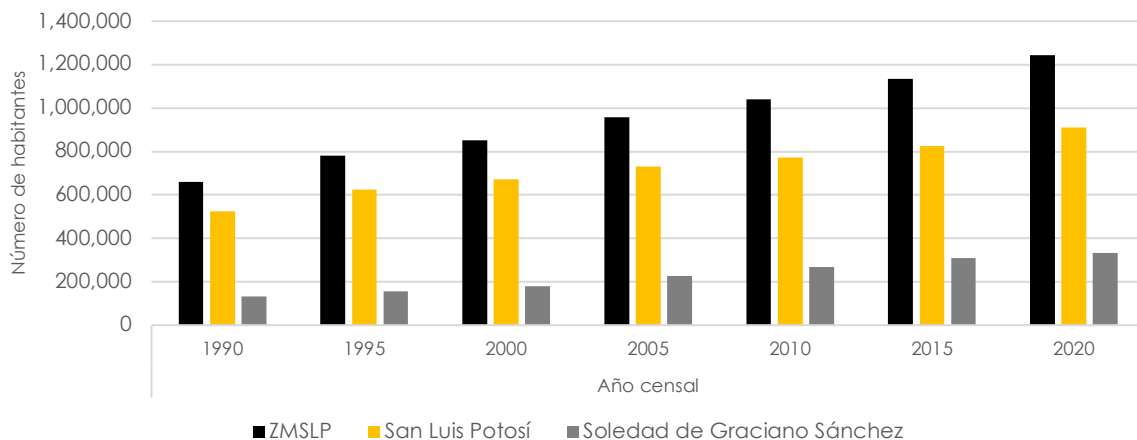
- a) Demográficos: población total de la ZMSLP; tasas de crecimiento quinquenales; y distribución de la población, de acuerdo al sexo y por grupos de edad.
- b) Económicos: población de 12 años y más económicamente activa, su distribución según sexo; población ocupada por sector; población ocupada por municipio; población de 12 años y más no económicamente activa y su actividad.
- c) De educación: población en edad escolar de 3 a 24 años; y población de 5 años y más que asiste a la escuela.
- d) Hogares: población en hogares familiares; población en hogares no familiares; promedio de ocupación en hogares familiares; porcentajes de hogares familiares y unipersonales.

Con el análisis de los indicadores se logró conocer y describir la dinámica de la población para determinar las características sociales y económicas que motivan la movilidad en la ZMSLP.

4.2.2 DINÁMICA DEMOGRÁFICA DE LA ZMSLP

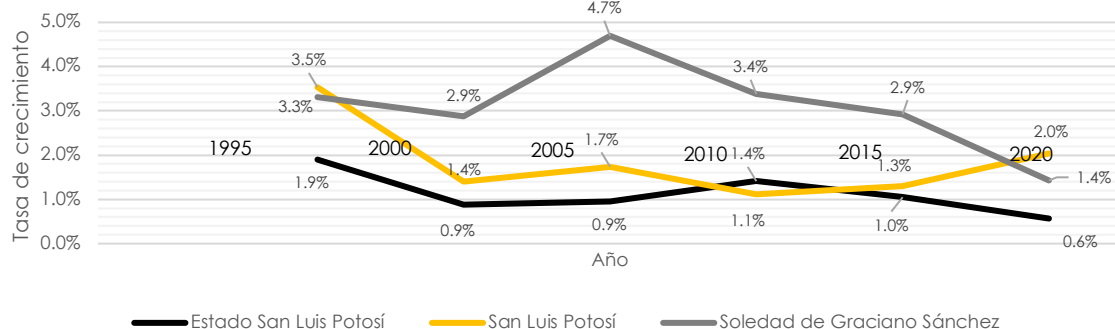
La ZMSLP tiene una población total de 1,243,571 habitantes. El 73% de éstos viven en el municipio de SLP y el 27% restante en SGS (INEGI, 2020; IMPLAN, 2019)(figura 6). La ZMSLP es el área económica más importante del Estado pues concentra el 42% de su población, y contribuye con el 74% de su Producto Interno Bruto (COPLADE, 2015; INEGI, 2020). Las tasas quinquenales de crecimiento de la población son positivas para ambos municipios, pero actualmente las correspondientes a SGS son superiores a las de SLP (figura 7).

Figura 6. Población de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí (1990-2020)



Elaboración propia a partir de INEGI, 2020.

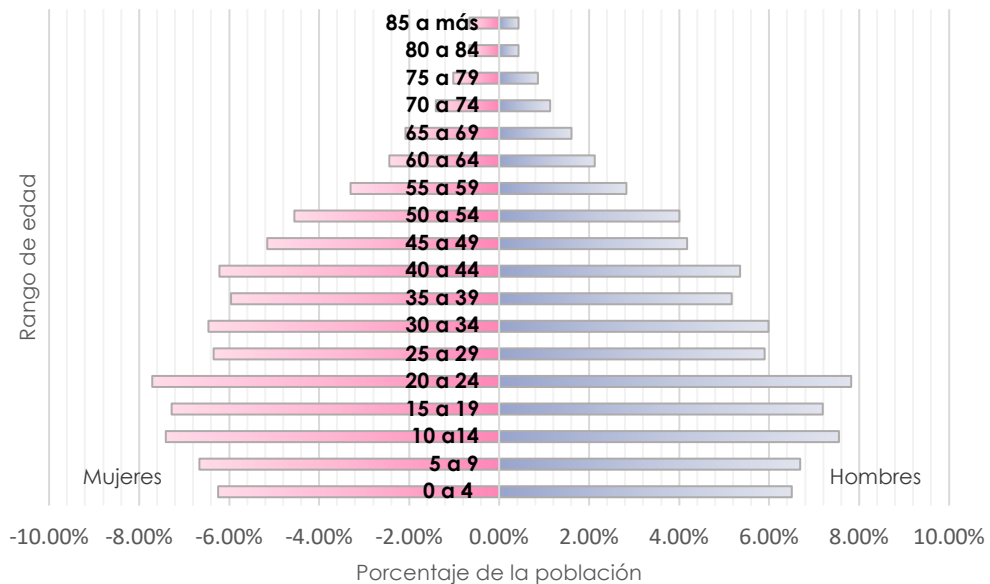
Figura 7. Tasas de crecimiento de la población por municipio de la ZMSLP (1990-2020)



Elaboración propia a partir de INEGI, 2020.

En la ZMSLP, la dinámica de participación de la población por sexo, es equilibrada: el 52% de la población son mujeres y el 48% son hombres. Mientras que la distribución de la población por grupos de edades indica que la ZMSLP es habitada por población joven, preferentemente: el 23% oscila entre los 0 a 9 años; el 26% entre los 10 a 19 años; el 24% entre los 20 a 30 años; el 39% tiene edades de 30 a 50 años; el 20% de 50 a 70 años; y el 6% tiene más de 70 años (figura 8).

Figura 8. Distribución de la población por grupos de edades en la ZMSLP



Elaboración propia a partir de INEGI, 2020.

El 55.9% de la población de la ZMSLP es económicamente activa; de ésta cifra, 60.5% son hombres y 39.7% son mujeres. De la población total ocupada en la ZMSLP, el 31% trabaja en la industria manufacturera, el 26% en el comercio, el 27% en la prestación de algún servicio y el 6% en la construcción (INEGI, 2018).

Por otro lado, el 44% de la población de la ZMSLP no trabaja; el 41% se dedica a actividades del hogar, el 39% estudian, el 8% son personas pensionadas o jubiladas, el 6% se dedican a otras actividades no remuneradas y el 3% son personas con alguna capacidad motriz especial. Del total de la población que estudia en la ZMSLP (398,636 personas), el 22% asiste a preescolar, el 31% a primaria, el 34% a secundaria, y el 17% realiza sus estudios de nivel medio superior y superior (INEGI, 2018).

Finalmente, los índices de densidad de población en la ZMSLP varían según el municipio. En el municipio de San Luis Potosí se distribuyen en promedio 556 hab/km²; una densidad baja, que puede expresar un

fenómeno de dispersión; mientras que el municipio de Soledad de Graciano Sánchez registra 1086 hab/km², con una urbanización que está sucediendo a una velocidad considerable. Respecto a los indicadores de habitabilidad y vivienda señalan que el 88% de la población de la ZMSLP habita en hogares familiares, con un promedio de ocupación de cuatro personas por hogar (INEGI, 2018).

4.2.3 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS QUE INFLUYEN EN LA MOVILIDAD

Con el análisis estadístico expuesto, se estableció lo siguiente:

1. La población en la ZMSLP ha tenido un crecimiento constante en los últimos cuarenta años. La estadística refleja la importancia demográfica y económica del municipio de San Luis Potosí, por ser éste, donde se sitúa la ciudad central; y por tener la proporción mayor de población económicamente activa y ocupada. Esto determina que en este municipio se desarrolla una movilidad mayor.
2. El municipio de SGS concentra menos población; sin embargo, sus tasas de crecimiento son superiores que las del municipio de SLP. Es decir, se está produciendo una urbanización rápida en SGS, aunque la movilidad de sus habitantes, tiene como destino la ciudad central.
3. Las densidades de población identificadas para ambos municipios, sugieren que en SLP la dispersión urbana incrementa las distancias y dificulta el acceso de las personas a diferentes lugares. Mientras que en SGS, la accesibilidad podría ser mejor, debido a la proximidad entre sitios, aunque existen otras condicionantes de la accesibilidad como: opciones de transporte y vialidades.

4. De acuerdo con la estadística revisada sobre la distribución de la población (sexo y grupos de edad), y su dinámica económica o social, se puede inferir que, en la ZMSLP existe una movilidad pendular (casa-trabajo, casa-escuela), pues el 82% de las personas está en edad productiva y en formación académica. De éstos, el 35% requiere desplazarse diariamente a centros de estudio (preescolar, primaria, secundaria o preparatoria); el 17% hacia alguna universidad; y el 28% hacia su lugar de trabajo.
5. Del total de la población económicamente activa y ocupada, el 33% son funcionarios, profesionistas, técnicos y administrativos; el 28% son trabajadores de la industria, y el 1% son trabajadores agropecuarios (INEGI, 2018). Por ello, parte de la movilidad cotidiana es hacia las áreas de la ciudad donde se localizan: la industria, el comercio, los servicios y los espacios administrativos y los centros educativos.
6. Gran parte de la población vive en hogares familiares, y tienen comportamientos de desplazamiento distintos. Los adultos pueden hacer más trayectos de los habituales, como llevar o recoger a alguien; los integrantes de la familia pueden utilizar modos de transporte distintos; o en cada vivienda pueden existir más de un vehículo particular.

El análisis demográfico expuesto en este apartado, aportó elementos para conocer algunas de las necesidades de movilidad de los habitantes de la ZMSLP, acordes a sus características sociodemográficas y socioeconómicas. Las inferencias enumeradas, párrafos arriba, son corroboradas con los resultados de los criterios de diagnóstico, que se describen a continuación.

4.3 CRITERIO DE DIAGNÓSTICO 2 (URBANO)

4.3.1 MÉTODO DE DIAGNÓSTICO

En esta fase de investigación se trabajó con estadística, cartografía y bibliografía, para la obtención de información relacionada con: 1) el crecimiento y la extensión territorial de la ZMSLP; 2) la morfología de la ciudad y su evolución; y 3) la localización de la infraestructura y de las actividades económicas dentro de la mancha urbana. Los primeros dos análisis se realizaron durante el periodo de 1980 a 2020, mientras que el tercero consideró el tiempo actual (2020).

Mediante el análisis estadístico se valoraron los indicadores propuestos por el Sistema Urbano Nacional, así como las tendencias de crecimiento territorial. Mientras que, con el estudio de la cartografía y de la bibliografía se generaron las descripciones de las etapas de evolución de la morfología urbana; además de la localización de actividades económicas y de infraestructura sobre el territorio urbano.

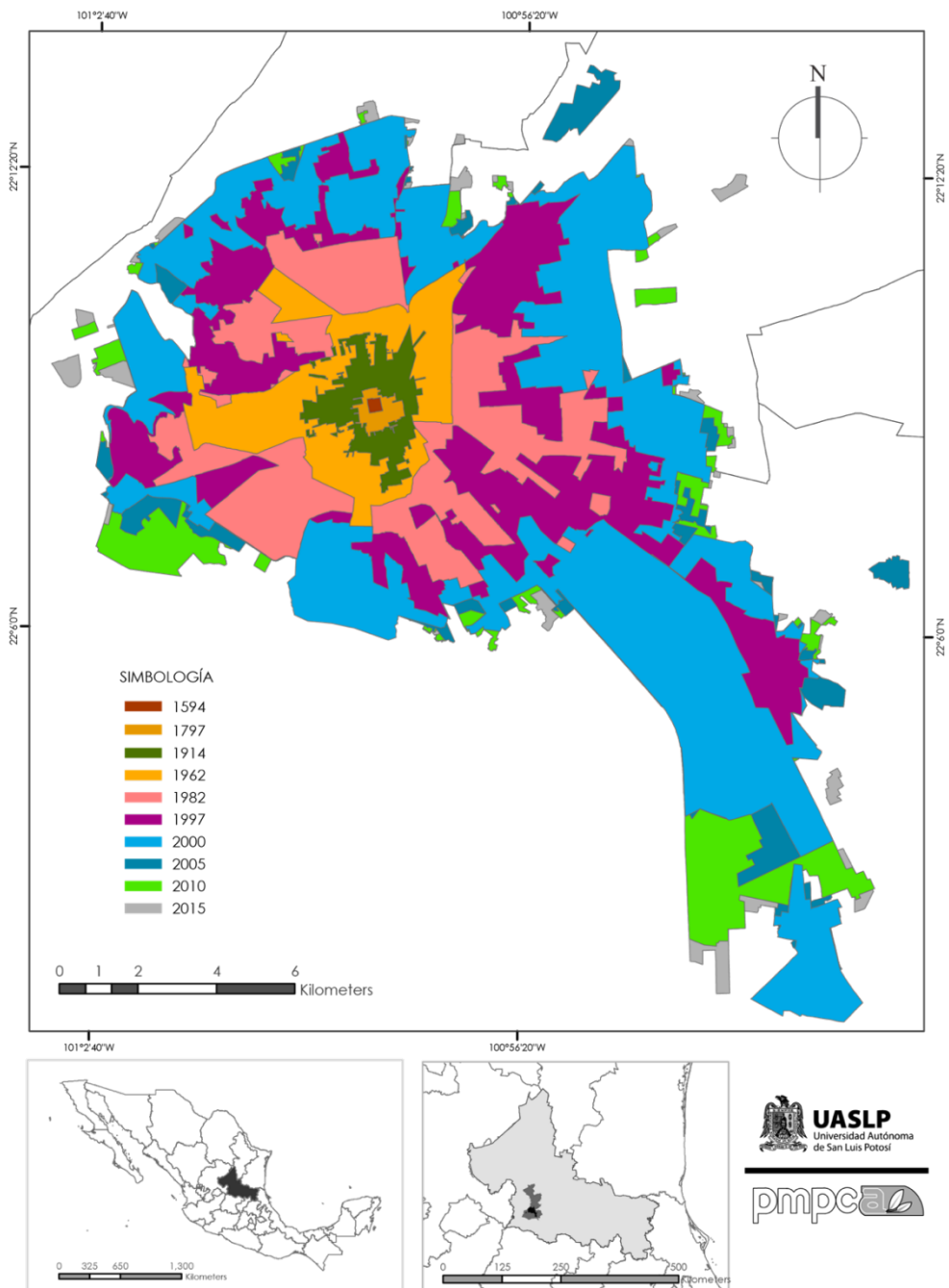
4.3.2 CARACTERÍSTICAS URBANAS DE LA ZMSLP

La Zona Metropolitana de San Luis Potosí (ZMSLP), desde su fundación hasta la actualidad, ha tenido un crecimiento significativo de su superficie (figura 9). Según Amuzurrutia, Aguirre y Sánchez (2015), durante el periodo de 1990 al 2009, el territorio urbano tuvo un aumento del 107%, con una tasa de crecimiento media anual del 3.91%.

Para el 2019, el Instituto Municipal de Planeación de San Luis Potosí, determinó una superficie de 28,112 hectáreas, y señaló que ésta era cinco veces mayor que la existente en 1980. En contraste, en el mismo periodo, la población aumentó sólo 2.4 veces. Por lo tanto, no existe una

correlación positiva pero diferenciada entre el crecimiento territorial con el demográfico.

Figura 9. Crecimiento territorial de la ZMSLP (1594-2015)



Elaboración propia, a partir de INEGI, 2015. Mapa elaborado en ArcGis versión 10.3.

Tabla 18. Evolución de la ciudad de San Luis Potosí: física, demográfica, urbana y económica (1592-1722)

Periodo	Características urbanas
1592-1623	<ul style="list-style-type: none"> ● La actividad económica principal fue la minería. ● Existió una migración importante de otras partes del virreinato como: Zacatecas, Tlaxcala, Michoacán, Querétaro y México. ● Los primeros asentamientos humanos se localizaban en la periferia entorno al núcleo central (plazas cívicas). ● El esquema espacial incluía: seis barrios, dos pueblos de indios constituidos y un puesto de indios. ● La traza urbana era una disposición en núcleos y territorios ligados por caminos. ● Comenzaron a surgir las haciendas de beneficios (de procesamiento de extracción minera).
1623-1656	<ul style="list-style-type: none"> ● Periodo de desarrollo económico lento. Las haciendas asumen el papel económico principal y se empiezan a diversificar sus actividades. ● Se mantiene la estructura urbana central, con un circuito de conjuntos religiosos.
1656-1690	<ul style="list-style-type: none"> ● San Luis Potosí deja de ser pueblo para convertirse en ciudad, con un avance urbano y social. ● Se presenta un fenómeno de despoblamiento en el centro de la ciudad, y empiezan a poblarse las periferias, debido al impulso económico de la ganadería y la agricultura.
1690-1722	<ul style="list-style-type: none"> ● Se presenta el último auge minero y se consolida la actividad económica en las haciendas. ● Los asentamientos humanos estaban dispersos en estancias, haciendas, puestos y pueblos. Existió una diversificación demográfica, social y cultural. ● En 1681, el número de habitantes era de 7,510, distribuidos en barrios, pueblos indios, ranchos, haciendas y otros asentamientos. ● La traza urbana era de tipo ortogonal con calles que interconectaban las plazas, que eran los sitios principales para actividades comerciales, de servicios y recreacionales. ● Para finales del siglo XVIII, la ciudad tenía un equipamiento mínimo para dar atención a necesidades de educación, salud, comercio, vivienda, infraestructura minera, asistencia social, abasto, administración, culto religioso, recreación, entre otras. ● Aparecieron las primeras problemáticas ambientales como el agotamiento de fuentes de agua y la deforestación de la sierra.

Elaboración propia a partir de Galván, 2005.

Desde su fundación, en el año de 1583 como una congregación novohispana, la ZMSLP ha experimentado diferentes etapas de crecimiento y de desarrollo. En 1656 obtuvo su título como ciudad; más adelante, en el periodo de 1592 a 1722, tuvo procesos económicos, sociales y territoriales diferentes que se sintetizan en la tabla 18.

Posterior a las etapas señaladas, se presentaron otras más. De 1880 a 1920 existieron cambios urbanos considerables como el crecimiento demográfico y la modificación de la traza urbana que se extendió con el propósito de integrar los barrios con el centro histórico de la ciudad. Después de 1860 al 2000 se propició un desarrollo económico, social y tecnológico importante vinculado a la actividad industrial. El crecimiento de la ZMSLP se intensificó desde 1970, cuando ocupó un área de 2,308 hectáreas, que se incrementó 16,535 hectáreas, en el 2005; es decir, el territorio urbano creció siete veces en 35 años.

Por lo que se refiere a la morfología de la ciudad, de 1592 a 1710 prevaleció un modelo concéntrico característico de la ciudad novohispana; posteriormente, de 1880 a 1920 existió una distribución sectorial; y de 1920 a 1960 una sectorizada. De 1960 al 2020 se ha desarrollado un modelo policéntrico (Borsdorf, 2003; Guerrero, 2010).

Esta diversificación morfológica está asociada a su expansión que ha rebasado las barreras físicas y geográficas del territorio, y propiciado: el crecimiento urbano horizontal, el surgimiento de usos de suelo mono funcionales, así como la incorporación de tierras de uso no urbano, al perímetro metropolitano (Moreno, 2010; Moreno et al., 2016; IMPLAN, 2019).

Junto con el crecimiento de la superficie urbana y los cambios de su morfología; las prácticas de movilidad de la población también se han

modificado. Guerrero (2010) establece que la movilidad en la ZMSLP ha experimentado facetas distintas (tabla 19).

Tabla 19. Facetas de la movilidad en la ciudad de San Luis Potosí

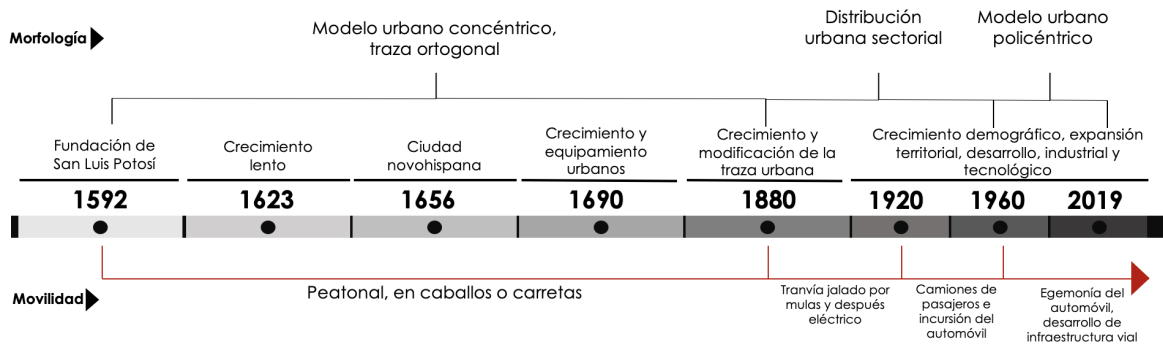
Periodo	Características de la movilidad urbana
1592-1877	<ul style="list-style-type: none"> • Movilidad preferentemente peatonal, en caballos o carretas. • A mediados del siglo XIX se identificó la aparición de los carros de providencia de tracción animal que mejoraron la comunicación, así como la comodidad, rapidez y seguridad en los viajes.
1987-1932	<ul style="list-style-type: none"> • Existió el tranvía jalado por mulas. • Posteriormente, el tranvía se mecanizó y funcionó con electricidad. Aunque al inicio tuvo una utilidad recreacional, con el tiempo atendió las necesidades de movilidad de la población. • En 1883 se logró la conectividad del Centro de la ciudad con las periferias y con el municipio de Soledad. • Un periodo de avance en la movilidad y la conectividad del transporte. • Se generaron los primeros registros de migración rural hacia el entorno urbano.
1914-1945	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporación del transporte motorizado, alimentado por combustibles fósiles. • En 1918 comenzó la movilidad a bordo del camión de pasajeros y la comercialización del automóvil. • En 1930 apareció la Unión de Camioneros de la ciudad. • Debido a la poca rentabilidad y a problemas financieros del organismo que proporcionaba la electricidad, en 1932 desaparecieron los tranvías eléctricos.
1945-2010	<ul style="list-style-type: none"> • Existió un desarrollo de infraestructura vial importante. Aparecen las autopistas y la movilidad se vuelve preferentemente motorizada. • El transporte público extendió su infraestructura (número de vehículos, paradas de autobuses). • Junto con el crecimiento demográfico y territorial, aumentó la comercialización y la adquisición de automóviles. • El parque vehicular aumentó y con ello aparecieron las problemáticas de congestión y contaminación atmosférica.

Elaboración propia a partir de Guerrero, 2010.

Con la información descrita en este apartado, puede establecerse una relación causal entre el crecimiento urbano y el transporte motorizado; es

decir, una *homologación estructural* entre transporte-territorio, tal como lo establece Offner (1992), citado en (Miralles, 2002).

Figura 10. Relación causal entre el crecimiento urbano y la incursión del transporte motorizado en la ZMSLP



Elaboración a partir de Galván, 2005 y Guerrero, 2010.

En la figura 10 puede observarse que la incursión de los transportes motorizados en la ZMSLP, y su adopción para la movilidad cotidiana de la población, han promovido los asentamientos alejados del centro de la ciudad, pues éstos permiten recorrer distancias largas en tiempos cortos. Esta condición se está modificando, ya que el aumento en el número de vehículos, está saturando las vialidades, y entorpeciendo la circulación fluida.

4.3.3 ESTRUCTURA URBANA VIAL

Además de la morfología urbana, la estructura de una ciudad también condiciona la movilidad de la población. Las facetas de crecimiento y desarrollo distintas, por las que ha atravesado la ZMSLP, han promovido una variabilidad de su forma y estructura. En el Centro de la ciudad se conservan las trazas ortogonales; luego existe una estructura lineal marcada por sus avenidas; y posteriormente se observan núcleos esparcidos en el territorio urbano, que tratan de conectarse mediante circuitos periféricos.

El sistema vial de la ZMSLP tiene diferentes tipologías de vialidades (figura 11). El sistema de vialidad primaria está constituido por tres anillos, cuatro ejes de penetración regional (carreteras federales 49, 57, 70 y 80), vías radiales y de acceso controlado.

El anillo exterior o anillo periférico está formado por cinco tramos: periférico oriente, periférico norte, periférico poniente, libramiento poniente y Boulevard Antonio Rocha Cordero; de cuatro carriles. En su momento éste fue diseñado para la circulación del tráfico pesado y evitar su paso por la ciudad; sin embargo, actualmente funciona como una vialidad primaria, pues su delimitación fue rebasada por el crecimiento urbano.

El anillo intermedio o circuito Salvador Nava - Río Santiago se conforma por cuatro tramos: al norte el Boulevard Río Santiago, al poniente la avenida Sierra Leona, al sur el Boulevard Salvador Nava y en el oriente la carretera federal 57-Matehuala (figura 11).

El anillo central es el que delimita el centro histórico de la ciudad de San Luis Potosí, y proporciona un servicio vial importante al sistema de transporte público urbano. En el sentido de las manecillas del reloj, éste se conforma por: avenida Reforma, Eje Vial, avenida Constitución, avenida Primero de Mayo, Calle Pascual M. Hernández, avenida Reforma; en el sentido inverso: lado oriente Alameda, avenida Manuel José Othon, avenida 20 de Noviembre, avenida Reforma, Eje Vial, Ponciano Arriaga, avenida y calle Pedro Montoya, avenida Pedro Moreno, Urestí, avenida Mariano Jiménez, avenida Zenón Fernández, avenida Coronel Romero, avenida Reforma, Miguel Barragán, avenida Primero de Mayo (figura 11).

Los ejes de penetración regional dentro de la mancha urbana tienen la función de vías radiales. En esta categoría de vialidad también se ubican

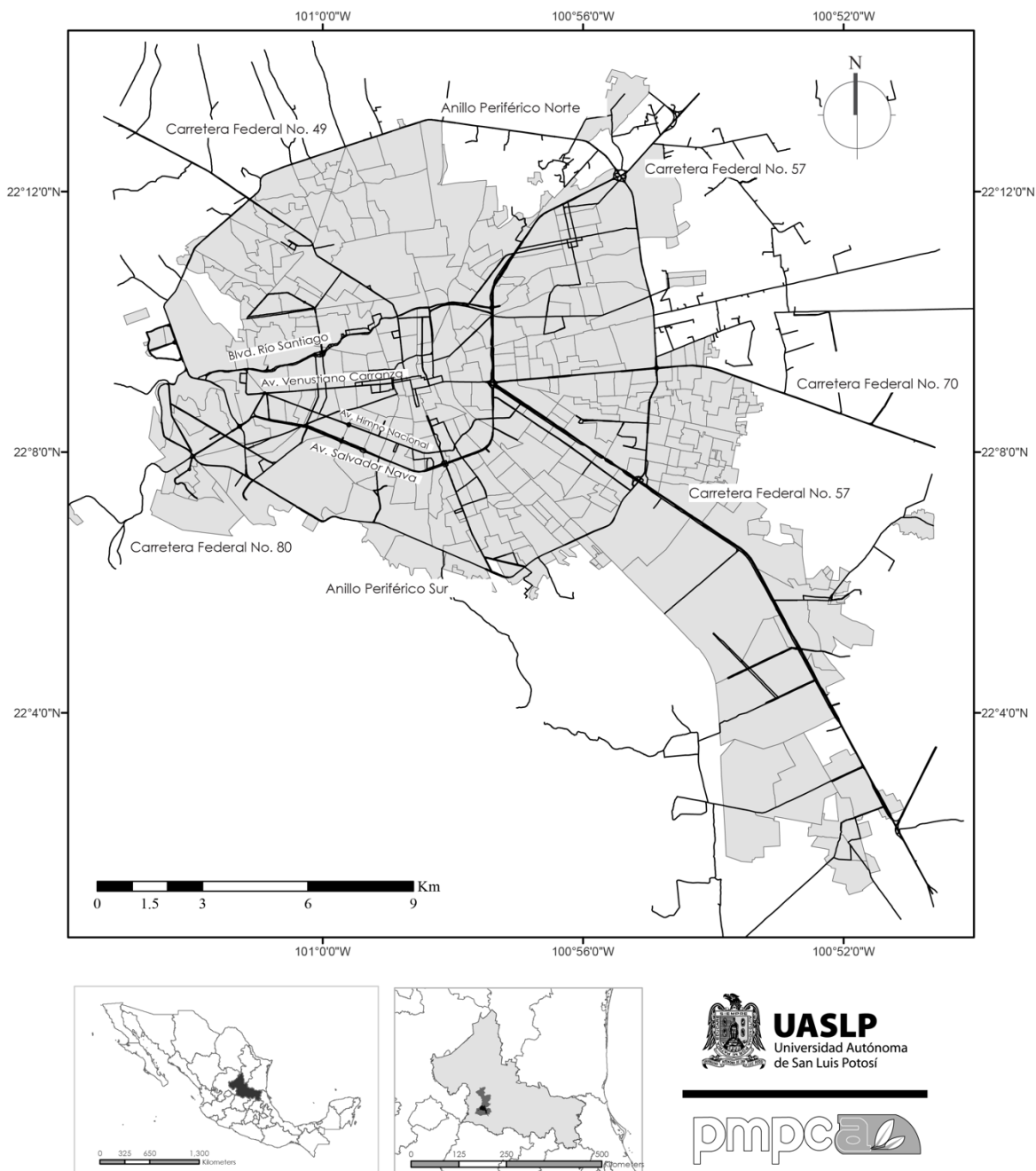
las avenidas: Fray Diego de la Magdalena, Damián Carmona, Miguel Valladares, Universidad, Manuel José Othón, calzada de Guadalupe, 5 de mayo, Vallejo, Mariano Jiménez, Santos Degollado, Melchor Ocampo, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Amado Nervo, Arista, Nicolás Zapata, García Diego (figura 11).

Otras vialidades que funcionan como ejes principales para atravesar la ciudad son: el Río Españita y las avenidas: Himno Nacional, Vicente Rivera, Rutilo Torres, Industrias, Constitución, Coronel Romero, Reforma, Universidad, Pedro Moreno y el Eje Vial Ponciano Arriaga (figura 11).

El sistema de vialidad secundaria funciona como alimentador y conector de la red vial primaria; son vías con menor comunicación urbana y volúmenes de flujos inferiores a las primarias. Asimismo, se caracterizan por tener longitudes menores a 1 km y permiten una velocidad de circulación entre 40 y 60km/hr. Los volúmenes de tránsito que pueden registrar están por debajo de los 300 vehículos por hora (Implan, 2019).

Según el índice de Ciudades Prósperas (2016), en el municipio de SLP se cuenta con una densidad vial de 20 km/km², que está dentro de los estándares medio óptimos. En términos cuantitativos viales que en la ciudad de SLP existe un potencial importante para promover la conectividad y la movilidad.

Figura 11. Estructura vial de la ZMSLP

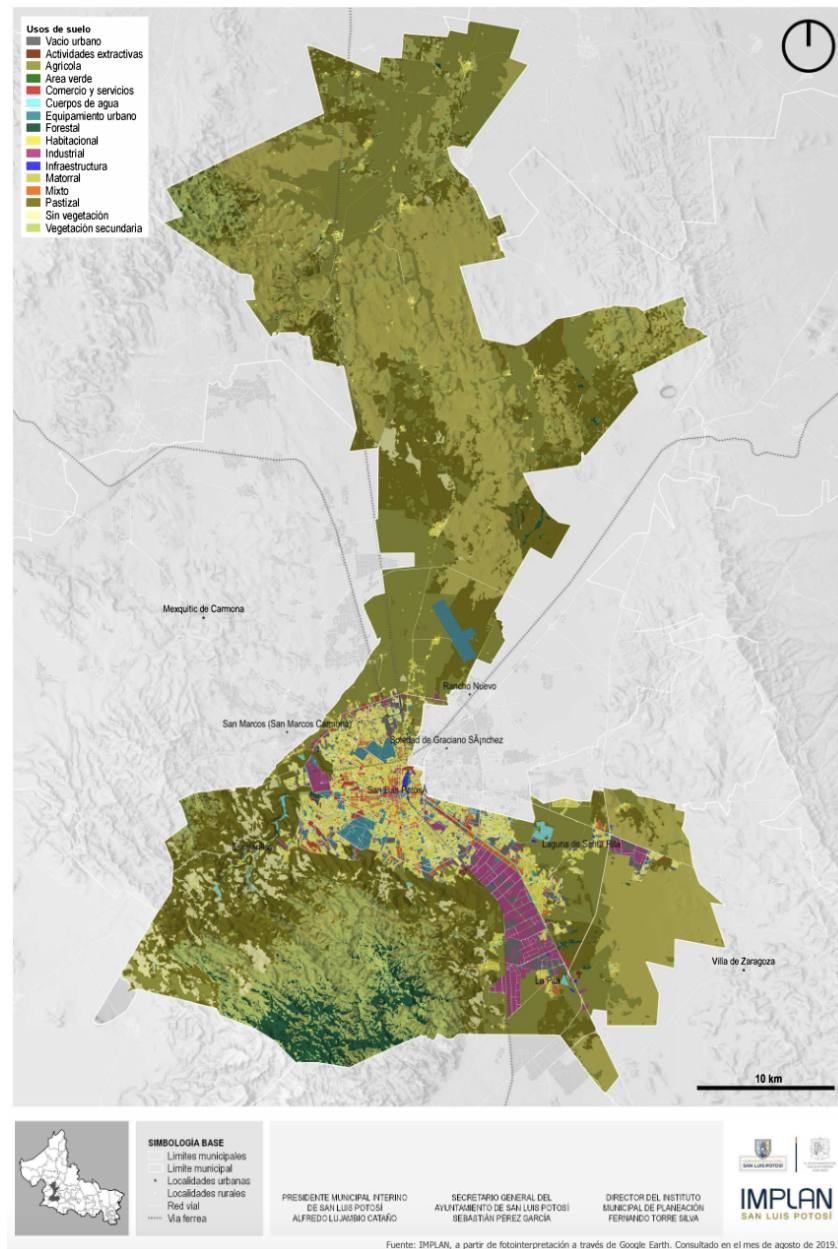


Elaboración propia a partir de INEGI, 2015. Mapa elaborado en ArcGIS versión 10.3.

Parte de la estructura vial se ve interrumpida por algunos rasgos geográficos como: la Sierra de San Miguelito, los ríos Santiago, Paisanos y Española (que funcionan como vialidades), la Presa San José, áreas de

reserva ecológica y parques recreacionales; pero también por la edificación de barreras artificiales como el centro histórico (plazas, templos y monumentos), patios de maniobras y vías del ferrocarril, áreas industriales, fraccionamientos habitacionales, por mencionar algunos (figura 12). Por lo tanto, la conectividad vial en la ZMSLP, es discontinua.

Figura 12. Uso actual del suelo urbano de San Luis Potosí, S.L.P. (2019)

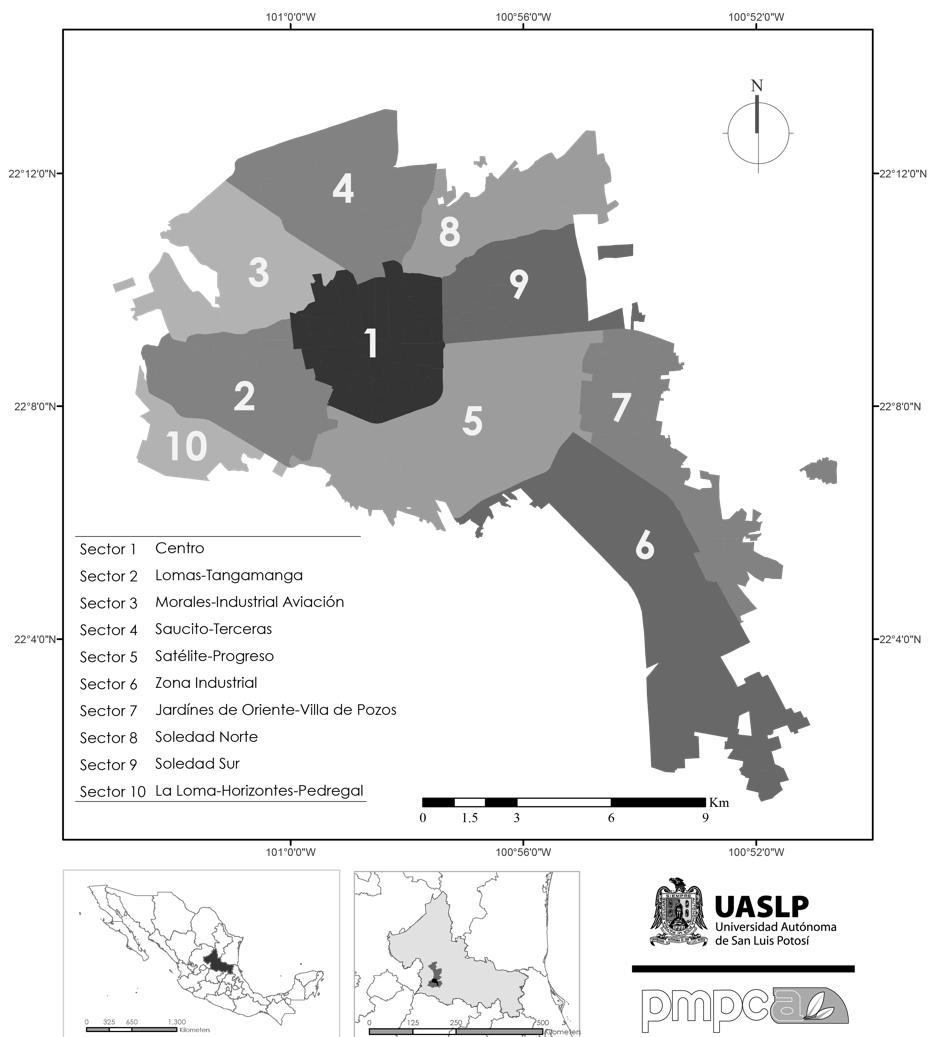


Fuente: Implan (2021).

4.3.4 EQUIPAMIENTO URBANO

Otro elemento condicionante de la movilidad urbana es la distribución del equipamiento en la ciudad. Para poder identificar los elementos que condicionan los desplazamientos de la población en la ZMSLP, ésta se segmentó en sectores, como se hizo en el Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población Estratégico San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez del año 2003 con actualizaciones en el 2007 y el 2011 (figura 13).

Figura 13. Sectores urbanos en los que se divide la ZMSLP



Elaboración propia a partir de Ayuntamientos SLP-SGS, 2011 e INEGI, 2015. Mapa elaborado en ArcGis versión 10.3.

Se analizó la distribución de los espacios que suponen una atracción de desplazamientos de la población: hospitales, espacios educativos, centros deportivos, supermercados, bancos, hoteles, parques y plazas públicas. Del total de elementos valorados (918), se encontró la distribución siguiente:

Tabla 20. Distribución de equipamiento entre sectores urbanos de la ZMSLP

Sector		No. Habitantes	% equipamiento
1	Centro	116,651	22%
2	Lomas tangamanga	50,890	17%
3	Morales-Industrial Aviación	121,601	8%
4	Saucito-Terceras	131,965	5%
5	Satélite-Progreso	240,868	16%
6	Zona Industrial	16,334	2%
7	Jardines del Oriente-Villa de Pozos	142,208	8%
8	Soledad Norte	137,412	4%
9	Soledad Sur		9%
10	La Loma-Horizontes-Pedregal	15,360	9%
Total		973,289	100%

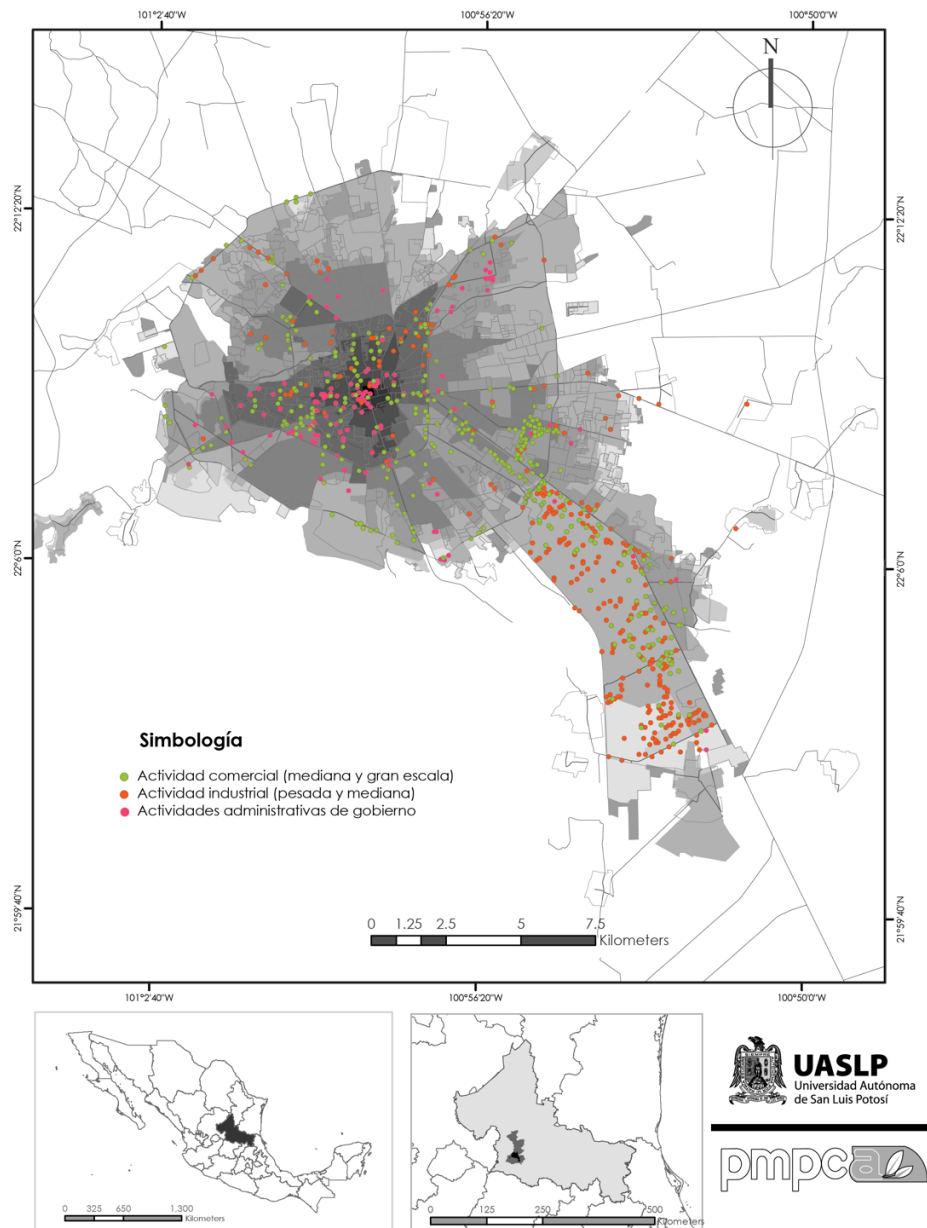
Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla 20, en cada sector urbano existen usos de suelo diferenciados como: vivienda, servicios, comercio, industria y espacios recreativos. Pero además, en los sectores con más población existe menos equipamiento, tal es el caso de los sectores 4, 5, 7, 8 y 9, que concentran el 62% de la población total y cuentan con un 42% del equipamiento disponible en la ZMSLP (principalmente espacios educativos y bancarios). Esto sugiere que la población asentada en dichos sectores, requiere desplazarse hacia aquéllos que cuentan con más equipamiento, ya sea para ejercer su actividad laboral o educativa, o para adquirir algún bien o servicio (anexo 5).

Los espacios de comercio se ubican en los sectores 1, 2 y 7 principalmente; mientras que la industria se ubica en los sectores 1 y 3

(industria mediana y ligera), así como 6 y 7 (industria pesada) (figura 14). Esto también sugiere la existencia un número importante de viajes hacia dichos sectores.

Figura 14. Localización de puntos de concentración de las unidades económicas industriales y comerciales



Fuente: Implan, 2019.

4.3.5 LA DIMENSIÓN URBANA COMO CONDICIONANTE DE LA MOVILIDAD EN LA ZONA METROPOLITANA DE SAN LUIS POTOSÍ

A partir del análisis desarrollado en el criterio de diagnóstico 2 *Urbano*, se pudo determinar que, el crecimiento que la ZMSLP ha experimentado en el tiempo, empata con el modelo de interpretación de ciudad fragmentada expuesto por Báhr y Mertins (citado en Grajales, 2011, p. 90):

- 1) tiene una estructura antigua de anillos concéntricos, característicos de la ciudad novohispana, con un centro y el uso mixto de suelo;
- 2) cuenta con una estructura moderna sectorial promovida por la suburbanización de grupos sociales de nivel alto, que siguió la dirección de las áreas comerciales al oeste, sur y sureste; y en sentido opuesto, la concentración de población de ingresos bajos;
- 3) una estructura celular en la periferia, compuesta por asentamientos informales y barrios cerrados para poblaciones de recursos medios y bajos, principalmente al norte, sur, noreste y sureste de la zona metropolitana.

El trazado de vialidades obedeció a la expansión radioconcéntrica y a la configuración espacial, uniendo el centro con otras áreas comerciales, de servicios e industriales ubicadas al oeste, sureste y suroeste de la ZMSLP.

Al modelo urbano actual se suma el uso mono funcional del suelo, pues las actividades industriales, de comercio y/o servicios están separadas del uso residencial; lo que provoca un desequilibrio en la disponibilidad de equipamiento y una falta de conectividad y de accesibilidad.

Por lo tanto, la dinámica espacial de la movilidad cotidiana en la ZMSLP está condicionada por su morfología, estructura y configuración urbanas.

Este supuesto es corroborado en los criterios de diagnóstico cuatro y cinco que se describen a continuación.

4.3 CRITERIO DE DIAGNÓSTICO 3 (DE GESTIÓN)

4.4.1 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DOCUMENTAL

El objetivo de este criterio de diagnóstico fue llevar a cabo un análisis documental sobre los marcos normativo y de planeación existentes para la movilidad urbana en los contextos internacional, nacional y local, que permitieran encontrar alternativas acordes a las necesidades de movilidad en la ZMSLP.

4.4.2 LA MOVILIDAD URBANA, UN TEMA DE AGENDA PÚBLICA INTERNACIONAL

La movilidad vista como un derecho tiene su origen en la Declaración Universal de Derechos Humanos que, desde 1948, reconoce que todas las personas tienen derecho a: circular libremente, elegir su vivienda en el territorio, reunirse y asociarse; a una vida que le asegure salud y bienestar (SEDATU- GIZ, 2020, p. 36).

La movilidad relacionada con el ambiente y el cambio climático tiene como antecedente el derecho ambiental internacional y el derecho humano a un ambiente sano en la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano de 1972 (Declaración de Estocolmo).

Asimismo, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1992 se establece el compromiso de países por trabajar en un desarrollo sostenible acorde a principios distintos que buscaban mejorar la calidad de vida, la justicia ambiental y la elaboración de leyes para la preservación del ambiente.

De esta manera, la movilidad ha sido instaurada como un derecho igualitario y no discriminatorio, y ha sido incorporada en tres

declaraciones internacionales: 1) la Carta Mundial del Derecho a la Ciudad (2004), elaborada por el Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Habitat); 2) la Agenda 2030: Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), aprobada en la Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible en 2015; y 3) la Nueva Agenda Urbana, presentada en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible (Hábitat III), en 2016.

En el tema de la movilidad, algunos compromisos asumidos por las naciones son de tipo moral, y otros son más específicos o medibles como el caso de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, que incluyen metas e indicadores para cuantificar sus avances (tabla 21).

Tabla 21. Declaraciones internacionales en materia de movilidad urbana

Declaración	Compromiso
Carta Mundial del Derecho a la Ciudad	<p>Artículo XIII. Derecho al transporte público y a la movilidad urbana</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Garantizar el derecho a la movilidad, con base en la planeación y en sistemas de transporte públicos accesibles, asequibles, y ajustados a las necesidades ambientales y sociales locales. ● Estimular el uso de vehículos no contaminantes, y rescatar el uso del espacio público. ● Promover una accesibilidad universal.
Objetivos de Desarrollo Sostenible	<p>3. Salud y Bienestar: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Reducir el número de muertes y enfermedades provocadas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, agua y suelo. ● Reducir a la mitad el número de muertes y traumatismos causados por tráfico en el mundo, para el 2020. <hr/> <p>11. Ciudades y Comunidades Sostenibles: lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles y sostenibles para todos. ● Mejorar la seguridad vial, mediante la ampliación del transporte público, prestando atención especial en las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad. ● Reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, prestando atención a la calidad del aire.
Nueva Agenda Urbana	<p>Ciudades:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Cumplen su función social y proporcionan la igualdad de acceso a la movilidad, el transporte y a una calidad de aire. ● En la planeación, promueven sistemas de transporte de pasajeros que hacen uso eficiente de recursos y facilitan un vínculo efectivo entre personas, lugares, bienes, servicios y oportunidades económicas. ● Fortalecen la movilidad y el transporte sostenibles. ● Promueven un ordenamiento territorial y urbano integral, y reducen los problemas de movilidad. ● Apoyan el desarrollo de políticas nacionales de movilidad y transporte urbano sostenible.

Elaboración a partir de Zetina Nava 2013; Tapia Gómez 2018; Naciones Unidas 2017, 2019.

4.4.3 MOVILIDAD URBANA EN LAS NORMAS ISO 37120, 37122 Y 37123

Además de la Agenda 2030, en su objetivo 11 Ciudades y Comunidades Sostenibles y la Nueva Agenda Urbana, existen otros esfuerzos enfocados en lograr un desarrollo sostenible en las ciudades. La Organización Internacional para la Estandarización (ISO, por sus siglas en inglés) ha creado normas para homologar el desarrollo y la función de las ciudades de una manera estandarizada, comparable y verificable. Estas normas incorporan indicadores que se enlazan con algunos ODS.

Las normas desarrolladas por la organización ISO son las siguientes:

1. ISO37120:2018 Ciudades Sostenibles. La norma define metodologías para el cálculo de un conjunto de indicadores que evalúan el desempeño de los servicios urbanos, y la calidad de vida de los habitantes.

Incluye 100 indicadores estructurados en 17 temas: economía, educación, energía, medio ambiente y cambio climático, finanzas, gobernanza, salud, vivienda, población y condiciones sociales, recreación, seguridad, residuos sólidos, deporte y cultura, telecomunicaciones, transporte, agricultura urbana, local y seguridad alimentaria, planeación urbana, aguas residuales y agua (ISO, 2018)

2. ISO 37122:2019 Ciudades Inteligentes. Esta norma utiliza 80 indicadores, distribuidos en los mismos temas que la ISO37120:2018, asociados al uso de la tecnología y la innovación, para mejorar el bienestar y la calidad de vida de los habitantes de una ciudad (ISO, 2019).
3. ISO 37123:2019 Ciudades Resilientes. La norma consta de 68 indicadores distribuidos en los mismos temas que la ISO37120:2018, enfocados a la

reducción de riesgos de desastres y en mejorar la resiliencia de las comunidades para tener bienestar y calidad de vida mejores (ISO, 2019).

Dentro de las normas ISO 37120, 37122 y 37123, la movilidad urbana está incluida, preferentemente, en el apartado de transporte. Otros temas como: medio ambiente y cambio climático, finanzas, población y condiciones sociales, y planeación urbana, también contienen indicadores que se vinculan al tema de la movilidad urbana (tabla 22).

Tabla 22. Indicadores de las normas ISO 37120, 37122 y 37123, aplicables a la movilidad urbana.

TEMA	ISO 37120:2018 CIUDADES SOSTENIBLES	ISO 37122:2019 CIUDADES INTELIGENTES	ISO 37123:2019 CIUDADES RESILIENTES
8 Medio Ambiente y Cambio Climático	8.1 Concentración de partículas finas en suspensión (PM _{2.5}).	8.2 Número de estaciones remotas de monitoreo de la calidad del aire, en tiempo real, por kilómetro cuadrado.	
	8.2 Concentración de partículas en suspensión (PM ₁₀).		
	8.3 Emisiones de gases de efecto invernadero en toneladas per cápita.		
	8.4 Concentración de NO ₂ (Dióxido de nitrógeno).		
	8.5 Concentración de SO ₂ (Dióxido de Azufre).		
	8.7 Contaminación acústica.		
	9 Finanzas		
13 Población y condiciones sociales	13.2 Porcentaje de población de la ciudad que vive por debajo de la línea nacional de pobreza.	13.2 Porcentaje del presupuesto municipal, asignado para la provisión de ayudas a la movilidad, dispositivos y tecnologías de	

TEMA	ISO 37120:2018 CIUDADES SOSTENIBLES	ISO 37122:2019 CIUDADES INTELIGENTES	ISO 37123:2019 CIUDADES RESILIENTES
		asistencia para ciudadanos con necesidades especiales.	
		13.3 Porcentaje de cruces peatonales marcados equipados con señales peatonales accesibles.	
19 Transporte	19.1 Kilómetros de sistema de transporte público por cada 100,000 habitantes.	19.1 Porcentaje de calles y vías de la ciudad cubiertas por alertas e información de tráfico en línea en tiempo real	
	19.2 Número anual de viajes de transporte público per cápita.	19.2 Número de usuarios de transporte de economía compartida (plataformas Uber, DiDi, otros) por cada 100,000 habitantes.	
	19.3 Porcentaje de personas que van a trabajar a diario, en un medio de transporte diferente al vehículo particular.	19.3 Porcentaje de vehículos matriculados en la ciudad que son vehículos de bajas emisiones.	
	19.4 Kilómetros de carril bici por cada 100,000 habitantes.	19.4 Número de bicicletas disponibles a través de servicios de transporte compartido provistas por el municipio por cada 100,000 habitantes.	
	19.5 Muertes por accidentes durante el transporte por cada 100,000 habitantes.	19.5 Porcentaje de líneas de transporte público equipadas con un sistema de información en tiempo real accesible a todos.	
	19.6 Porcentaje de población que vive a menos de 0,5 km del tránsito público que corre al menos cada 20 minutos, durante los períodos de mayor actividad.	19.6 Porcentaje de la red de transporte público de la ciudad cubierta por un sistema de pago unificado.	
	19.7 Tiempo promedio de viaje.	19.7 Porcentaje de espacios de estacionamiento público, equipados con sistemas de pago electrónico.	
	19.8.1 Número de automóviles particulares per cápita.	19.8 Porcentaje de espacios de estacionamiento público, equipados con sistemas de	

TEMA	ISO 37120:2018 CIUDADES SOSTENIBLES	ISO 37122:2019 CIUDADES INTELIGENTES	ISO 37123:2019 CIUDADES RESILIENTES
		disponibilidad en tiempo real.	
	19.8.2 Número de vehículos motorizados de dos ruedas per cápita.	19.9 Porcentaje de semáforos que son inteligentes.	
		19.10 Área de la ciudad cubierta por mapas de calles interactivos en tiempo real como porcentaje del área total de la ciudad.	
		19.11 Porcentaje de vehículos registrados en la ciudad que son vehículos autónomos.	
		19.12 Porcentaje de rutas de transporte público con conectividad a internet administrada y/o provista por el municipio para los pasajeros.	
		19.13 Porcentaje de calles y caminos que cumplen con sistemas de conducción autónomos.	
		19.14 Porcentaje de autobuses de la ciudad que usan sistemas motorizados, que no queman combustibles.	
21 Planeación Urbana		21.4 Porcentaje de la población de la ciudad que vive en densidades de población de media a alta.	
Indicadores totales	16 Ciudades Sostenibles	18 Ciudades Inteligentes	1 Ciudades Resilientes

Elaboración a partir de ISO, 2018, 2019 y 2019b.

Para que las ciudades logren estandarizar su movilidad y otros de los desempeños que evalúan las normas ISO 37120, 37122 y 37123, se requiere de la recopilación, la gestión y la difusión de datos, que ofrezcan un panorama confiable y sustenten la toma de decisiones.

Actualmente, una gran parte de las ciudades no generan y/o actualizan la información de sus funciones, por lo que para poder estandarizar su desempeño es necesario recopilar y difundir información y fortalecer sus bases de datos.

La ZMSLP no tiene experiencia en la certificación urbana. En esta investigación, con los resultados obtenidos en los criterios de diagnóstico 4 y 5, se determinaron seis indicadores del tema 19 Transporte, estos fueron: 19.2, 19.3, 19.4, 19.7, 19.8 y 19.8.2. Los valores se mencionan posteriormente en el texto.

4.4.4 MARCOS NORMATIVO DE LA MOVILIDAD URBANA EN MÉXICO

México es signatario de las declaraciones internacionales descritas en la tabla 21; por ello, debe de adaptar sus políticas e instrumentos legales aplicables para darles cumplimiento. En este contexto, los avances han sido lentos; no obstante, se está construyendo un marco normativo con la intención de promover en las ciudades, un cambio en los modelos de movilidad actuales, hacia otros más sostenibles y asequibles.

El artículo 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en la reforma efectuada el 11 de diciembre de 2019, que además de reconocer como derecho un ambiente sano para los mexicanos, incorpora también a la movilidad, pues indica que: “toda persona tiene derecho a la movilidad en condiciones de seguridad vial, accesibilidad, eficiencia, sostenibilidad, calidad, inclusión e igualdad” (SEDATU- GIZ, 2020, p. 23).

Esta propuesta de reforma al artículo 4 constitucional, también ameritó la modificación de otros artículos constitucionales: a) 73, dotando de Facultad del Congreso de la Unión para expedir leyes que establezcan la

conurrencia en materia de movilidad y seguridad vial; b) 115, adicionando los planes de movilidad y seguridad vial como facultad del municipio; y c) 122 agrega las materias de movilidad y seguridad vial a las atribuciones del Consejo de Desarrollo Metropolitano a las de asentamientos humanos, protección al ambiente, preservación y restauración del equilibrio ecológico, transporte, territorio, entre otras (SEDATU- GIZ, 2020, p. 23).

La movilidad se relaciona con otros derechos humanos contenidos en el artículo 4 constitucional: a la salud, que puede ser afectada por la contaminación, la inseguridad vial y el sedentarismo; así como el derecho a la vivienda digna, a la cultura, la educación y el trabajo, pues la movilidad condiciona la manera en cómo se accede a estos servicios.

Otro artículo constitucional que incide en el derecho a la movilidad es el número 11, que establece la libertad de tránsito para los mexicanos. La autonomía de circulación es una condición indispensable para el libre desarrollo de las personas.

Por otro lado, el artículo 25 constitucional tiene injerencia en las políticas públicas en materia de movilidad, pues se menciona que el gobierno federal tiene la directriz para promover que el desarrollo nacional sea integral y sustentable.

Además de los derechos constitucionales en los que está implícita la movilidad, existen otras leyes que los complementan, entre éstas:

- 1. Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTyDU)**, publicada en 2016, es el instrumento legal principal que actualmente rige sobre la movilidad, pues la reconoce como un tema asociado a la planeación y al ordenamiento del territorio.

En su título séptimo: *De la movilidad* artículos 70 al 73, se promueve el desarrollo de políticas nacionales que procuren, entre otras cosas:

- a) accesibilidad universal, la interconexión entre vialidades y modos de transporte;
- b) distribución equitativa del espacio público y de vialidades que beneficie a los diferentes tipos de usuarios;
- c) incremento de la oferta de opciones de servicios y modos de transporte integrados;
- d) transporte seguro, eficiente y que disminuya los actos de violencia hacia mujeres y niñas.

Para ello, los gobiernos: federal, estatal y municipal, en el ámbito de sus competencias, deben asegurarse que los planes, programas y estrategias de movilidad que planteen, estén sustentados por diagnósticos, en los temas de: desplazamientos de la población, congestión vial, accidentalidad, tráfico, infraestructura, emisiones y concentraciones de contaminantes, por mencionar algunos.

- 2. Ley General de Cambio Climático**, publicada en 2012. Su fin aplicable al tema de movilidad es garantizar el derecho a un medio ambiente sano, así como regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero. Esto atiende al *Acuerdo de París*, en cuyo convenio, México se comprometió a mantener el aumento de la temperatura media mundial, en el siglo XXI, por debajo de los 2 °C y a proseguir con los esfuerzos para limitar ese incremento a 1.5 °C.

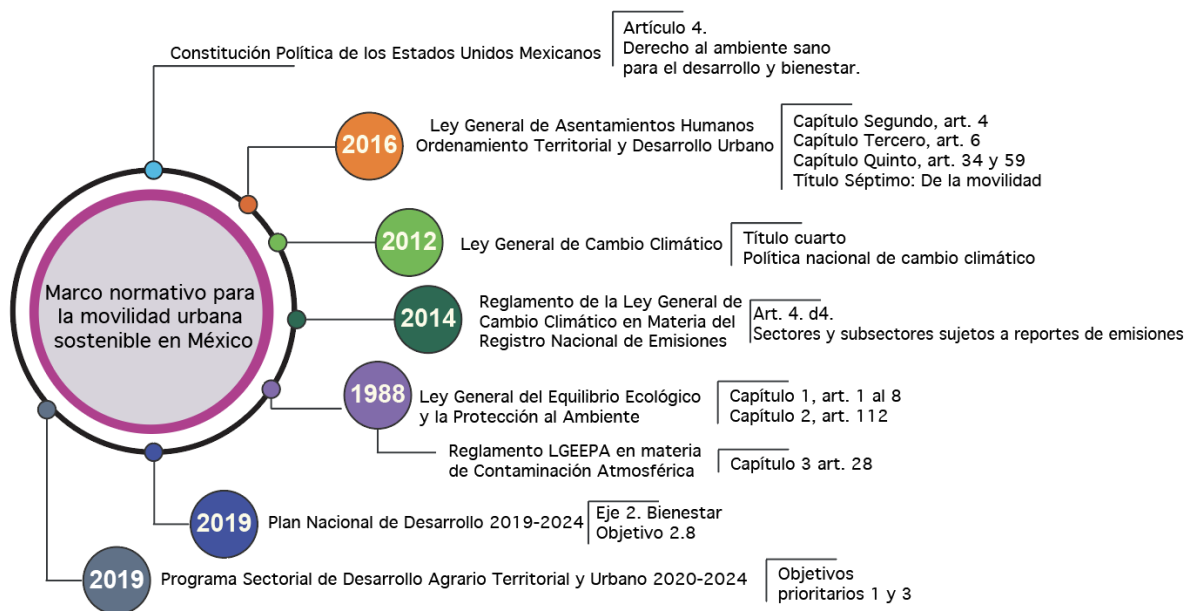
Además de lo anterior, dicha ley en sus artículos 8 y 9 otorga a los estados y municipios las atribuciones para formular, regular y dirigir acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, por medio de acciones como: infraestructura y transporte eficiente y sustentable,

así como políticas de ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y de desarrollo urbano.

- 3. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones**, publicada en 2014. Ésta señala los sectores o subsectores, en los que se agrupan los establecimientos, sujetos a reportes de emisiones; y entre estos se encuentra el transporte colectivo urbano y suburbano de pasajeros de ruta crítica.
- 4. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica**, cuyas disposiciones tienen por objeto, propiciar el desarrollo sostenible y establecer las bases para que toda persona tenga acceso a un ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar; así como definir los principios de política ambiental y los instrumentos para su aplicación; además de prevenir y controlar la contaminación del aire, y otros recursos naturales.
- 5. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024**. En su Eje 2 Bienestar, este plan establece: trabajar en un ordenamiento territorial y ecológico que promueva la movilidad eficiente, y la accesibilidad de la población a opciones distintas de transporte, priorizando el de uso público, bajo en emisiones, así como los desplazamientos no motorizados.

En la figura 15 se esbozan los documentos rectores vigentes en materia de movilidad urbana en México del ámbito federal. Mientras que en la tabla 23 se enlistan los artículos que precisan los temas aplicables.

Figura 15. Marco de la normativa federal en materia de movilidad en México



Elaboración propia.

Tabla 23. Descripción del marco normativo federal aplicable en materia de movilidad en México

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	
Artículo 4º	Toda persona tiene derecho a un ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien provoque en términos de lo dispuesto por la ley.
Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano	
Capítulo Segundo Artículo 4	La planeación, regulación y gestión de los asentamientos humanos, centros de población y la ordenación territorial, deben incluirse en apego a los siguientes principios de política pública: X. Accesibilidad universal y movilidad. Promover una adecuada accesibilidad universal que genere cercanía y favorezca la relación entre diferentes actividades urbanas con medidas como la flexibilidad de usos de suelo compatibles y densidades sustentables, un patrón coherente de redes viales primarias, la distribución jerarquizada de los equipamientos y una efectiva movilidad que privilegie las calles completas, el transporte público, peatonal y no motorizado.
Capítulo Tercero Artículo 6	(...) son causas de utilidad pública: V. La ejecución de obras públicas de infraestructura, de equipamiento, de servicios urbanos y metropolitanos, así como el impulso de aquellas destinadas para la movilidad.

VIII. La creación, recuperación, mantenimiento y defensa del espacio público para uso comunitario y para la movilidad.

**Capítulo
Quinto
Artículo 34**

Son de interés metropolitano:

II. La infraestructura vial, tránsito, transporte y la movilidad.

XII. La accesibilidad universal y la movilidad.

Corresponderá a los municipios formular, aprobar y administrar la zonificación de los centros de población ubicados en su territorio. La zonificación primaria (...), deberá establecerse en los programas municipales de desarrollo urbano (...), en la que se terminarán:

Artículo 59

III. La red de vialidades primarias que estructuren la conectividad, la movilidad y la accesibilidad universal, así como los espacios públicos y equipamientos de mayor jerarquía;

La zonificación secundaria establecerá los criterios siguientes:

II.- En las zonas que no se determinen de conservación:

c) Se garantizará que se consolide una red coherente de vialidades primarias, dotación de espacios públicos y equipamientos suficientes y de calidad.

**Título
Séptimo
Artículo 70**

Para la accesibilidad universal de los habitantes a los servicios y satisfactores urbanos; las políticas de Movilidad deberán asegurar que las personas puedan elegir libremente la forma de trasladarse a fin de acceder a los bienes, servicios y oportunidades que ofrecen sus Centros de Población.

Artículo 71

Las políticas y programas de movilidad deberán:

I. Procurar la accesibilidad universal de las personas, garantizando la máxima interconexión entre vialidades, medios de transporte, rutas y destinos, priorizando la movilidad peatonal y no motorizada;

II. Fomentar la distribución equitativa del espacio público de vialidades que permita la máxima armonía entre los diferentes tipos de usuarios;

III. Promover los usos del suelo mixtos, la distribución jerárquica de equipamientos, favorecer una mayor flexibilidad en las alturas y densidades de las edificaciones y evitar la imposición de cajones de estacionamiento;

IV. Promover la innovación tecnológica de punta, para almacenar, procesar y distribuir información que permita contar con nuevos sistemas, aplicaciones y servicios que contribuyan a una gestión eficiente, así como a la reducción de las externalidades negativas en la materia;

V. Incrementar la oferta de opciones de servicios y modos de transporte integrados, a los diferentes grupos de usuarios, que proporcionen disponibilidad, velocidad, densidad y accesibilidad universal, que permitan reducir la dependencia del uso del automóvil particular, aquellas innovaciones tecnológicas que permitan el uso compartido del automóvil, el uso de la motocicleta y desarrollar nuevas alternativas al transporte público;

VII. Establecer políticas, planes y programas para la prevención de accidentes y el mejoramiento de la infraestructura vial y de movilidad;

VIII. Promover el acceso de mujeres y niñas a espacios públicos y transporte de calidad, seguro y eficiente, incluyendo acciones para eliminar la violencia basada en género y el acoso sexual;

IX. Aumentar el número de opciones de servicios y modos de transporte, por medio del fomento de mecanismos para el financiamiento de la operación del transporte público;

X. Establecer políticas, planes y programas para la prevención de accidentes automovilísticos (...).

XI. Promover políticas que integren al transporte de carga y fomenten la movilidad institucional, entendida esta última, como aquella realizada por el sector público y privado o instituciones académicas orientadas a racionalizar el uso del automóvil entre quienes acuden a sus instalaciones, incluyendo sistemas de auto compartido, transporte público privado, fomento al uso de la bicicleta, redistribución de acuerdo a su residencia y todo tipo de innovación en el sector privado encaminada a dichos fines.

La Federación, las entidades federativas, los municipios y las demarcaciones territoriales, en el ámbito de sus competencias, establecerán los instrumentos y mecanismos para garantizar el tránsito a la movilidad, mediante:

Artículo 72

I. El diagnóstico, información, seguimiento y evaluación de las políticas y programas de movilidad, incorporando entre otras, la perspectiva de género;

II. La gestión de instrumentos en la materia, tales como: cargos por congestión o restricciones de circulación en zonas determinadas; infraestructura peatonal, ciclista o de pacificación de tránsito; sistemas integrados de transporte; zonas de bajas o nulas emisiones; cargos y prohibiciones por estacionamientos en vía pública; estímulos a vehículos motorizados con baja o nula contaminación;

III. La priorización, congruencia y eficacia en las inversiones públicas, considerando el nivel de vulnerabilidad de usuarios, las externalidades que genera cada modo de transporte y su contribución a la productividad de la colectividad.

Artículo 73

La Federación, las entidades federativas, los municipios y las demarcaciones territoriales deberán promover y priorizar en la población la adopción de nuevos hábitos de movilidad urbana sustentable y prevención de accidentes encaminados a mejorar las condiciones en que se realizan los desplazamientos de la población, lograr una sana convivencia en las calles, respetar el desplazamiento del peatón y su preferencia, prevenir conflictos de tránsito, desestimular el uso del automóvil particular, promover el uso intensivo del transporte público y no motorizado y el reconocimiento y respeto a la siguiente jerarquía: personas con movilidad limitada y peatones, usuarios de transporte no motorizado, usuarios del servicio de transporte público de pasajeros, prestadores del servicio de transporte público de pasajeros, prestadores del servicio de transporte de carga y usuarios de transporte particular.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Artículo 1º

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

I. Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar;

II. Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;

VI. La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo.

Son facultades de la Federación:

Artículo 5º

XII. La regulación de la contaminación de la atmósfera proveniente de todo tipo de fuentes emisoras, así como la prevención y el control de zonas o en caso de fuentes fijas y móviles de jurisdicción federal.

XV. La regulación de la prevención de la contaminación ambiental originada por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales para el equilibrio ecológico y el ambiente.

Corresponde a los Estados:

Artículo 7º

III. La prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales, así como por fuentes móviles.

VII. La prevención y control de la contaminación generada por la emisión de ruido vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales para el equilibrio ecológico y el ambiente, proveniente de fuentes fijas que funcionan como establecimientos industriales, así como, en su caso, de fuentes móviles.

Corresponde a los municipios:

Artículo 8º

III. La aplicación de las disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas (...), así como de emisiones de contaminantes a la atmósfera provenientes de fuentes móviles que no sean consideradas de jurisdicción federal, con la participación que de acuerdo con la legislación estatal.

VI. La aplicación de las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de la contaminación por ruido vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales para el equilibrio ecológico y el ambiente, proveniente de fuentes fijas (...), así como la vigilancia del cumplimiento de las disposiciones que, en su caso, resulten aplicables a las fuentes móviles, excepto las consideradas de jurisdicción federal.

En materia de prevención y control de la contaminación atmosférica, los gobiernos de las entidades federativas, los municipios y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México (...):

**Capítulo II
Artículo 112**

II. Aplicarán los criterios generales para la protección a la atmósfera en los planes de desarrollo urbano de su competencia, definiendo las zonas en que sea permitida la instalación de industrias contaminantes;

IV. Integrarán y mantendrán actualizado el inventario de fuentes de contaminación;

VII. Establecerán requisitos y procedimientos para regular las emisiones del transporte público, excepto el federal, y las medidas de tránsito, y en su caso, la suspensión de circulación, en casos graves de contaminación.

VIII. Tomarán las medidas preventivas necesarias para evitar contingencias ambientales por contaminación atmosférica.

Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

Capítulo III

Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles

Artículo 28 máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría (...).

Artículo 31 Los concesionarios del servicio de transporte público federal deberán tomar las medidas necesarias para asegurar que las emisiones de sus vehículos no rebasaran los niveles máximos de emisión de contaminantes a la atmósfera, que establezcan normas técnicas ecológicas correspondientes.

Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

Fortalecer la rectoría y vinculación del ordenamiento territorial y ecológico de los asentamientos humanos y de la tenencia de la tierra, mediante el uso racional y equilibrado del territorio, promoviendo la accesibilidad y la movilidad eficiente.

Eje 2
Bienestar
Objetivo 2.8

Estrategia 2.8.2 Realizar intervenciones integrales que mejoren las condiciones de habitabilidad, accesibilidad y movilidad de los asentamientos humanos, el goce y la producción social de los espacios públicos y comunes con diseño universal.

Estrategia 2.8.3 Fomentar, junto con los gobiernos locales, esquemas de impulso a la movilidad accesible y sostenible priorizando los modos de transporte público eficientes y bajos en emisiones, así como la movilidad no motorizada.

Elaboración propia.

De acuerdo con los análisis anteriores del apartado 4.4.4, se advierte la necesidad de contar con una ley general de movilidad urbana, que instaure la movilidad como un derecho individual y colectivo, y que además establezca las competencias de las instituciones (federales, estatales y municipales) que le darán cumplimiento.

4.4.5 LEYES ESTATALES Y MUNICIPALES RELACIONADAS CON LA MOVILIDAD URBANA

Debido a que las zonas metropolitanas rebasan los límites políticos y administrativos, se requiere un marco que norme la movilidad en esta modalidad de ciudades, de manera que las estrategias propuestas mantengan intereses en común, y atiendan las demandas de desplazamiento de toda la población, independientemente de su localización en el espacio.

Algunas entidades del país como Ciudad de México, Estado de México, Nuevo León, Jalisco y Guanajuato, han elaborado leyes, reglamentos y

programas propios de movilidad urbana en las escalas: estatal, metropolitana y municipal. Estas normas establecen: la movilidad como un derecho de las personas; la accesibilidad universal y la integración del transporte, (principalmente el público colectivo y el no motorizado).

En las leyes y reglamentos de movilidad existentes en estas entidades, se hace hincapié en que la planeación de la movilidad, con sus políticas y estrategias, deriven de diagnósticos en el tema. También, estas normas definen las atribuciones de los responsables (dependencias y titulares) en dirigir las acciones en pro de la movilidad.

Otras entidades como: Coahuila, Aguascalientes, Oaxaca, Chiapas y Querétaro, también cuentan con leyes de movilidad, pero ésta no se considera como un derecho, sino como una actividad urbana. Estos instrumentos adoptan el papel reglamentario en aspectos de tránsito vehicular y de seguridad vial.

En ese sentido, de las 32 entidades del país, sólo el 15% cuenta con normativa para regular la movilidad como un derecho humano. El 50% dispone de una ley estatal de movilidad que reconoce la jerarquía modal y de transporte apropiada y equitativa. Sólo el 28% propone una estructura organizacional para realizar acciones concretas en movilidad.

Las diferencias observadas en los instrumentos legales analizados, pueden deberse a la falta de una norma general, así como a la carencia de una estructura organizacional que dirija la planeación de la movilidad, y participe en los procesos de ordenamiento y desarrollo urbanos.

Actualmente, la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), es la responsable de promover e incentivar el crecimiento ordenado de las ciudades, y de asesorar a los estados y municipios en las actividades de planeación y movilidad. Sin embargo, los avances en el

tema, han sido pocos y han sido impulsados principalmente en las zonas metropolitanas más pobladas y con mayor extensión territorial.

La falta de leyes de movilidad en los ámbitos: estatal, metropolitana y municipal, revela una falta a los compromisos internacionales establecidos por México. Al no existir una normativa suficiente y homologada que impulse la movilidad urbana sostenible, las estrategias o proyectos en la materia carecen de un sustento jurídico y organizacional.

4.4.6 EL MARCO NORMATIVO DE LA MOVILIDAD URBANA EN LA ZMSLP

En el caso de estudio, en el ámbito estatal, se tiene la Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de San Luis Potosí, la cual destina su título décimo a la movilidad. Otras leyes que contemplan algunos aspectos de la movilidad son: 1) la Ley Ambiental del Estado de San Luis Potosí, 2) la Ley del Cambio Climático para el Estado de San Luis Potosí y 3) la Ley de Transporte Público del Estado de San Luis Potosí. Los artículos que impactan en el tema de la movilidad urbana de estas leyes, se presentan en la tabla 24.

Tabla 24. Marco normativo en materia de movilidad en el Estado de San Luis Potosí

Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de San Luis Potosí	
Capítulo I Artículo 3º	El ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano de los centros de población, tendrán como propósito la utilización racional del territorio, el desarrollo equilibrado del Estado y la promoción de la certidumbre jurídica en la tenencia, uso y aprovechamiento del suelo, afín de mejorar la calidad de vida de la población, mediante: <ul style="list-style-type: none"> I. La planeación urbana centrada en la persona, en el respeto a los derechos humanos fundamentales, en la movilidad activa y en la provisión de espacios públicos.
Capítulo III Artículo 5º	Son principios rectores de las políticas públicas relacionadas con el ordenamiento territorial, el desarrollo urbano y su planeación:

- I. Accesibilidad y movilidad urbana: promover una adecuada accesibilidad universal que genere cercanía y favorezca la relación entre diferentes actividades urbanas, a través de medidas como la flexibilidad de usos del suelo compatibles y densidades sustentables, una red vial operativa y funcional, la distribución jerarquizada de los equipamientos, una efectiva movilidad urbana que privilegie las calles completas, el transporte público, peatonal y no motorizado, generando incentivos a quienes generen cercanía entre las viviendas y fuentes de empleo. Consiste además en garantizar la accesibilidad a todas las personas sin importar su edad, género, discapacidad, condición social, creencias, opiniones y cualquier otra que de no tomarse en cuenta atente contra la dignidad humana.

Capítulo IV Artículo 6º	(...) se declaran causas de utilidad pública: VIII. La creación, recuperación, mantenimiento y defensa del espacio público para uso comunitario y para la movilidad.
Título segundo Capítulo III Artículo 14	Corresponde al Ejecutivo del Estado: VIII. Dictar las políticas en materia de restauración urbana, gestión del suelo, conservación del patrimonio natural y cultural, y accesibilidad universal, incluyendo la movilidad.
Capítulo VI	Atribuciones de los municipios: LV. Vigilar que se cumplan las disposiciones en materia de movilidad urbana, a fin de permitir el libre desplazamiento de las personas con discapacidad, y de personas que se transportan en medios no motorizados, y que favorezcan la seguridad pública y los principios de inclusión y no discriminación.
Título tercero Capítulo III Artículo 85	Son de interés metropolitano: II. La infraestructura vial, tránsito, transporte y la movilidad
Artículo 87	Los Programas Metropolitanos y de Zonas Conurbadas además del contenido básico señalado en el artículo 68, deberán tener: V. Señalamiento de objetivos, directrices, políticas y estrategias que comprendan los siguientes aspectos: (e) las previsiones de movilidad, incluyendo los medios de transporte público masivo, los sistemas no motorizados y aquellos de bajo impacto ambiental.
Capítulo V Artículo 139	Se establecen para el ordenamiento territorial y desarrollo urbano sostenible de la entidad, las normas siguientes: V. Protección e integración al entorno ambiental, inciso (f) se promoverá y procurará la movilidad sustentable mediante la construcción, remodelación y rehabilitación de vialidades en áreas urbanas, adecuándolas para tal fin; contemplando zonas y áreas de circulación peatonal, así como establecer estrategias y medidas que favorezcan la accesibilidad de desplazamiento en las ciudades, distintas al uso del vehículo automotor, instalando la señalética en los lugares correspondientes; según lo dispuesto en esta Ley.
Título décimo Artículo 160	Para la accesibilidad universal, las políticas de movilidad deberán asegurar que las personas puedan elegir libremente la forma de trasladarse a fin de acceder a los bienes, servicios y oportunidades que ofrecen sus Centros de Población. Las políticas y programas para la movilidad serán parte del

Artículo 161

proceso de planeación de los asentamientos humanos en el orden estatal y municipal.

Las políticas y programas de movilidad deberán:

I. Incorporar la accesibilidad universal de las personas, garantizando la máxima interconexión entre vialidades, medios de transporte, rutas y destinos, priorizando la movilidad peatonal y no motorizada;

II. Fomentar la distribución equitativa del espacio público de vialidades que permita la máxima armonía entre los diferentes tipos de usuarios;

III. Promover los usos del suelo mixtos, la distribución jerárquica de equipamientos, favorecer una mayor flexibilidad en las alturas y densidades de las edificaciones y evitar en lo posible, la imposición de cajones de estacionamiento;

IV. Promover la innovación tecnológica de punta, para almacenar, procesar y distribuir información que permita contar con nuevos sistemas, aplicaciones y servicios que contribuyan a una gestión eficiente, así como a la reducción de las externalidades negativas en la materia;

V. Efectuar de forma sistemática diagnósticos de las redes de distribución vial, con el objeto de recuperar, dar mantenimiento y habilitar las opciones de movilidad que puedan ejercer funciones estratégicas de desahogo vial y desfogue de zonas saturadas, y optimizar los recursos destinados a aprovechar todas las capacidades de la red de distribución vial existente;

VI. Incrementar la oferta de opciones de servicios y modos de transporte integrados, a los diferentes grupos de usuarios, que proporcionen disponibilidad, velocidad, densidad y accesibilidad universal, que permitan reducir la dependencia del uso del automóvil particular, aquellas innovaciones tecnológicas que permitan el uso compartido del automóvil, el uso de la motocicleta y la bicicleta, así como desarrollar nuevas alternativas de transporte público;

VIII. Establecer políticas, programas para la prevención de accidentes y el mejoramiento de la infraestructura vial y de movilidad; dotando las vialidades del señalamiento completo para la adecuada orientación de las personas, evitando la distracción causada por anuncios y espectaculares;

IX. Promover el acceso de mujeres y niñas a espacios públicos y transporte público de calidad, seguro y eficiente, incluyendo acciones para eliminar la violencia basada en género y el acoso sexual;

X. Promover los viajes cortos para medios no motorizados a través de la mezcla suficiente de equipamiento y servicios urbanos en las diferentes zonas de los centros de población, así como del reparto equitativo de vialidades locales que permitan recorridos cortos;

XI. Aumentar el número de opciones de servicios y modos de transporte, por medio del fomento de mecanismos para el financiamiento de la operación del transporte público;

XIII. Promover políticas que integren al transporte de carga y fomenten la movilidad institucional, entendida esta última, como aquella realizada por el sector público y privado o instituciones académicas orientadas a racionalizar el uso del automóvil entre quienes acuden a sus instalaciones, incluyendo sistemas de auto compartido, transporte público privado, fomento al uso de la bicicleta, aumento de ciclo pistas, redistribución de acuerdo a su residencia y todo tipo de innovación en el sector privado encaminada a dichos fines;

XIV. Potenciar de manera estratégica la flexibilidad de modos de movilidad

no motorizada y de transporte colectivo, a fin de que puedan competir con las ventajas individuales del automóvil privado, mediante la promoción de la intermodalidad, la construcción y mejora de estacionamientos de automóviles motorizados, bicicletas y motocicletas en estaciones de transporte público, en especial en los centros de transferencia intermodal, así como ampliar el acceso de las bicicletas a los sistemas de transporte público;

XV. Promover que, en los edificios, públicos y privados, con una carga de uso de cincuenta o más personas cuenten con estacionamiento para bicicletas. Esto incluye edificios de oficinas, departamentos, servicios públicos, universidades, colegios, centros comerciales y recreativos de todo el Estado. Los estacionamientos de bicicletas han de ser visibles, accesibles, fáciles de utilizar, cómodos y espaciosos;

XVI. En el caso de dos o más centros población que integren una sola área urbana o formen parte de una conurbación, el servicio de transporte público colectivo se considerará urbano, debiendo establecer corredores de movilidad que incluyan carril exclusivo, paradas para el ascenso y descenso de pasajeros, y ciclovía, debiendo homologar la accesibilidad e infraestructura que se utilicen, para conformar un sistema integrado.

El Estado y los municipios, establecerán instrumentos y mecanismos para organizar el tránsito a la movilidad mediante instrumentos de diagnóstico, gestión y de financiamiento; y nuevos hábitos de movilidad, promoviendo el uso del transporte público y del no motorizado.

Artículo 162
Artículo 163

Ley Ambiental del Estado de San Luis Potosí

Título
segundo
Artículo 7º

Corresponde al ejecutivo del Estado las atribuciones que se establece a continuación:

XI. el establecimiento de requisitos y procedimientos para la movilidad sustentable, así como la prevención y control de la contaminación atmosférica generada en la Entidad por diversas actividades, tanto del sector público, como del privado, así también de las fuentes fijas que provengan de establecimientos industriales, comerciales, de servicios y de espectáculos públicos, y por toda clase de fuentes móviles que circulen en su territorio, así como autorizar los centros de verificación vehicular en la Entidad.

En materia de prevención y control de la contaminación atmosférica producida por fuentes móviles, la SEGAM tendrá las siguientes atribuciones:

Artículo 83

I. Vigilar el establecimiento y operación de sistemas y programas de verificación de emisiones de vehículos automotores en circulación;

II. Establecer y operar los centros de verificación vehicular en el Estado, conforme a las Normas Oficiales Mexicanas y leyes aplicables en la materia.

Ley de Cambio Climático para el Estado de San Luis Potosí

Capítulo III
Artículo 8

Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son:

II. Reducir las emisiones a través de políticas y programas, que fomenten la transición a una economía sustentable, competitiva y de bajas emisiones en carbono, incluyendo instrumentos de mercado, incentivos y otras alternativas

que mejoren la relación costo-eficiencia de las medidas específicas de mitigación, disminuyendo sus costos económicos y promoviendo la competitividad, la transferencia de tecnología y el fomento del desarrollo tecnológico.

Artículo 9

En materia de mitigación de gases de efecto invernadero, se atenderá a las siguientes directrices:

- II. La sistematización del manejo de residuos sólidos que no generen emisiones de metano, en centros urbanos de más de cien mil habitantes, en no más de cinco años:
 - a. Implementar programas de verificación vehicular.
 - d. Construir rutas de transporte público que deberán cumplir con la última generación de estándares de emisión u otros sistemas de transporte colectivo más eficientes

Ley de Transporte Público del Estado de San Luis Potosí

Título primero

De las disposiciones generales. Artículo 2: el servicio de transporte público en el Estado se sustentará en los siguientes principios rectores:

- I. Movilidad sustentable
- II. Eficiencia de gestión
- III. Calidad del servicio

Elaboración propia.

En los ámbitos metropolitano y municipal de San Luis Potosí, no existen instrumentos legales en materia de movilidad urbana. Algunos documentos regulatorios vigentes incluyen aspectos de la movilidad urbana municipal que se describen en la tabla 25.

Tabla 25. Marco normativo en materia de movilidad en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí

Reglamento de Ecología del Municipio de San Luis Potosí

Artículo 5

Corresponden al gobierno municipal las siguientes atribuciones:

XV. La aplicación de las disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas que funcionen como establecimientos mercantiles o de servicios, así como de emisiones contaminantes a la atmósfera provenientes de fuentes móviles que no sean consideradas de jurisdicción federal, con la participación que corresponda al Gobierno del Estado en los términos previstos por la LAE.

XXIII. La integración de un Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes al Aire, Agua, Suelo y Subsuelo, Materiales y Residuos de competencia municipal (...).

Artículo 6

Se considera de utilidad y orden público e interés social:

V. El establecimiento de medidas para la prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo en el territorio municipal.

Artículo 27

La política ambiental municipal estará definida dentro de un plan municipal ambiental que será elaborado por la Dirección (...) que deberá contener al menos:

- I. Un diagnóstico del estado actual del ambiente en el Municipio, que contenga entre otros, la normativa, instrumentos de planeación base, agua, aire, suelo, biodiversidad, residuos sólidos urbanos, efectos del cambio climático, energía, desarrollo urbano.

**Título Octavo
Capítulo II
Artículo 65**

De la protección al ambiente en el municipio.

En materia de prevención y control de la contaminación atmosférica. Para promover la prevención y control de la contaminación atmosférica, corresponde al Ayuntamiento por conducto de la Dirección.

II. Formular e instrumentar políticas y acciones para enfrentar el cambio climático en las siguientes materias:

- (f) Transporte público de pasajeros eficiente y sustentable en el ámbito jurisdiccional municipal.

Reglamento de Verificación vehicular**Artículo 1**

Regula las normas y procedimientos para la prevención y control de emisiones contaminantes a la atmósfera, provenientes de fuentes móviles que circulan en el municipio de San Luis Potosí.

Artículo 4

El Ayuntamiento del Municipio es el responsable de hacer cumplir el Reglamento.

Capítulo II a VII

De la autorización, equipamiento, instalación, mantenimiento y funcionamiento de los centros de verificación.

Capítulo VIII

Procedimiento para llevar a cabo la verificación de los vehículos.

**Capítulo IX
Artículo 69**

Calendario de verificación.

Todos los propietarios de vehículos automotores que circulen en la circunscripción territorial del Municipio de San Luis Potosí, tienen la obligación de verificar sus vehículos dos veces al año, de conformidad con el último dígito de la placa (se presenta calendario).

Capítulo XIII

Derechos y obligaciones de los propietarios de los automotores.

Reglamento de Protección al Ambiente del Municipio de Soledad de Graciano Sánchez**Artículo 7**

Corresponde a la Coordinación de Ecología las atribuciones (...) siguientes:

- IV. Aplicación de las disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas (...), así como de las emisiones de contaminantes a la atmósfera provenientes de fuentes móviles que no sean consideradas de jurisdicción federal, con la participación que corresponda al Gobierno del Estado en los términos de la LAE.
- XVI. Establecer y operar sistemas de verificación de emisiones de contaminantes a la atmósfera para los vehículos automotores que circulen por el Municipio, con la participación que corresponda al Gobierno del Estado en los términos de la LAE.
- XVII. Aplicar las medidas de tránsito y vialidad necesarias para reducir los niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera de los vehículos

automotores, incluso limitar su circulación cuando los niveles de emisión de contaminantes excedan los máximos permisibles establecidos en la normatividad ambiental.

Título Sexto
Capítulo VIII
Artículo 68

Para promover la prevención y control de la contaminación atmosférica, corresponde al Ayuntamiento, por conducto de la Coordinación de Ecología:

II. Integrar y mantener actualizado el inventario de emisiones y transferencia de contaminantes provenientes de fuentes fijas y móviles que sean de jurisdicción municipal, solicitando la colaboración de la SEMARNAT y/o de la SEGAM según corresponda.

IV. Establecer y operar en territorio municipal, el sistema de verificación vehicular obligatoria y permanente con el propósito de disminuir la emisión de gases, humos y partículas contaminantes de los vehículos automotores que circulen en el municipio con el objeto de conservar la calidad del aire.

Artículo 69.

La emisión de contaminantes a la atmósfera no deberá de exceder los niveles máximos permisibles que se establezcan en la normatividad ecológica vigente, por lo tanto, se prohíbe producir, despedir, descargar o emitir contaminantes que alteren la calidad del aire o puedan provocar degradación, molestias o daños en perjuicio de la salud humana y el medio ambiente del Municipio. Tales operaciones sólo podrán realizarse de conformidad con el presente Reglamento.

Elaboración propia.

Los reglamentos municipales señalados en la tabla 25 no incluyen el tema de movilidad. Sin embargo, tienen una relación con éste, debido a los efectos ambientales provocados por desplazamientos motorizados.

4.4.7 MARCO DE LA PLANEACIÓN DE LA MOVILIDAD

4.4.7.1 LA PLANEACIÓN DE LA MOVILIDAD EN EL CONTEXTO NACIONAL

En México existe un esquema de planeación dirigido a la mejora de la movilidad en las ciudades con cualidades: sostenibles, asequibles e integradas. Este marco está previsto en los documentos siguientes: 1) Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024; 2) Plan Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2019-2024; 3) Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024; 4) Programa Sectorial de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano 2020-2024; y 5) Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024 (tabla 26).

Tabla 26. El marco de la planeación para la movilidad en México

Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024	
<p>Eje 2. Bienestar</p> <p>Objetivo 2.8</p> <p>Fortalecer la rectoría y vinculación del ordenamiento territorial y ecológico de los asentamientos humanos y de la tenencia de la tierra, mediante el uso racional y equilibrado del territorio, promoviendo la accesibilidad y la movilidad eficiente.</p>	<p>Estrategia 2.8.2</p> <p>Realizar intervenciones integrales que mejoren las condiciones de habitabilidad, accesibilidad y movilidad de los asentamientos humanos, el goce y la producción social de los espacios públicos y comunes con diseño universal.</p> <p>Estrategia 2.8.3</p> <p>Fomentar, junto con los gobiernos locales, esquemas de impulso a la movilidad accesible y sostenible priorizando los modos de transporte público eficientes y bajos en emisiones, así como la movilidad no motorizada.</p>
Plan Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2019-2024	
<p>Objetivo Prioritario 3</p> <p>Transitar a un modelo de desarrollo urbano orientado a ciudades sostenibles, ordenadas y equitativas que reduzcan las desigualdades socio-espaciales en los asentamientos humanos.</p>	<p>Estrategia 3.5</p> <p>Elaborar e implementar proyectos que atiendan de forma integral las principales problemáticas urbanas y ambientales en materia de espacio público, equipamiento y movilidad.</p>
Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024	
<p>Objetivo Prioritario 2</p> <p>Fortalecer la acción climática a fin de transitar hacia una economía baja en carbono y una población, ecosistemas, sistemas productivos e infraestructura estratégica resilientes, con el apoyo de los conocimientos científicos, tradicionales y tecnológicos disponibles.</p>	<p>Estrategia 2.2</p> <p>Línea de acción 2.2.4</p> <p>Promover un desarrollo urbano sustentable, incluyente y compacto, de movilidad y vivienda sustentables, con manejo de residuos sólidos y aguas residuales que reduzca las emisiones de efecto invernadero y que incremente la resiliencia y la capacidad adaptativa de las ciudades y zonas metropolitanas.</p>
Programa Sectorial de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano 2020-2024	
<p>Objetivo Prioritario 1</p> <p>Establecer un sistema territorial integrado, ordenado, incluyente, sostenible y seguro centrado en los derechos humanos y colectivos de las personas, pueblos y comunidades; con énfasis en aquellas que, por su identidad, género, condición de edad, discapacidad y situación de</p>	<p>Estrategia 1.2</p> <p>Línea de acción 1.1.2</p> <p>Integrar políticas y acciones en materia de cambio climático, gestión integral del riesgo y movilidad, en los instrumentos del ordenamiento territorial y de desarrollo urbano.</p>

vulnerabilidad, han sido excluidas del desarrollo territorial...

Objetivo Prioritario 3

Impulsar un hábitat asequible, resiliente y sostenible, para avanzar en la construcción de espacios de vida para que todas las personas puedan vivir seguras y en condiciones de igualdad.

Estrategia 3.4

Línea de acción 3.4.1

Impulsar la incorporación de acciones de movilidad y conectividad en la planeación urbana y metropolitana con enfoque de sostenibilidad, seguridad vial y resiliencia.

Línea de acción 3.4.2

Coordinar acciones multisectoriales para garantizar tareas de movilidad sostenible mediante la integración de las vialidades, medios de transporte, rutas y destinos, priorizando la movilidad peatonal y no motorizada; a fin de obtener una mayor rentabilidad social, económica y ambiental con lo cual se beneficie a la mayoría de los habitantes y colonias de los asentamientos humanos.

Línea de acción 3.4.3

Elaborar guías y lineamientos que orienten a los gobiernos estatales y municipales en la articulación del desarrollo urbano y los sistemas de movilidad urbana que fomenten la inclusión y consideren las necesidades diferenciadas de las personas.

Línea de acción 3.4.4

Fomentar procesos participativos para identificar condiciones dignas, inclusivas y sostenibles de movilidad y conectividad.

Programa Sectorial de Comunicaciones y Transporte 2020-2024

Objetivo Prioritario 2

Contribuir al desarrollo del país mediante el fortalecimiento del transporte con visión de largo plazo, enfoque regional, multimodal y sustentable, para que la población, en particular las regiones de menor crecimiento cuenten con servicios de transporte seguros, de calidad y cobertura nacional.

Estrategia 2.5

Línea de acción 2.5.9

Fomentar proyectos piloto de movilidad eléctrica que incluyan transportes masivos, semi-masivos y de capacidad media con el objeto de promover sistemas de transporte sostenibles que coadyuven a la reducción de emisión de gases de efecto invernadero y promuevan la mitigación del cambio climático.

Estrategia 2.6**Línea de acción 2.6.1**

Elaborar el programa de largo plazo para el desarrollo de la infraestructura logística y de movilidad, en coordinación con las dependencias rectoras del desarrollo económico y social, los estados y los municipios, a fin de contribuir al logro de los objetivos de desarrollo sostenido e incluyente.

Elaboración propia

Como se describe en la tabla 26, las estrategias y acciones establecidas para la mejora en los esquemas de movilidad urbana en el país, tienen una relación estrecha con la planeación urbana y con el ordenamiento territorial.

La institución federal encargada de diseñar, coordinar e implementar las políticas de ordenamiento territorial, el desarrollo urbano y la movilidad en las ciudades, es la Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU), adscrita a la Secretaría de Bienestar (antes Secretaría de Desarrollo Social).

Otro organismo internacional que tiene un papel significativo en el análisis, y desarrollo de estrategias metodológicas y de gestión para la movilidad urbana en México, es el Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP por sus siglas en inglés). Los trabajos que este instituto ha desarrollado, en conjunto con autoridades locales y nacionales, así como con los sectores públicos y privados, son para promover soluciones de transporte que garanticen el derecho a la movilidad, y disminuyan los impactos negativos, tanto sociales como ambientales.

4.4.7.2 LA PLANEACIÓN DE LA MOVILIDAD EN EL CONTEXTO ESTATAL, METROPOLITANO Y MUNICIPAL

En el contexto local existen instrumentos de planeación en los que se incorporan estrategias de movilidad urbana, específicamente para el

Estado y el municipio de San Luis Potosí (tabla 27). En la escala metropolitana no existe un documento vigente que se refiera a acciones en el tema; al igual que para el municipio de Soledad de Graciano Sánchez.

Tabla 27. El marco de la planeación para la movilidad en San Luis Potosí

Plan Estatal de Desarrollo 2015-2021	
<p>Vertiente 1.5 Infraestructura, desarrollo urbano y movilidad</p> <p>Objetivo A Fortalecer el desarrollo regional, urbano y metropolitano sustentable que promueva la inversión productiva y el empleo.</p>	<p>Estrategia A.1 Regular el crecimiento de las zonas urbanas de acuerdo con las normas vigentes.</p> <p>Fortalecer la movilidad en los centros urbanos, con mejor infraestructura de vialidades y la conservación de las existentes.</p> <p>Estrategia A.4 Ampliar y fortalecer la movilidad de los diferentes modos de transporte y comunicaciones.</p> <p>Ejecutar el Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable en la Zona Metropolitana.</p> <p>Integrar la movilidad sustentable en el ordenamiento del territorio y en la planeación urbana, y desarrollar mecanismos de coordinación y cooperación administrativa.</p> <p>Normar la introducción de la movilidad sustentable en los nuevos desarrollos habitacionales, industriales y de servicios.</p> <p>Impulsar la infraestructura necesaria para las opciones de transporte no motorizadas.</p>
Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021	
<p>II. Municipio Habitable con Bienestar</p>	<p>Estrategia 2.5.1 Administración del territorio</p> <p>Impulsar un plan emergente de rescate del espacio urbano que permita vincular los espacios, las áreas verdes y la vialidad en una sólida proyección urbana que atienda las necesidades de movilidad y seguridad de las personas.</p> <p>Estrategia 2.5.2 Ciudad y futuro</p> <p>Diseñar una política de movilidad centrada en los peatones, reformando y actualizando el reglamento de tránsito municipal, para garantizar el derecho a la movilidad de toda la ciudadanía.</p> <p>Impulsar un nuevo modelo de movilidad que propicie el transporte público y otras formas de movilidad sostenible, fundamentado y estructurado de manera</p>

colaborativa con metas comunes entre los niveles de gobierno, sociedad civil y empresas.

**Estrategia 2.5.3
Ciudad y futuro**

Generar programas de recuperación, rehabilitación y mantenimiento de vialidades y banquetas para garantizar la integración de sistemas de movilidad alternativa, la accesibilidad universal, la seguridad y la sostenibilidad.

**Estrategia 3.2.1
Sostenibilidad de la ciudad**

Incrementar la inversión pública municipal en obras y servicios dentro de un plan estratégico metropolitano que genere mayor conectividad, uso mixto del suelo, movilidad de personas y mercancías, mayor seguridad, mediante un mejor equipamiento en alumbrado público, mejorando la salud de la población, instalando mejores redes de distribución de agua potable y saneamiento.

Implementar un sistema integral de monitoreo de la calidad del agua, el aire y los riesgos sanitarios (...).

Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbana (2021-2050)

V.1. Imagen objetivo 2050

3. Alcanzar un desarrollo urbano ordenado espacialmente, equitativo socialmente, competitivo en lo económico, equilibrado en lo ambiental y sustentable en consecuencia.

Estrategia 3.2

Diseñar un Sistema de movilidad sustentable, accesible.

Estrategia 3.4

Promover la alta eficiencia en el uso de los recursos naturales en el ámbito urbano.

Proyectos estratégicos (relacionados con la movilidad)

Acción: Conectividad entre comunidades rurales y urbanas

1. Implementación de un sistema de transporte público interurbano.
2. Conectar las localidades rurales con sistemas municipales de centros de población, mediante una red de caminos, conformando una red de infraestructura con ejes de integración rural.

Acción: Gestión integral de infraestructura para el transporte no motorizado.

-
1. Implementar una red de ciclovías para la conectividad de centros de población y los centros articuladores de servicios.

Acción: Generar centros de transferencia modal para lograr la movilidad eficiente.

1. Implementación de transporte público para garantizar la movilidad de personas de la tercera edad y/o con discapacidades.
 2. Implementación de transferencias modales.
-

Elaboración propia

En la tabla 27 se enlista el conjunto de estrategias y acciones para la movilidad urbana en San Luis Potosí que, para el año 2020 no se puede precisar su grado de cumplimiento, debido a que los planes de desarrollo estatal y municipal no contaron con indicadores para evaluar su implementación. No obstante, actualmente las políticas, programas o planes de movilidad urbana planteados, no existen o no están disponibles a consulta pública.

Para el caso del Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, que fue aprobado en 2021, aún no se puede identificar un grado de cumplimiento de sus acciones, pues su implementación es reciente.

De acuerdo con Miguel, Torres y Maldonado (2011), un plan o programa tiene sentido cuando las acciones y productos a realizar prevén el tiempo, los recursos y los logros deseados. Por lo que es probable que estos tres aspectos (tiempo, recursos y logros) no se proyectaron correctamente; y como resultado se formularon metas, estrategias y acciones ambiciosas, enmarcadas en perspectivas optimistas, que no pudieron llegar a concretarse.

4.4.8 LA DIMENSIÓN POLÍTICA DE LA MOVILIDAD URBANA EN SAN LUIS POTOSÍ

4.4.8.1 ACTORES RESPONSABLES DE LA MOVILIDAD URBANA

Para materializar las políticas, acciones y estrategias de movilidad establecidas en los lineamientos internacionales, la normativa nacional, estatal y municipal, así como en los planes de desarrollo y programas de ordenamiento territorial; es necesario contar con instituciones capaces de garantizar su aplicación, en beneficio de una movilidad equitativa, incluyente, asequible y sostenible.

Esto condujo a un análisis de la relación que existe entre lo establecido por la normativa, en materia de movilidad urbana, con la responsabilidad (atribuciones) de las instituciones responsables, en San Luis Potosí. Es decir; a quién le corresponde garantizar el cumplimiento de leyes, reglamentos, planes y programas.

En la tabla 28, se señalan las autoridades responsables de cumplir y hacer valer lo establecido en los instrumentos legales y de planeación; así como de atender las necesidades de movilidad en el Estado de San Luis Potosí, en su zona metropolitana y en los municipios que la conforman.

Tabla 28. Autoridades y dependencias responsables de la movilidad en el Estado y Municipio de San Luis Potosí

Actor responsable	Atribuciones conferidas
Gobernador Constitucional del Estado de San Luis Potosí	Constitución Política del Estado de San Luis Potosí Artículo 80: son atribuciones del Gobernador del Estado: I.- Cumplir y hacer cumplir la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, las leyes del Congreso de la Unión, los tratados internacionales, la presente Constitución y las leyes, reglamentos y demás disposiciones de carácter general que de ellas emanen; (...)

IX. Presentar ante el Congreso el Plan Estatal de Desarrollo para su aprobación, dentro de los primeros tres meses de su mandato. Asimismo, informarle anualmente sobre su ejecución, durante la segunda quincena de septiembre de cada año;

Director de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del Estado de San Luis Potosí

Reglamento Interno de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del Estado de San Luis Potosí

Artículo 6

II.- Establecer y aplicar la política de desarrollo del transporte, movilidad y conectividad en el Estado, así como formular el programa estatal respectivo; (...)

VI.- Participar con el Gobernador del Estado en la celebración de convenios en materia de transporte público que éste celebre con el gobierno federal, otras entidades o municipios, así como en el sector social o privado; (...)

XI.- Autorizar las tarifas, rutas, horarios y terminales, así como todo lo relativo a la operación del servicio público de transporte y vigilar su cumplimiento; (...)

XX.- Impulsar sistemas de comunicaciones y conectividad, especialmente de zonas rurales, así como todo lo inherente al servicio de transporte público;

XXI.- Establecer lineamientos generales de planeación, presupuestación, organización, dirección, ejecución, control y evaluación de los programas y proyectos en materia de transporte público, movilidad y conectividad de competencia estatal; (...)

XXVI.- Celebrar convenios para llevar a cabo estudios y proyectos con el sector académico, social o privado en materia de movilidad y conectividad;

Titular de la Dirección General de Movilidad (SCT)

Reglamento Interno de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del Estado de San Luis Potosí

Artículo 9

I.- Cumplir con las políticas públicas que se fijen por el gobernador del Estado o el secretario en materia de movilidad.

II.- Elaborar en coordinación con la Dirección General de Transporte Colectivo Metropolitano y la Dirección General de Comunicaciones y Transportes, planes y programas de movilidad sustentable.

III.- Proponer al secretario de la SCT el establecimiento de nuevos sistemas o servicios de transporte del Estado.

	<p>VI.- Obtener y procesar la información sobre estudios de origen, destino y flujo de pasajeros en las modalidades del Servicio Público del Transporte en el Estado. (...)</p> <p>VIII.- Contestar consultas, peticiones y excitativas de naturaleza jurídica o administrativa que se presenten en materia de movilidad a la Secretaría. (...)</p>
<p>Titular de la Dirección General de Transporte Colectivo Metropolitano (SCT)</p>	<p>Reglamento Interno de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del Estado de San Luis Potosí</p> <p>Artículo 11</p> <p>VII.- Realizar estudios para determinar la operación y necesidades de transporte público en los municipios de San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez, Cerro de San Pedro, Mexquitic de Carmona, Villa de Reyes y Zaragoza (...).</p>
<p>Consejo Estatal del Transporte</p>	<p>Ley de transporte público del Estado de San Luis Potosí. Establece:</p> <p>Artículo 121. El Consejo tendrá las siguientes atribuciones:</p> <p>I.- Analizar permanentemente las condiciones del servicio del transporte público, recomendando y validando los programas y acciones de carácter técnico y financiero para mejorar la prestación del servicio;</p> <p>II.- Proponer al titular del Ejecutivo del Estado, programas y acciones de carácter técnico y financiero convenientes para mejorar la prestación del servicio de transporte público;</p> <p>III.- Llevar un registro de los principales indicadores y estadísticas en materia del servicio de transporte.</p>
<p>Presidentes municipales (San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez)</p>	<p>Ley de Transporte Público del Estado de San Luis Potosí</p> <p>Artículo 19</p> <p>Son atribuciones de los ayuntamientos:</p> <p>I.- Participar en la formulación y aplicación del Programa Sectorial de Transporte Público, y los demás programas de la materia, cuando aquéllos afecten su ámbito de competencia;</p> <p>II.- Celebrar convenios de coordinación con la Federación y el Estado, para la mejor prestación de los servicios de transporte, en el ámbito del territorio de su municipio;</p>

III.- Realizar, coordinadamente con la Secretaría, los estudios técnicos necesarios que permitan mejorar el servicio y proponer al Ejecutivo del Estado las medidas necesarias; (...)

Reglamento de Ecología para el Municipio de San Luis Potosí

Artículo 65

Para promover la prevención y control de la contaminación de la atmósfera, corresponde al Ayuntamiento por conducto de la Dirección: (...)

II.- Formular e instrumentar políticas y acciones para enfrentar el cambio climático en las siguientes materias: (...)

f) Transporte público de pasajeros eficiente y sustentable en el ámbito jurisdiccional municipal.

**Titular del
Instituto Municipal
de Planeación de
San Luis Potosí**

Reglamento Interno del Instituto Municipal de Planeación

Artículo 3

El Instituto tendrá, además de las facultades y obligaciones que le confieren los artículos 33, 34 y 35 del Decreto, las siguientes atribuciones:

XVII. Intervenir en la formulación y aplicación de los programas de transporte público de pasajeros que se implementen para el Municipio; (...)

XVIII. Realizar, impulsar y participar en la elaboración de los estudios de movilidad urbana motora y no motora y los planes o programas sectoriales que de éstos se deriven.

**Consejo Municipal
de Transporte**

Ley del Transporte Público del Estado de San Luis Potosí

Artículo 125

Los consejos municipales de transporte público tendrán las siguientes funciones:

I.- Analizar permanentemente las condiciones del servicio de transporte público en todas sus modalidades en el ámbito municipal, proponiendo programas, estudios y acciones de carácter técnico y financiero para mejorar la prestación del servicio;

II.- Con base en las necesidades de la población, proponer la creación, ampliación o modificación de rutas, itinerarios,

horarios, frecuencias de paso, tarifas, sistemas de pago y servicios auxiliares; (...)

VII.- Proponer métodos de control y evaluación del servicio; (...)

IX.- Conocer y llevar a través del secretario técnico, un registro de los indicadores y estadísticas en materia del servicio de transporte público, correspondiente a sus respectivos territorios;(...)

Elaboración propia

A partir de la información presentada en la tabla 28, se puede determinar que en la ZMSLP existe una estructura institucional que, en atención a las atribuciones conferidas en su normativa, y en colaboración con las instancias estatales y nacionales correspondientes, pueden mejorar la movilidad urbana.

Además de instituciones, existen algunos colectivos sociales interesados en mejorar la movilidad en la ZMSLP, estos son: 1) Vida sobre ruedas, que se enfoca en la movilidad no motorizada; 2) Derechos Urbanos y 3) Sociedad Civil Organizada, que promueve el respeto a los derechos de los habitantes de una ciudad; entre ellos, el de la movilidad; y 4) Cambio de Ruta que, mediante la asesoría jurídica, trabajan por la protección ambiental, social y de salud.

Estos colectivos han desempeñado un papel importante para exigir el cumplimiento de políticas de movilidad a las autoridades responsables. Algunas de los asuntos que han promovido ante las autoridades son: 1) la instalación de infraestructura (vial y de equipamiento) segura para ciclistas; 2) el desarrollo de estrategias para una movilidad universal e incluyente; 3) el monitoreo de la calidad del aire; 4) el fortalecimiento de la gobernanza; por mencionar las más trascendentes.

4.4.8.2 LOS AVANCES EN LA IMPLEMENTACIÓN DE POLÍTICAS, ESTRATEGIAS Y ACCIONES PARA LA MOVILIDAD EN LA ZMSLP

De las instituciones responsables en el tema, destacan ciertos estudios de movilidad. Lamentablemente, algunos de éstos, no están disponibles. Tal es el caso de:

1. Estudio de Origen-Destino y Demanda de Transporte Público de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí, realizado por la empresa Urbanismo y Sistemas de Transporte S.A. de C.V. en el año 2000 (Casado, 2008).
2. Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable San Luis Potosí – Soledad de Graciano Sánchez, elaborado por el Gobierno del Estado de San Luis Potosí, en el año 2013.
3. Estudio Técnico de Oferta y Demanda del Transporte Público de Pasajeros en Modalidad Colectiva Ruta, realizado por el Centro Universitario de Apoyo Tecnológico y Empresarial de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí en el año 2019.

Existen otros diagnósticos de movilidad en transporte público (de tipo cualitativos) y no motorizada (con enfoque cuantitativo), que realizó el Instituto Municipal de Planeación de San Luis Potosí, que sí están disponibles para consulta pública (tabla 29).

Tabla 29. Estudios de movilidad realizados por el Instituto Municipal de Planeación de San Luis Potosí

Proyecto/Estudio	Año elaboración	Hallazgos fundamentales
Paradas de Transporte Público en San Luis Potosí	2019	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Implan SLP tiene limitaciones para intervenir en el tema de transporte público, puesto que éste es de competencia Estatal; 2. Se identifican las deficiencias importantes del transporte público, que

		<p>segrega y limita a la población y sus usuarios.</p> <p>3. El transporte público ofrece un servicio deteriorado que promueve en la población optar por opciones de transporte individuales y privadas cuando éstas pueden costearlas.</p> <p>4. La infraestructura que existe para el transporte público es poca y en malas condiciones.</p>
Proyectos ciclovías 2019-2021	2019	1. Planteamiento para la habilitación de una red de ciclovías con una extensión de 25 kilómetros en un periodo de mediano y largo plazo.
Aforo Ciclista	2019	1. Se identificó una demanda importante de viajes en bicicleta, en las rutas estudiadas.
I. Av. Himno Nacional		
II. Av. Venustiano Carranza		2. Se justificó la demanda de infraestructura para la movilidad no motorizada (en bicicleta), en el municipio de San Luis Potosí.
III. Av. Fray Diego de la Magdalena		
V. Av. Juárez (Calzada de Guadalupe)		

Elaboración propia

La información obtenida con los estudios señalados (públicos y de acceso restringido), han justificado la realización de algunas propuestas de infraestructura que, a criterio de la autora de esta tesis: 1) son insuficientes, 2) están implementados parcialmente y 3) no atienden la demanda real de movilidad y de transporte.

Algunos ejemplos que dan crédito a las afirmaciones anteriores, y que tienen como sustento algunas notas periodísticas locales, son los siguientes:

1. El centro de transferencia de transporte urbano proyectado en el Centro Histórico de la ciudad (avenida 20 de noviembre), carece de la

infraestructura necesaria para su operación (señalética y video vigilancia), además de que no se le da el mantenimiento necesario.

2. El brazo vial del Distribuidor Juárez que conecta a las Carreteras Federales 57 y 70 con la avenida Salvador Nava Martínez, permitiría el flujo diario y fluido de aproximadamente 145 mil vehículos hacia la carretera 57. Sin embargo, actualmente en esta vialidad persisten los problemas de tráfico y congestión.
3. El Estado de San Luis Potosí ocupa el décimo lugar a nivel nacional en muertes de ciclistas y peatones por atropello. Lo que sugiere que, en sus municipios, aún no existe la infraestructura necesaria y suficiente para los desplazamientos no motorizados.
4. Según la empresa Moovit, en la ciudad de San Luis Potosí, el 24.4% de la población utiliza opciones de micromovilidad como: bicicletas, patinetas, patines y similares; y de acuerdo con el Implan (2019), existen habilitados 26 kilómetros lineales de ciclovías. No obstante, sólo las ciclovías de las avenidas Venustiano Carranza e Himno Nacional (6 kilómetros lineales) cumplen con los estándares de diseño y seguridad.
5. Línea 1 de Red Metro, proyectado para la Zona Metropolitana de San Luis Potosí, no funciona y se prevé que no lo hará en los próximos meses, a pesar de que ésta ya fue inaugurada; pues existen deficiencias en la construcción de plataformas, y falta más infraestructura para su funcionamiento (autobuses, cámaras de vigilancia, adecuación de las terminales de transferencia).

Otra característica es que, para su funcionamiento, no contemplaron un proyecto de redirección de rutas de camiones de pasajeros que alimenten a la línea BRT.

Con el análisis realizado, se puede concluir que en el Estado de San Luis Potosí existen fundamentos normativos para que en sus ciudades exista una movilidad planeada y adaptada a las necesidades demográficas, económicas, tecnológicas y ambientales. Sin embargo, las autoridades responsables de aplicar y hacer valer la normativa correspondiente, no lo hacen.

En el contexto metropolitano no se identificaron instrumentos regulatorios ni dependencias administrativas que atiendan el tema de la movilidad. Mientras que, en el contexto local, el municipio de San Luis Potosí, ha realizado algunos esfuerzos normativos, de planeación y de desarrollo para la movilidad; aunque la implementación de los mismos ocurre de manera parcial.

Algunas causas que pueden provocar estas fallas son: 1) el desconocimiento o desinterés de las autoridades responsables; 2) la falta de datos que permitan caracterizar y dimensionar los problemas de movilidad y sus efectos; y 3) la desvinculación de los estudios de movilidad existentes, con la planeación y el desarrollo urbano.

4.4.9 CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DEL MARCO NORMATIVO DE LA MOVILIDAD URBANA

La movilidad urbana en México ha sido vinculada a los temas de transporte y tránsito vehicular. Sólo en las Zonas Metropolitanas del Valle de México, Guadalajara, Monterrey y León, la movilidad urbana es entendida como un derecho de los ciudadanos, a quienes debe garantizarse la conectividad, accesibilidad, asequibilidad y seguridad al momento de sus traslados. Esto está contenido en diferentes instrumentos legales que rigen en los ámbitos estatal, metropolitano y municipal.

Lo anterior, pone en evidencia la falta de nuestro país a los compromisos internacionales firmados ante la ONU; pues en las ciudades la movilidad

no está garantizada como un derecho de la población; aún prevalecen los esquemas motorizados de movilidad; y no existe un marco que regule su función, ni que establezca responsabilidades a organismos y autoridades.

Para el caso de la ZMSLP, la movilidad está sustentada sólo en la Ley Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano; pues en el ámbito local no hay una norma específica en el tema. Y, para el municipio de San Luis Potosí, está vigente el Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, que incorpora estrategias alusivas a la movilidad urbana, que atienden una parte de los problemas que se enfrentan actualmente.

Por lo anterior, la ZMSLP tiene como reto, comenzar a crear un marco normativo para su movilidad, atendiendo a los compromisos internacionales, adoptados por el país: movilidad sostenible, asequible, integrada y accesible. Además de garantizarla como un derecho para sus habitantes.

Pero también, la ZMSLP requiere de instrumentos de planeación concretos y objetivos que permitan su cumplimiento, además de avalar una mejoría para la movilidad de la población y la disminución de los problemas que actualmente se enfrentan.

Hoy en día, los datos de los viajes cotidianos de los habitantes de la ciudad se desconocen. Existen reglamentos que otorgan atribuciones a los titulares de algunas instituciones gubernamentales para que desarrollen diagnósticos en el tema y generen alternativas de solución; sin embargo, los avances son mínimos y al día de hoy la movilidad no está caracterizada.

4.5 ANÁLISIS ESPACIAL DE LA MOVILIDAD URBANA EN LA ZONA METROPOLITANA DE SAN LUIS POTOSÍ (CRITERIOS DE DIAGNÓSTICO 4 Y 5)

Durante los criterios de diagnóstico 1 *Población* y 2 *Urbana*, se pudo identificar que, en la ZMSLP, existe una movilidad de su población importante, que está condicionada por las características morfológicas, estructurales y de equipamiento de la ciudad; y que, a la vez, pueden estar promoviendo algunos problemas que, hasta el momento, pueden observarse más no comprobarse.

Con el criterio 3 *De gestión*, pudo constatarse que en la ZMSLP no existe un marco legal sólido que rija en materia de movilidad urbana. De igual manera, la planeación de la movilidad urbana es inexistente por lo que, al ser un tema sin sustento ni directriz, no se identifican respuestas a las necesidades de la población.

Los criterios de diagnóstico: 4 *Movilidad cotidiana* y 5 *Oferta y demanda*, se definieron con el propósito de conocer las formas y dinámicas de los desplazamientos de la población; de las que puedan desprenderse alternativas de solución o de mejora.

El objetivo principal de los criterios 4 y 5 fue obtener información de las características de los desplazamientos cotidianos de los habitantes de la ZMSLP y su dinámica espacial. La herramienta utilizada para la recolección de datos fue la encuesta de movilidad; mientras que la matriz origen-destino sirvió como instrumento para el análisis de la información.

4.5.1 LA ENCUESTA DE MOVILIDAD

Las encuestas de movilidad se utilizan por su efectividad para recopilar información sobre las características de los viajes cotidianos de la población. La encuesta más utilizada es la de tipo origen-destino (OD), que analiza los desplazamientos intraurbanos o intrametropolitanos; recopila datos: del volumen y dirección de los flujos del transporte empleado, de los horarios, de las características sociodemográficas del encuestado y de los motivos de viaje. También permite examinar la relación entre la estructura urbana y los desplazamientos; establecer los vínculos entre las características sociodemográficas y la movilidad cotidiana; así como apoyar en la planeación de infraestructura vial y urbana (Casado, 2008, p.3).

Molinero y Sánchez (2003) agregan que la encuesta OD recopila datos como: número de viajes, orígenes y destinos de los mismos, ubicación de las áreas atractoras y generadoras de desplazamientos, la demanda atendida y satisfecha, además de predecir las necesidades y los comportamientos de las personas al momento de realizar sus viajes. La información que la encuesta OD recopila es útil para: la toma de decisiones, la planeación de políticas de movilidad y transporte, y la definición de estrategias de ordenamiento y de planeación urbana.

Los primeros registros de encuestas de movilidad datan de 1967, en Estados Unidos de América, con la implementación de la Encuesta Nacional de Viajes por Carretera. En Europa, en el año de 1970, en la comunidad de Cataluña, España, comenzaron a integrarse formularios de movilidad en los censos de población. Más tarde, Suiza (1974), Dinamarca (1975) y los Países Bajos (1978) aplicaron encuestas de viajes. Enseguida, Alemania (1994), Bélgica (1999) y España (1996) incursionaron en la valoración de la movilidad de su población, con métodos ampliados

de aplicación de encuestas y de mayor complejidad (Violland, 2011; Miralles, 2012)

En México, las encuestas de movilidad comenzaron a concretarse en el año de 1976. Puebla fue la primera ciudad en realizar una encuesta OD. En 1983, el Distrito Federal y Monterrey, también implementaron sus propias encuestas OD, y Guadalajara lo hizo en 1985.

Otros países de Latinoamérica, de los que se tiene registro, que empezaron a analizar la movilidad en sus ciudades principales, fueron Colombia (1990) y Argentina (1993) (INEGI, 2018b, p. 4-7).

En años recientes, naciones como: Australia, Austria, Brasil, Canadá, Chile, Corea, Finlandia, Francia, Irlanda, Japón, Luxemburgo, Noruega, Nueva Zelanda y Reino Unido, desarrollaron encuestas y bases de datos de movilidad que se actualizan con frecuencia (Violland, 2011). Las encuestas de movilidad implementadas en dichos países, permitieron obtener datos asociados a las características sociodemográficas de su población móvil, los hábitos de desplazamiento de las personas y las características del transporte utilizado. Actualmente, algunas encuestas incorporan también parámetros ambientales, distinguen las prácticas de viaje (motorizada y no motorizada) e incluyen a todos los grupos sociales (Miralles, 2012).

Según Torgil (1998) existen métodos distintos para la aplicación de encuestas de movilidad. Para el caso de la encuesta OD, pueden realizarse entrevistas: en hogares, en carretera, por teléfono, correo postal o internet. Estas técnicas de implementación coinciden con la evolución de las encuestas usadas con fines de investigación. De 1940 a 1970 se optaba por una aplicación presencial o por correo postal; de 1970 a 1990

se realizaban de manera telefónica; y desde 1990 se utilizan medios digitales (Szolnoki y Hoffmann, 2013, p. 57).

En los países señalados anteriormente, las encuestas de movilidad recurren al uso de métodos de aplicación en hogares y de manera telefónica, debido a que, a partir de éstas, se obtiene una muestra representativa de la población, permiten una precisión mayor en la captura de respuestas y tienen niveles de sesgo mínimos. No obstante, Torgil (1998) argumenta que los procesos para llevarlas a cabo son largos, requieren habilidades técnicas específicas, y de un financiamiento vasto; además de que demandan un control de calidad.

Thakuria et al. (2020), señalan que la combinación actual de la investigación realizada a través de encuestas, con otras alternativas de captura de datos (multimodo), abre posibilidades de explorar fenómenos urbanos complejos, como el de la movilidad. Un ejemplo son las encuestas de viajes de hogares que utilizan un método CAPI (computer assisted personal interviewing) o similares, en donde los participantes llenan un formulario de sus viajes, utilizando celulares inteligentes o dispositivos con sistemas de posicionamiento global (GPS).

En estudios de movilidad, dadas las facilidades que ofrece el internet para la distribución de encuestas, los costos bajos en su implementación y la agilidad en la captación de respuestas, existe la posibilidad de incorporar encuestas auto administradas en línea. Una particularidad de la encuesta auto administrada (en línea) es la ausencia del entrevistador que lea las preguntas y anote las respuestas; estas acciones recaen en la persona que contesta el cuestionario (Díaz de Rada, 2012, p.195)

A pesar de que la aplicación de encuestas por internet es reciente, su impacto en la investigación ha sido importante. Díaz de Rada (2012)

señala como ventajas: 1) la rapidez, ya que el tiempo de trabajo en campo se reduce; 2) la calidad en la información recogida, pues tiene la posibilidad de introducir elementos audiovisuales en el cuestionario que faciliten la lectura y mejoren la respuesta del cuestionario; 3) la investigación tiene un costo menor, ya que no se requieren encuestadores, gastos de administración e introducción de datos, así como la impresión y fotocopiado de cuestionarios; y 4) la calidad en la contestación del cuestionario, ya que ofrece tiempo para reflexionar las respuestas; además de que no existe sesgo por la presencia del encuestador y prevalece el anonimato para los entrevistados.

Las desventajas de las encuestas por internet son: la dificultad para hacer muestras representativas, por la accesibilidad limitada de la población a dispositivos o a una conexión, lo que conlleva a un error de cobertura; y la poca aleatoriedad de las muestras, pues su distribución es directa hacia los entrevistados ya sea por correo electrónico o por red social (Díaz de Rada, Domínguez y Pasadas del Amo, 2019). Ante este argumento, Scholl, Mulders y Drent (citados en Díaz de Rada, Domínguez y Pasadas del Amo, 2019, p. 197), mencionan que cuando la población tiene una cobertura amplia de acceso a internet, el inconveniente de la representatividad de las encuestas en línea, disminuye.

4.5.2 LAS ENCUESTAS DE MOVILIDAD EN MÉXICO

De acuerdo con Casado (2008), Suárez y Delgado (2015) e INEGI (2018), en México, los estudios de movilidad que utilizan encuestas son aún limitados, por la dificultad (en tiempo y recursos) para poder realizarlos. Los existentes, se han llevado a cabo en la Ciudad de México (y sus municipios conurbados), Puebla, Monterrey y Guadalajara. En la Ciudad de México y sus áreas conurbadas, la encuesta OD ha sido aplicada con más frecuencia: 1983, 1994, 2007 y 2017.

La implementación de las encuestas OD ha estado a cargo de dependencias de gobierno, como la Coordinación General de Transporte del Departamento del Distrito Federal, en 1983. También han participado organismos públicos autónomos como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) quien implementó las encuestas de 1994 y 2007; y la Universidad Nacional Autónoma de México que colaboró con el INEGI, para efectuar la Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México, en el 2017.

Las versiones anteriores de las encuestas OD utilizaron el método de captación de entrevista directa. En la versión del 2017, la muestra seleccionada fue de 66 625 viviendas, distribuidas en 12 352 manzanas, localizadas en 194 distritos pertenecientes a la Ciudad de México, el Estado de México e Hidalgo. El cuestionario se aplicó mediante dispositivo móvil, junto con una tarjeta de viajes que capturó datos de dos días (uno entre semana y el sábado), y la duración del estudio fue de 10 meses (INEGI, 2018c).

Los datos recopilados con esta encuesta (sociodemográficos, hábitos de viajes, modo de transporte empleados, horas de afluencia, duración, tiempos y costos de desplazamiento) se concentraron en una base de

datos de acceso público. Esta encuesta OD, ha sido la única aplicada en el país por organismos públicos, y sus resultados son considerados por los gobiernos en la toma de decisiones (en materia de planeación urbana y de transportes); además de que sustentan otras investigaciones en el tema.

Otro estudio de escala mayor, que utilizó una metodología similar, aunque en un tiempo de desarrollo menor, fue la Encuesta Nacional de Movilidad, efectuada en el 2014 por la Universidad Nacional Autónoma de México. En ella se aplicaron cuestionarios a 1200 individuos distribuidos en diferentes partes del país, con base en una muestra estratificada por región, localidad, áreas geoestadísticas básicas, manzanas y viviendas (INEGI, 2018c). Los resultados incluyeron información socioeconómica de la población móvil, el volumen de viajes realizados de manera cotidiana, los hábitos y las formas de desplazamiento, así como algunos criterios de percepción, asociados a su movilidad (transporte, seguridad y calidad del aire).

Existen otros trabajos de movilidad en México, desarrollados en el marco de la investigación específica (grupal o individual) que responden a objetivos particulares, con insumos acotados, y aplicados a una muestra en un sitio de estudio específico. La mayoría de éstos se concentran en la Zona Metropolitana del Valle de México. Autores como Acuña y Graizbord (1999), Navarro y Guevara (2000), Aguilar (2004), Sobrino (2007), Suárez y Delgado (2007, 2010, 2015), Duhau y Giglia (2007), Graizbord (2008) y Suárez, Murata y Delgado (2015), han elaborado trabajos sobre las formas, dinámicas, flujos e impactos de los desplazamientos de la población en el territorio de esta mega ciudad.

En ciudades medianas sólo se tiene documentada la investigación desarrollada por Obregón y Betanzo (2015), que corresponde a la

aplicación de una encuesta OD en la ciudad de Santiago de Querétaro, y cuyo método de aplicación fue similar al de la ZMVM, con un tiempo de duración de tres meses. La ausencia de más ejemplos puede deberse a la falta de información o a la dificultad para generarla. De aquí la necesidad de realizar más estudios de movilidad que utilicen encuestas con costos y tiempos de elaboración menores, aplicados en ciudades en crecimiento, en donde los problemas asociados a los desplazamientos de la población van en aumento.

4.5.3 MÉTODO DE ANÁLISIS

La encuesta de movilidad utilizada en esta investigación, tuvo como objetivo principal compilar información de primera mano sobre los desplazamientos cotidianos de los habitantes de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí (ZMSLP); para después caracterizar la movilidad de su población y su interacción con el espacio. La encuesta se aplicó a personas con edades de entre 6 y 70 años.

En los apartados anteriores se mencionan ejemplos de encuestas que utilizan el muestreo estratificado para aumentar el nivel de representatividad, concretamente las encuestas origen-destino. Sin embargo, esta investigación desarrolló una metodología simplificada para la implementación de una encuesta de movilidad individualizada a una muestra representativa de la población, disminuyendo los costos económicos, los tiempos de aplicación y el uso de recursos tanto humanos como materiales.

Para el cálculo de la muestra estadística se utilizó la fórmula de muestreo aleatorio simple: $n = \frac{N Z^2 pq}{d^2 (N-1) + Z^2 pq}$, para la que se consideraron niveles de confianza (z) y de precisión (d) del 95%. La

población móvil (N) obtenida fue de 984 617 personas (INEGI, 2017b), y el tamaño de muestra calculado fue de 384 individuos.

Para la elaboración del cuestionario, se tomó como ejemplo la Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México. La encuesta se estructuró en cinco apartados y se organizó en 30 preguntas que permitieron recopilar: 1) la información general de las personas encuestadas (edad, sexo, ocupación, escolaridad, lugar de residencia); 2) el origen y destino de sus desplazamientos cotidianos principales; 3) los modos de transporte empleados; 4) los motivos, distancias y costos de sus trayectos; 5) la percepción sobre el servicio, seguridad e impacto ambiental del transporte que utilizan; y 6) las características de los vehículos particulares (automóvil y motocicleta), así como del camión de pasajeros (Anexos 1 y 2).

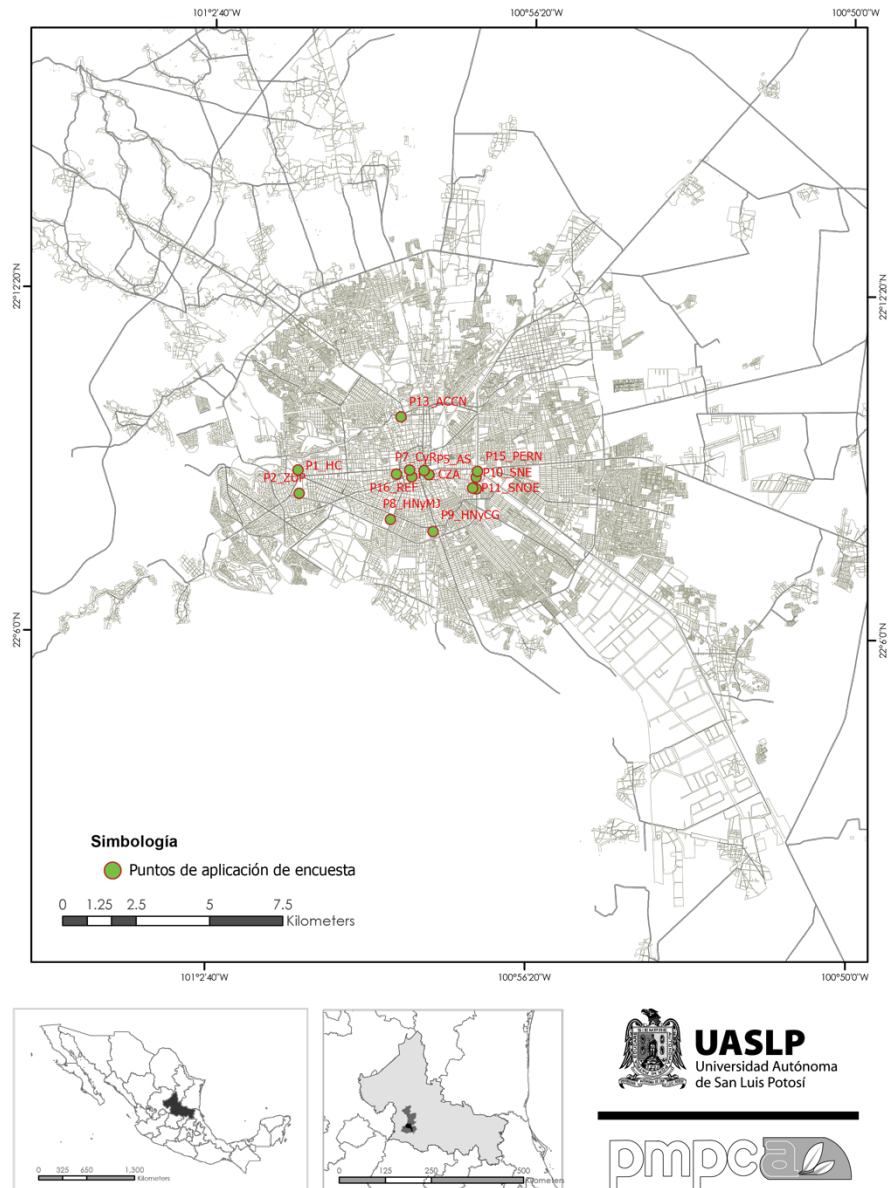
Para la implementación, se consideraron los argumentos de Torgil (1998), Evans y Mathur (2005), Díaz de Rada, Domínguez y Pasadas del Amo (2019) y Thakuriah et al. (2020); y se optó por utilizar un modo mixto de distribución de la encuesta: presencial y por internet. La viabilidad de adoptar el envío digital se determinó con base en los datos proporcionados por el Instituto Federal de las Telecomunicaciones (IFT), que, en 2018, determinó que el 75% de la población del área metropolitana de San Luis Potosí de 6 años y más, utilizan un teléfono móvil inteligente, y el 82% tiene acceso a internet (IFT, 2019, p. 20).

El formato de la encuesta presencial fue impreso; mientras que la distribuida por internet utilizó un formulario digital que permitió mejorar la distribución de preguntas y facilitó la captura de respuestas. En ambas versiones, el 76% de las interrogantes fueron cerradas con opción múltiple, y el 24% restante, abiertas (que recopilaron la información general de los participantes).

Con el objeto de elaborar las bases de captura de información, de realizar las pruebas estadísticas correspondientes, y de validar la precisión y el tiempo de respuesta, entre otros detalles importantes que debieran considerarse antes de la aplicación general; se implementó una encuesta piloto para cada modalidad (internet y presencial) a dos grupos de 30 personas, cada uno.

Una vez comprobada la efectividad de los métodos se procedió a la aplicación. Para la encuesta presencial se utilizó el método de intercepción en 16 puntos de muestreo que abarcaron: el área principal de transferencia de transporte, además de algunas paradas de autobuses donde convergen las rutas de camión más utilizadas, ubicados en el centro, sur poniente y sur oriente de la ZMSLP (figura 16). Los perfiles de las personas encuestadas variaron en edad (niños, jóvenes, adultos, personas de la tercera edad) y en sexo (hombres y mujeres). En esta modalidad la participación de las mujeres fue mayor (59%) que la de los hombres (41%).

Figura 16. Puntos de muestreo de encuesta presencial



Elaboración propia a partir de Ayuntamientos SLP-SGS, 2011 e INEGI, 2015. Mapa elaborado en ArcGIS versión 10.3.

Algunos problemas durante su aplicación fueron: 1) la dificultad de acceso a las personas y su disposición para responder la encuesta; 2) el abandono del llenado de la encuesta por cuestiones de tiempo del entrevistado; y 3) inconsistencias en la lógica de respuesta sobre las

características de los desplazamientos (distancias, tiempos de traslado, gasto de transporte, consumo de combustible).

Debido a que en este estudio sólo se analizaron los desplazamientos habituales y primordiales de las personas, las entrevistas se realizaron durante cinco días de la semana (lunes a viernes), en tres horarios distintos: de 8 a 10 horas, de 13 a 15 horas y de 17 a 19 horas. La implementación de la encuesta presencial tomó más tiempo y permitió recopilar el 26% de las respuestas totales.

La distribución de la encuesta por internet, tuvo un alcance mayor (74% de las respuestas), su envío fue ágil, disminuyeron los costos de operación y la obtención de la información fue más rápida. Para su repartición se solicitó a instituciones académicas (secundaria, preparatoria y universidad) y algunos grupos empresariales, enviar la encuesta a las direcciones electrónicas de las personas adscritas a su organización; además de publicar el enlace del formulario, en sus cuentas oficiales de redes sociales (Instagram, Facebook y WhatsApp).

Una vez recopiladas las respuestas, se elaboró una base con los datos y respuestas de los participantes, con la finalidad de estructurar la información, identificar los lugares de residencia de los participantes en el área urbana y descartar las encuestas no llenadas correctamente.

Finalmente se obtuvieron 1604 encuestas, de las cuales 1165 contenían la información necesaria para la investigación; este número superó a los 384 correspondientes a la muestra calculada, lo que permitió obtener más datos y mejorar el análisis de información.

Los lugares de residencia de los participantes se distribuyen en la totalidad del territorio de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí (tabla 30); sin embargo, para efectos de alcanzar una representatividad mayor, hizo

falta más participación de los habitantes de dos sectores urbanos (4 y 7), ubicados al norte y oeste de la ciudad.

Tabla 30. Distribución por sector urbano, de participantes de la encuesta de movilidad en la ZMSLP

Sector urbano	Población por sector urbano	%	Participantes por sector urbano	%
1 Centro	116 651	12%	271	24%
2 Lomas -Tangamanga	50 890	5%	174	16%
3 Morales -Industrial Aviación	121 601	13%	135	12%
4 Saucito Terceras	131 965	14%	39	4%
5 Satélite Progreso	240 868	25%	286	26%
6 Zona Industrial	16 334	2%	13	1%
7 Jardines de Oriente-Villa de Pozos	142 208	15%	52	5%
8 Soledad Norte				
9 Soledad Sur	137 412	14%	107	10%
10 La Loma- Horizontes-Pedregal	15 360	2%	34	3%

Elaboración propia con información del Programa del Centro de Población Estratégico, 2007; e Inventario Nacional de Vivienda, 2015.

Ambas versiones de la encuesta (digital y presencial) fueron aplicadas de manera simultánea durante: 1) septiembre - octubre de 2018; y 2) marzo - abril de 2019. Sin embargo, en la modalidad virtual, la recopilación de respuestas se alcanzó en una semana, concentrándose en los primeros días el mayor número de éstas. Como desventajas para esta modalidad, se identificó que el 3% de los participantes abandonó la encuesta; así como la inconsistencia del 25% de las respuestas a preguntas abiertas.

Para analizar la distribución espacial de los desplazamientos se formuló una matriz origen-destino (OD). En su diseño se adoptaron las premisas seguidas en el desarrollo de modelos de planeación de transporte con enfoque clásico (Ortúzar y Román, 2013); y se adoptaron tres de las cuatro etapas sugeridas: 1) la generación (que identifica el número de viajes que se producen en cada una de las zonas en las que se divide el área de estudio); 2) la distribución zonal (que muestra el número de viajes y su distribución entre las zonas O-D); y 3) la distribución modal (que identifica

los viajes entre zonas, según el modo de transporte empleado) (Ortúzar y Willumsen, 2008).

A pesar que existen modelos de planeación de transporte actualizados, como los descritos por Juran et al. (2009): macroscópicos, mesoscópicos y microscópicos; éstos sólo pueden configurarse cuando la información sobre las características de los desplazamientos y el uso del transporte es vasta y específica. Por lo tanto, cuando los datos disponibles son generalizados (como los obtenidos en esta investigación), se recomienda el uso de modelos con enfoque clásico.

Así, para la configuración de la matriz OD se consideraron los criterios funcionales sugeridos por Bocanegra (2005): 1) se definió el número de zonas en las que se divide el área de estudio (MO y MD); 2) se establecieron los enlaces de correlación entre zonas (producto de cada elemento de la fila O_i de la matriz MO por cada elemento de la fila D_j de la matriz MD); y 3) se sumaron las correlaciones entre matrices (ΣMOn y ΣMDn) (tabla 31).

Tabla 31. Diseño de la Matriz Origen-Destino

	MD1	MD2	MDn	$\Sigma MO_{1,2,n}$
MO1	R_{O1D1}	R_{O1D2}	R_{O1Dn}	$\Sigma MO1$
MO2	R_{O2D1}	R_{O2D2}	R_{O2Dn}	$\Sigma MO2$
MO_n	R_{OnD1}	R_{OnD2}	R_{OnDn}	ΣMOn
$\Sigma MD_{1,2,n}$	$\Sigma MD1$	$\Sigma MD2$	ΣMDn	$\Sigma (MO_{1,2,n}) = \Sigma (MD_{1,2,n})$
				$\Sigma (MD_{1,2,n}) = \Sigma (MO_{1,2,n})$

Elaboración propia.

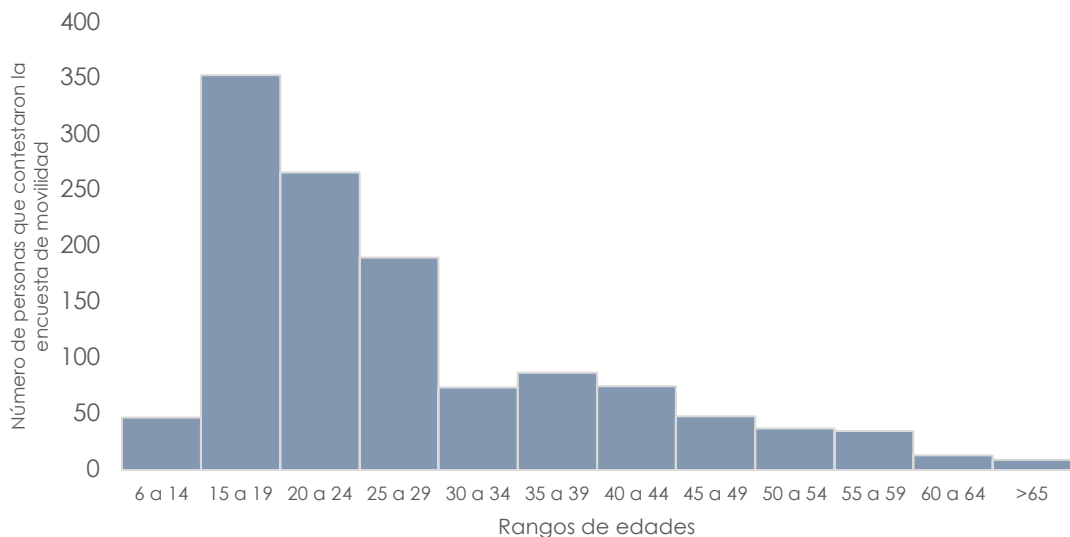
Además de la distribución modal, se generaron otras correlaciones para poder catalogar los flujos OD realizados por la población en el área de análisis, de acuerdo al sexo de la persona, al motivo de desplazamiento y al tiempo de duración del trayecto.

4.5.4. ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD EN LA ZONA METROPOLITANA DE SAN LUIS POTOSÍ

Del proceso de aplicación se obtuvieron 1604 encuestas, de las cuales 1165 contenían la información necesaria para la investigación; este número superó a los 384 correspondientes a la muestra calculada, lo que permitió obtener más datos y mejorar el análisis de información (anexo 3).

Del total de encuestas respondidas, el 66% fueron por mujeres y el 34% por hombres. El 66% de los participantes registraron edades de 15 a 29 años y el 19%, de 30 a 44 años (figura 17). De estos dos grupos, el 49% son estudiantes, el 44% empleados, el 5% emprendedores y el 2% personas dedicadas al hogar.

Figura 17. Distribución por edades de personas encuestadas en la ZMSLP



Elaboración propia.

Por lo que se refiere al municipio de residencia de los encuestados, el 80% vive en San Luis Potosí, el 16% en Soledad de Graciano Sánchez y un 4% en otras localidades cercanas a la mancha urbana. No obstante, el 91%

de éstos realiza sus actividades cotidianas en el municipio de San Luis Potosí.

Al extrapolar los datos obtenidos de las 1,604 personas encuestadas, se puede determinar que, en la ZMSLP se realizan en promedio 3.2 viajes diarios, incluido el regreso a casa, utilizando sólo un modo de transporte. Para dirigirse a las paradas de autobuses, taxis o transporte de personal, las personas optan por caminar.

Por lo que se refiere a los tiempos de traslado, el 37% de los desplazamientos duran de 16 a 30 minutos; el 29%, de 5 a 15 minutos; el 18%, de 31 a 45 minutos; el 8%, de 46 a 60 minutos; y el 8% duran más de una hora.

Las distancias que recorren las personas son, en su mayoría, cortas: el 50% se desplaza de 1 a 5 km, el 37% de 6 a 10 km y un 12% de 10 a 20 km. Los motivos por los cuales los habitantes de la ZMSLP se desplazan cotidianamente son principalmente para: ir a trabajar (38%), ir a estudiar (36%), y para regresar a casa (14%). El 3% de los viajes son para realizar actividades de convivencia, deportivas o recreacionales; otro 3% para realizar compras y un 3% más, para llevar o recoger a alguien.

Así, la movilidad para la ZMSLP puede definirse como pendular, ya que en la mayoría de los casos se observan trayectos: trabajo-casa o escuela-casa; además de que las distancias son cortas (menores o iguales a 10 km), y en tiempos relativamente pequeños (de 5 a 30 minutos).

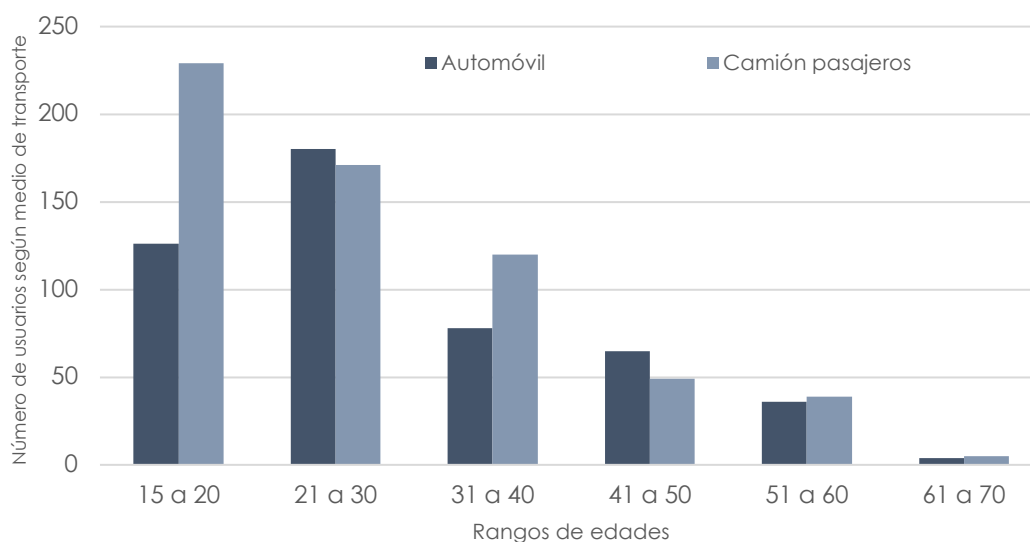
4.5.4.1 MODOS DE TRASPORTE Y SUS USOS

Las opciones de transporte en la ZMSLP son limitadas: camión de pasajeros, taxi, Uber, transporte de personal hacia la Zona Industrial, automóvil particular, motocicleta, bicicleta (con vialidades especiales de

extensión mínima para su circulación) y caminar. Para desplazarse, el 46% de las personas utilizan el camión de pasajeros (que es la única opción pública colectiva); el 42% lo hace en automóvil particular (figura 18); un 6% opta por caminar; el 2% utiliza aplicaciones electrónicas para vehículo (Uber), otro 2% prefiere hacerlo en taxi; el 1% usa la bicicleta y un 1% más, la motocicleta.

En el año 2020, se incorporó en la ciudad de San Luis Potosí un sistema de bicicletas públicas, operado por la empresa nextbike; sin embargo, la presente investigación se realizó meses atrás, por lo que esta opción no alcanzó a incluirse en la encuesta de movilidad.

Figura 18. Distribución por edad de los usuarios del transporte público y del camión de pasajeros, en la ZMSLP

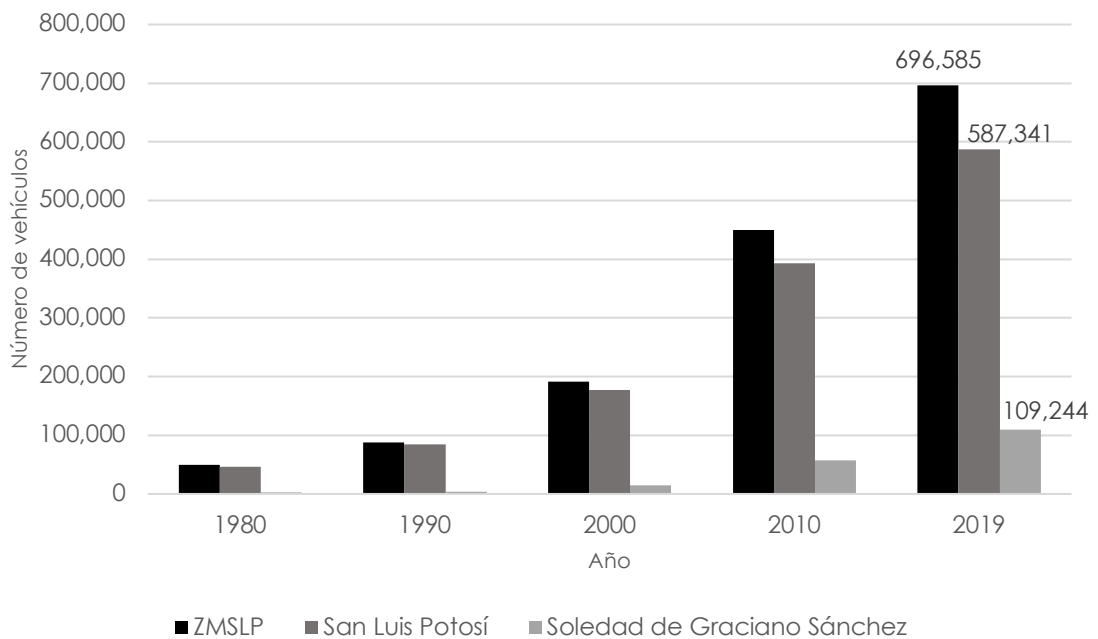


Elaboración propia.

Los tiempos de traslado difieren según el transporte empleado. Los trayectos en menor tiempo se realizan en automóvil y en bicicleta (de 5 a 30 minutos); mientras que los de mayor duración se hacen a bordo del camión de pasajeros (de 16 hasta 60 minutos, o más). Este factor puede influir en la preferencia del uso del vehículo particular.

En los últimos 30 años, en la ZMSLP, el aumento en el número de los vehículos automotores en circulación ha sido muy importante, pues su número se multiplicó por seis (figura 19).

Figura 19. Vehículos de motor registrados en circulación, por municipio y en la ZMSLP (1980-2019)



Elaboración a partir de INEGI, 2019.

Actualmente, en la ZMSLP circulan 696,585 vehículos, de los cuales el 65% son automóviles, el 20% camiones y camionetas de carga, el 15% motocicletas y sólo el 0.4% son camiones de pasajeros (INEGI, 2019). La tasa de motorización local es de 614 vehículos por cada mil habitantes; cifra que es superior a la nacional, estimada en 422.

Aunque la cantidad de camiones de pasajeros es de sólo el 0.4% del total de vehículos en circulación, Chías (1995) establece que una disponibilidad suficiente de este transporte, es cuando existe un autobús por cada 800 habitantes. Con dicha condición, la ZMSLP cumple con el criterio de disponibilidad, pues existen 3,097 unidades para el total de

habitantes; es decir, más de las necesarias (1,417 unidades); aunque de dicha cifra no se distinguen los que son de uso público. Por otro lado, la Secretaría de Finanzas del Estado de San Luis Potosí señaló la circulación de 1,631 camiones de pasajeros en la ZMSLP, en el año 2018.

En el 2019, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del Estado de San Luis Potosí contabilizó 54 rutas de transporte público y 10 rutas de movilidad incluyente (para personas con capacidades motrices especiales y para mujeres. En cuanto a infraestructura sólo reportó 13 parabuses de transferencia en la zona centro y 15 en otros puntos de la ciudad.

El transporte de personal es otra opción disponible, que de acuerdo con el IMPLAN (2020) moviliza cotidianamente a gran parte del personal que trabaja ahí (aunque no define la cantidad) hacia la Zona Industrial. Es la segunda modalidad más utilizada por el personal que labora en la industria (la primera es el automóvil). La encuesta realizada para esta investigación, sólo identificó que el 1% de la población se desplaza en esta modalidad; no obstante, esta cifra puede ser superior. El transporte público no es una opción para el desplazamiento de trabajadores en la industria.

4.5.4.2 DINÁMICAS DE LOS DESPLAZAMIENTOS

El análisis de los flujos de los viajes cotidianos de las personas, realizado con la matriz origen destino, utilizó como zonas o centroides, a los sectores urbanos de la ZMSLP (figura 4.8); y agregó un sector más (identificado con el número 11), para contabilizar los viajes realizados fuera de la mancha urbana (tabla 32). Cada celda de intersección de la matriz muestra la cantidad de desplazamientos realizados desde el sector origen (fila) hasta el sector destino (columna). Para el cálculo de la matriz OD, se utilizaron

los datos de 1165 viajes, de los 1604 registrados en las encuestas, debido a la precisión en la ubicación de los puntos de origen y destino.

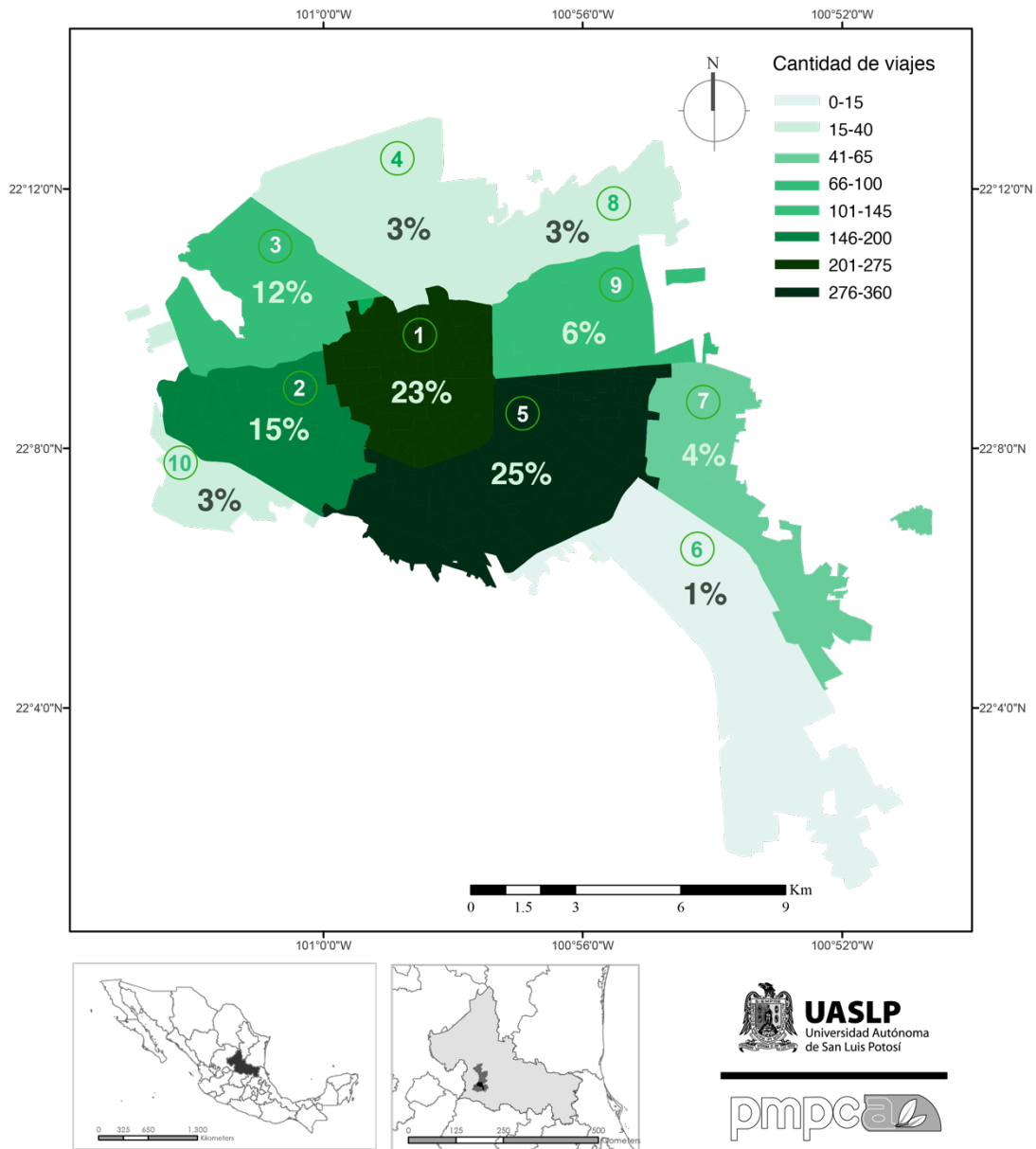
Tabla 32. División del sector urbano para la Matriz OD en la ZMSLP

		Sector destino en la ZMSLP											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	V(O)
Sector de origen en la ZMSLP	1	69	95	11	3	51	14	8	1	8	4	7	271
	2	43	76	13	2	17	9	2	2	3	4	3	174
	3	32	57	9	0	19	13	2	0	1	1	1	135
	4	10	16	1	1	7	2	0	0	1	1	0	39
	5	63	72	14	4	78	22	15	4	7	3	4	286
	6	7	2	0	0	3	1	0	0	0	0	0	13
	7	7	15	0	2	15	8	3	0	2	0	0	52
	8	6	18	1	0	4	2	0	1	3	1	4	40
	9	19	32	0	1	8	4	1	1	1	0	0	67
	10	5	20	2	0	3	2	0	0	0	0	2	34
	11	12	15	0	1	1	1	0	1	1	0	22	54
V(D)	273	418	51	14	206	78	31	10	27	14	43	1165	
												1165	

Elaboración a partir de Martínez, 2020.

Al analizar los resultados obtenidos de la matriz OD para la ZMSLP se observa que los sectores en donde la mayor cantidad de viajes inician son: el cinco *Satélite-Progreso* (25%), el uno *centro de la ciudad* (23%), el dos *Lomas-Tangamanga* (15%), y el tres *Morales-Industrial Aviación* (12%). Esto puede deberse a que son los sectores de densidad de población mayor. En los sectores ocho y nueve, que corresponden a la conurbación de Soledad de Graciano Sánchez, con una densidad poblacional media, se inician el 10% de los desplazamientos (figura 20).

Figura 20. Distribución de los desplazamientos origen de los habitantes de la ZMSLP, por sector urbano



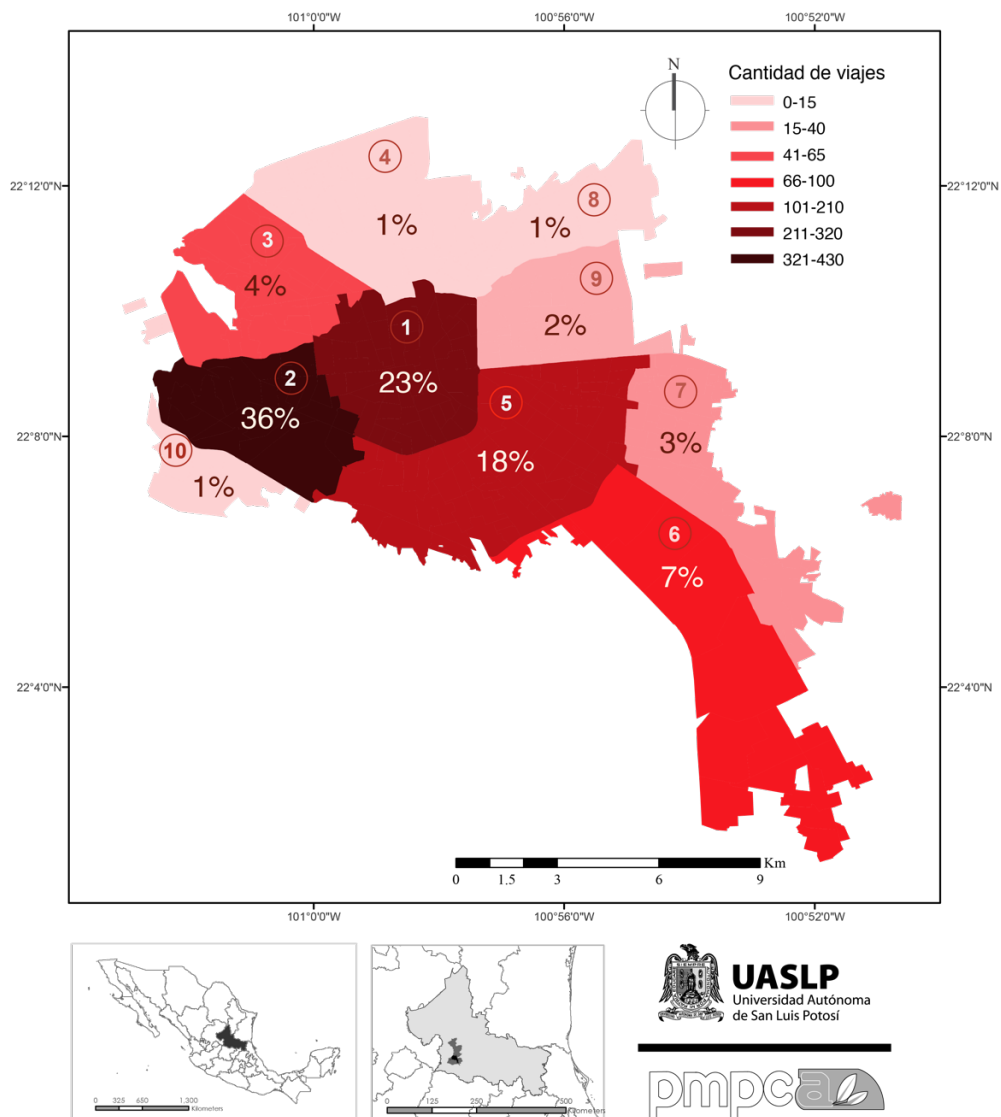
Elaboración propia.

Los viajes destino se localizan en cuatro puntos específicos de la ciudad: sector 2 Lomas-Tangamanga (36%), sector 1 Centro de la ciudad (23%), sector 5 Satélite-Progreso (18%) (figura 21). Éstos concentran el 62% del equipamiento urbano destinado a salud, educación, comercio, servicios,

deporte y ocio. El sector 6 Zona Industrial tiene el 7% de los destinos ya que es un área a la que las personas acuden principalmente para trabajar.

Es importante mencionar que en este estudio sólo se consideraron los desplazamientos cotidianos primordiales de la población. En trabajos futuros pueden considerarse los viajes intermedios que se realizan en estos mismos sectores, o en aquellos cercanos al origen o destino principal.

Figura 21. Distribución de los desplazamientos destino de los habitantes de la ZMSLP, por sector urbano

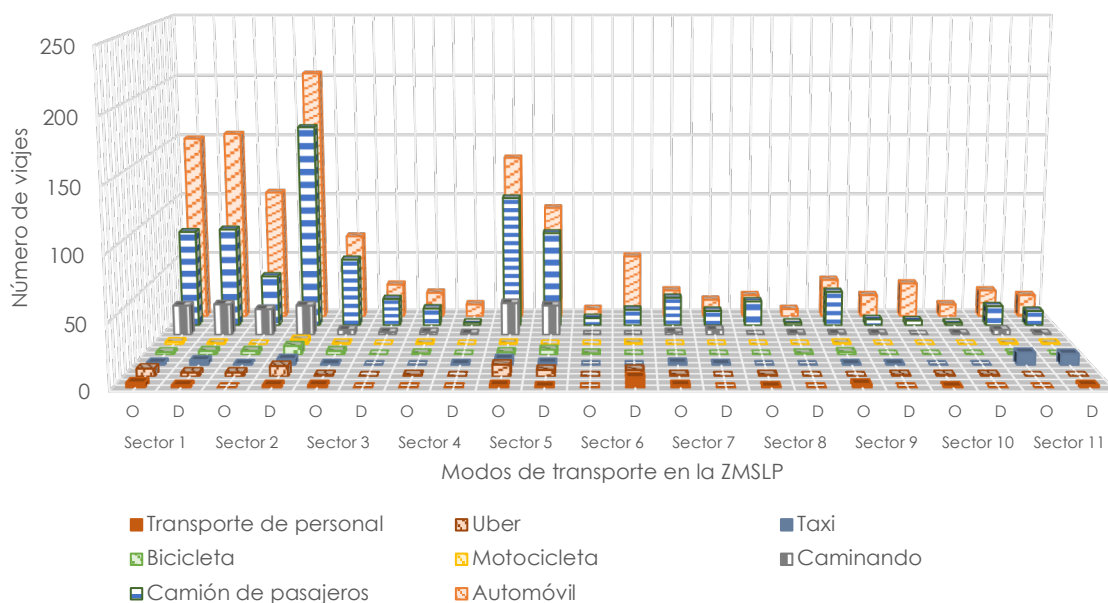


Elaboración propia.

En los sectores de la ZMSLP, los desplazamientos realizados en los modos de transporte existentes, tienen un comportamiento distinto (figura 22). Al sector 2 Lomas-Tangamanga, llegan más viajes de los que se originan; por ejemplo, los desplazamientos en automóvil que llegan a este sector, son el doble (34%) de los que ahí se generan (17%); mientras que la cantidad de viajes que arriban en camión de pasajeros, es tres veces más (38%), de los que ahí se inician (11%).

El sector 1 Centro mantiene un flujo constante de desplazamientos, pues en éste se originan y concluyen aproximadamente la misma cantidad de viajes. El sector 6 Zona Industrial, por su función, tiende a ser un punto destino; en el que concluyen el 8% de los viajes en automóvil y el 6% de los que se realizan en camión de pasajeros.

Figura 22. Matriz OD de los viajes realizados en la ZMSLP, según el transporte utilizado



Elaboración propia.

Los desplazamientos que se realizan desde y hacia afuera de la mancha urbana, representan el 9% del total de los viajes que se realizan en la ZMSLP. Un dato a destacar es que el 69% de éstos, se llevan a cabo preferentemente en camión de pasajeros. Lo anterior puede abrir una línea de estudio sobre este tipo de movilidad y validar la necesidad de transporte suburbano, dirigido a localidades o municipios hacia los se está extendiendo la ZMSLP.

La matriz OD también permitió identificar hacia dónde se dirige la población en la ciudad, según su motivo de desplazamiento (anexo 4). Para trabajar, la población se desplaza principalmente hacia el sector 1 *Centro* (22%), el sector 2 *Lomas-Tangamanga* (42%), el sector 5 *Satélite-Progreso* (7%) y el sector 6 *Zona Industrial* (16%). Para estudiar, se trasladan hacia el sector 2 *Lomas-Tangamanga* (46%), el sector 5 *Satélite-Progreso* (25%) y el sector 1 *Centro* (22%). En estas áreas se ubica la cantidad mayor de infraestructura educativa, entre la que están los campus universitarios.

Para convivir o realizar actividades recreativas, las personas se dirigen principalmente a los sectores en donde se ubican los principales comercios, supermercados, centros comerciales, parques públicos y clubes deportivos: Sector 1 *Centro* (44%), al sector 2 *Lomas-Tangamanga* (33%) y (en menor proporción) al sector 5 *Satélite-Progreso* (12%).

De los sectores, el centro de la ciudad es el destino principal para realizar compras. Para el regreso a casa, las personas se dirigen hacia los sectores con más densidad de población: sector 1 *Centro* (21%), sector 3 *Morales-Industrial Aviación* (13%), sector 5 *Satélite-Progreso* (28%) y sector 7 *Jardines de Oriente-Villa de Pozos* (11%).

4.5.4.3 MOVILIDAD Y GÉNERO EN LA ZMSLP

Los desplazamientos de la población no presentan una variación significativa de acuerdo al sexo. Del total de la población móvil, el 55% de los viajes se realizan por mujeres y el 45% por hombres. Es decir, las mujeres parecen movilizarse más en la ZMSLP.

El transporte utilizado por los hombres es preferentemente el camión de pasajeros (44%), el automóvil (43%), caminar (6%) y la bicicleta (2%). La misma situación sucede en el caso de las mujeres, pues el 48% utilizan el camión de pasajeros, 41% el automóvil, el 6% opta por caminar, el 2% utiliza taxi y otro 2% Uber. Una de las diferencias identificadas es que las mujeres usan la bicicleta en menor proporción (0.5%).

En relación con los motivos de viaje, los hombres se desplazan preferentemente para trabajar (42%), mientras que las mujeres lo hacen para estudiar (37%). Para ir de compras o esparcimiento, la distribución de viajes es similar para ambos sexos.

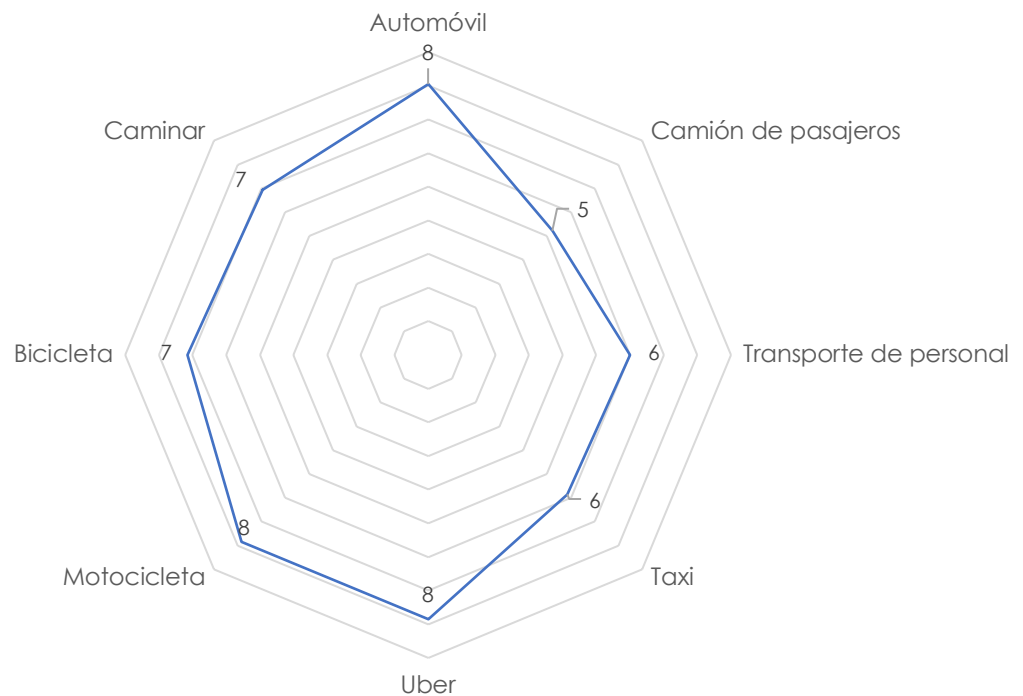
Así, en la ZMSLP, tanto hombres como mujeres tienen las mismas necesidades de desplazamiento; utilizan de manera similar los modos de transporte y recorren distancias similares, en los mismos tiempos de recorrido.

4.5.4.4 LA PERCEPCIÓN DE LA MOVILIDAD EN LA ZMSLP

Conocer la percepción de las personas sobre las formas de sus desplazamientos permite identificar la dinámica de los usos, hábitos y problemas del transporte, en un sitio de estudio. Así, en las encuestas aplicadas en esta investigación se incluyó una sección en la que los usuarios evaluaron los modos de transporte que utilizan, considerando los criterios de: rapidez, seguridad, comodidad, tiempo y costo (figura 23).

En una escala de uno a diez, los resultados del promedio de todas las valoraciones fueron: a) automóvil, Uber y motocicleta obtuvieron un ocho, b) bicicleta y caminar, un siete, c) transporte de personal y taxi, un seis, y c) el camión de pasajeros, un cinco.

Figura 23. Evaluación de los modos de transporte que utiliza la población de la ZMSLP. La escala de calificación es 1 a 10



Elaboración propia.

Estos resultados muestran que, el camión de pasajeros es el peor evaluado, a pesar de ser uno de los medios de transporte más utilizados. Algunas oportunidades señaladas para mejorar su servicio son: la seguridad y la operación cuidadosa de las unidades (21%), la limpieza de las unidades (18%), regular la frecuencia de paso, aumentar el número de camiones (17%), y el trato amable de los conductores hacia los pasajeros (12%).

El análisis del grado de satisfacción de la población de la ZMSLP, en relación con las opciones disponibles para su movilidad, señala que: el 88% estaría dispuesto a cambiar a un tipo de transporte distinto al que utiliza habitualmente. Su primera opción sería el uso de la bicicleta (30%), si existiera la seguridad vial necesaria. La segunda opción sería el automóvil particular (27%), si tuvieran la posibilidad económica para comprarlo. Esta opción es señalada principalmente por los usuarios del camión de pasajeros. La tercera opción de cambio sería el uso del transporte público (27%), si éste mejora la calidad de su servicio.

Por otro lado, la población reconoce que existen otras modalidades de transporte que pueden incorporarse en la ZMSLP. Los más mencionados fueron: bicicleta/ciclovías (43%), tranvía (36%), autobuses de tránsito rápido (sus siglas en inglés BRT) (35%), y trolebús (15%).

Otra percepción de la población sobre el transporte en la ZMSLP, tanto en automóvil como en camión de pasajeros, es la inseguridad vial. El 58% de los encuestados indicó haber tenido un accidente en alguno de sus desplazamientos: choque (53%) y falla mecánica (43%). Además, en el autobús, los usuarios han sido víctimas de algún delito: robo (58%), asalto (15%), y acoso sexual (26%), en el caso de las mujeres. Éstos pueden ser los motivos principales por los que los usuarios califican al camión de pasajeros como la peor opción de transporte.

Por último, se debe recordar que el transporte motorizado genera emisiones contaminantes a la atmósfera. Por lo que, otro aspecto a evaluar fue la percepción de la población sobre el nivel de contaminación al aire, que produce el medio de transporte que utiliza habitualmente.

El análisis de las encuestas mostró que: el 21% de las personas creen que el modo de transporte que utilizan cotidianamente es muy contaminante; el 28% consideran que contaminan medianamente; y el 46% asumen que contaminan poco.

Al cuestionar a las personas sobre la percepción de la calidad del aire en la ZMSLP, el 57% creen que el aire está ligeramente contaminado, y sólo el 33% lo califican como muy contaminado; en especial, los usuarios del camión de pasajeros, de la bicicleta y quienes caminan.

Con los criterios de diagnóstico cuatro y cinco se pudieron caracterizar las dinámicas de la movilidad en la ZMSLP. La oferta de transporte es limitada, mientras que la demanda de desplazamientos es importante. En la metrópoli se presenta una accesibilidad reducida por la disponibilidad de transporte, con desventajas considerables para las personas de escasos recursos, que tienen sólo las opciones de utilizar el camión de pasajeros, la bicicleta o el caminar.

En relación con la conectividad vial de la ZMSLP, puede inferirse que es buena con oportunidades de mejora; sin embargo, la distribución del equipamiento urbano es desequilibrada y los usos de suelo están distanciados. Esto se traduce en desplazamientos largos y frecuentes de la población hacia los puntos de la ciudad para poder realizar actividades de trabajo, estudio, recreación y para acceder a bienes y servicios.

La mayoría de los desplazamientos se realizan en camión de pasajeros y en automóvil. El índice de motorización en la ZMSLP es elevado (614 vehículos por cada mil habitantes, con respecto a la media nacional de 422). El 77% de los desplazamientos se concentran en el centro y sur

poniente de la ciudad, lo que trae problemas de tráfico, congestión, accidentes, ruido y generación de emisiones contaminantes.

4.6 CRITERIO DE DIAGNÓSTICO 6 (AMBIENTAL)

El transporte motorizado es un gran consumidor de energía fósil y generador de emisiones de gases, algunos de éstos son de efecto invernadero y contribuyen al cambio climático (Miralles, 2012). Pese a las mejoras de la tecnología de los motores y la composición química de la gasolina, los avances en tema ambientales, se han diluido por el incremento del parque vehicular (Robusté y Casas, 2005; citado en Miralles, 2012).

Según la Organización de las Naciones Unidas (2019), durante la última década, las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) aumentaron a un ritmo de 1.5% anual. En el 2018 se registró la emisión de 55.3 giga toneladas de dióxido de carbono equivalente ($GtCO_2e$). Se estimó que el sector transporte fue el responsable del 13% de éstas, destacando el transporte carretero que aportó el 73% del total de este sector (Barbero y Rodríguez, 2012).

Por su parte, la Agencia Europea de Medio Ambiente señaló que el transporte es la fuente más importante de emisión de: óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO) y componentes orgánicos no metanos (COVNM); y la segunda en generar partículas en suspensión de 10 y 2.5 micras (PM_{10} y $PM_{2.5}$) (Ntziachristos et. al., 2009, p. 492).

En 2013, México registró emisiones de 665 mil toneladas de CO_2 equivalente. Las actividades con mayor emisión de GEI fueron: las fuentes móviles (26%), la generación de energía eléctrica (19%) y las industriales (17%) (INECC, 2020). Asimismo, se generaron 125 mil toneladas de carbono negro (CN) emitido principalmente por las fuentes móviles (37.8%); éste se genera a partir de la combustión incompleta de

combustibles fósiles, como el diésel y el combustóleo, e influye también en el calentamiento global.

Otros gases contaminantes que han aumentado su concentración en la atmósfera son el óxido nitroso (N₂O) y el metano (CH₄); y para el caso de las fuentes móviles destacan también las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV), así como las PM₁₀ y PM_{2.5}.

En el 2018, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático desarrolló un inventario de emisiones de fuentes móviles utilizando el modelo MOVES. Los resultados señalan que en México se emiten en promedio al año 168 millones de toneladas de contaminantes, de los cuales el 95% son GEI, el 4% son contaminantes criterio y el 0.1% son contaminantes tóxicos (tabla 33).

Tabla 33. Emisiones anuales totales de fuentes móviles en México

Categoría de contaminante	Contaminante	Mg/año
Contaminantes criterio	CO	5,124,752
	NOx	1,191,386
	HTC	522,922
	COV	505,508
	PM ₁₀	77,668
	PM _{2.5}	71,130
	SO ₂	25,457
	NH ₃	9,007
GEI	CO ₂	160,481,302
	CH ₄	22,640
	CN	13,799
Contaminantes tóxicos	Benceno	51,852
	Tolueno	44,375
	Xileno	34,547
	Formaldehído	6,934
	Acetaldehído	2,805
Total		168,186,084

Elaboración a partir INECC, 2018.

El contaminante criterio que más se emitió fue el CO (3%); mientras que el gas de efecto invernadero que sobresale es el CO₂ (95% de los totales

calculados). Según el tipo de vehículo, el automóvil particular tuvo una mayor contribución, por el número de unidades en circulación. Tal es el caso de la emisión de hidrocarburos totales (39%), de monóxido de carbono (35%) y de óxidos de nitrógeno (24%). Los tractocamiones y los vehículos con un peso superior a las tres toneladas contribuyeron con el 34% de las PM_{10} , cada uno.

En el estado de San Luis Potosí, las fuentes móviles emiten 4.9 millones de toneladas al año de contaminantes: criterio, GEI y tóxicos. Esta cifra equivale al 3% del total de emisiones a nivel nacional. Para la ZMSLP se estimaron 2.5 millones de toneladas de contaminantes; es decir el 51% del total calculado a nivel estatal y el 1.5% del total nacional (tabla 34).

Tabla 34. Emisiones anuales totales de fuentes móviles en el estado de San Luis Potosí y en la ZMSLP

Categoría de contaminante	Contaminante	Estatad San Luis Potosí	ZMSLP
		Mg/año	Mg/año
Contaminantes criterio	CO	137,815	76,392
	NO _x	37,370	19,160
	HTC	15,636	8,629
	COV	14,981	8,323
	PM ₁₀	4,558	1,945
	PM _{2.5}	4,185	1,785
	SO ₂	1,191	597
	NH ₃	242	132
GEI	CO ₂	4,766,373	2,419,960
	CH ₄	841	382
	CN	615	309
Contaminantes tóxicos	Benceno	1,946	1,088
	Tolueno	1,259	714
	Xileno	978	552
	Formaldehído	274	128
	Acetaldehído	109	52
Total		4,988,373	2,540,148

Elaboración a partir INECC, 2018.

Del total de emisiones calculadas para el Estado, el 4% fueron contaminantes criterio, el 96% GEI y el 0.1% a contaminantes tóxicos. Mientras que, para la Zona Metropolitana, el 5% fueron contaminantes criterio, el 95% GEI y el 0.1% a contaminantes tóxicos. El automóvil particular es el emisor principal de CO₂, CO, NO_x, HTC y COV.

4.6.1 CALIDAD DEL AIRE Y CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

La calidad del aire se relaciona con la presencia de contaminantes en la atmósfera y la aptitud de que éstos sean respirados por las personas. La contaminación atmosférica es la presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos, que cause un desequilibrio ecológico (DOF, 2012).

Existen diferentes fuentes de emisión: fijas, móviles y naturales. Las fuentes móviles son los transportes que circulan por carreteras: vehículos,

camionetas, camiones, motocicletas, entre otros. Estas fuentes emiten contaminantes como: carbono orgánico total (COT), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COV), óxidos de nitrógeno (NOx), óxido de azufre (SO₂) y partículas finas (PM) (SEMARNAT, 2010).

Las emisiones de contaminantes al aire no son homogéneas para todas las opciones de transporte; los transportes colectivos y el automóvil particular son los emisores principales.

Las concentraciones elevadas de contaminantes generan impactos ambientales y afectaciones a la salud, que dependerán: 1) del tipo de contaminante, 2) del grado de exposición, y 3) del estado nutricional y de salud del individuo. En México, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales desglosa los efectos en la salud humana de acuerdo con el tipo de contaminante (tabla 35).

Tabla 35. Efectos a la salud humana por la exposición a contaminantes atmosféricos

Contaminante	Afectación a la salud
Dióxido de azufre (SO ₂)	Irritación de las vías respiratorias. En altas concentraciones puede provocar bronquitis y traqueitis.
Monóxido de carbono (CO)	En altas concentraciones puede llegar a inhabilitar el transporte de oxígeno hacia las células. En exposiciones prolongadas provoca mareo, dolor de cabeza, inconsciencia e incluso la muerte.
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	Irritación de las vías respiratorias y provoca bronquitis o neumonía cuando se presenta en altas concentraciones.
Ozono (O ₃)	Irritación de vías respiratorias. En altas concentraciones puede llegar a reducir la función pulmonar, empeorar el asma, inflamar las células que recubren los pulmones y agravar enfermedades pulmonares crónicas.

Partículas suspendidas (PM10)	Pueden agravar el asma y enfermedades respiratorias y cardiovasculares. La exposición crónica a altas concentraciones incrementa el riesgo de morbilidad y mortalidad.
-------------------------------	--

Partículas suspendidas (PM2.5)	Reducen la función pulmonar y se asocian con el desarrollo de diabetes. Pueden alterar la formación del feto en el embarazo.
--------------------------------	--

Elaboración a partir de Cerda, 2019.

En el 2016, la Organización Mundial de la Salud (OMS) señaló que la contaminación atmosférica en las ciudades y zonas rurales del mundo, además de contribuir al cambio climático, provocó 4.2 millones de defunciones prematuras; de las cuales 14,700 sucedieron en México. Aseguró, que en la medida en que el parque vehicular continúe creciendo a tasas elevadas, la calidad del aire seguirá deteriorándose (OMS, 2021).

Otros efectos provocados por la mala calidad del aire, que impactan el ambiente son: la lluvia ácida, que provoca alteraciones al proceso de fotosíntesis de las plantas, degrada los suelos y acidifica el agua; el calentamiento global y el cambio climático (SEMARNAT, 2013).

4.6.2 EL MARCO NORMATIVO PARA LA CALIDAD DEL AIRE EN LAS ESCALAS: INTERNACIONAL Y NACIONAL

Las inquietudes a nivel internacional respecto al cambio climático, en el que la movilidad urbana es partícipe, se registraron desde la década de los setenta; pero es hasta 1979, durante la primera Conferencia Mundial sobre el Cambio Climático, en donde éste fue reconocido como una amenaza global.

De la movilidad urbana derivan gases contaminantes, principalmente de efecto invernadero; por lo que esta actividad forma parte de los acuerdos internacionales establecidos entre naciones, por ejemplo: los Objetivos de Desarrollo Sostenible, el Derecho a la Ciudad, la Nueva Agenda Urbana; aunque también se involucra dentro de otros tratados como el Protocolo de Kioto (1997) y el Acuerdo de París (2015).

La firma de estos acuerdos ha motivado a países como México a actualizar su normativa para lograr disminuir la emisión y concentración de contaminantes atmosféricos, y así mitigar el cambio climático. El marco normativo nacional que promueve la protección ambiental, establece la responsabilidad de estados y municipios para conocer la calidad del aire de sus entornos, medir las emisiones contaminantes que se producen y determinar el impacto ambiental que éstas generan.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su artículo 4 reconoce el derecho a la salud y a un ambiente saludable. El artículo 25 promueve el desarrollo sustentable de la economía y el cuidado del ambiente. Finalmente, el artículo 27 asigna responsabilidades a los niveles de gobierno federal, estatal y municipal para conservar los recursos naturales y procurar el desarrollo sustentable del país.

Entre las leyes ambientales que incluyen las políticas de prevención, control y reducción de emisiones y de sus efectos, se encuentran: la Ley General de Cambio Climático, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente junto con su reglamento en materias de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera (tabla 36).

Tabla 36. Instrumentos legales federales en materia de control de emisiones por fuentes móviles en México

Ley	Descripción
Ley General de Cambio Climático	Artículos: 2, 7, 8 fracción XII, 9, 26, 28 fracción VI, 31 a 35, 74.
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Artículo 1 fracciones I, II, VI Artículo 5 fracciones XII y XV Artículo 7 fracciones III y VII Artículo 8 fracciones III y VI Artículo 111 fracciones II, IV, VII y VIII
Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera	Artículo 28 y 31

Elaboración propia.

Existen también normas oficiales mexicanas que establecen los límites máximos permisibles de emisión o de exposición a contaminantes que se indican en las tablas 37 y 38.

Tabla 37. Normas Oficiales Mexicanas que establecen los límites máximos permisibles para emisiones de fuentes móviles

NOM	Descripción
NOM-042-SEMARNAT-2003	Hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos evaporativos provenientes del escape de vehículos en planta a gasolina o gas.
NOM-047-SEMARNAT-2014	Características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los límites de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.

NOM	Descripción
NOM-048-SEMARNAT-1993	Niveles máximos de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y humos en motocicletas a gasolina o gasolina-aceite.
NOM-049-SEMARNAT-1993	Características de equipo y procedimiento de medición para la verificación de contaminantes en motocicletas a gasolina o gasolina-aceite en circulación.
NOM-050-SEMARNAT-2018	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes, provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.
NOM-076-SEMARNAT-2012	Establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno, provenientes del escape, así como hidrocarburos evaporativos, provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos, y que se utilizan para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,587 kilogramos nuevos en planta.
NOM-041-SEMARNAT-2015	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación, que usan gasolina como combustible.
NOM-044-SEMARNAT-2017	Establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoníaco, provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores.
NOM-045-SEMARNAT-2006	Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Elaboración a partir Cerda, 2019, p. 36.

Tabla 38. Normas Oficiales Mexicanas aplicables a la salud ambiental, que establecen los límites máximos permisibles para la concentración de contaminantes en el aire

NOM	Descripción
NOM-020-SSA-1-2014	Salud ambiental. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O ₃) en el aire ambiente y criterios para su evaluación.
NOM-021-SSA-1-1993	Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
NOM-022-SSA-1-2010	Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de azufre (SO ₂). Valor normado para la concentración de bióxido de azufre (SO ₂) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
NOM-023-SSA-1-1993	Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al bióxido de nitrógeno (NO ₂). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO ₂) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
NOM-025-SSA-1-2014	Salud ambiental. Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM ₁₀ y PM _{2.5} en el aire ambiente y criterios para su evaluación.
NOM-026-SSA-1-1993	Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al plomo (PB). Valor normado para la concentración de plomo (PB) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.

Elaboración a partir Cerda, 2019, p. 35.

A nivel local (Estado y municipio) se identifican algunas leyes y reglamentos aplicables en materia de prevención, control y mitigación de la contaminación atmosférica por fuentes móviles. Estos instrumentos señalan que las emisiones y su concentración, deben identificarse y valorarse (tabla 39).

Tabla 39. Normativa local en materia de control de emisiones de fuentes móviles

Ley	Descripción
Ley Ambiental del Estado de San Luis Potosí	<p>Artículos 7 fracción XI.</p> <p>Establece los requisitos y procedimientos para la movilidad sustentable, así como la prevención y control de la contaminación atmosférica generada en la Entidad por diversas actividades, tanto del sector público, como del privado. Así también de las fuentes fijas que provengan de establecimientos industriales, comerciales, de servicios y de espectáculos públicos, y por toda clase de fuentes móviles que circulen en su territorio, así como autorizar los centros de verificación vehicular en la Entidad.</p> <p>Artículo 83 fracciones I y II.</p> <p>En materia de prevención y control de la contaminación atmosférica producida por fuentes móviles, la SEGAM tendrá las siguientes atribuciones:</p> <p>I. Vigilar el establecimiento y operación de sistemas y programas de verificación de emisiones de vehículos automotores en circulación;</p> <p>II. Establecer y operar los centros de verificación vehicular en el Estado, conforme a las Normas Oficiales Mexicanas y leyes aplicables en la materia.</p>
Ley de Cambio Climático para el Estado de San Luis Potosí	<p>Artículo 8 fracción II.</p> <p>Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son:</p> <p>II. Reducir las emisiones a través de políticas y programas, que fomenten la transición a una economía sustentable, competitiva y de bajas emisiones en carbono, incluyendo instrumentos de mercado, incentivos y otras alternativas que mejoren la relación costo-eficiencia de las medidas específicas de mitigación, disminuyendo sus costos económicos y promoviendo la competitividad, la transferencia de tecnología y el fomento del desarrollo tecnológico.</p> <p>Artículo 9 fracción II, inciso a) y d).</p> <p>En materia de mitigación de gases de efecto invernadero, se atenderá a las siguientes directrices:</p> <p>II.- La sistematización del manejo de residuos sólidos que no generen emisiones de metano, en centros urbanos de más de cien mil habitantes, en no más de cinco años:</p> <p>a.- Implementar programas de verificación vehicular.</p> <p>d.- Construir rutas de transporte público que deberán cumplir con la última generación de estándares de emisión u otros sistemas de transporte colectivo más eficientes</p>
Ley del transporte público del Estado de San Luis Potosí	<p>Título Primero. De las disposiciones generales. Artículo 2: el servicio de transporte público en el Estado se sustentará en los siguientes principios rectores:</p> <p>I. Movilidad sustentable</p> <p>II. Eficiencia de gestión</p> <p>Calidad del servicio</p>
Reglamento de Ecología del Municipio de San Luis Potosí	<p>Artículo 5 fracciones XV y XXIII.</p> <p>Corresponden al gobierno municipal las siguientes atribuciones:</p> <p>XV.- La aplicación de las disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas que funcionen como establecimientos mercantiles o de servicios, así como de emisiones contaminantes a la atmósfera provenientes de fuentes móviles que no sean consideradas de</p>

Ley	Descripción
	<p>jurisdicción federal, con la participación que corresponda al Gobierno del Estado en los términos previstos por la LAE.</p> <p>XXIII.- La integración de un Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes al Aire, Agua, Suelo y Subsuelo, Materiales y Residuos de competencia municipal (...).</p> <p>Artículo 6 fracción V.</p> <p>Se considera de utilidad y orden público e interés social:</p> <p>V.- El establecimiento de medidas para la prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo en el territorio municipal.</p> <p>Artículo 27 fracción I.</p> <p>La política ambiental municipal estará definida dentro de un plan municipal ambiental que será elaborado por la Dirección (...) que deberá contener al menos:</p> <p>I.- Un diagnóstico del estado actual del ambiente en el Municipio, que contenga entre otros, la normativa, instrumentos de planeación base, agua, aire, suelo, biodiversidad, residuos sólidos urbanos, efectos del cambio climático, energía, desarrollo urbano;</p> <p>Artículo 65 fracción II.</p> <p>Para promover la prevención y control de la contaminación atmosférica, corresponde al Ayuntamiento por conducto de la Dirección.</p> <p>II. Formular e instrumentar políticas y acciones para enfrentar el cambio climático en las siguientes materias: (f) Transporte público de pasajeros eficiente y sustentable en el ámbito jurisdiccional municipal.</p>

Elaboración propia.

La importancia de conocer las emisiones de contaminantes en la atmósfera radica en que las altas concentraciones de éstas pueden provocar efectos en la salud de las personas y de los ecosistemas. Las metodologías de estimación varían dependiendo del tipo de fuente emisora y del inventario de contaminantes.

4.6.3 TÉCNICAS DE ESTIMACIÓN DE EMISIONES

Existen diferentes técnicas para estimar las emisiones de contaminantes al aire. Las más comunes son las utilizadas en Norteamérica, Latinoamérica, Europa y Asia, e incluyen las directrices propuestas por la Agencia de Protección Ambiental (EPA), de los Estados Unidos de América, el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC), así como de otras instituciones de referencia internacional (SEMARNAT, 2005b, p.26). Las técnicas de estimación más comunes se enlistan en la tabla 40.

Tabla 40. Técnicas de estimación de emisiones básicas

Tipo de técnica	Características de la medición
Muestreo en la fuente	Mediciones directas de concentración de contaminantes con información conocida sobre el flujo másico o volumétrico de los gases de salida en la chimenea.
Modelos de emisión	Son ecuaciones de cálculo de emisiones, cuando éstas dependen de una multitud de parámetros. Por su complejidad, éstos requieren el uso de programas computacionales.
Factores de emisión	Expresan la relación existente entre la cantidad de un contaminante emitido y una unidad de actividad (toneladas de producto, área de operación, área superficial); o también pueden utilizar información general obtenida de censos (población, ingresos, otros).
Balance de materiales	Se basa en mediciones de todos los componentes de un proceso, para determinar las emisiones de aire. Utilizado con más frecuencia para fuentes de evaporación de solventes, cuando no existe información que permita utilizar otros métodos de estimación.
Encuestas	Son cuestionarios diseñados para obtener información sobre emisiones. Se utilizan para recuperar información sobre fuentes fijas o de área.
Extrapolación	Calcula las emisiones de una fuente con base en las de otra, a partir del parámetro de extrapolación conocido para ambas fuentes.

Elaboración a partir de SEMARNAT, 2005b.

Los modelos de emisión son programas de cómputo mediante los que se realizan cálculos complejos o volúmenes de datos para alimentarlos (SEMARNAT, 2005). Según Baskovic y Knez (2013), los modelos de emisión se utilizan comúnmente en fuentes móviles y se clasifican de acuerdo a los enfoques de cálculo: evaporaciones, arranque caliente y arranque frío. Según su nivel de complejidad, los de arranque caliente se dividen en

tres grupos principales: 1) modelos de factores de emisión, 2) modelos de velocidad media y 3) modelos de emisión modal.

Los modelos de factores de emisión tienen una clasificación de acuerdo a: los datos de entrada, la escala de estudio y los tipos de contaminantes que se están considerando, y se pueden basar en datos de actividad distintos como: 1) cantidades de combustible; 2) volúmenes de tráfico promedio por categorías de vehículo; 3) velocidad media de tráfico; 4) velocidad cronológica (instantáneo); por mencionar algunos (Baskovic y Knez, 2013).

Baskovic y Knez señalan que los modelos de factores de emisión funcionan con un método de cálculo simple y no requieren de gran cantidad de datos de entrada; ya que la estimación se logra utilizando un factor de emisión asociado a un tipo de vehículo y a un modo de conducción específico (urbana, rural o autopista). Los factores de emisión corresponden a valores promedio medidos en repetidas ocasiones durante un ciclo de conducción particular y se expresan en masa de contaminante por unidad de distancia.

Existe una variedad de modelos que se utilizan en el mundo para calcular las emisiones vehiculares y cuya complejidad varía; algunos ejemplos son: Microscale Emission Model (POLY); Microscale Emission Factor Model for Particulate Matter (MicroFacPM) (Baskovic y Knez, 2013); Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport (COPERT III); Simplified Emission Estimation Model (SEEM); Mobile Source Emission Factor Model (MOBILE); International Vehicle Emissions Model (IVE); y Motor Vehicle Emission Simulator (MOVES) (Valencia et al., 2015).

El modelo MOBILE se ha utilizado para calcular los factores de emisión de vehículos de gasolina y diésel, principalmente. Se ha aplicado a una

variedad importante de condiciones geográficas y de características del parque vehicular. En su sexta versión, MOBILE tuvo una adaptación a las características tecnológicas de la flota vehicular de México, permitiendo el cálculo para 28 categorías vehiculares, y considerando criterios como: uso del vehículo, tipo de combustible, peso vehicular, tecnología del motor, entre otros. Este modelo excluye a los vehículos fabricados con normas distintas a las norteamericanas (Giraldo, 2011, p.29).

El International Vehicle Emission Model (IVE) estima las emisiones de contaminantes criterio, contaminantes tóxicos y GEI. Este modelo se creó para ofrecer a las naciones en desarrollo, una herramienta de estimación rápida para generar inventarios de emisiones de fuentes vehiculares (Giraldo, 2011, p.29).

El modelo MOVES, se desarrolló en 2010 por la EPA, y sustituyó a MOBILE. Estima emisiones para una gama amplia de criterios, GEI y contaminantes tóxicos de origen vehicular, e incluye la creación de inventarios de emisiones. La información que requiere está relacionada con: el tipo de vehículo, áreas geográficas, contaminantes a modelar, características de operación de los vehículos y tipos de vialidad (INECC, 2018, p. 6).

MOVES opera en varias escalas: 1) nacional, que considera los datos de todo el país; 2) estado o condado, que ofrece un nivel de detalle en un área en particular, con un dominio personalizado, en un intervalo de tiempo y con límites geográficos específicos; y 3) proyecto, que permite al usuario modelar emisiones en una ubicación y área específicas, fuera de una red vial; en este caso se requiere una especificación mayor (INECC, 2018, p. 7).

En su edición 2014, la EPA realizó una adaptación a MOVES para México, con el objetivo de poder generar inventarios de emisiones a nivel

nacional, estatal o municipal en el país, considerando las características físicas, geográficas, climatológicas y vehiculares.

4.6.4 ESTIMACIÓN DE EMISIONES VEHICULARES UTILIZANDO MODELOS DE FACTORES DE EMISIÓN

El sustento teórico para la presente investigación fueron los trabajos propuestos por Osorio y Nanduri (2015); Bartin Mudigonda y Ozbay (2007); Xie et al. (2011) y Lin et al. (2011), pues con sus análisis validaron el uso de modelos para el cálculo de emisiones provenientes de fuentes vehiculares. Mientras que la metodología propuesta por Valencia et al. (2015), fue un referente fundamental.

Osorio y Nanduri (2015) desarrollaron un método para cuantificar las emisiones resultantes de los vehículos en arterias viales de alta congestión, y de esta manera poder optimizar los controles de señales, mejorar los tiempos de viaje y reducir la contaminación. El estudio de caso fueron algunos puntos de control de señales de la ciudad de Lausanne, Suiza.

Bartin, Mudigonda y Ozbay (2007), estudiaron los niveles de emisión que provoca el tránsito vehicular. Su investigación consideró los puntos de cobro de peaje electrónico de una red carretera de gran escala en Nueva Jersey. Para calcular los factores de emisión de los vehículos, los autores recurrieron a la combinación de modelos de tráfico macroscópico PARAMICS y de emisiones macroscópicas MOBILE 6.2.

Xie, Chowdhury, Bhavsar y Zhou (2011) utilizaron también la combinación de modelos de tráfico (PARAMICS) y de emisión (MOVES) para estimar los impactos ambientales de los vehículos que usan combustibles alternativos (derivados de fuentes distintas a las fósiles o nucleares). El estudio tuvo como objeto: validar el ahorro de combustible y la disminución de emisiones, en Greenville, Carolina del Sur.

Por su parte Lin, Chiu, Vallamsundar y Bai (2011), proporcionan una comprensión profunda sobre la aplicación de MOVES a los análisis de emisiones móviles, a nivel proyecto, apoyados en otros modelos de simulación para tráfico (DTA y Dynus T). El análisis se efectuó en una red vial del centro de Sacramento, California.

Valencia, Muñoz, Ramírez y Builes (2015) propusieron una metodología para calcular las emisiones vehiculares, derivadas de los viajes cotidianos con motivo de trabajo y/o estudio, en el Colegio Mayor de Antioquie. En ella utilizaron los factores de emisión, calculados por el modelo IVE para la ciudad de Bogotá, Colombia; mientras que la información sobre las características de los vehículos y su actividad, la obtuvieron por medio de encuestas.

En México los estudios al respecto son pocos. El realizado recientemente utilizando el modelo MOVES es el Inventario de Emisiones de Fuentes Móviles (IEFM), elaborado por el INECC en el año 2018.

Para el caso de San Luis Potosí los inventarios de emisiones de fuentes móviles, son mínimos, algunos son: 1) ProAire San Luis Potosí 2015, en el que se calcularon 152,341 ton/año de contaminantes criterio a partir de datos recuperados de las estaciones de monitoreo; 2) el IEFM desarrollado en 2018, que estimó 116,900 ton/año de contaminantes criterio, GEI y gases tóxicos, a partir de factores de emisión calculados por MOVES; 3) la investigación académico, realizada por López (2007), quien estimó 181,918 ton/año de contaminantes criterio, utilizando factores de emisión calculados por MOBILE 6.

En el caso particular de esta tesis de doctorado, fue determinar los impactos ambientales de la movilidad cotidiana en ZMSLP. Por esta razón, se adoptó la metodología sugerida por Valencia et al. (2015) y se propuso

el estimar las emisiones de las diferentes opciones de transporte, utilizadas por la población para sus desplazamientos.

4.6.5 METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE EMISIONES VEHICULARES EN LA ZMSLP

La metodología utilizada para determinar las emisiones provenientes de fuentes móviles siguió las recomendaciones hechas por la SEMARNAT (2009). Dicho organismo establece como variables claves: 1) el número de vehículos por tipo o categoría, 2) la distancia recorrida por unidad de tiempo, 3) las condiciones de uso vehicular (velocidad, aceleración, uso de clima artificial, estado mecánico del vehículo, otros), y 4) los factores de emisión. Asimismo, determina el uso de una fórmula general:

$$E_{ij} = (Fe_{ij})(DA_j)(VC_j) \text{ (Ecuación 4.1)}$$

E_{ij} = emisiones totales de i contaminante y j categoría vehicular (g/día o año).

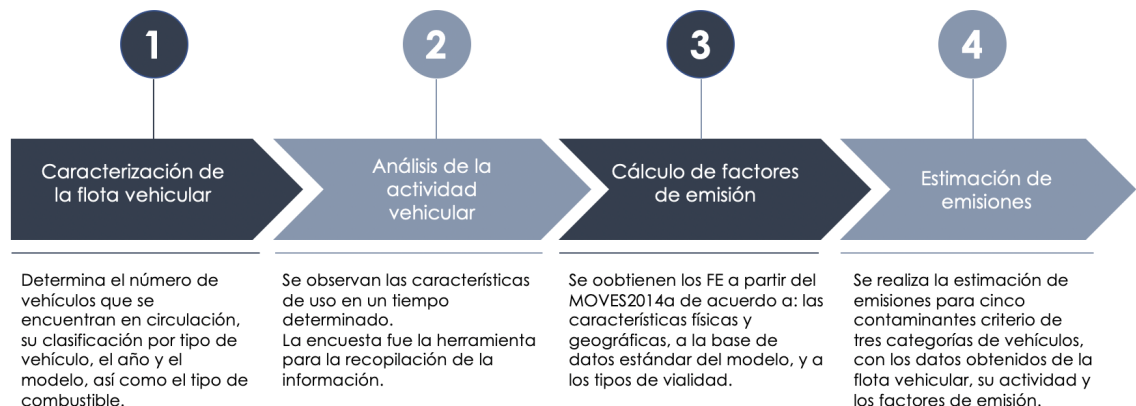
Fe_{ij} = factor de emisión del i contaminante y j categoría vehicular (g/km)

DA_j = Dato de la actividad de j categoría vehicular para un vehículo (km/día o año).

VC_j = número de vehículos de j categoría.

En la figura 24, se presentan las fases de la metodología propuesta, y enseguida se describen las características de su implementación, su desarrollo y los resultados relevantes.

Figura 24. Metodología para la estimación de emisiones de las fuentes vehiculares que circulan en la ZMSLP



Elaboración propia.

4.6.5.1 CARACTERIZACIÓN DE LA FLOTA VEHICULAR

La información de los vehículos registrados en circulación, por tipo y por categoría, fue proporcionada por la Secretaría de Finanzas del gobierno del Estado de San Luis Potosí; esto permitió la clasificación de los vehículos utilizados en la ZMSLP, de acuerdo con: el tipo de vehículo (camión de pasajeros, automóvil y motocicleta, taxis, otros); el tipo de combustible utilizado (gasolina o diésel); y el año-modelo (tabla 41).

Tabla 41. Flota vehicular que circula en la ZMSLP

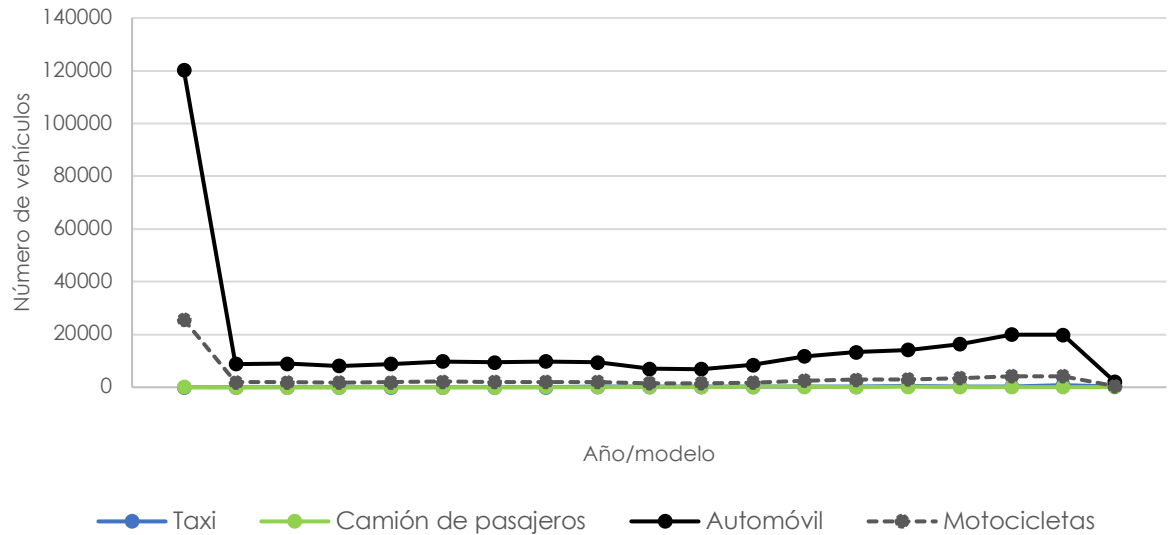
	Automóvil	Camión de pasajeros	Camioneta de carga	Motocicleta	Remolque	Diversos	Taxi	Total
SLP	263,960	1,471	80,579	54,025	5,257	5,724	2,754	413,770
SGS	49,304	160	14,928	12,907	948	618	667	79,532
ZMSLP	313,265	1,631	95,507	66,930	6,205	6,342	3,421	493,302

Elaboración a partir de Secretaría de Finanzas del estado de San Luis Potosí, 2018.

El análisis de los datos arrojó que, del total de vehículos en circulación: el 64% son automóviles, el 19% camionetas de carga, el 14% motocicletas, el 1% son taxis, y el 0.3% camiones de pasajeros. Con excepción de las camionetas de carga, la población utiliza las demás categorías para la movilidad cotidiana.

Por lo que se refiere al año y modelo de los vehículos, se constató que el 38% de la flota vehicular tiene una antigüedad mayor a 20 años; el 28% igual o menor a 20 años y mayor a 10 años, y el 34% igual o menor a 10 años (figura 25). Esta característica influyó significativamente en el cálculo de las emisiones, pues las tecnologías de los vehículos de más años en circulación contaminan más, que los modelos recientes.

Figura 25. Flota vehicular que circula en la ZMSLP, estructurada de acuerdo al año-modelo.



Elaboración a partir de Secretaría de Finanzas del estado de San Luis Potosí, 2018.

4.6.5.2 ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD VEHICULAR

Para determinar la intensidad y condiciones de uso de los vehículos que circulan en la ZMSLP se utilizó la encuesta de movilidad. Para determinar la muestra estadística de los usuarios a entrevistar se consideró el número de vehículos en circulación de: camiones de pasajeros, automóviles y motocicletas.

Posteriormente se utilizó la fórmula de muestreo aleatorio simple:

$$n = \frac{N Z^2 pq}{d^2 (N-1) + Z^2 pq} \quad (\text{Ecuación 4.2})$$

Para la que se consideraron niveles de confianza (z) y de precisión (d) del 95%. La muestra estadística quedó determinada como se indica en la tabla 42.

Tabla 42. Muestra estadística para la aplicación de encuestas

Tipo de vehículo	Cantidad	n
Automóvil	313,264	356
Camión urbano	1,631	5
Motocicleta	66,932	180
Taxi	3,421	11

Elaboración a partir de Secretaría de Finanzas del Estado de San Luis Potosí, 2018.

La aplicación de las encuestas fue en dos modalidades: 1) virtual, para el caso de la motocicleta y el automóvil particular (utilizando la misma metodología descrita en el apartado 4.4); y 2) presencial, para los operarios del taxi y del camión de pasajeros.

Los datos que se obtuvieron fueron: kilómetros recorridos, tipo de combustible, consumo de combustible, tiempos de recorrido, frecuencias de uso del aire acondicionado, y el número de afinaciones del vehículo, al año (tabla 43). Algunos valores como el consumo de combustible y rendimiento por marca, submarca y año-modelo, fueron validados con datos determinados por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, 2019).

Tabla 43. Síntesis de la actividad vehicular de la flota que circula en la ZMSLP

Tipo de vehículo	Km recorridos/año	Consumo de combustible lts/año	Tipo de combustible	Frecuencias de uso de aire acondicionado	Afinaciones promedio del vehículo al año
Automóvil	13,571	1,000	Gasolina magna/premium	Poco frecuente	1
Motocicleta	8,230	180	Gasolina magna	NA	3-4
Camión urbano	63,600	21,300	Diésel	No	5 o más
Taxi	105,176	3,600	Gasolina magna/premium	No	5 o más

Elaboración a partir de Cerda, 2019.

Los valores anteriores sugieren una actividad vehicular importante en la ZMSLP. El consumo de combustible se asocia a la actividad vehicular y al

número de cilindros por motor. En el caso de la flota de la ZMSLP varían: el taxi y vehículo, en su mayoría, tienen motores de cuatro cilindros, la motocicleta de uno y dos cilindros, mientras que los camiones de pasajeros son de cuatro, seis y ocho cilindros.

Por las condiciones climatológicas de la ZMSLP, el uso de aire acondicionado es poco frecuente (37%). Mientras que el promedio de mantenimiento de los vehículos particulares es de un servicio por año, y para el caso de taxis y camiones el promedio es de cinco (63% y 66% respectivamente); pues según señalaron sus operadores, es un requisito para mantener la vigencia de su operación.

Las características mencionadas impactan en el cálculo de los factores de emisión, y en consecuencia en el total de las emisiones contaminantes a la atmósfera.

4.6.5.3 CÁLCULOS DE FACTORES DE EMISIÓN

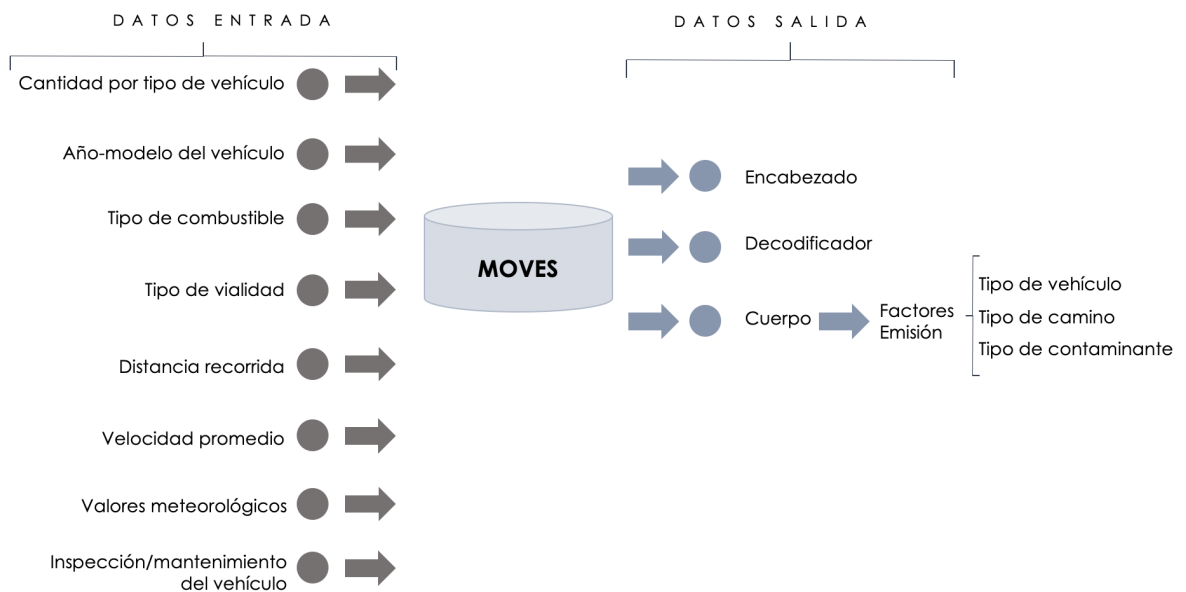
Para el estudio de la ZMSLP, los factores de emisión se obtuvieron a través de MOVES2014a (adaptado a México), utilizando la opción “inventory” que muestra el total de emisiones para áreas geográficas específicas. La escala geográfica propuesta fue “national”, que permite utilizar los datos preestablecidos a nivel nacional. Mientras que, los tipos de vialidad seleccionados fueron el “Off-network”, “urban restricted access” y “urban unrestricted access”.

El tipo de vialidad “off network” (1), calcula las emisiones que ocurren mientras el vehículo no está en movimiento: en el arranque y las evaporativas en reposo. El tipo “urban restricted access” (4), captura las emisiones en funcionamiento en vialidades de acceso vehicular limitado (rampas, boulevard, periférico, circuito, viaducto y carretera). Finalmente, el tipo “urban unrestricted access” (5) calcula las emisiones de los

vehículos en funcionamiento en las otras vialidades; entre ellas: avenida, calzada, calle, ampliación, callejón, corredor, eje vial, entre otros (INECC-USAID, 2016).

Los factores de emisión se modelaron en una resolución anual, seleccionando, dentro de MOVES, el estado, municipio, y los datos de entrada necesarios (figura 26). Los contaminantes criterio cuyas emisiones se calcularon fueron: CO, NOx, COV, SO₂, PM₁₀ y PM_{2.5}.

Figura 26. Datos de entrada y de salida al programa MOVES para la estimación de factores de emisión



Elaboración propia.

Los datos generados por MOVES fueron exportados en formato “.xls” para su tratamiento estadístico en Microsoft Excel y determinar las emisiones totales. Los pasos que se siguieron fueron:

1. Las emisiones se separaron por tipo de contaminante, tipo de camino y tipo de vehículo.
2. Posteriormente, se realizó la sumatoria de las emisiones calculadas por MOVES, según el tipo de vialidad y el tipo de vehículo:

$$Et=EC(g)_1+EC(g)_4+EC(g)_5 \quad (\text{Ecuación 4.3})$$

Además de la distancia total (DT) preestablecida y calculada por MOVES, para los tipos de vialidades (4) y (5), ya que el tipo (1) considera las emisiones cuando el vehículo está en reposo ($DPR_1=0$): ($DT=DPR_4+DPR_5$).

3. Para determinar los factores de emisión por año-modelo del vehículo, en gramos por kilómetro recorrido, las emisiones totales se dividieron entre la distancia recorrida preestablecida por MOVES, mediante la ecuación:

$$FE=Et_{ij}/DR_j \quad (\text{Ecuación 4.4})$$

Et_{ij}= Emisiones calculadas por MOVES por tipo de contaminante (i) para el año-modelo (j) (en gramos).

DR= Distancia recorrida preestablecida por MOVES para el año modelo (j) (en kilómetros).

4. Una vez obtenidos los factores de emisión, se procedió a estimar la cantidad de emisiones totales producidas por la flota vehicular que circula en la ZMSLP.

4.6.5.4 ESTIMACIÓN DE EMISIONES

Para el cálculo de las emisiones contaminantes al aire, producidos por los vehículos automotores que circulan en la ZMSLP, se multiplicaron el número de vehículos (agrupados por año-modelo) de una categoría vehicular (automóvil, motocicleta, taxi o camión de pasajeros); por el promedio de la actividad vehicular (km/año); por el factor de emisión correspondiente, proporcionado por MOVES.

$$E=NU*DA*FE \quad (\text{Ecuación 4.5})$$

E= Emisión total de contaminantes de interés.

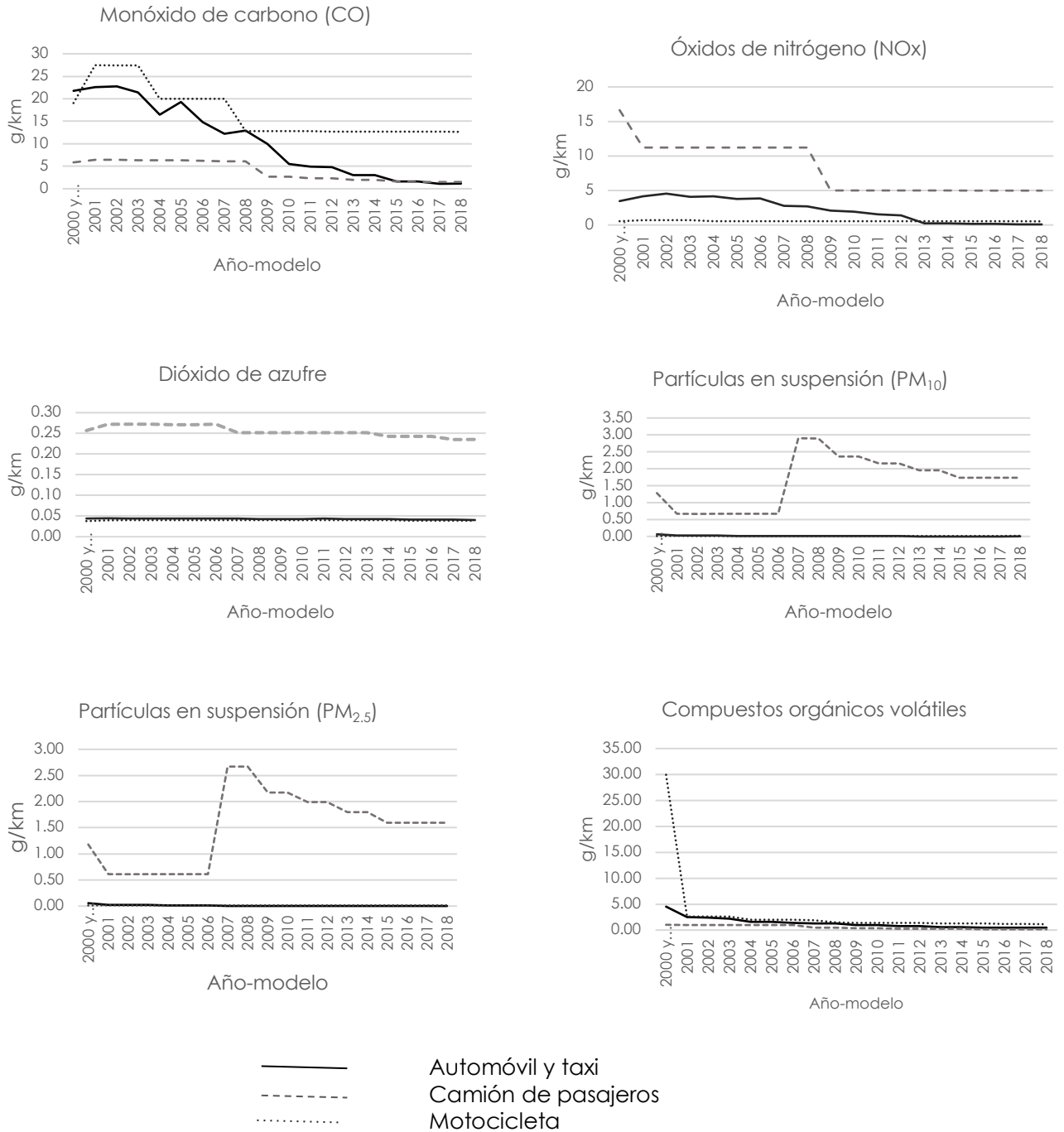
NU= Número total de vehículos de interés.

DA= Actividad vehicular.

FE= Factor de emisión.

Es importante mencionar que los factores de emisión disminuyen, si el año modelo del vehículo es más reciente. En este trabajo, los factores de emisión resultantes para el automóvil, también se utilizaron para los taxis, pues en la ZMSLP, la única variante entre ambas categorías es la actividad. Así, los factores de emisión calculados para la flota vehicular que circula en la ZMSLP se observan en la figura 27 y se detallan en el Anexo 6.

Figura 27. Figura 4.23. Factores de emisión, según tipo de contaminante y categoría de vehículo que circula en la ZMSLP.



Elaboración a partir de Cerda (2019).

El monóxido de carbono (CO) lo emitió en mayor proporción la motocicleta, ésta expidió en promedio 17 g/km, enseguida del automóvil (11g/km) y el camión urbano (4g/km). Mientras que la emisión de óxidos de nitrógeno (NOx), fue más elevada en el camión de pasajeros (8 g/km), seguido del automóvil y del taxi (2.16 g/km), y posteriormente la motocicleta (0.5 g/km).

El dióxido de azufre (SO₂) lo generó principalmente el camión de pasajeros pues utiliza el diésel como combustible; éste generó, en promedio, 0.26g/km; seguido de la motocicleta (0.074 g/km); y después el taxi y del automóvil (0.073 g/km).

Las partículas en suspensión de 10 y de 2.5 micras (PM₁₀ y PM_{2.5}), fueron producidas principalmente por el camión de pasajeros que en promedio generó 1.63 g/km de PM₁₀ y 1.5 g/km de PM_{2.5}; le siguió la motocicleta (0.017 g/km de PM₁₀ y 0.015 g/km de PM_{2.5}); y posteriormente el taxi y el automóvil (0.012 g/km de PM₁₀ y 0.010 g/km de PM_{2.5}).

Las tendencias obtenidas de este contaminante fueron atípicas para el camión de pasajeros; que, lejos de disminuir sus emisiones para vehículos con modelo más reciente, el resultado fue el inverso. Al respecto, se revisaron varias veces los resultados arrojados por MOVES; sin embargo, no se logró determinar la causa de esta situación.

Por último, los compuestos orgánicos volátiles son generados en la misma proporción por el automóvil, la motocicleta y el taxi (1.3 g/km respectivamente), enseguida del camión de pasajeros (0.54 g/km).

De acuerdo con los resultados anteriores, se observa que, las emisiones por fuentes vehiculares varían según el modelo y el año del vehículo, sus características físicas, el mantenimiento del mismo, las condiciones de operación y al tipo de combustible que éste utiliza.

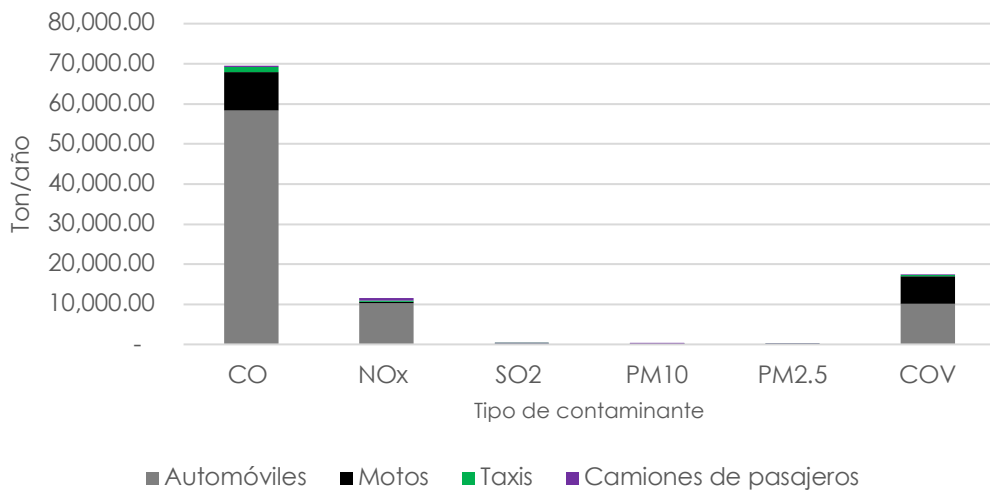
Una vez determinados los factores de emisión por año-modelo, se multiplicaron por el número de vehículos en circulación. El total de contaminantes criterio emitidos por la flota vehicular que circula en la ZMSLP se sintetiza en la tabla 44 y se grafican en la figura 28.

Tabla 44. Emisiones totales provenientes de las fuentes vehiculares que circulan en la ZMSLP

Tipo de contaminante	Total de emisiones (Ton/año)			
	Automóvil	Motocicleta	Taxi	Camión de pasajeros
CO	58,292	9,581	1,264	296
NOx	10,344	308	240	281
SO ₂	185	21	15	26
PM ₁₀	125	9	1	201
PM _{2,5}	110	8	1	185
COV	10,142	6,922	228	35
Total	79,199	16,851	1,750	1,426
%	79%	17%	0.17%	0.14%

Elaboración a partir de Cerda (2019).

Figura 28. Emisiones totales de las fuentes vehiculares que circulan en la ZMSLP



Elaboración a partir de Cerda (2019).

El automóvil, por el número de unidades en circulación (314 390), es el principal emisor de contaminantes en la ZMSLP. Del total de emisiones

calculadas para esta categoría de vehículo, el 74% fue monóxido de carbono, el 13% compuestos orgánicos volátiles, el 13% los óxidos de nitrógeno; y en menor proporción generó partículas en suspensión y dióxido de azufre.

La motocicleta, por ser el segundo tipo de transporte con más unidades registradas en circulación en la ZMSLP (67 420); fue también la segunda categoría de vehículo que más contaminantes emitió, entre los que destacaron el CO (57%), los COV (41%) y los NOx (2%). El taxi contaminó menos, ya que la cantidad de unidades en función es menor (3 421), y los contaminantes principales que produjo fueron: CO (72%), NOx (14%), COV (13%) y SO₂ (1%).

El camión de pasajeros, pese a que tuvo los factores de emisión más elevados (SO₂, PM₁₀ y PM_{2.5}, NOx); es el que contamina menos, debido a las unidades en circulación (1,631). En total, la flota de camiones generó 1,425 toneladas de contaminantes criterio al año; el 48% fueron NOx, el 21% CO, el 14% PM₁₀, el 13% PM_{2.5} y el 2% COV.

En total, las emisiones de contaminantes criterio calculadas para la ZMSLP fueron 99 223 toneladas al año; el 80% generados por el automóvil, el 17% por la motocicleta, el 2% por el taxi y el 1% por el camión de pasajeros. De éstos, el 70% fue CO, el 17% COV, el 12% de NOx, el 0.3% de PM₁₀, el 0.3% de PM_{2.5} y el 0.2% de SO₂.

Los resultados obtenidos se aproximaron a los calculados por el INECC en su Inventario Nacional de Emisiones de Fuentes Móviles para México en 2018, utilizando el mismo procedimiento de estimación (modelo de emisión MOVES México) (tabla 45).

Tabla 45. Comparación de las emisiones de contaminantes criterio al aire, estimadas por la SEMARNAT y las calculadas en esta tesis

Tipo de contaminante	Estimaciones SEMARNAT-INECC 2018 para la ZMSLP (Ton/año)	Estimaciones para la ZMSLP en 2019 (Ton/año)
CO	76,392	69,434
NOx	19,160	11,574
COV	8,323	17,328
PM ₁₀	1,945	336
PM _{2.5}	1,785	304
SO ₂	597	247
Total	108,202	99,223

Elaboración a partir de SEMARNAT (2018) y Cerda (2019).

Las diferencias en los resultados anteriores se asocian a que el estudio de la SEMARNAT (2018) consideró 12 categorías de vehículos, incluidos los camiones y camionetas de carga. Mientras que para esta investigación sólo se consideraron las cuatro categorías de vehículos utilizados por las personas para sus desplazamientos cotidianos (automóvil, taxi, motocicleta y camión de pasajeros).

Finalmente, la contribución de la movilidad cotidiana a la contaminación atmosférica quedó demostrada con el análisis del reparto modal de los desplazamientos y con las características del transporte utilizado. Con los resultados obtenidos se puede advertir que el total de las emisiones vehiculares de un caso de estudio determinado, estarán en función del número de vehículos en circulación y de sus características. Por lo tanto, algunas alternativas que se proponen para reducir la contaminación local y sus efectos globales son: 1) disminuir los índices de motorización; 2) aminorar la actividad vehicular, 3) mejorar el servicio y la eficiencia del transporte público, e 4) incorporar medios no motorizados, como alternativas de transporte en la ciudad.

4.7 LOS COMPORTAMIENTOS DE LA MOVILIDAD EN LA ZMSLP

La ZMSLP es una ciudad mediana en crecimiento, en donde la movilidad de sus habitantes está condicionada por sus características físicas, morfológicas, de estructura vial y de cobertura en equipamiento.

La población móvil de la ZMSLP (mayores de 6 años y menores de 80 años) es de 984 617 personas, que realizan en promedio 3.2 viajes diarios. Así, en la zona metropolitana se realizan 3.1 millones de viajes diarios, con motivo de trabajo, estudio y regreso a casa, principalmente; con un tiempo promedio de recorrido de 23 minutos.

La distribución de viajes, según el motivo, refleja una movilidad pendular que inicia en los hogares y que tiene como puntos destino: el centro (sector urbano 1), suroeste (sector 2) y sureste (sectores 5 y 6); sitios en los que se localizan el porcentaje mayor de espacios educativos, de comercio, de servicios e industriales.

4.7.1 MOVILIDAD MOTORIZADA

La movilidad en transporte motorizados: camión de pasajeros, automóvil y motocicleta, es la más experimentada en la ZMSLP. Las personas optan por estas opciones por ser rápidas y, en el caso del transporte público, por ser la única opción que tienen a su disposición. Sin embargo, estas modalidades contribuyen a que en la ZMSLP se desarrollen problemas de: tráfico, congestión, accidentalidad, consumo de combustibles y contaminación.

4.7.1.1 CAMIÓN DE PASAJEROS

El 46% de los viajes cotidianos se llevan a cabo en camión de pasajeros (única modalidad pública colectiva), cuya cobertura se logra mediante

34 rutas que circulan dentro de la mancha urbana; y la ruta Cerro de San Pedro que conecta la ciudad con dicha localidad. Estas rutas transitan por los sectores con más densidad de población y aquellos que concentran más equipamiento urbano: sector 1 (83% de las rutas), sector 2 (46%), sector 3 (31%), sector 5 (34%) y sector 7 (20%).

El camión de pasajeros es la opción única para el 35% de sus usuarios; quienes, en promedio, lo utilizan tres veces al día, durante cinco días a la semana. Cada año, en la ZMSLP, en promedio, se realizan 353 millones de viajes en transporte público (camión de pasajeros). Esta cifra forma parte del indicador 19.2 de la norma ISO 37120:2018 Ciudades Sostenibles.

El 34% de quienes utilizan este transporte, lo hacen porque su precio es el menos oneroso para ellos. Sin embargo, en sus traslados, gastan en promedio de \$100 a \$150 pesos a la semana. Además, al utilizar el camión de pasajeros, la población consume un mayor tiempo, tanto en la espera de la ruta (10 a 30 minutos) que utiliza, como en el recorrido (15 a 40 minutos).

El camión de pasajeros es un transporte inseguro, pues sus usuarios son víctimas de delitos como: robo, asaltos y acoso sexual. Los aspectos que este sistema debe mejorar son: la seguridad, la limpieza, la operación (conducción segura y amabilidad del operador), la cobertura y la frecuencia de paso de las rutas.

La flota de camiones de pasajeros que circula en la ciudad es de 1631 unidades. El 39% de éstas tiene una antigüedad menor a cinco años; el 41% mayor a cinco y menor a diez años; y el 19% supera los diez años. El camión de pasajeros recorre 63 600 kilómetros y consume 27 742 litros de diésel al año. El total de los camiones de pasajeros en circulación emite 1425 toneladas de contaminantes criterio, principalmente óxidos de

nitrógeno (48%), monóxido de carbono (21%), y partículas en suspensión de 10 micras (14%) y de 2.5 micras (13%).

4.7.1.2 AUTOMÓVIL

El automóvil es utilizado para realizar el 42% de los desplazamientos cotidianos de los habitantes de la ZMSLP. En la mancha urbana circulan 314 390 automóviles que se dirigen hacia distintos puntos de la ciudad, principalmente el centro (sector 1), el suroeste de la ciudad (sector 2) y el sureste (sectores 5 y 6).

Actualmente, en la ZMSLP existen 0.25 automóviles particulares per cápita (indicador 19.8, ISO 37120:2018), y el índice de motorización es de 614 vehículos por cada mil habitantes. El 54% de los habitantes de la ZMSLP utiliza el automóvil para dirigirse a sus trabajos (indicador 19.3, ISO 37120:2018), por ser un transporte rápido, cómodo y seguro.

De acuerdo con sus usuarios, el automóvil recorre en promedio 13 771 kilómetros y consume en promedio 1000 litros durante el año. La actividad vehicular del automóvil genera 79 198 toneladas por año de contaminantes criterio, principalmente monóxido de carbono (74%), óxidos de nitrógeno (13%) y compuestos orgánicos volátiles (13%).

4.7.1.3 TAXI Y UBER

El taxi es un servicio de transporte público de pasajeros individual que presta su servicio mediante un automóvil de alquiler, para desplazar a las personas a sus destinos, mediante el cobro de una tarifa preestablecida. En la ZMSLP, el 2% de los desplazamientos cotidianos se llevan a cabo en taxi, principalmente para dirigirse a estudiar (52%) y trabajar (30%). La selección de este transporte obedece a que es una opción rápida.

Actualmente, circulan 3421 taxis en la ZMSLP. En promedio, recorren 105000 kilómetros y consumen 7200 litros de gasolina al año. La flota de taxis que circula en la ciudad emite 1 749 toneladas al año de contaminantes criterio, principalmente: monóxido de carbono (72%), óxidos de nitrógeno (14%) y compuestos orgánicos volátiles (13%).

Por otro lado, el Uber, que forma parte de las redes de transporte basadas en aplicaciones móviles, presta un servicio de transporte privado, a solicitud de un usuario, mediante el cobro de tarifas aplicadas por la propia empresa. Esta opción, es utilizada para el 2% de los desplazamientos, con motivo de trabajo (60%), estudio (17%) y regreso a casa (8%).

La actividad vehicular de los automóviles que operan por Uber, no se pudo obtener en esta investigación, por políticas de restricción de información de la empresa. No obstante, para investigaciones futuras se pueden analizar las dinámicas de movilidad de usuarios y operadores, la actividad de los vehículos y la estimación de las emisiones contaminantes.

4.7.1.4 MOTOCICLETA

La motocicleta es utilizada para el 0.5% de los desplazamientos cotidianos, y es conducida, preferentemente, por hombres. En la ZMSLP circulan 67 420 motocicletas y existen 0.05 motos por habitante (indicador 19.8.2, ISO 37120:2018). De acuerdo con sus usuarios, este transporte se caracteriza por ser cómodo, ágil y barato.

La motocicleta tiene una actividad menor, pues recorre en promedio 8230 kilómetros al año y consume 345 litros de gasolina al año. Este transporte emite 16 850 toneladas de contaminantes criterio al año, principalmente monóxido de carbono (57%), compuestos orgánicos volátiles (41%) y óxidos de nitrógeno (2%).

4.7.2 MOVILIDAD NO MOTORIZADA

Los desplazamientos no motorizados suceden en menor cantidad que los motorizados. A pesar de ello, caminar es la tercera opción de movilidad de la población de la ZMSLP, ya que el 6% de las personas caminan en sus trayectos de regreso a casa (35%), para ir a estudiar (34%) o dirigirse a trabajar (9%). Estos viajes los realizan cuando las distancias que recorren son cortas, ya sea dentro del mismo sector urbano o en sectores contiguos.

De acuerdo con el Instituto Municipal de Planeación de San Luis Potosí, el espacio público se materializa en calles, plazas, parques y lugares de encuentro ciudadano. En este tema, el Implan establece que los habitantes de la ZMSLP viven a menos de 400 metros de un espacio público abierto, cifra que está dentro de los estándares preestablecidos. No obstante, el mismo instituto señala que una cantidad importante de espacios públicos, están en condiciones de abandono, deterioro y poco equipamiento que reducen la cohesión social (Implan, 2020, p. 257).

Por otro lado, la bicicleta es un modo de transporte utilizado para el 1% de los desplazamientos de los habitantes de la ZMSLP. A pesar ello, ésta es una opción atractiva para la población, a condición de que se les provea de la infraestructura suficiente para circular de manera segura, en la ciudad.

Actualmente, la ZMSLP cuenta con 26.7 km lineales de ciclovías (tabla 46). Existen 0.21 km de carril para la circulación de bicicleta por cada 1000 habitantes (Indicador 19.4, ISO 37120:2018). De las ciclovías disponibles, las que se localizan en las avenidas Himno Nacional y Venustiano Carranza, cuentan con el diseño, ubicación, accesibilidad y señalética adecuadas. El 70% restante tienen las dimensiones necesarias, pero no ofrecen al

ciclista la seguridad para su circulación, pues la accesibilidad, la señalética, el pavimento y las intersecciones no están previstas o no están en condiciones óptimas.

Tabla 46. Ciclovías disponibles en la ZMSLP

Ciclovía	Longitud
Carretera Zacatecas	10.61 km
Saucito	2.60 km
Camino Real a Saltillo	1.20 km
Ricardo B. Anaya	864 m
Avenida Seminario	1 km
Camino a Santa Rita	2.78 km
Calle Oro	1.65 km
Avenida Carranza	1 km
Avenida Himno Nacional	5 km
Total	26.7 km

Elaboración a partir de Implan, 2019.

En el año 2019, el Implan, desarrolló un proyecto para el desarrollo de 25 km de ciclovías en la ciudad (divididos en 26 tramos), con el objetivo de incentivar el uso de la bicicleta y aumentar el número de usuarios en un 10% (Implan, 2019). De las ciclovías proyectadas se lograron concretar tres: avenida Himno Nacional, avenida Venustiano Carranza y una vialidad emergente en la avenida Fray Diego de la Magdalena.

De estas tres ciclovías, la ubicada en Fray Diego de la Magdalena presenta más actividad, pues en ella transitan 132 personas por hora. En la ciclovía de Himno Nacional circulan 74 personas por hora; mientras que en la de Venustiano Carranza, 53 personas por hora (González y Hernández, 2020).

Esto abre una oportunidad para la formulación de más diagnósticos para la movilidad en bicicleta. Se deben constatar: 1) el porcentaje de viajes

cotidianos en bicicleta; 2) sus orígenes-destinos; 3) sus trayectos; 4) la percepción de los ciclistas respecto a su movilidad; y 5) el análisis de la infraestructura.

4.7.3 MOVILIDAD, ACCESIBILIDAD Y TRANSPORTE POR SECTOR URBANO

La movilidad en la ZMSLP tiene comportamientos distintos, ya que en cada sector existen tendencias y necesidades diferentes. A continuación, se describen las características de la movilidad por sector urbano y se enlistan los temas de atención prioritaria para cada uno de ellos.

Sector 1. Centro



Estructura vial

Sitio con una estructura vial ortogonal, que obedece a la traza de la ciudad novohispana. Se caracteriza por tener calles estrechas.

Equipamiento

El Centro de la ciudad aloja la mayor cantidad de equipamiento (22%): plazas, jardines, espacios administrativos, de gestión y de servicios, sitios comerciales de pequeña, mediana y gran escala, así como centros de educación básica, media superior y superior.

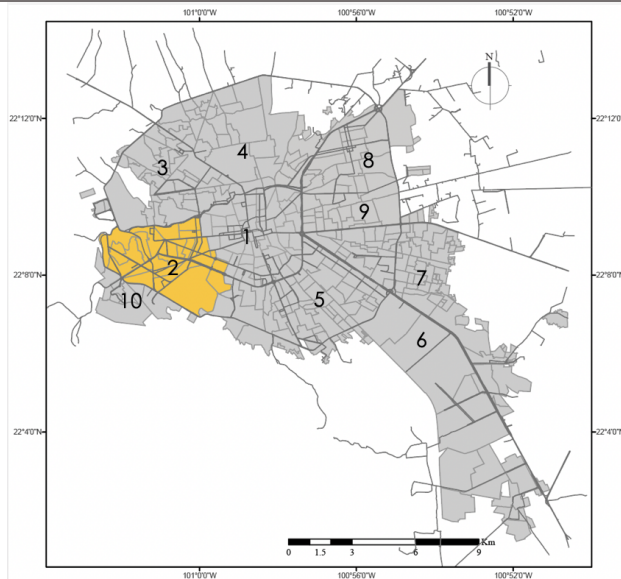
Movilidad y transporte

1. Es un área de la ciudad en la que existe una movilidad dinámica. En este sitio se generan el 23% de los desplazamientos cotidianos de la ZMSLP, y también es el destino del 23% de éstos.
2. El Centro es también un punto en el que inician, transitan o culminan el 83% de las rutas de los camiones de pasajeros.
3. El Centro es el punto de conexión entre los sectores: 3, 4, 7, 8 y 9 con los sectores que se localizan al suroeste y sureste de la ZMSLP.
4. Los viajes que arriban al Centro de la ciudad son principalmente en automóvil (56%), camión de pasajeros (29%) y caminando (9%). Así, en el Centro de la ciudad se produce tráfico y congestión vial por el número de vehículos que transitan y las características de sus vialidades.
5. La Alameda Central funciona como un área de trasbordo para diferentes opciones de transporte, a ésta arriban la mayoría de las rutas de camiones de pasajeros y de transporte de personal que se dirige hacia la Zona Industrial (sector 6).

Oportunidades de mejora para la movilidad en el Sector 1

1. Desarrollar un programa de circulación vial, que privilegie los desplazamientos: caminando, en bicicleta y en camión de pasajeros.
 2. En la Alameda Central establecer un centro de transferencia modal que cuente con los requerimientos e infraestructura correspondiente, garantizando una movilidad universal, segura e incluyente. Desarrollar un programa de cultura vial.
 3. Colocar señalética y semáforos peatonales en los cruces críticos.
 4. Dotar a este sector con infraestructura para el transporte público: parabuses, iluminación, señalética de rutas, recorridos y frecuencias.
-

Sector 2. Lomas - Tangamanga



Estructura vial

Este sector cuenta con vialidades primarias (Salvador Nava, Boulevard Río Santiago, Anillo Periférico) y secundarias importantes (avenidas Venustiano Carranza, Himno Nacional, Chapultepec, García Diego, Santos Degollado), que lo conectan con los sectores urbanos: 1, 3, 5, 6 y 10.

Equipamiento

Es el segundo sector con más disponibilidad de equipamiento (17%), entre los que destacan: hospitales, parques recreativos, servicios de salud, espacios educativos (básica, media y superior), centros comerciales y de servicios, supermercados y vivienda.

Movilidad y transporte

1. Es uno de los sectores principales de destino en la ZMSLP. Éste recibe el doble de viajes (47%), de los que en él se generan (20%).
2. Quienes transitan en este sector utilizan el automóvil (55%), el camión de pasajeros (31%), caminan (9%), la bicicleta (2%) y el Uber (2%).
3. En este sector inician, transitan o culminan el 46% de las rutas de camión de pasajeros.
4. En horas pico, en este punto de la ciudad se observa saturación vial y congestión.
5. El estacionamiento de automóviles consume una gran cantidad de área vial, que contribuye a la congestión.

Oportunidades de mejora para la movilidad en el Sector 2

1. Ampliar el número de opciones de transporte público y no motorizado, que mejoren el flujo vial y la accesibilidad.
 2. Por las características de sus vialidades primarias (longitud, rectitud y amplitud), se pueden formular estudios de factibilidad para implementar un sistema BRT en la Avenida Salvador Nava; y una red de ciclovías conectadas entre sí, en las avenidas Venustiano Carranza, Himno Nacional y Salvador Nava. Esto para reducir los desplazamientos en automóvil y la ocupación de área vial para estacionamiento.
 3. Rescatar el espacio público, y proveer de áreas dignas y seguras para caminar.
 4. Colocar señalética y semáforos peatonales en los cruces críticos.
 5. Mejorar la infraestructura para el transporte público: parabuses, iluminación, señalética de rutas, recorridos y frecuencias.
-

Sector 3. Morales-Industrial Aviación

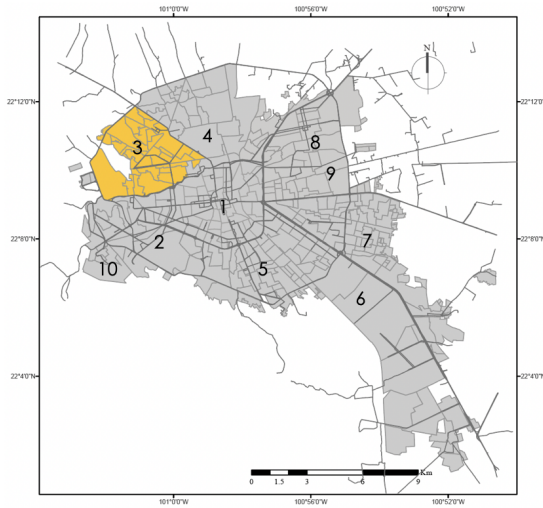
Estructura vial

Este sector se caracteriza por una traza urbana irregular con elevaciones. Sus vialidades (secundarias en su mayoría) no tienen un orden en particular, y se caracterizan por ser angostas y sus pavimentos están en mal estado.

Equipamiento

Es un sector que tiene poca disponibilidad de equipamiento (8%). Los espacios con los que cuenta son principalmente: parques recreativos, espacios deportivos, de servicios y de salud, hospitales, locales comerciales, centros de educación básica, media superior y superior.

Asimismo, es un sector con una parte importante de vivienda, en donde reside el 12% de la población de la ZMSLP.



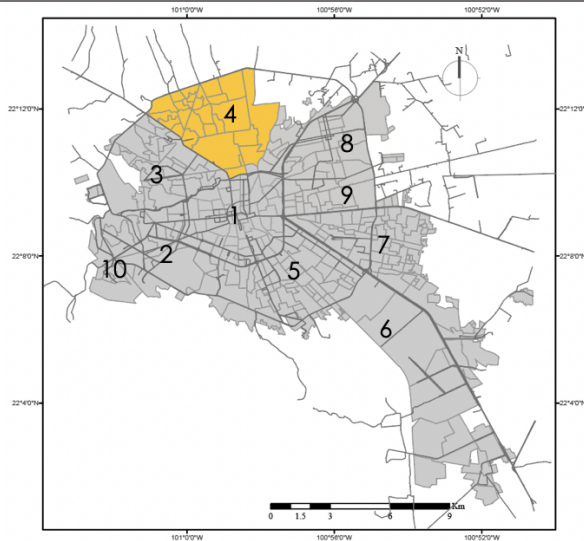
Movilidad y transporte

1. En este sector se origina el 12% de los viajes cotidianos de la población, y recibe el 4% de los mismos.
2. Los viajes que se inician en este sector son principalmente en automóvil (52%), en camión de pasajeros (42%) y caminando (3%).
3. En este sector circula el 31% de las rutas de camiones de pasajeros.

Oportunidades de mejora para la movilidad en el Sector 3

1. Mejorar la infraestructura para el transporte público: parabuses, iluminación, señalética de rutas, recorridos y frecuencias.
 2. Establecer un programa para la rehabilitación de las vialidades.
 3. Rescatar el espacio público, y proveer de áreas dignas y corredores seguros para caminar.
-

Sector 4. Saucito Terceras



Estructura vial

Este sector se caracteriza por una traza urbana irregular; carece de infraestructura vial adecuada para la movilidad motorizada y no motorizada.

Equipamiento

En este punto de la ciudad se concentra una porción mínima de equipamiento (5%), destacan los espacios: educativos (básica, media y superior), comerciales, de servicios y un parque recreativo.

Además, en este sector se ubica una parte importante de vivienda popular, en donde habita el 13% de la población de la ZMSLP.

Movilidad y transporte

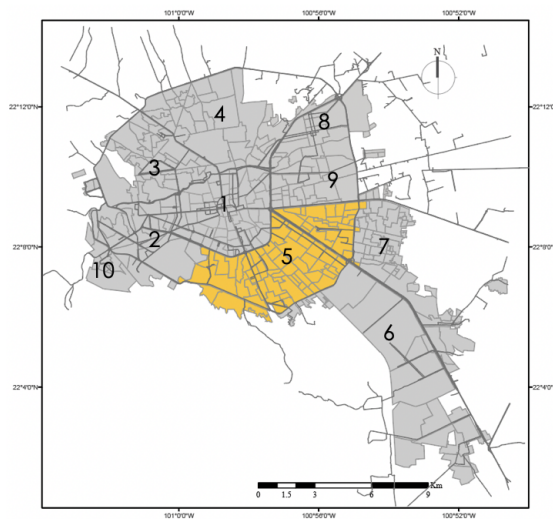
1. De acuerdo con los datos recabados en esta investigación, en este sector se origina el 3% de los viajes cotidianos de la ZMSLP, y recibe el 1% de los mismos.
2. Asimismo, a este punto llegan sólo cuatro rutas de camiones de pasajeros (11%). Este dato contrastándolo con la población, indica un problema serio de accesibilidad.
3. Los desplazamientos que ahí se generan se hacen preferentemente en automóvil (61%), camión de pasajeros (25%), caminando (6%) y taxi (4%).

Oportunidades de mejora para la movilidad en el Sector 4

1. Realizar más estudios de movilidad para las personas que viven en este sector, para reconocer sus necesidades de movilidad.
 2. Ampliar el número de rutas de camiones de pasajeros, con rutas más directas y de menos tiempo de duración.
 3. Desarrollar estudios de factibilidad para implementar otras opciones de transporte público colectivo.
 4. Dotar a este sector con infraestructura para el transporte público: parabuses, iluminación, señalética de rutas, recorridos y frecuencias.
 5. Implementar un programa para mejorar la infraestructura; dotarla de pavimentos, iluminación y señalética.
-

Sector 5. Satélite_Progreso

Estructura vial



Este sector cuenta con una infraestructura vial importante. Sus vialidades primarias (Salvador Nava, Boulevard Antonio Rocha Cordero, Carretera 57) y secundarias (Coronel Romero, Constitución, Simón Díaz, Avenidas Salk e Industrias), lo conectan con el centro y los sectores del sur de la ciudad: 2, 5, 6 y 10.

Equipamiento

En esta zona de la ciudad se concentra una cantidad importante de vivienda en la que habita el 24.7% de la población.

En este sector se localiza el 16% del equipamiento total de la ZMSLP; destacan los espacios de educación (básica, media y superior), de servicios, comercio, salud y deportivos.

Movilidad y transporte

1. En este sector se origina el 25% de los viajes cotidianos de la ZMSLP, y recibe el 18% de los mismos.
2. Los desplazamientos se realizan principalmente en automóvil (46%), en camión de pasajeros (37%) y caminando (10%).
3. El 34% de las rutas de camión de pasajeros transitan por este sector.

Oportunidades de mejora para la movilidad en el Sector 5

1. Ampliar la infraestructura para el transporte público: parabuses, señalética de rutas, recorridos y frecuencias e iluminación.
 2. Rehabilitar el espacio público y dotarlo de áreas o corredores seguros para caminar.
 3. Colocar señalética y semáforos peatonales en los cruces críticos.
 4. Implementar una red de ciclovías conectadas en sus avenidas principales: Salvador Nava, Coronel Romero, Salk y Boulevard Antonio Rocha Cordero.
 5. Dotar a este sector con infraestructura para el transporte público: parabuses, iluminación, señalética de rutas, recorridos y frecuencias.
 6. Estudio de factibilidad para implementar el sistema BRT en Salvador Nava e Himno Nacional, para conectarlo con los sectores 2, 5 y 6.
-

Sector 6. Zona Industrial

Estructura vial

Este sector está delimitado por la Carretera Federal No. 57 (este), la Carretera Federal No. 80D (sur) y por vías férreas (oeste).

Paralela a la carretera 57 se encuentra la Avenida Industrias. Ambas vialidades son las únicas que distribuyen los viajes hacia los diferentes parques industriales.

Equipamiento

En este sector se localiza un 2% del equipamiento urbano; destacan principalmente hoteles, centros comerciales, supermercados y unidades bancarias.



Movilidad y transporte

1. En este sector se localiza la industria pesada más importante de la ZMSLP y del Estado. Por lo tanto, es un sector destino, al que arriba la población para laborar.
2. A este sector llegan el 7% de los viajes destino, contabilizados para la ZMSLP.
3. Los desplazamientos se realizan principalmente en automóvil (56%), camión de pasajeros (31%), transporte de personal (5%), bicicleta (4%) y Uber (3%).
4. Hacia este sector llega un 20% de las rutas de transporte público. Sólo tres de éstas recorren parcialmente el corredor industrial (llegan hasta la localidad de La Pila).
5. En horas pico, la carretera 57 y la Avenida Industrias presentan problemas serios de congestión y de tráfico que afecta a los habitantes de la ciudad y al transporte proveniente de otros estados que están comunicados por esta carretera federal.

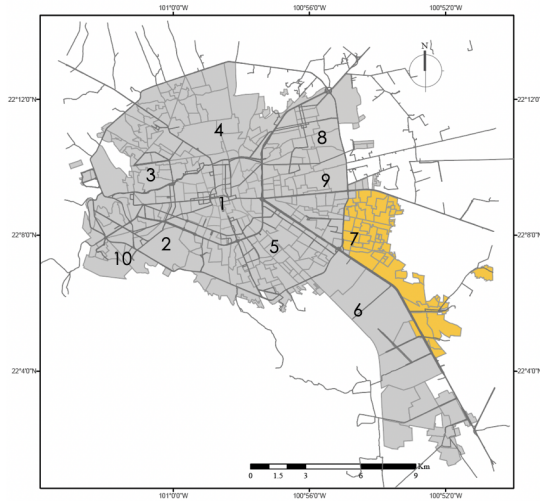
Oportunidades de mejora para la movilidad en el Sector 6

1. Realizar más análisis sobre la movilidad en este sector, para identificar con más precisión las necesidades de desplazamiento de las personas y las problemáticas.
 2. Ampliar las opciones de transporte público colectivo, para reducir el uso de automóviles (personales o empresariales) y descongestionar las vialidades.
 3. Realizar un estudio de factibilidad para la implementación de un tren ligero que transite en una de las vías férreas.
 4. Implementar la línea BRT "Red Metro" sobre la carretera 57 con la infraestructura correspondiente.
 5. Rediseñar las rutas del camión de pasajeros para que algunas de ellas puedan alimentar a la línea BRT; con ello motivar su uso.
-

Sector 7. Jardines del Oriente-Villa de Pozos

Estructura vial

Este sector está delimitado por las carreteras federales 57, 70, 57D. Cuenta con una red vial importante que lo conectan con otros sectores, por ejemplo, Distribuidor Juárez y el Anillo Periférico Oriente. Algunas avenidas y calles requieren mejorarse pues están deterioradas.



Equipamiento

En este punto de la ciudad se sitúa una cantidad importante de viviendas. Aquí reside un 14.6% de la población de la ZMSLP.

El sector concentra el 8% del equipamiento total registrado; destacan los centros comerciales, supermercados, hoteles, espacios de educación básica y centros deportivos.

Movilidad y transporte

1. En este sector se genera un 4% de los viajes y recibe un 3% de los mismos.
2. Los desplazamientos en este sector se realizan en automóvil (44%), camión de pasajeros (41%), caminando (8%), taxi (4%) y transporte de personal (2%).
3. En este sector transitan el 31% de las rutas de camión de pasajeros disponibles.
4. Cuenta con un par de ciclovías que no tienen una conexión entre sí; a pesar de la infraestructura, no se registraron viajes en bicicleta en este sector.

Oportunidades de mejora para la movilidad en el Sector 7

1. Ampliar el análisis de los viajes origen-destino de los habitantes del sector; e identificar con más precisión el reparto modal de sus viajes.
 2. Dotar a este sector con infraestructura para el transporte público: parabuses, iluminación, señalética de rutas, recorridos y frecuencias.
 3. Desarrollar un programa de mejora a la infraestructura vial; equiparla de pavimentos, iluminación y señalética.
 4. Generar esquemas para motivar la movilidad no motorizada.
-

Sector 8 y 9. Soledad de Graciano Sánchez

Estructura vial

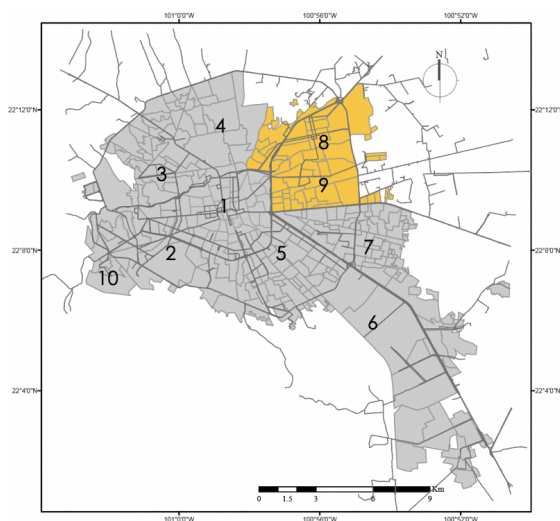
Ambos sectores conforman la conurbación del municipio de Soledad de Graciano Sánchez. Están delimitados por las carreteras federales 57 y 70 y por el Anillo Periférico Oriente).

Son sectores que están en proceso de urbanización. Tienen una traza ortogonal segmentada por vialidades secundarias, en su mayoría.

Equipamiento

El sector 8, cuenta con menor equipamiento (4%), en comparación con el sector 9 (9%).

Los espacios que predominan son los educativos, supermercados, comercio de pequeña escala y de servicios. El sector 9 cuenta también con parques y plazas públicas, centros deportivos y de salud.



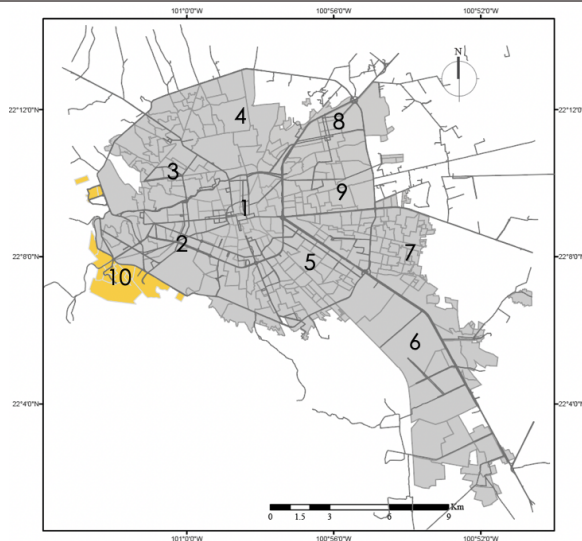
Movilidad y transporte

1. En el sector 9 se origina un 6% de los viajes cotidianos; mientras que en el sector 8, inicia sólo un 3% de éstos.
2. Ambos sectores funcionan como áreas dormitorio, pues la población que en ellos reside, se desplazan hacia otros sectores (1, 2, 5 y 6) con motivo de trabajo (30%) o de estudio (37%).
3. Los desplazamientos en ambos sectores se realizan en automóvil (55%), camión de pasajeros (33%), caminando (4%), bicicleta (3%), Uber (1.5%) y transporte de personal (1.5%).
4. A este sector llegan siete rutas de camiones de pasajeros (20%), que los conectan con otros sectores. Los trayectos que realizan se caracterizan por ser largos, con tiempos de recorrido promedio de 16 a 30 minutos (34%), 31 a 45 minutos (14%) y 46 a 60 minutos (14%).

Oportunidades de mejora para la movilidad en los sectores 8 y 9

1. Ampliar el análisis de la movilidad cotidiana de los habitantes de ambos sectores; y estudiar los posibles problemas de accesibilidad.
 2. Promover la incorporación de rutas de camiones de pasajeros con trayectos y tiempos de recorrido más cortos.
 3. Dotar a este sector con infraestructura para el transporte público y el transporte de personal: parabuses, iluminación, señalética de rutas, recorridos y frecuencias.
 4. Desarrollar un programa de mejora a la infraestructura vial, dotarla de pavimentos, iluminación, señalética, señalamiento vial y cruces de peatones.
 5. Generar esquemas para motivar la movilidad no motorizada.
-

Sector 10. La Loma-Horizontes-Pedregal



Estructura vial

Este sector es de reciente urbanización. Tiene una trama irregular y algunos puntos con pendientes.

Cuenta con un sistema vial en buenas condiciones que lo conecta con los sectores 1, 2, 5 y 6.

Equipamiento

Este sector aloja un 9% del equipamiento total distribuido en la ZMSLP. Destacan los centros y plazas comerciales, centros de salud, espacios educativos y de servicios.

Además, en este sector se localiza la mayor parte de la vivienda de tipo residencial.

Movilidad y transporte

1. En este sector se inicia un 3% de los viajes y recibe el 1% de los mismos. Éstos se realizan principalmente en automóvil (77%), camión de pasajeros (13%), Uber (5%) y caminando (4%).
2. A este sector llega el 11% de las rutas que transitan en la ZMSLP. Sin embargo, éstas sólo recorren el perímetro del sector, pues las pendientes del suelo y los fraccionamientos residenciales, no permiten que las unidades se adentren a otros puntos.

Oportunidades de mejora para la movilidad en el Sector 10

1. Dotar a este sector con infraestructura para el transporte público: parabuses, señalética de rutas, recorridos y frecuencias.
 2. Establecer un sistema de ciclovías conectadas en las vialidades principales del sector que no presente pendientes pronunciadas; esto para motivar la movilidad no motorizada y reducir el uso del automóvil.
 3. Colocar señalética y semáforos peatonales en los cruces críticos.
-

4.7.4 LOS TEMAS DE ATENCIÓN PRIORITARIA PARA LA MOVILIDAD EN LA ZMSLP

Los sectores de la ZMSLP que tienen condiciones de transporte más favorables son los que se ubican en el centro y suroeste de la ciudad (1, 2, 5, 7 y 10). Éstos cuentan con una cobertura suficiente de transporte público y tienen una infraestructura vial adecuada. En ellos se localiza el mayor porcentaje de equipamiento urbano; la mayoría de la población tiene acceso a un vehículo particular; y existe espacio público que permite los desplazamientos caminando.

Por otro lado, los sectores con menos disponibilidad de transporte, son los que se ubican al norte de la ciudad (3, 4, 8 y 9). Ahí, el transporte público tiene una cobertura escasa, y la infraestructura vial está en malas condiciones. No cuenta con esquemas para la movilidad no motorizada. En estos sectores se localizan las áreas geográficas básicas (AGEBS) con niveles de marginación medio y alto, por lo que sólo una parte de la población dispone de un vehículo privado.

El caso del sector 6, donde se localiza la Zona Industrial, tiene condiciones de transporte favorables pero que no son apropiadas por las pocas vialidades que existen y, en horas pico, éstas se saturan e impiden el flujo vehicular. Por ello, en este sector debe impulsarse la incorporación de alternativas públicas colectivas masivas como el BRT (que ya está proyectado) y el tren ligero.

Con base en lo anterior, los temas de atención prioritaria para la movilidad en la ZMSLP, son los siguientes:

1. Llevar a cabo más estudios de movilidad urbana: 1) de oferta y demanda para los sectores del sur de la ciudad con una perspectiva hacia la incorporación de más opciones de transporte y la reducción

del uso del automóvil; y 2) análisis con énfasis en lo social para los sectores del norte de la ciudad, que validen los orígenes y destinos de la población y sus necesidades de desplazamiento; además de evaluar la accesibilidad y la motilidad (motivos) de sus viajes.

2. Desarrollar un sistema de indicadores para la movilidad urbana con estándares comparables con otras ciudades del país y del mundo.
3. Ampliar la cobertura de rutas de camiones de pasajeros en los sectores 3, 4, 8 y 9, ubicados en el norte de la ZMSLP.
4. Diversificar las opciones de transporte público colectivo, y analizar la incorporación de opciones públicas masivas como el BRT en los sectores 2, 5 y 6; y del tren ligero que conecte el centro (sector 1) con la Zona Industrial (sector 6).
5. Impulsar esquemas de movilidad no motorizada, especialmente en los sectores que se ubican en el centro (1) y sur de la ciudad (2, 5 y 10), con el propósito de reducir el uso del automóvil.
6. Proyectar una red de ciclovías conectadas que permita los desplazamientos hacia todos los sectores de la ciudad.

4.7.5 LA POLÍTICA DE LA MOVILIDAD EN LA ZMSLP

Durante el análisis del criterio de diagnóstico 3 *Gestión*, se determinaron las leyes, reglamentos e instrumentos de planeación que establecen las pautas del cómo debe ser la movilidad urbana en México. Para materializar las políticas planteadas en estos documentos reglamentarios, se requiere contar con instituciones capaces de garantizar su aplicación y cumplimiento.

Para el caso de la ZMSLP, existen autoridades estatales y municipales responsables de cumplir y hacer valer lo establecido en la normativa, y en los esquemas de planeación vigentes, en materia de movilidad (véase tabla 26). Por lo tanto, surge como interrogante ¿qué le impide a la ZMSLP generar cambios trascendentales para su movilidad, si existen bases normativas y de planeación que promueven el cambio hacia esquemas sostenibles?

De acuerdo con Komorowski (1980) los documentos de planeación se estructuran en dos partes: 1) la normativa, que después de su aprobación se convierte en un instrumento de compromiso legal, y 2) la explicativa, que ayuda a la autoridad a entender el sentido y la lógica de las decisiones incluidas en la normativa, y probar sus posibilidades de realización.

Sin embargo, cuando los documentos de planeación son extensos y se asocian a fenómenos esporádicos, estadísticas incompletas o no relacionadas; se corre el riesgo de que los tomadores de decisiones, no logren dimensionar y convencerse de que sus iniciativas serán conscientes o exitosas.

Otro aspecto que puede asociarse con la no conducción y la no aplicación de políticas o estrategias de movilidad, es la falta de coordinación entre autoridades estatales y municipales. Esto puede deberse al desconocimiento de sus propias atribuciones, a su falta de interés o compromiso, y a la idea de que los problemas de movilidad no son emergencias por atender y resolver.

Pero la realidad es que la falta de acción para mejorar la movilidad en la ZMSLP, está produciendo costos urbanos, económicos, sociales y

ambientales que, de no atenderse, aumentarán los problemas y continuarán afectando la calidad de vida de sus habitantes.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

Este trabajo presentó una metodología para el análisis multidimensional de la movilidad urbana, sustentada en preceptos teóricos, conceptuales y metodológicos. La integración teórica lograda en este trabajo, permitió reconocer a la movilidad urbana como un tema capaz de abordarse a partir de enfoques y disciplinas distintos. Los argumentos recabados de los expertos permitieron definir los vínculos de la movilidad con lo urbano, lo social, lo tecnológico y lo ambiental.

El enlace urbano-ambiental de la movilidad fue la directriz en esta investigación, con el propósito de demostrar los impactos locales del esquema de movilidad actual en una ciudad. Para lograrlo, se desarrolló una metodología que adoptó un enfoque mixto; que se dividió en cuatro dimensiones de análisis y se estructuró en seis criterios de diagnóstico.

Para definir los métodos de análisis se adoptaron algunas líneas de investigación del urbanismo, la geografía urbana y transporte; así como de las ciencias ambientales. La metodología propuesta tiene la capacidad de utilizarse en ciudades de tamaño mediano, dónde los datos sobre los desplazamientos de las personas sean escasos o nulos.

La metodología propuesta se implementó en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí, una conurbación mediana, en crecimiento; en donde los datos sobre la movilidad de su población son escasos y se presentan problemáticas: 1) urbanas (como la expansión, la dispersión y la fragmentación del territorio); 2) tecnológicas (como la poca disponibilidad de transporte público y la motorización creciente por el uso

del vehículo particular); 3) de gestión (por la falta de normativa y de planeación tanto urbana como de movilidad); y 4) ambientales (por las emisiones contaminantes que derivan de las fuentes vehiculares).

Durante el desarrollo del **criterio de diagnóstico 1 Población**, se determinó la población móvil en la ZMSLP y su clasificación de acuerdo a la edad, el sexo, la ocupación o la actividad económica que realiza. Lo que permitió reconocer la posibilidad de desplazamientos y sus motivos.

Con la implementación del **criterio de diagnóstico 2 Urbana**, se estudiaron: la morfología y la estructura de la ciudad. A partir de la información generada se definieron los fenómenos de expansión territorial y de estructura fragmentada, que condicionan los desplazamientos de las personas. Asimismo, se determinó el desequilibrio en la disponibilidad de equipamiento y servicios entre sectores, que sugirió una demanda de desplazamientos de los habitantes del norte de la ciudad y de la periferia. Además de que el centro y el surponiente de la ciudad se definieron como sitios que captan cantidades importantes de viajes.

El análisis descriptivo, llevado a cabo durante el **criterio de diagnóstico 3 De gestión**, expuso la necesidad global de modificar los modelos de movilidad urbana actuales, caracterizados por viajes individuales en transporte motorizado, que generan impactos ambientales y sociales. Esta precisión se señala en lineamientos y acuerdos internacionales, cuyos contenidos se incluyen en la normativa nacional y en las políticas de planeación urbanas.

No obstante, a nivel estatal, los esfuerzos se reducen, mientras que en las escalas metropolitana y municipal, los criterios normativos y de planeación para la movilidad son escasos; y los existentes, se cumplen parcialmente.

La caracterización de la movilidad en la ZMSLP se logró con los **criterios de diagnóstico 4 movilidad cotidiana** y **5 oferta y demanda**. Con la aplicación de los métodos de análisis se determinaron datos como: 1) número de viajes y su clasificación según: el modo de transporte empleado, motivo del viaje, distancia y tiempo de recorrido; 2) formas de desplazamiento según el sexo y la edad de las personas; 3) costo de sus trayectos y 4) percepción respecto al transporte que utilizan. También, se realizó un análisis espacial que permitió conocer: las dinámicas de los desplazamientos y los sitios en los que se generan, o los que atraen más viajes y donde también se establecen los problemas de tráfico y congestión.

Durante el desarrollo del **criterio de diagnóstico 6 ambiental** se determinaron las emisiones al aire de contaminantes producidas por la flota vehicular que circula en la ZMSLP. El emisor principal es el automóvil particular. Se constató que el modelo actual de movilidad tiene implicaciones ambientales que deben controlarse y reducirse; pues pueden estar provocando efectos en la salud de las personas.

Se demostró la función de la metodología expuesta y el análisis multidimensional de la movilidad. Las aportaciones más importantes fueron: la caracterización de los desplazamientos cotidianos de la población, su comportamiento en el territorio urbano y sus efectos ambientales. Con los resultados logrados se definieron las problemáticas a resolver y los retos a enfrentar, que se describen a continuación.

5.1 LA TENDENCIA URBANA, UNA CONDICIONANTE DE LA MOVILIDAD

La ZMSLP está experimentando un crecimiento expansivo y desordenado con procesos de metropolización y periferización. La falta de planeación urbana ha provocado la fragmentación y la dispersión del territorio, que afectan la conectividad vial y la cobertura de transporte, principalmente el público; provocando afectaciones sociales como la segregación, pero también traslados con distancias y tiempos largos, que afectan preferentemente a personas con recursos limitados.

El modelo urbano concéntrico, definido desde la fundación de San Luis Potosí, le ha otorgado al centro de la ciudad un peso importante para el desarrollo de actividades comerciales y de servicios. Es además un punto de unión entre el norte y sur de la ciudad, en donde se generan y confluyen una cantidad de viajes importante. Su dimensión y la distribución de su estructura, condicionan el flujo de los desplazamientos.

La evolución morfológica de la ciudad ha dado origen a otros subcentros ubicados al suroeste, en donde se encuentran espacios: comerciales, educativos, de salud y recreativos. La instalación de la Zona Industrial al sureste de la ciudad, ha incrementado el número de viajes diarios, que saturan la carretera federal 57, provocando el flujo lento de los ciudadanos, así como de quienes provienen de otras partes del estado o de la república.

En contraste, los sectores del norte de la ciudad cuentan sólo con equipamiento básico, y con una infraestructura vial limitada, desconectada y con deficiencias en mantenimiento. Además de que las barreras naturales y artificiales en la ciudad, bloquean la comunicación

directa del norte con el sur, afectando a los habitantes en sus trayectos y tiempos de traslado.

Así, en la ZMSLP, el desequilibrio en la disponibilidad de infraestructura, equipamiento y servicios, provoca desplazamientos constantes de las personas para realizar sus actividades laborales, de educación o de ocio. La disposición dispar de vialidades afecta también la fluidez de los viajes cotidianos.

Es así que, en la ZMSLP existe una segregación social, territorial y funcional, pues las áreas de servicios principales se ubican en ciertos sectores, lo que deja en desventaja a quienes habitan el norte y la periferia de la ciudad, al tener que desplazarse lejos de su zona habitacional para realizar sus actividades cotidianas.

5.2 UNA NECESIDAD DE MOVILIDAD INSATISFECHA

Las pocas opciones de transporte disponibles en la ZMSLP, han otorgado al automóvil particular una hegemonía. El camión de pasajeros es la modalidad más utilizada; quienes lo usan no poseen un vehículo automotor o no pueden costear otras alternativas como el taxi o el Uber. Esto descubre problemas de segregación, accesibilidad y asequibilidad.

En cuestión de equidad, la población con ingresos bajos tiene menos posibilidades de elegir una opción de transporte ágil, eficiente y seguro. Su única alternativa es el camión de pasajeros, que no presta un servicio de calidad, es inseguro y opera de forma desordenada.

Los usuarios del camión de pasajeros que viven en la periferia y al norte de la ciudad, no cuentan con rutas directas que los conecten con los destinos que desean, por lo que, se ven obligados a concretar sus

trayectos: tomando dos rutas, caminando o utilizando otra alternativa. Esto implica viajes más tardados y de más distancia.

Por su parte, el automóvil es el medio de transporte más beneficiado, debido a la construcción de infraestructura para su circulación. Además, es el mejor evaluado por la población pese a que es el más costoso. El índice de motorización actual señala la circulación de un gran número de unidades, que convergen principalmente en el centro, el surponiente y el suroriente; áreas que presentan problemas de congestión y de tráfico.

El informe denominado: "El costo de la congestión", publicado en 2018 por el Instituto Mexicano para la Competitividad, señala que en la ZMSLP, la congestión causada por el automóvil y el transporte público, cuesta 1 101 millones de pesos, con un índice de tráfico promedio de 1.22, y un costo per cápita de 2 126 pesos al año. Por otro lado, el tiempo que las personas pierden en la congestión es de 52 horas al año.

Las cifras anteriores no distan mucho de las de la Zona Metropolitana del Valle de México, a pesar de que ésta es más grande en población y extensión. Esto sugiere que en la ZMSLP se experimentan efectos de la movilidad motorizada, similares a los de las ciudades más grandes del país.

Además del automóvil y el camión de pasajeros, en la ZMSLP existe el transporte de personal (autobuses y vehículos de menor tamaño) como una opción gratuita para los trabajadores de la industria. Según la Unión de Usuarios de la Zona Industrial, actualmente circulan 2 000 unidades; y el 69% de éstas confluyen en el Distribuidor Juárez para dirigirse hacia el suroriente de la ciudad. Las rutas activas no cuentan con un infraestructura o equipamiento específico, por lo que comparten espacio

vial con los automóviles y con el camión de pasajeros, y también son causantes de la congestión.

Los problemas de tráfico y congestión actuales, además de limitar la circulación de las personas y de los bienes, también impactan en la productividad de la ciudad, en la calidad de vida de la población, y favorecen la emisión de contaminantes atmosféricos.

La bicicleta es la opción menos utilizada, debido a que la movilidad a bordo de ésta es riesgosa. Aún así, es atractiva para las personas, y la usarían si existieran las condiciones para circular de manera segura. El uso de la bicicleta para los desplazamientos cotidianos en la ZMSLP tiene como ventajas que: 1) la población es joven y puede adoptarla como un modo de transporte; 2) el territorio urbano es plano en su mayor proporción; y 3) es una alternativa económica y viable.

Por su parte el taxi y el Uber, son opciones semi-públicas e individualizadas (en su mayoría); son caras para la población, por lo que son utilizados en ocasiones atípicas o por la noche. El Uber, lo usan preferentemente la población joven ya que su operación es mediante aplicaciones electrónicas.

Por lo anterior, no es posible hablar de movilidad accesible en la ZMSLP, debido a: 1) las pocas opciones de transporte; 2) la jerarquía del automóvil privado sobre el público; 3) que las rutas de transporte público en áreas periféricas y al norte de la ciudad son escasas; y 4) la interconexión entre modos diferentes de transporte no está prevista.

5.3 UNA CIUDAD SIN PLANEACIÓN PARA LA MOVILIDAD

Las problemáticas descritas previamente, reflejan la falta de elaboración e implementación de políticas y de planeación en materia de movilidad

urbana. Por ejemplo, la infraestructura vial no ha sido desarrollada con objetivos a mediano y largo plazo; sino que a través de su edificación, se ha dado respuesta a problemas de tráfico y congestión emergentes que, al final, terminan induciendo más al uso del automóvil. Tal es el caso de los pasos a desnivel, puentes, circuitos o viaductos.

El servicio de transporte público colectivo, es el menos planeado. En primer lugar, los camiones de pasajeros poseen tecnologías de operación precarias y de baja calidad. El camión de pasajeros requiere de más regulación en cuanto a: capacidad de usuarios, paradas oficiales, horarios y frecuencias de paso. Asimismo, deben mejorarse y colocarse más: parabuses con la señalética necesaria, que refiera las rutas y los horarios.

En la ZMSLP, el transporte público es operado por 12 organizaciones de transportistas (concesionarios), registrados como sociedad anónima de capital variable y sociedad civil (Narváez, 2017). Los métodos o procesos para el diseño o designación de rutas se desconocen, pero se identifican recorridos similares de algunas de éstas.

Otro indicador de falta de planeación para la movilidad es que la interconexión entre modos de transporte no está prevista; y la incorporación del transporte masivo, apenas está en proceso de desarrollo; mientras que en otras ciudades de dimensión similar a la ZMSLP, ya están operando.

Los avances en políticas e instrumentos de planeación para la movilidad, han sido pocos. Hoy en día no existen propuestas a largo plazo del vínculo entre redes de transporte a nivel metropolitano. Recientemente se aprobó el Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo

Urbano de San Luis Potosí, y su implementación está por iniciar; no obstante, una política concreta de movilidad urbana, no existe.

5.4 LA HEGEMONÍA DEL AUTOMÓVIL Y SUS CONSECUENCIAS AMBIENTALES

De acuerdo con la SEMARNAT (2020), un impacto ambiental es la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza. Bajo este argumento, la movilidad urbana es una actividad antropogénica que genera impactos que afectan tanto a la población como al ambiente.

En la ZMSLP, la movilidad urbana está centrada en el transporte motorizado, principalmente en los automóviles particulares. La edad de la flota vehicular es preocupante, pues el 38% de éstos tienen más de 20 años de antigüedad, el 20% más de 10 años, y sólo el 41% tiene menos de una década. De acuerdo con el apartado 4.5 de este documento, la edad del vehículo automotor es un elemento importante que influye en la emisión de contaminantes al aire, debido a la tecnología que poseen y a las condiciones de mantenimiento.

El automóvil y la motocicleta son las opciones de transporte que más emisiones producen, debido al número de unidades en circulación, a las características de los vehículos y a su actividad. Los contaminantes que más emiten al aire son el monóxido de carbono, los compuestos orgánicos volátiles y los óxidos de nitrógeno; cuyas concentraciones ambientales dañan la salud de la población.

En la ciudad se desconocen las concentraciones de los contaminantes criterio, pues los datos medidos en estaciones de monitoreo no están validados. Sin embargo, las estimaciones realizadas en este trabajo,

señalan que las fuentes vehiculares pueden ser las generadoras principales de la contaminación del aire en la ZMSLP.

La congestión en la ciudad es otro factor que propicia la emisión de contaminantes. Además, impacta en la calidad de vida de las personas, ya que altera los tiempos de traslado de los habitantes. Lo que provoca afectaciones psicológicas.

La accidentalidad vial es otra de las consecuencias negativas de la movilidad en vehículos automotores. Actualmente, ésta es la octava causa de muerte a nivel mundial (Asprilla, 2016), siendo las ciudades las que registran las tasas más elevadas de mortalidad. En la ZMSLP anualmente se registran más de 2,500 accidentes de tránsito. De éstos, el 53% son por colisión de vehículos, el 19% por colisión con objeto fijo y el 5% por colisión de peatón. De éstos han resultado 811 víctimas heridas y 56 muertas. Este fenómeno ha ido en aumento, principalmente en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez; mientras que en el de San Luis Potosí, la tendencia ha disminuido desde 2007.

Por lo anteriormente expuesto, la ZMSLP presenta el criterio de “automovilidad”; término acuñado por Rajan (1996), donde el automóvil es parte de la vida cotidiana de las personas, además de que es visto como única opción de transporte ágil, cómodo y seguro, que a su vez ofrece estatus social y poder adquisitivo. Sin embargo, Backhaus (2009) señala a este fenómeno como el responsable mayor del calentamiento global y del cambio climático, y que en términos locales provoca: congestión, accidentabilidad, inequidad y desigualdades en el entorno urbano.

Los efectos ambientales locales de la movilidad que han sido estudiados para la ZMSLP son: 1) la congestión, trabajada por el IMCO (2018), 2) la

accidentalidad, calculada por INEGI y 3) la estimación de emisiones al aire llevadas a cabo por: Pablos (2006), SEMARNAT (2015), INECC (2018) y la presente investigación. Sin embargo, existen otros parámetros que aún no han sido estudiados como: la concentración de contaminantes, la estimación de GEI y la contaminación acústica.

5.5 DE LA MOVILIDAD INSOSTENIBLE A UNA SOSTENIBLE

Los resultados expuestos demuestran la movilidad insostenible en la ZMSLP debido a: 1) el uso intensivo del vehículo particular, 2) el crecimiento de los índices de motorización, 3) el consumo elevado de energía y de combustibles fósiles, 4) la ocupación del territorio, 5) la transformación del paisaje para el trazado de vialidades, 6) la disminución de velocidades medias de viaje por el tráfico y la congestión, 7) el aumento de la accidentalidad, 8) el crecimiento urbano desordenado, y 9) los impactos ambientales (contaminación, calentamiento global, cambio climático, ruido) (Lizárraga, 2006).

De esta manera, la ZMSLP es una ciudad mediana en crecimiento que está experimentando problemas similares a las urbes grandes del país. Un punto a favor que tiene la metrópoli, es su tamaño, pues está a tiempo de corregir algunos de los problemas señalados, en un mediano y largo plazo.

A continuación, se describen algunas recomendaciones para la ZMSLP, formuladas a partir de las propuestas teóricas de movilidad sostenible en el mundo, que pueden adaptarse a las necesidades locales:

5.5.1 MÁS TRANSPORTE Y MÁS CONECTIVIDAD

La ZMSLP necesita incrementar sus opciones de transporte, principalmente el de tipo público colectivo. Se propone considerar el

potencial de algunas alternativas como el tren ligero y los tranvías que, de acuerdo con Suárez y Delgado (2015), ayudan a mejorar la movilidad en ciudades de densidad intermedia.

Es importante también incorporar las opciones no motorizadas, cuya disposición debe justificarse mediante estudios de oferta y demanda, y atender a criterios de planeación, desarrollo e imagen urbana. Los esquemas no motorizados deben garantizar la conectividad y la seguridad de los usuarios; así como rescatar el espacio público como una estrategia que fomente la peatonalización y la cohesión social.

Debe mejorarse la calidad del transporte público (camión de pasajeros) para volverla una opción confiable y disminuir así el uso del automóvil. Las rutas, horarios y frecuencias de paso deben de ser claros y precisos; y la cobertura del servicio debe ampliarse para atender la demanda de viajes por cada sector urbano. De acuerdo con Suárez y Delgado (2015, p.44), las razones que motivan a la población a utilizar el transporte público es la apreciación de su calidad, la confiabilidad, la seguridad y el costo.

La interconexión entre modos distintos de transporte es primordial en la ciudad, pues debe garantizarse a la población un traslado multimodal, sin tiempos de espera largos y con costos accesibles. Esta estrategia es difícil de lograr, pero puede plantearse a largo plazo.

5.5.2 LA MOVILIDAD DENTRO DE LA PLANEACIÓN URBANA

Para dar respuesta a las necesidades de desplazamiento de las personas, debe establecerse su derecho a la movilidad, a través de políticas estatales, metropolitanas y municipales. Es por esto que se propone la promulgación de una Ley de Movilidad estatal que instaure el derecho a la movilidad y desgloce los preceptos establecidos, tanto en la Ley General de Asentamientos Humanos Ordenamiento Territorial y Desarrollo

Urbano, como en la Ley de Ordenamiento Territorial y de Desarrollo Urbano del Estado de San Luis Potosí. Además de los reglamentos correspondientes en las escalas metropolitana y municipal.

Debe también establecerse una estructura orgánica en las escalas: estatal, metropolitana y municipal; responsable de planear, gestionar, coordinar y ejecutar las políticas, programas o estrategias de movilidad urbana. En materia de planeación, se requiere elaborar un programa de movilidad urbana metropolitano, sustentado en el conocimiento científico de las necesidades de viaje, la oferta, la demanda, la infraestructura y la capacidad financiera de la ZMSLP.

Para ello, como primer paso, se propone la realización de una encuesta metropolitana origen-destino que permita generar una base de información sólida, respecto de las formas, características y necesidades de desplazamientos de los habitantes de la ciudad. Enseguida, debe analizarse la relación estructura urbana - transporte, pues parte de las soluciones de movilidad se asocian a la distribución de actividades.

Dentro de las estrategias de desarrollo urbanos, también se propone incorporar el uso de suelo mixto para equilibrar la disponibilidad de equipamiento y de servicios entre sectores urbanos, reduciendo así el número de desplazamientos, las distancias de recorrido y demás beneficios sociales y económicos.

5.5.3 DE LA DISMINUCIÓN DEL AUTOMÓVIL A LA TECNOLOGÍA LIMPIA DEL TRANSPORTE PÚBLICO

La ZMSLP tiene como gran reto disminuir el uso del automóvil particular. En diferentes ciudades a nivel global se han implementado estrategias distintas, pero su éxito tiene relación con el contexto, la cultura, la educación ambiental, la variedad y la calidad del transporte público. Las

estrategias identificadas para la zona metropolitana que pueden disminuir el uso del automóvil son: 1) incorporar opciones nuevas de transporte público, 2) mejorar la calidad del servicio del camión de pasajeros, y 3) proyectar esquemas de movilidad no motorizada (ciclovías y espacio público).

El centro histórico de la ciudad de San Luis Potosí, por ser un área de conexión entre varios sectores de la zona metropolitana, debe tener puntos de transferencia multimodales. Se propone planear un sistema integrado de transporte que se implemente a la par de la incorporación del BRT, pues éste requiere de rutas alimentadoras que pueden elevar el costo del servicio.

Debe estudiarse la viabilidad para la adquisición de transporte público que utilice tecnologías bajas en emisiones (como las híbridas), que están siendo incorporadas en esquemas de movilidad de otras ciudades mexicanas. También hay que regular los tiempos de actualización de flotillas de camiones de pasajeros (públicos y privados) y de taxis.

Para la reducción de emisiones contaminantes debe instaurarse una política estatal y metropolitana que obligue a los usuarios de transporte motorizado a verificar las emisiones al aire de sus unidades. La verificación será más rigurosa cuando el vehículo rebase los 10 años de antigüedad. De esta manera se controlarán parte de las emisiones y se motivará a que los usuarios del automóvil y la motocicleta den mantenimiento oportuno a sus unidades.

En la misma materia, es importante que en la escala metropolitana se implemente un sistema de monitoreo de la calidad del aire, con mediciones validadas. Se puede aumentar el número de estaciones o analizando qué otros modelos existen para la valoración de la

concentración de contaminantes. Los resultados que se obtengan deben difundirse a la población, con las recomendaciones correspondientes.

Finalmente, y parafraseando a Lizárraga (2006), la movilidad urbana sostenible para la ZMSLP será una realidad cuando exista un sistema y unos patrones de transporte, capaces de proporcionar los medios y oportunidades para cubrir las necesidades económicas, ambientales y sociales de la ciudad, de manera eficiente y equitativa.

La movilidad urbana sostenible ha de integrarse con políticas amplias de ordenamiento territorial y de usos de suelo en pro de la sostenibilidad, pues la política de transporte por sí sola no es suficiente. La disminución del vehículo privado es primordial; la promoción del transporte público es una obligación y la incursión a sistemas de transporte multimodal es un requisito.

5.5.4 UNA PROPUESTA FLEXIBLE Y ADAPTABLE

En este documento de tesis se describió una metodología que integra los elementos de evaluación para la movilidad urbana, con un enfoque multidimensional. En su aplicación se excluyen elementos sociales de estudio, como la accesibilidad y la motilidad, así como la cuantificación de otros efectos ambientales como la contaminación acústica o el consumo energético. No obstante, la metodología tiene la cualidad de ser flexible y adaptarse a las necesidades de la ciudad en la que se aplique.

Finalmente, al existir una generalidad en los procesos urbanos en la escala global, latinoamericana y mexicana, se plantea que la metodología para el diagnóstico de la movilidad pueda aplicarse en otras áreas urbanas. Los resultados que se obtengan permitirán orientar y gestionar las

decisiones en materia de planeación urbana, de movilidad y de desarrollo urbano.

BIBLIOGRAFÍA

- Acuña B. y Graizbord B. (1999). Movilidad cotidiana de trabajadores en el ámbito megalopolitano de la Ciudad de México. En J. Delgado y B. R. Ramírez (coords.). *Transiciones. La nueva formación territorial de la Ciudad de México* (pp. 195-205). México: UAM-Plaza y Valdés.
- Aguilar, A. (2004). Articulación territorial y movilidad laboral en la periferia regional de la Ciudad de México. *Perspectiva geográfica*, 10, 85-107.
- Amuzurrutia Valenzuela, D., Aguirre Salado, C. y Sánchez Díaz, G. (2015). ¿Hacia dónde crecerá la ciudad de San Luis Potosí (México) después del 2009? *EURE*, 41(124), 113-137.
- Ascher, François (2004). *Los nuevos principios del urbanismo*. Madrid: Alianza.
- Asprilla Lara, Y. (2016). La movilidad urbana sostenible: un paradigma en construcción en el contexto del cambio climático. *Ambiens. Revista Iberoamericana Universitaria en Ambiente, Sociedad y Sustentabilidad*, 2(3), 162-181.
- Avellaneda, P. (2007). *Movilidad, pobreza y exclusión social. Un estudio de caso en la ciudad de Lima* (Tesis doctoral, Departamento de Geografía, Universitat Autònoma de Barcelona, España). <https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2007/tdx-1005107-161727/pag1de1.pdf>
- Ayuntamientos SLP-SGS. (2011). *Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población Estratégico San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez*. San Luis Potosí. San Luis Potosí, Ayuntamientos de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez.
- Bailly, Jean-Paul (2005), *Nouveaux rythmes urbains et organisation des transports*. París. Conseil National des transport (CNT).
- Bähr, Jürgen, y Axel Borsdorf (2005). La ciudad latinoamericana. La construcción de un modelo. Vigencia y perspectivas. *Ur[b]es* 2, 207-221.
- Banco Mundial. (2014). Grupo Banco Mundial: *Acoso sexual: el alto costo de ser mujer en un autobús*. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2014/09/08/gender-violence-public-transportation>.
- Bayen, A., De Clercq, M., Thibault, G., Elasmr E. (2019). *Urban Mobility Readiness Index. How cities rank on mobility ecosystem development*. California: Oliver Wyman Forum y Bakerley University of California. <https://www.oliverwymanforum.com/content/dam/oliver-wyman/ow-forum/mobility/2019/2019-Mobility-Index-Report.pdf>
- Barbero, José A. y Rodríguez Tornquist, Rodrigo (2012). Transporte y cambio climático: hacia un desarrollo sostenible y de bajo carbono. *Transporte y Territorio* (6), 8-26. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=333027352004>
- Bartin, B., Mudigonda, S. y Ozbay, K. (2007). Impact of electronic toll collection on air pollution levels: estimation using microscopic simulation model of large- scale transportation network. *Transport. Res. Rec*, 2011 (1), 68-77.

- Baskivuc Katja y Knez, Matjaz. (2013). A review of vehicular emission models. Pre-conference proceedings of the 10th International Conference on Logistics y Sustainable Transport 2013.
- Bielza de Ory, Vicente; Pérez Salvá, José Estéban; Manero, Fernando; Frutos, Luisa María; Escalona, Ana Isabel; López A., y Callizo, Javier (1993). *Geografía general II: geografía humana*. Madrid: Taurus Universitaria.
- Bocanegra López, H. L. (2005). *Estimación de una Matriz Origen-Destino a partir de aforos vehiculares* (Tesis de doctorado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Nuevo León Monterrey, Nuevo León, México).
<http://eprints.uanl.mx/6807/1/1080126963.PDF>
- Borsdorf, A. (2003). Cómo modelar el desarrollo y la dinámica de la ciudad latinoamericana. *EURE (Santiago)*, 29(86), 37-49.
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0250-71612003008600002&lng=es&nrm=iso
- Bravo, E. (2011). Fragmentación territorial en la funcionalidad del transporte. En P. Lina, I. G. Romero y E. Bravo (Eds.), *Transporte urbano, movilidad cotidiana y ambiente en el modelo de ciudad sostenible: bases conceptuales* (pp.84-110). Madrid: Plaza y Valdés Editores.
- Caja Madrid. (2010). *Movilidad Urbana Sostenible: un reto energético y ambiental*. Madrid: Obra Social Caja Madrid.
- Camagni, R., Gibelli, M., & Rigamonti, P. (2000). Urban mobility and urban form: the social and environmental costs of different patterns of urban expansion. 40^o Congress of Regional Science Association. Barcelona.
- Carrión, F. (2001), "Las nuevas tendencias de la urbanización en América Latina" en Fernando Carrión (ed.), *La ciudad construida. Urbanismo en América Latina* (pp. 7-24). Ecuador, FLACSO-Ecuador, Junta de Andalucía.
- Casado J. M. (2008). Estudios sobre movilidad cotidiana en México. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, XII (273).
- Cerda Alonso Diana Gabriela (2019). *Análisis comparativo de las emisiones generadas por el transporte público y privado que circula en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí* [Tesis de licenciatura, no publicada]. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Chías, L. (1995). Perspectiva geográfico-nacional del transporte en las principales ciudades de México. En L. Chías (Coord.), *El transporte metropolitano hoy* (pp. 117-131). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- CNDH (Comisión Nacional de los Derechos Humanos). (2016). *Movilidad, vivienda y derechos humanos*. México: Comisión Nacional de los Derechos Humanos.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población). (2010). *Delimitación de zonas metropolitanas 2010*. México: Secretaría de Desarrollo Social, Consejo Nacional de Población.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población) y SEDATU (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano). (2018). *Sistema Urbano Nacional 2018*. Ciudad de México: Secretaría del Consejo Nacional de Población y Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano.

- COPLADE (Comité de Planeación del Desarrollo Estatal). (2015). *Plan Estatal de Desarrollo 2015-2021*. Gobierno del Estado de San Luis Potosí. San Luis Potosí. México, Comité de Planeación del Desarrollo del Estado.
- Cruz Muñoz, F. (2018). La movilidad urbana: dimensiones y desafíos", *EURE-Revista Latinoamericana de Estudios Urbanos Regionales*, 44 (133), pp. 277-286.
- De Mattos, Carlos A.. (2001). Metropolización y suburbanización. *EURE (Santiago)*, 27(80), 5-8. <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612001008000001>
- Díaz de Rada, I. V., Domínguez Álvarez, J. A. y Pasadas del Amo, S. (2019). *Internet como modo de administración de encuestas*. (Vol. 59 de Cuadernos Metodológicos). (CIS, Ed.) Madrid, España: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Díaz de Rada, I. V. (2012). Ventajas e inconvenientes de la encuesta por internet. *Papers*, 97(1), 193-223. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/papers/v97n1.71>
- Dobbs, R., Smit, S., Remes, J., Manyika, J., Roxburgh, C., y Restrepo, A. (2011). *Urban world. Mapping the economic power of cities*. McKinsey Global Institute. https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/featured%20insights/Urbanization/Urban%20world/MGI_urban_world_mapping_economic_power_of_cities_full_report.ashx
- Dodman D. (2009). Blaming cities for climate change? An analysis of urban greenhouse gas emissions inventories. *Environment and Urbanization*. 21(1), 185-201. <https://doi.org/10.1177%2F0956247809103016>
- DOF (Diario Oficial de la Federación). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. 4 de junio de 2012 (México).
- Duhau E. y Giglia A. (2007). Nuevas centralidades y prácticas de consumo en la Ciudad de México: del microcomercio al hipermercado. *Eure* 33(98), 77-95. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/eure/v33n98/art05.pdf>
- Evans, J. y Mathur, A. (2005). The value of online surveys. *Internet Research*, 15(2), 195-219.
- Galván Arellano, Alejandro (2005). *El desarrollo urbano en la ciudad de San Luis Potosí*. San Luis Potosí: Universidad Autónoma de San Luis Potosí e Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- García Palomares, J. C. (2008). Incidencia en la movilidad de los principales factores de un modelo metropolitano cambiante. *EURE (Santiago)*, 34(101), 5-24. <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612008000100001>
- Giraldo Serna, K. J. (2011). *Caracterización y estimación de emisiones vehiculares en la Universidad Autónoma de Occidente* (tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Occidente, Facultad de Ingeniería), Santiago de Cali.
- González González, D. y Hernández Cerda, C.N. (2020). *Diagnóstico sobre la movilidad no motorizada e incursión de los sistemas de bicicletas públicas en la ciudad de San Luis Potosí* (desarrollo de proyectos licenciatura, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ingeniería), San Luis Potosí.
- Guerrero Serrano, Hylían. L. (2010). *Análisis Espacial de la Movilidad en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México*. Sus implicaciones sociales y ambientales (tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí).

- Gutiérrez, Andrea. (2010). Movilidad, transporte y acceso: una renovación aplicada al ordenamiento territorial. *Scripta Nova*, 14(331), 86.
- Gutiérrez, Andrea. (2012) ¿Qué es la movilidad? Elementos para (re) construir las definiciones básicas del campo del transporte. *Bitácora Urbano Territorial*, 21(2), 61-74. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74826255011>
- Gómez Piovano, J. y Mesa, A. (2017). Determinación de densidades urbanas sostenibles en base a metodología relativa al acceso solar: caso área metropolitana de Mendoza, Argentina. *Revista de Urbanismo* (36), 131-145. <https://revistaurbanismo.uchile.cl/index.php/RU/article/view/44367/48347>
- Graizbord, Boris. (2008). *Geografía del transporte en el área metropolitana de la Ciudad de México*. México: El Colegio de México.
- Hall, Peter (1988). *Cities of tomorrow. An Intellectual History of Urban Planning and Design in the Twentieth Century*. Cambridge, Basil Blackwell.
- Herbert, David T., y Colin J. Thomas (1990). *Cities in Space: City as Place*. London: David Fulton Publishers.
- Herce Vallejo, M. (2013). Prólogo II. El espacio de la movilidad urbana. En M. Herce Vallejo, y F. Magrinyà, *El espacio de la movilidad urbana* (pp.13-23). Buenos Aires: Café Ciudades.
- Hernández, Diego. (2012). Activos y estructuras de oportunidades de movilidad. Una propuesta analítica para el estudio de la accesibilidad por transporte público, el bienestar y la equidad. *EURE*, 38 (115). Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612012000300006
- Ibarra, Valentín. (2010). Escenarios metropolitanos de la movilidad cotidiana. En M. Ordorica y J.F. Prud'homme (Coords.), *Los grandes problemas de México, edición abreviada, Volumen 1* (pp. 449-510). Ciudad de México: Colegio de México.
- IFT (Instituto Federal de Telecomunicaciones). (2019). *Uso de las TIC y actividades por internet en México: impacto de las características sociodemográficas de la población*. Ciudad de México, México. <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenido/general/estadisticas/usodeinternetenmexico.pdf>
- IMCO (Instituto Mexicano para la Competitividad). (2019). *Índice de movilidad urbana. Barrios mejor conectados para ciudades más incluyentes*. Ciudad de México: Centro de Investigación en Política Pública.
- IMPLAN (Instituto Municipal de Planeación). (2019). *Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de San Luis Potosí*. San Luis Potosí: Instituto Municipal de Planeación de San Luis Potosí (Documento para consulta pública). Recuperado en: <http://sanluisimplan.gob.mx>.
- IMPLAN. (2019). *Ciclovías en San Luis Potosí. Análisis del estado y características físicas de las ciclovías en San Luis Potosí*. San Luis Potosí: Instituto Municipal de Planeación de San Luis Potosí. Recuperado en: <https://es.calameo.com/read/0060043457a3250ef8c74?view=slide&page=1>

- IMPLAN. (2019). *Proyecto Ciclovías 2019-2021*. San Luis Potosí: Instituto Municipal de Planeación de San Luis Potosí. Recuperado en: <https://es.calameo.com/read/0060043458441a5bd215b?view=slide&page=1>
- INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático). (2014). *Elaboración del Inventario Nacional de Emisiones de Fuentes Móviles para México 2013 y proyección 2030 mediante el uso del modelo Motor Vehicle Emision Simulator (MOVES)*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naurales, e Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
- INECC. (2015). *Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030*. México: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
- INECC. (2017). *Estimación de impactos en la salud por contaminación atmosférica en la región centro del país y alternativas de gestión*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
- INECC. (2020). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/inecc>
- INECC y USAID. (2016). *Guía del usuario de MOVES-México*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Tetra Tech ES Inc.
- INECC (2018). Elementos para inventario de fuentes móviles. Informe Final (Preliminar). Ciudad de México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2017). *Anuario estadístico y geográfico de San Luis Potosí*. Aguascalientes: Gobierno del Estado de San Luis Potosí e Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2015). México en cifras, indicadores sociodemográficos por área geográfica. En <http://www.inegi.gob.mx>
- INEGI. (2018). Banco de indicadores, censos económicos. En <http://www.inegi.gob.mx>
- INEGI (2018b). *Encuesta Origen-Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México 2017. Diseño Conceptual*. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI (2018c). *Encuesta Origen-Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México 2017. Documento Metodológico*. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI (2019). Estadísticas de vehículos de motor registrados en circulación (1980-2019). https://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/proyectos/bd/continuas/transporte/vehiculos.asp?s=est&c=13158&proy=vmrc_vehiculos
- INEGI. (2020). México en cifras. Banco de indicadores. Serie histórica de indicadores sociodemográficos por entidad federativa y municipio. Aguascalientes, INEGI, <<https://inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=24>. 10 de febrero de 2020.
- INEGI. (2020). Instituto Nacional de Estadística y Geografía: *Vehículos de motor registrados en circulación*. México: INEGI. <https://www.inegi.org.mx/programas/vehiculosmotor/>
- Iracheta C., Alfonso. (2010). *Evaluación del fondo metropolitano 2006-2009*. México: Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Banco Interamericano de Desarrollo.

- ISO (International Standard Organization), 2018. Sustainable cities and communities Indicators for smart cities, Suiza: ISO.
- ISO, 2019. Sustainable cities and communities Indicators for city services and quality life, Suiza: ISO.
- ISO, 2019b. Sustainable cities and communities Indicators for resilient cities, Suiza: ISO.
- Isunza Vizuet, Georgina. (2017). *La movilidad urbana dimensiones y desafíos*. Ciudad de México: Colofón.
- ITDP. (2012). *Hacia una estrategia nacional integral de movilidad urbana*. Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo, México: ITDP.
- ITDP. (2012b). *Planes integrales de movilidad. Lineamientos para una movilidad urbana sustentable*. Ciudad de México: Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo.
- Juran, I., Prashker, J. N., Bekhor, S. y Ishai, I. (2009). A dynamic traffic assignment model for the assessment of moving bottlenecks. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 3, 240-258. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2008.10.003>.
- Kaufmann, Vincent. (2006). Motilité, latence de mobilité et modes de vie urbains. En Bonnet, M.; Aubertel, P. (ed.) *La ville aux limites de la mobilité* (pp. 223-233). París: Presses Universitaires de France.
- Lévy, Jacques. (2001). Os novos espaços da mobilidade. *Geographia*, 6 (3). Quito: Revista de la Organización Latinoamericana y del Caribe de Centros Históricos.
- Lizárraga Mollinedo, C. (2006). Movilidad urbana sostenible: un reto para las ciudades del siglo XXI. *Economía, Sociedad y Territorio*, VI(22), 283-321.
- Lin, J., Chiu, Y., Vallamsundar, S., y Bai, S. (2011). *Integration of MOVES and dynamic traffic assignment models for fine-grained transportation and air quality analyses*. IEEE Forum on Integrated and Sustainable Transportation System (FISTS). IEEE, pp. 176–181.
- López Bernal, Oswaldo. (2008). *La Sustentabilidad Urbana. Una aproximación a la gestión ambiental en la ciudad*. Cali, Colombia: Programa editorial Universidad del Valle.
- Lopez Pablos, Andrea. (2007). *Caracterización de emisiones a la atmósfera por fuentes vehiculares en la ciudad de San Luis Potosí, SLP*. (U. A. Potosí, Ed.) San Luis Potosí, San Luis Potosí, México: Maestría en Hidrosistemas con opción en Ambiental. Facultad de Ingeniería.
- López Pérez, Andrés. O. (2016). *La movilidad en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí: análisis espacial del transporte público y propuesta por medio de estándares de desarrollo orientado a transporte*. Tesis de maestría, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Programa Multidisciplinario en Ciencias Ambientales, San Luis Potosí.
- Mancilla Jonguitud, Carlos. (2011), *Análisis de alternativas de movilidad urbana sostenible en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí: el caso de la bicicleta*. Tesis de maestría, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Programa Multidisciplinario en Ciencias Ambientales, San Luis Potosí.

- Martínez Galván, Luis Pablo (2020). *Movilidad cotidiana, desplazamientos origen-destino y efectos urbano-ambientales en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí* [Tesis de licenciatura, no publicada]. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Martínez Toro, Pedro. M. (2016). La metropolización afectada por la globalización: reflexión epistemológica sobre la nueva revolución urbana. *Cuadernos de Geografía*, 25(2), 77-105.
- Miguel, Andrés, Torres Valdez, Julio C. y Maldonado Cruz, Pedro (2011). *Fundamentos de la Planificación urbano-regional*. Oaxaca, México.
- Miralles Guasch, Carme. (2002). *Ciudad y transporte. El binomio imperfecto*. España: Ariel Geografía.
- Miralles-Guasch, Carme. (2002b). Transporte y territorio urbano: del paradigma de la causalidad al de la dialéctica. *Doc. Anàl. Geogr*, 41, 107-120.
- Miralles-Guasch, Carme. y Cebollada Frontera, Ángel. (2003). *Movilidad y transporte. Opciones políticas para la ciudad*. España: Laboratorio de Alternativas.
- Miralles-Guasch, Carme. y Cebollada Frontera, Ángel. (2009). Movilidad cotidiana y sostenibilidad: una interpretación desde la geografía humana. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 50, 193-216.
- Miralles-Guasch, Carme., Cebollada Frontera, Ángel. y Requena Rafael. (2010). Estrategias de participación ciudadana en la gestión de la movilidad y el transporte. *Scripta Nova*, 15(331), 1138-9788.
- Miralles Guasch, Carme. (2012). Las encuestas de movilidad y los referentes ambientales de los transportes. *EURE*, 38(115), 33-45.
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/eure/v38n115/art02.pdf>
- Molinero, Ángel. y Sánchez Arellano Luis. I. (2003). *Transporte público: planeación, diseño, operación y administración*. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Moreno Mata, Adrián. (2010). *Transformación industrial, vivienda para obreros y obsolescencia urbana en el Centro Histórico de San Luis Potosí. Una estrategia para promover la recuperación de espacios antiguos e integrarlos al modelo de Ciudad Compacta*. San Luis Potosí, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, <<https://cutt.ly/9j11TQq>>, 15 de abril de 2019.
- Moreno Mata, Adrián, Ramos Palacios, Carlos R. y Villasís Keever, Ricardo. (2016). Dispersión metropolitana, fragmentación socioespacial y vulnerabilidad a escorrentías urbanas en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí. En Adrián Moreno Mata (ed.), *Medio Ambiente Urbano, Sustentabilidad y Territorio en Ciudades Mexicanas. Volumen II. Sistemas Metropolitanos en crisis: Dispersión-Fragmentación-Vulnerabilidad*, San Luis Potosí, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, pp. 235-253.
- Narváez Carrizales, Luz. E. (2017). *Movilidad urbana en transporte público en el área metropolitana de SLP*, tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad del Hábitat, San Luis Potosí.
- Negrete Moreno, María E. (2018). *El desafío de la movilidad y el transporte urbano y metropolitano*. Recuperado de:
http://www.foroconsultivo.org.mx/proyectos_estrategicos/img/8/23.pdf

- Ntziachristos L., Gkatzoflias D., Kouridis C., Samaras Z. (2009). COPERT: A European Road Transport Emission Inventory Model. En: Athanasiadis I.N., Rizzoli A.E., Mitkas P.A., Gómez J.M. (eds) *Information Technologies in Environmental Engineering. Environmental Science and Engineering*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-88351-7_37
- Offner, Jean Marc (1992). Les effets structurants du transport: mythe politique, mystification scientifique. *L'espace Géographique*, no. 3, pp. 233-242.
- ONU-Habitat (2013). *Planning and design for sustainable urban mobility. Global report on human settlements 2013*. Nueva York, Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Habitat).
- ONU-Habitat (2014). *Planeamiento Urbano para Autoridades Locales*. Kenya, Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Habitat).
- ONU-Habitat (2014b). *Reporte nacional de movilidad urbana en México 2014-2015*. México: Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Habitat); Senado de la República LXII legislatura; Grupo Mexicano de Parlamentarios para el Hábitat.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2012). Global Health Observatory. Organización Mundial de la Salud. www.who.int/gho/en/
- OMS. (2012). *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado el 12 de Enero de 2018, de Centro de Prensa. Calidad del aire ambiente (exterior) y salud. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>
- Ortúzar, Juan de Dios y Román Concepción (2003). El problema de la modelación de demanda desde una perspectiva desagregada: el caso del transporte. *EURE*, XXIX (88), 149-171. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=19608807>
- Ortúzar, Juan de Dios y Willumsen, Luis. (2008). *Modelos de transporte*. Santander: PubliCan, Ed. Universidad de Cantabria.
- Osorio, Carolina y Nanduri, Kanchana (2015). Urban transportation emissions mitigation: Coupling high-resolution vehicular emissions and traffic models for traffic signal optimization. *Transportation Research Part B: Methodological*, volumen 81, Part 2, 520-538. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2014.12.007>.
- Pardo Ríos, Luis. (2001). La Centralidad Urbana. En F. Carrión, *La ciudad construida. Urbanismo en América Latina* (págs. 289-296). FLACSO-ECUADOR. Junta de Andalucía.
- POE (Periódico Oficial del Estado de San Luis Potosí). (2020). *Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de San Luis Potosí*. San Luis Potosí: POE.
- Reissman, Leonard (1970). *El proceso urbano: las ciudades en las sociedades industriales*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Salerno, Bruno (2012). Un viaje por la movilidad cotidiana. El espacio entre el transporte y el individuo. *Perspectiva Geográfica*, (17), 213-232.
- Sassen, Saskia (2001). Elementos teóricos y metodológicos para el estudio de la ciudad global. En F. Carrión, *La ciudad construida. Urbanismo en América Latina* (págs. 177-198). FLACSO-ECUADOR. Junta de Andalucía.
- Scott, Allen J. (2001). *Global City Regions: Trends, Theory, Policy*. Oxford: Oxford University Press.

- SEDATU-Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) (2020). *Diagnóstico normativo en materia de movilidad. Proceso Nacional de Armonización Normativa en materia de Movilidad*, GmbH, México.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2005). *Inventario Nacional de Emisiones 2005*. Subdirección de Inventario de Emisiones. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- SEMARNAT. (2005b). *Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones*. Ciudad de México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Western Governors Association.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/447321/Guia_Inventario_de_Emisiones.pdf
- SEMARNAT (2013). *Cuaderno de Divulgación Ambiental. Calidad del aire: una práctica de vida*. Distrito Federal: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- SEMARNAT. (2018). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 1990-2015*. Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
- Shlomo A., Parent, J., Civco, D. L. y Blei, A. M. (2010). *The Persistent Decline in Urban Densities: Global and Historical Evidence of 'Sprawl'*, Lincoln Institute of Land Policy, Cambridge, Mass., Working Paper
- Sobrino, Juan. (2007). Patrones de dispersión intrametropolitana en México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 22(3), 583-617.
<http://dx.doi.org/10.24201/edu.v22i3.1272>
- Soria Lara, Julio. y Valenzuela Montes, Luis M. (2015). Dimensiones relevantes para la evaluación ambiental proactiva de la movilidad urbana. *Investigaciones Geográficas, Boletín*(87), 5-24.
- Spaggiari, Pier. L. (1990). I trasporti nella città del futuro. En A.Gasparini,&P.Guidicini(Eds.). *Innovazione tecnologica e nuovo ordine urbano* (pp. 78-92). Milán: Franco Angeli.
- Suárez Lastra, Manuel y Delgado Campos, Javier. (2007). Estructura y eficiencia urbanas. Accesibilidad a empleos, localización residencial e ingreso en la ZMCM 1990-2000. *Economía, sociedad y territorio*, 6(23), 693-724.
- Suárez Lastra, Manuel y Delgado Campos, Javier. (2010). Patrones de movilidad residencial en la Ciudad de México: ¿evidencia de co-localización de población y empleos?. *EURE*, 36(107), 67-91. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612010000100004>
- Suárez Lastra, Manuel. y Delgado Campos, Javier. (2015). *Los mexicanos vistos por sí mismos. Los grandes temas nacionales. Entre mi casa y mi destino. Movilidad y transporte en México*. Encuesta Nacional de Movilidad y Transporte. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
<http://www.losmexicanos.unam.mx/movilidadytransporte/libro/html5forpc.html?page=28&bbv=0&pcode=>
- Suárez Lastra, Manuel, Murata Masanori y Delgado Campos, Javier. (2015). Why do the poor travel less? Urban Structure, commuting and economic informality in México City. *Urban Studies*, 53(12), 2548-2566.
<https://doi.org/10.1177%2F0042098015596925>

- Szolnoki, Gergely y Hoffmann, Dieter. (2013). Online, face-to-face and telephone surveys-Comparing different sampling methods in wine consumer research. *Wine Economics and Policy*, 57-66. <https://doi.org/10.1016/j.wep.2013.10.001>
- Tapia Gomez, Maricarmen. (2018). La ciudad, para quién: desafíos de la movilidad a la planificación urbana. *Geocrítica*, 23(1250), pp. 1-35.
- Torgil, Abrahamsson. (1998). *Estimation of origin-destination matrices using traffic counts - A literature survey*. Luxemburgo, Austria: International Institute for Applied Systems Analysis.
- UNAM. (2013). *Diagnóstico y proyecciones de la movilidad del Distrito Federal 2013-2018*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad.
- United Nations (2019). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*. Nueva York: United Nations, Department of Economic and Social Affairs.
- Valencia Arroyave D., Muñoz Duque M. A., Ramírez Muñoz A., Builes Jaramillo L. A. y Hoyos Restrepo C. A. (2015). Modelo para la estimación de emisiones vehiculares como herramienta para la gestión ambiental institucional. *Producción + Limpia*, 10(1), pp. 22-39.
- Vargas Ulate, Gilbert. (2012). Espacio y territorio en el análisis geográfico. *Reflexiones*, 91(1), pp. 313-326.
- Veltz, Pierre. (2005). L'économie de toutes les mobilités. En S. Allemand, F. Ascher, J. Lévy (dir.), *Les sens du mouvement*. Paris: Odile Jacob Sciences.
- Vergara Tamayo, C. M. y Ortiz Motta, D. C. (2016). Desarrollo sostenible: enfoques desde las ciencias económicas. *Apuntes del CENES*, 35(62), pp. 15-52. <http://www.scielo.org.co/pdf/cenes/v35n62/v35n62a02.pdf>
- Vinuesa, Julio, y María Jesús Vidal (1991). *Los procesos de urbanización*. Madrid: Síntesis.
- Violland, Michel. (2011). Travel/Mobility Surveys: some key findings. *The International Transport Forum, Statistical Paper*, 1-28. <http://www.internationaltransportforum.org/statistics/StatPapers/SP201102.pdf>
- Xie, Y., Chowdhury, M., Bhavsar, P. y Zhou, Y. (2011). An integrated tool for modeling the impact of alternative fueled vehicles on traffic emissions: a case study of Greenville, South Carolina. En: *Transportation Research Board Annual Meeting*, Washington DC, USA.
- Zelinsky Wilbur (1971). The hypothesis of the mobility transition. *Geographical review*. 2(61), 219-249.
- Zetina N., Nallely. (2013). Carta Mundial por El Derecho a la Ciudad. MEC-EDUPAZ. *Sección Documentalia* (Universidad Nacional Autónoma de México) (3): 91-106.

ANEXO 1. ENCUESTA DE MOVILIDAD (PRESENCIAL)

La encuesta origen-destino fue aplicada de manera presencial. Su objetivo fue identificar las prácticas habituales de los desplazamiento de los habitantes de la ZMSLP. El diseño de ésta tuvo como referencia la encuesta Origen Destino aplicada en la Zona Metropolitana del Valle de México. Ésta se estructuró en cinco apartados.

- El **apartado 1**, incluía datos generales del entrevistado: edad, género, lugar de residencia, número de viajes diarios, y el día de semana de los que reportaría sus viajes.
- El **apartado 2**, correspondió a una tarjeta de viajes en la que se podían registrar hasta siete. Para cada uno se solicitó: la hora del inicio del viaje; el lugar de origen del viaje; el motivo de origen del viaje; tipo de transporte utilizado; tiempo, distancia y gastos de traslados; paradas intermedias durante el viaje; lugar y destino de viaje; y hora del término del viaje.
- El **apartado 3**, estuvo destinado a los usuarios del automóvil a quienes se preguntaron datos como: tipo de automóvil; modelo; kilometraje recorrido; distancia promedio de recorrido al día o al año; tipo de combustible; gasto en combustible mensual; características de uso y mantenimiento del vehículo; motivo por el que utilizan el automóvil.
- El **apartado 4**, concentró preguntas de percepción respecto al uso de las opciones de transporte en la ciudad y su valoración en diferentes aspectos; así como referente a la calidad del aire de la ciudad.
- Por último, el **apartado 5** buscó capturar datos respecto a la seguridad y la cultura vial. Las preguntas buscaron conocer datos sobre accidentalidad durante los trayectos de las personas, así como si han sido víctimas de delitos a bordo del transporte que utilizan, además de su percepción respecto a la calidad del aire.

Fecha: Día Mes Años

Edad: Años

Sexo: F M Ocupación:

Colonia en donde vive:

Calle: Código Postal:

Municipio: San Luis Potosí Soledad de Graciano Sánchez Otro:

Día de semana del que reporta sus viajes:

Lunes Viernes
 Martes Sábado
 Miércoles Domingo
 Jueves

Número de viajes realizados en el día:

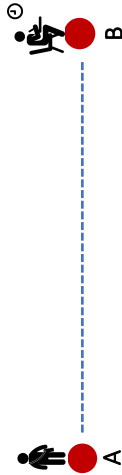
Número

OBJETIVO. CONOCER LAS NECESIDADES DE TRANSPORTE, Y APOYAR EN LA PLANEACIÓN DE UN MEJOR SISTEMA. INTERESA CONOCER LOS VIAJES QUE USTED HIZO; ASI COMO LOS MEDIOS DE TRANSPORTE QUE UTILIZÓ Y SI REALIZÓ TRASLADOS A PIE.

DE CADA VIAJE INTERESA CONOCER EL LUGAR, HORA DE INICIO Y FIN; LOS MEDIOS DE TRANSPORTE QUE USÓ Y TIEMPO EN CADA UNO DE ELLOS; SI UTILIZÓ MÁS DE UNO, EL ORDEN EN QUE LOS USÓ; PROPOSITO DEL VIAJE, ETC.

VIAJE

DESPLAZAMIENTO DE MAS DE 300 M DE UN PUNTO (A) A UN PUNTO (B) QUE HACE UNA PERSONA.



MODO DE TRANSPORTE

TIPO DE VEHICULO UTILIZADO PARA DESPLAZARSE PUEDE SER MOTORIZADO O NO MOTORIZADO.

MARCAR CON [X] LAS CASILLAS SIGUIENTES

VIAJE UNO (1)

A. ORIGEN DE VIAJE A.1 ¿A qué hora lo inició?: Hora Min

A.2 ¿En qué lugar inició el viaje? Si fue en su casa marque la casilla Pase a (A.4)

Colonia o referencia: Municipio: San Luis Potosí Soledad de Graciano Sánchez Otro:

A.3 ¿Qué tipo de lugar es el origen de su viaje? Escuela Centro cultural o recreativo Oficina Otro Fabrica/taller Comercio/mercado

A.4 ¿Su viaje lo inició?: Sólo Acompañado Núm. personas

B. TIPO DE TRANSPORTE

B.1 ¿Qué tipo de transporte tomó para realizar este recorrido? Marque los transportes que utilizó, numérelos en el orden que los usó y registre el tiempo en cada uno de ellos.

Camión (T. Público) Taxi/ Uber Motocicleta Bicicleta Caminando Otro (especificue)

B.2 Orden en que los usó (1, 2, 3, ... si fue más de un modo de transporte)

B.3 Tiempo de viaje

B.4 ¿Cuánto gastó? (Pasaje) \$ (Estacionamiento) \$

C. PARADAS INTERMEDIAS

C.1 Durante su viaje ¿Cuántas paradas intermedias menores a 10 min hizo y sin pago adicional por transporte?

C.2 ¿Cuál fue el objeto las paradas realizadas? Sí No

Llevar o recoger a alguien Ir a cargar gasolina Ir a un cajero automático Hacer una compra rápida Otro

D. DESTINO DE VIAJE D.1 ¿A qué hora terminó su viaje? Hora Min

D.2 ¿En qué lugar terminó el viaje? Si fue en su casa marque la casilla Pase a (D.5)

Colonia o referencia: Municipio: San Luis Potosí Soledad de Graciano Sánchez Otro:

D.3 ¿Qué tipo de lugar es el destino de su viaje? Escuela Centro cultural o recreativo Oficina Comercio/mercado Fabrica/taller Otro

D.4 ¿Cuál fue el propósito de viaje? Trabajar Convivir, deportes, recreación Estudiar Llevar o recoger a alguien Compras Otro

D.5 ¿Su viaje lo terminó? Sólo Acompañado

VIAJE DOS (2)

A. ORIGEN DE VIAJE A.1 ¿A qué hora lo inició?: Hora Min

A.2 ¿En qué lugar inició el viaje? Si fue en su casa marque la casilla Pase a (A.4)

Colonia o referencia: Municipio: San Luis Potosí Soledad de Graciano Sánchez Otro:

A.3 ¿Qué tipo de lugar es el origen de su viaje? Escuela Centro cultural o recreativo Oficina Otro Fabrica/taller Comercio/mercado

A.4 ¿Su viaje lo inició?: Sólo Acompañado Núm. personas

B. TIPO DE TRANSPORTE

B.1 ¿Qué tipo de transporte tomó para realizar este recorrido? Marque los transportes que utilizó, numérelos en el orden que los usó y registre el tiempo en cada uno de ellos.

Camión (T. Público) Taxi/ Uber Motocicleta Bicicleta Caminando Otro (especificue)

B.2 Orden en que los usó (1, 2, 3, ... si fue más de un modo de transporte)

B.3 Tiempo de viaje

B.4 ¿Cuánto gastó? (Pasaje) \$ (Estacionamiento) \$

C. PARADAS INTERMEDIAS

C.1 Durante su viaje ¿Cuántas paradas intermedias menores a 10 min hizo y sin pago adicional por transporte?

C.2 ¿Cuál fue el objeto las paradas realizadas? Sí No

Llevar o recoger a alguien Ir a cargar gasolina Ir a un cajero automático Hacer una compra rápida Otro

D. DESTINO DE VIAJE D.1 ¿A qué hora terminó su viaje? Hora Min

D.2 ¿En qué lugar terminó el viaje? Si fue en su casa marque la casilla Pase a (D.5)

Colonia o referencia: Municipio: San Luis Potosí Soledad de Graciano Sánchez Otro:

D.3 ¿Qué tipo de lugar es el destino de su viaje? Escuela Centro cultural o recreativo Oficina Comercio/mercado Fabrica/taller Otro

D.4 ¿Cuál fue el propósito de viaje? Trabajar Convivir, deportes, recreación Estudiar Llevar o recoger a alguien Compras Otro

D.5 ¿Su viaje lo terminó? Sólo Acompañado

VIAJE TRES (3)

A. ORIGEN DE VIAJE A.1 ¿A qué hora lo inició?: Hora Min

A.2 ¿En qué lugar inició el viaje?
Si fue en su casa marque la casilla Pase a (A.4)

Colonia o referencia: _____
Municipio: San Luis Potosí Soledad de Graciano Sánchez Otro: _____

A.3 ¿Qué tipo de lugar es el origen de su viaje?
 Escuela Centro cultural o recreativo
 Oficina Otro _____
 Fabrica/taller Comercio/mercado

A.4 ¿Su viaje lo inició?:
 Sólo Acompañado Núm. personas _____

B. TIPO DE TRANSPORTE

B.1 ¿Qué tipo de transporte tomó para realizar este recorrido?
Marque los transportes que utilizó, numérelos en el orden que los usó y registre el tiempo en cada uno de ellos.

Camión (T. Público)	Transporte privado	Taxi/Uber	Automóvil particular	Motocicleta	Bicicleta	Caminando	Otro (especifique)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

B.2 Orden en que los usó (1, 2, 3, ... si fue más de un modo de transporte)

B.3 Tiempo de viaje

B.4 ¿Cuánto gastó?

(Pasaje) \$ _____ (Estacionamiento) \$ _____

C. PARADAS INTERMEDIAS

C.1 Durante su viaje ¿Cuántas paradas intermedias menores a 10 min hizo y sin pago adicional por transporte?

C.2 ¿Cuál fue el objeto las paradas realizadas?	Sí	No
Llevar o recoger a alguien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ir a cargar gasolina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ir a un cajero automático	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hacer una compra rápida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

D. DESTINO DE VIAJE

D.1 ¿A qué hora terminó su viaje? Hora Min

D.2 ¿En qué lugar terminó el viaje?
Si fue en su casa marque la casilla Pase a (D.5)

Colonia o referencia: _____
Municipio: San Luis Potosí Soledad de Graciano Sánchez Otro: _____

D.3 ¿Qué tipo de lugar es el destino de su viaje?
 Escuela Centro cultural o recreativo
 Oficina Comercio/mercado
 Fabrica/taller Otro _____

D.4 ¿Cuál fue el propósito de viaje?
 Trabajar Convivir, deportes, recreación
 Estudiar Llevar o recoger a alguien
 Compras Otro _____

D.5 ¿Su viaje lo terminó?
 Sólo Acompañado

VIAJE CUATRO (4)

A. ORIGEN DE VIAJE A.1 ¿A qué hora lo inició?: Hora Min

A.2 ¿En qué lugar inició el viaje?
Si fue en su casa marque la casilla Pase a (A.4)

Colonia o referencia: _____
Municipio: San Luis Potosí Soledad de Graciano Sánchez Otro: _____

A.3 ¿Qué tipo de lugar es el origen de su viaje?
 Escuela Centro cultural o recreativo
 Oficina Otro _____
 Fabrica/taller Comercio/mercado

A.4 ¿Su viaje lo inició?:
 Sólo Acompañado Núm. personas _____

B. TIPO DE TRANSPORTE

B.1 ¿Qué tipo de transporte tomó para realizar este recorrido?
Marque los transportes que utilizó, numérelos en el orden que los usó y registre el tiempo en cada uno de ellos.

Camión (T. Público)	Transporte privado	Taxi/Uber	Automóvil particular	Motocicleta	Bicicleta	Caminando	Otro (especifique)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

B.2 Orden en que los usó (1, 2, 3, ... si fue más de un modo de transporte)

B.3 Tiempo de viaje

B.4 ¿Cuánto gastó?

(Pasaje) \$ _____ (Estacionamiento) \$ _____

C. PARADAS INTERMEDIAS

C.1 Durante su viaje ¿Cuántas paradas intermedias menores a 10 min hizo y sin pago adicional por transporte?

C.2 ¿Cuál fue el objeto las paradas realizadas?	Sí	No
Llevar o recoger a alguien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ir a cargar gasolina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ir a un cajero automático	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hacer una compra rápida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

D. DESTINO DE VIAJE

D.1 ¿A qué hora terminó su viaje? Hora Min

D.2 ¿En qué lugar terminó el viaje?
Si fue en su casa marque la casilla Pase a (D.5)

Colonia o referencia: _____
Municipio: San Luis Potosí Soledad de Graciano Sánchez Otro: _____

D.3 ¿Qué tipo de lugar es el destino de su viaje?
 Escuela Centro cultural o recreativo
 Oficina Comercio/mercado
 Fabrica/taller Otro _____

D.4 ¿Cuál fue el propósito de viaje?
 Trabajar Convivir, deportes, recreación
 Estudiar Llevar o recoger a alguien
 Compras Otro _____

D.5 ¿Su viaje lo terminó?
 Sólo Acompañado

VIAJE CINCO (5)

A. ORIGEN DE VIAJE A.1 ¿A qué hora lo inició?: Hora Min

A.2 ¿En qué lugar inició el viaje?
Si fue en su casa marque la casilla Pase a (A.4)

Colonia o referencia: _____
Municipio: San Luis Potosí Soledad de Graciano Sánchez Otro: _____

A.3 ¿Qué tipo de lugar es el origen de su viaje?
 Escuela Centro cultural o recreativo
 Oficina Otro _____
 Fabrica/taller Comercio/mercado

A.4 ¿Su viaje lo inició?:
 Sólo Acompañado Núm. personas _____

B. TIPO DE TRANSPORTE

B.1 ¿Qué tipo de transporte tomó para realizar este recorrido?
Marque los transportes que utilizó, numérelos en el orden que los usó y registre el tiempo en cada uno de ellos.

Camión (T. Público)	Transporte privado	Taxi/Uber	Automóvil particular	Motocicleta	Bicicleta	Caminando	Otro (especifique)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

B.2 Orden en que los usó (1, 2, 3, ... si fue más de un modo de transporte)

B.3 Tiempo de viaje

B.4 ¿Cuánto gastó?

(Pasaje) \$ _____ (Estacionamiento) \$ _____

C. PARADAS INTERMEDIAS

C.1 Durante su viaje ¿Cuántas paradas intermedias menores a 10 min hizo y sin pago adicional por transporte?

C.2 ¿Cuál fue el objeto las paradas realizadas?	Sí	No
Llevar o recoger a alguien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ir a cargar gasolina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ir a un cajero automático	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hacer una compra rápida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

D. DESTINO DE VIAJE

D.1 ¿A qué hora terminó su viaje? Hora Min

D.2 ¿En qué lugar terminó el viaje?
Si fue en su casa marque la casilla Pase a (D.5)

Colonia o referencia: _____
Municipio: San Luis Potosí Soledad de Graciano Sánchez Otro: _____

D.3 ¿Qué tipo de lugar es el destino de su viaje?
 Escuela Centro cultural o recreativo
 Oficina Comercio/mercado
 Fabrica/taller Otro _____

D.4 ¿Cuál fue el propósito de viaje?
 Trabajar Convivir, deportes, recreación
 Estudiar Llevar o recoger a alguien
 Compras Otro _____

D.5 ¿Su viaje lo terminó?
 Sólo Acompañado

VIAJE SEIS (6)

A. ORIGEN DE VIAJE A.1 ¿A qué hora lo inició?: Hora Min

A.2 ¿En qué lugar inició el viaje?
Si fue en su casa marque la casilla Pase a (A.4)

Colonia o referencia: _____
Municipio: San Luis Potosí Soledad de Graciano Sánchez Otro: _____

A.3 ¿Qué tipo de lugar es el origen de su viaje?
 Escuela Centro cultural o recreativo
 Oficina Otro _____
 Fabrica/taller Comercio/mercado

A.4 ¿Su viaje lo inició?:
 Sólo Acompañado Núm. personas _____

B. TIPO DE TRANSPORTE

B.1 ¿Qué tipo de transporte tomó para realizar este recorrido?
Marque los transportes que utilizó, numérelos en el orden que los usó y registre el tiempo en cada uno de ellos.

Camión (T. Público)	Transporte privado	Taxi/Uber	Automóvil particular	Motocicleta	Bicicleta	Caminando	Otro (especifique)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

B.2 Orden en que los usó (1, 2, 3, ... si fue más de un modo de transporte)

B.3 Tiempo de viaje

B.4 ¿Cuánto gastó? (Pasaje) \$ _____ (Estacionamiento) \$ _____

C. PARADAS INTERMEDIAS

C.1 Durante su viaje ¿Cuántas paradas intermedias menores a 10 min hizo y sin pago adicional por transporte?

C.2 ¿Cuál fue el objeto las paradas realizadas?	Si	No
Llevar o recoger a alguien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ir a cargar gasolina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ir a un cajero automático	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hacer una compra rápida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otro _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

D. DESTINO DE VIAJE D.1 ¿A qué hora terminó su viaje? Hora Min

D.2 ¿En qué lugar terminó el viaje?
Si fue en su casa marque la casilla Pase a (D.5)

Colonia o referencia: _____
Municipio: San Luis Potosí Soledad de Graciano Sánchez Otro: _____

D.3 ¿Qué tipo de lugar es el destino de su viaje?
 Escuela Centro cultural o recreativo
 Oficina Comercio/mercado
 Fabrica/taller Otro _____

D.4 ¿Cuál fue el propósito de viaje?
 Trabajar Convivir, deportes, recreación
 Estudiar Llevar o recoger a alguien
 Compras Otro _____

D.5 ¿Su viaje lo terminó?
 Sólo Acompañado

VIAJE SIETE (7)

A. ORIGEN DE VIAJE A.1 ¿A qué hora lo inició?: Hora Min

A.2 ¿En qué lugar inició el viaje?
Si fue en su casa marque la casilla Pase a (A.4)

Colonia o referencia: _____
Municipio: San Luis Potosí Soledad de Graciano Sánchez Otro: _____

A.3 ¿Qué tipo de lugar es el origen de su viaje?
 Escuela Centro cultural o recreativo
 Oficina Otro _____
 Fabrica/taller Comercio/mercado

A.4 ¿Su viaje lo inició?:
 Sólo Acompañado Núm. personas _____

B. TIPO DE TRANSPORTE

B.1 ¿Qué tipo de transporte tomó para realizar este recorrido?
Marque los transportes que utilizó, numérelos en el orden que los usó y registre el tiempo en cada uno de ellos.

Camión (T. Público)	Transporte privado	Taxi/Uber	Automóvil particular	Motocicleta	Bicicleta	Caminando	Otro (especifique)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

B.2 Orden en que los usó (1, 2, 3, ... si fue más de un modo de transporte)

B.3 Tiempo de viaje

B.4 ¿Cuánto gastó? (Pasaje) \$ _____ (Estacionamiento) \$ _____

C. PARADAS INTERMEDIAS

C.1 Durante su viaje ¿Cuántas paradas intermedias menores a 10 min hizo y sin pago adicional por transporte?

C.2 ¿Cuál fue el objeto las paradas realizadas?	Si	No
Llevar o recoger a alguien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ir a cargar gasolina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ir a un cajero automático	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hacer una compra rápida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otro _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

D. DESTINO DE VIAJE D.1 ¿A qué hora terminó su viaje? Hora Min

D.2 ¿En qué lugar terminó el viaje?
Si fue en su casa marque la casilla Pase a (D.5)

Colonia o referencia: _____
Municipio: San Luis Potosí Soledad de Graciano Sánchez Otro: _____

D.3 ¿Qué tipo de lugar es el destino de su viaje?
 Escuela Centro cultural o recreativo
 Oficina Comercio/mercado
 Fabrica/taller Otro _____

D.4 ¿Cuál fue el propósito de viaje?
 Trabajar Convivir, deportes, recreación
 Estudiar Llevar o recoger a alguien
 Compras Otro _____

D.5 ¿Su viaje lo terminó?
 Sólo Acompañado

E. CARACTERÍSTICAS VEHÍCULO

E.1 ¿Tipo de automóvil?

- Compacto (SUV/sedan)
 Camioneta o van (más de 5 pasajeros)
 Pick Up (cabina abierta)
 Otro _____

E.2 Modelo (año) _____

E.3 ¿Cuál es el kilometraje acumulado de su vehículo?
_____ km O _____ millas

E.4 ¿Qué distancia promedio recorre en su vehículo?
_____ km/día O _____ km/año

E.5 ¿Qué tipo de combustible utiliza su vehículo?

- Premium
 Magna
 Gas
 Diesel
 Otro _____

E.6 ¿Cuánto gasta en combustible su vehículo?

\$ _____ Semana O _____ litros/semana
\$ _____ Mes O _____ litros/mes

E.7 ¿Con qué frecuencia utiliza el aire acondicionado de su vehículo?

- Siempre
 Regularmente
 En ocasiones
 Nunca

E.8 ¿Con qué frecuencia afina su vehículo?
_____ veces al año

E.9 ¿Su vehículo a presentado alguna prueba de verificación?

- Si No

E.10 ¿El pago del "control vehicular" de su vehículo está vigente?

- Si No

E.11 ¿En su trayecto se ve involucrado con atascos o embotellamientos de tráfico?

- Siempre
 Regularmente
 En ocasiones
 Nunca

E.12 ¿Cuál es la razón por la que utiliza su vehículo para trasladarse?

- Única opción
 Más rápido que otros
 Más barato
 Otro _____

F. PERCEPCIÓN

F.1 ¿Con qué frecuencia utiliza los siguientes modos de transporte?

Modo de transporte	Siempre	En ocasiones	Nunca
Automóvil particular			
Camión (público)			
Transporte privado			
Taxi			
Motocicleta			
Uber			
Bicicleta			
Caminar			

F.2 En escala de 0 a 10, donde 0 es pésimo y 10 excelente, ¿cómo calificaría en los aspectos siguientes a los modos de transporte que utiliza?

Rapidez	Seguridad	Comodidad	Tiempo espera	Cobertura	Costo	Condiciones de unidad	Limpeza	Mejor modo transporte

F.3 ¿Cuál considera es el mejor modo de transporte de su localidad?

Mejor modo transporte

F.4 Para sus traslados cotidianos ¿le gustaría utilizar un medio de transporte diferente? ¿Cuál?

Sí No

 Automóvil

 Transporte público

 Motocicleta

 Bicicleta

 Caminar

F.5 ¿Por qué no lo ha podido utilizar?

Es muy caro

 Mantenimiento y combustible son caros

 No pasa por mi casa

 Es peligroso

 Otro _____

F.6 En escala donde 0 es pésimo y 10 excelente, ¿cómo considera el transporte público en su localidad o ciudad?

Número

F.7 En una escala donde 0 es pésimo y 10 excelente, ¿cómo calificaría el estado de conservación en el que se encuentran?

Calificación
Calles de su colonia
Calles de su ciudad
Paradas de camión
Congestionamiento vial
Alumbrado
Semáforo
Puentes peatonales
Señalamientos viales
Paradas de transporte (taxis, industria, escolar, etc)

F.8 ¿Qué tanto cree usted que contamina el modo de transporte que más utiliza?

No contamina

 Contamina poco

 Contamina algo

 Contamina mucho

F.9 En su opinión, ¿qué tan contaminado está el aire en la ciudad?

Nada contaminado

 Poco contaminado

 Algo contaminado

 Muy contaminado

G. SEGURIDAD Y CULTURA VIAL

G.1 ¿Usted ha sido víctima de algún DELITO en sus viajes cotidianos?

Robo

 Asalto

 Secuestro

 Intento de homicidio

 Delito sexual

 Otro _____

G.2 ¿Qué tipo de transporte utilizaba cuando sucedió el delito?

Automóvil

 Transporte público

 Taxi / Uber

 Motocicleta

 Bicicleta

 Caminando (vía pública)

 Otro _____

G.3 ¿Presentó su denuncia a las autoridades?

Sí No (Pase a G.5)

G.4 ¿Cuál fue el resultado de la denuncia?

No procedió

 Está en trámite

 Consignaron al delincuente

 Otra _____

G.5 Alguna vez, ¿ha tenido algún ACCIDENTE DE TRÁNSITO?

Sí No (Pasar a G.9)

G.6 ¿En qué tipo de transporte viajaba cuando ocurrió el accidente?

Automóvil

 Transporte público

 Taxi / Uber

 Motocicleta

 Bicicleta

 Caminando (vía pública)

 Otro _____

G.7 ¿Qué tipo de accidente fue?

Choque

 Atropellamiento

 Volcadura

 Falla mecánica

 Otro _____

G.8 ¿Qué consecuencias tuvo?

Físicas (complicaciones de salud)

 Económicas

 Legales

 Ninguna

 Otra _____

G.9 ¿Conoce el reglamento de tránsito de su ciudad o municipio?

Sí No

G.10 En escala donde 0 es nada y 10 es mucho, ¿qué tanto cumple usted con las reglas de tránsito?

_____ Calificación

ANEXO 2. ENCUESTA DE MOVILIDAD DIGITAL

ENCUESTA DE MOVILIDAD Y PERCEPCIÓN EN LA ZONA METROPOLITANA DE SAN LUIS POTOSÍ

La encuesta fue enviada por correo electrónico mediante selección aleatoria. El cuestionario se desarrolló en un formulario digital y se estructuró en nueve secciones:

- La **sección 1** corresponde a información general del entrevistado: género; edad; nivel de estudios; lugar dónde vive (que supone el origen de sus viajes); número de viajes que realiza al día; motivo de viaje principal durante el día; lugar en dónde se localiza su destino principal; y modo de transporte habitual que utiliza para desplazarse.
- La **sección 2** se desplegaba para las personas que seleccionaban como modo de transporte principal al automóvil. Se les preguntaban datos como: razón de elección del transporte para su movilidad cotidiana; número de días que utiliza el automóvil; la marca y modelo de su vehículo; el combustible que utiliza; el número de cilindros; el gasto promedio por mes en combustible y estacionamiento; el mantenimiento que se le proporciona a su unidad; distancias y tiempos de recorrido; valoración de las cualidades del uso del vehículo; así como su percepción respecto a la calidad del aire; y si han sido víctimas de accidentes o delitos al momento de realizar sus viajes.
- Las **secciones: 3 Camión de pasajeros; 4 Transporte de personal; 5 Taxi; y 6 Uber** se desplegaban para las personas que elegían como transporte habitual cualquiera de estas opciones. Los datos que se buscó obtener fueron: razón de elección del transporte para su movilidad cotidiana; número de días y veces que utiliza dicho transporte; gasto promedio mensual en el uso de alguna de las modalidades; tiempo de traslado; valoración del transporte en ciertos aspectos; así como su percepción respecto a las opciones de transporte existentes en la ciudad y a la calidad del aire; si han sido víctimas de accidentes o delitos al momento de realizar sus viajes.

- La **sección 7** se desplegaba para los usuarios de motocicleta, quienes contestaron preguntas similares a las del automóvil; esto debido a que con la información que los usuarios aportaban de sus vehículos se integró parte de un modelo para la estimación de emisiones contaminantes.
- Por último, las **secciones 8 caminando** y **9 bicicleta** se destinaron a la movilidad no motorizada. Las personas que seleccionaron desplazarse en alguna de las dos modalidades se les preguntó: motivos de elección; valoración de las cualidades de desplazarse en bici o caminando; las distancias y tiempo de recorrido; así como su percepción respecto a la calidad del aire; y si han sido víctimas de accidentes o delitos al momento de realizar sus viajes.

Las respuestas se fueron integrando en una base de datos y los resultados por sección se presentan en el anexo 4.

ANEXO 2. ENCUESTA DE MOVILIDAD DIGITAL

ENCUESTA DE MOVILIDAD Y PERCEPCIÓN EN LA ZONA METROPOLITANA DE SAN LUIS POTOSÍ

Sección 1

Correo electrónico _____

1. Género

Hombre Mujer

2. Edad _____

3. Nivel de estudios

Posgrado Secundaria
 Licenciatura Primaria
 Preparatoria

4. Ocupación _____

5. Municipio donde vive

San Luis Potosí
 Soledad de Graciano Sánchez

Otro: _____

6. Colonia y Código postal

7. Calle

8. Aproximadamente cuantos viajes realiza al día:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

9. ¿Cuál es el motivo principal por el cual se desplaza en la ZMSLP.

Trabajar
 Estudiar
 Convivir, deportes, recreación
 Llevar o recoger a alguien
 Compras
Otro: _____

10. ¿Cuál es la zona o colonia dónde se encuentra su destino principal?

11. ¿En cuál municipio se localiza su destino principal?

San Luis Potosí
 Soledad de Graciano Sánchez

12. ¿Cuáles son los modos de transporte que utiliza normalmente?

Automóvil Taxi
 Motocicleta Camión de pasajeros
 Bicicleta Transporte de personal (industria)
 Uber Otro: _____

13. De los seleccionados anteriormente ¿Cuál es el modo de transporte que más utiliza?

Automóvil Transporte de personal (industria)
 Motocicleta Caminando
 Camión de pasajeros Bicicleta
 Taxi
 Uber

ENCUESTA DE MOVILIDAD Y PERCEPCIÓN EN LA ZONA METROPOLITANA DE SAN LUIS POTOSÍ
 Sección 2. Automóvil

14. ¿Cuál es la razón por la que elige este modo de transporte?

- Es más barato
- Es más cómodo
- Es mi única opción
- Es más rápido
- Me deja más cerca de mi destino

Otra: _____

15. ¿Número de días a la semana que utiliza su automóvil?

1	2	3	4	5	6	7

16. Año/modelo de su automóvil:

17. Marca de su automóvil (Nissan, Chevrolet):

18. Submarca de su automóvil (Aveo, Clío, Spark):

19. ¿Número de cilindros del motor de su automóvil?

1	2	3	4	5	6	7	8

20. Distancia que recorre en su automóvil (km/mes):

21. Tipo de combustible que utiliza:

- Magna
- Premiun
- Diesel

Otro: _____

22. ¿Cuánto dinero gasta al mes en combustible (\$/mes)?

23. ¿Utiliza con frecuencia el aire acondicionado?

- Sí
- No

24. Número de veces que afina su vehículo al año:

1	2	3	4	5

25. ¿Usted paga por estacionarse?

- Sí
- No

26. Aproximadamente ¿Cuánto gasta al mes en estacionamiento?

27. Tiempo que tarda en trasladarse a su destino principal (minutos):

28. ¿Cuántos automóviles hay en su casa?

1	2	3	4	5	6

29. ¿Cuántas personas conducen los automóviles que hay en su casa?

1	2	3	4	5	6

30. En una escala de 0 a 10, dónde 0 es pésimo y 10 excelente ¿Cómo evalúa al automóvil en los aspectos siguientes?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rapidez									
Seguridad									
Costo									

ENCUESTA DE MOVILIDAD Y PERCEPCIÓN EN LA ZONA METROPOLITANA DE SAN LUIS POTOSÍ
Sección 2. Automóvil

31. Para sus traslados cotidianos ¿Le gustaría usar algún otro modo de transporte?

- Camión de pasajeros
- Taxi
- Uber
- Motocicleta
- Transporte de personal
- Bicicleta
- Caminar
- No

32. ¿Por qué no lo utiliza?

- Es caro
- No es seguro
- Mal servicio (limpieza, trato, conducción)
- No pasa por mi casa
- No tengo
- Otro: _____

33. ¿Considera que deben existir más opciones de transporte en la ZMSLP?

- Sí
- No
- Tal vez

34. Si su respuesta fue "Sí" ¿Qué opciones cree que pueden implementarse en la ZMSLP?

- Sistema BRT (Metrobús)
- Trolebús
- Microbús
- Bicicleta (Ciclovías)
- Tranvía
- Otro: _____

35. ¿Qué tanto cree que contamina el automóvil que utiliza?

- No contamina
- Contamina poco
- Contamina algo
- Contamina mucho

36. En su opinión ¿Qué tan contaminado está el aire de la ZMSLP?

- Nada contaminado
- Poco contaminado
- Algo contaminado
- Muy contaminado

37. ¿Qué estrategias considera que se deben llevar a cabo para controlar la contaminación del aire en la ZMSLP?

- Hacer la verificación
- Implementar programas como el "Hoy no circula"
- Mejorar la calidad del transporte público

38. Alguna vez ¿ha tenido algún accidente de tránsito a bordo de su automóvil?

- Sí
- No

39. Si su respuesta fue sí ¿qué tipo de accidente tuvo?

- Choque
- Atropello
- Volcadura
- Falla mecánica
- Otro: _____

40. ¿Usted ha sido víctima de algún delito al momento de usar el automóvil?

- Robo
- Asalto
- Secuestro
- Delito
- Ninguno
- Otro: _____

ENCUESTA DE MOVILIDAD Y PERCEPCIÓN EN LA ZONA METROPOLITANA DE SAN LUIS POTOSÍ
 Sección 3. Camión de pasajeros

14. ¿Cuál es la razón por la que elige este modo de transporte?

- Es más barato
- Es más cómodo
- Es mi única opción
- Es más rápido
- Me deja más cerca de mi destino

Otra: _____

15. ¿Número de días a la semana que utiliza el camión de pasajeros?

1 2 3 4 5 6 7

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

16. ¿Número de veces que lo utiliza durante el día?

1 2 3 4 5 6 7

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

17. ¿Cuánto dinero gasta en pasaje a la semana? (\$/semana)

18. ¿Cuánto tiempo tarda en trasladarse a su destino principal? (minutos)

19. Cuáles son las rutas de camión principales que utiliza? (Ruta 2, Perimetral, etc).

20. En una escala de 0 a 10, dónde 0 es pésimo y 10 excelente ¿Cómo evalúa al camión de pasajeros en los aspectos siguientes?

COBERTURA: Disponibilidad del modo de transporte en el área donde vive o se traslada. FRECUENCIA: Minutos en los que tarda en pasar cada ruta

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Rapidez	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Seguridad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cobertura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Costo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Frecuencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

21. Para sus traslados cotidianos, ¿le gustaría usar otro modo de transporte diferente al camión de pasajeros?

- | | |
|--------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Automóvil | <input type="checkbox"/> Bicicleta |
| <input type="checkbox"/> Motocicleta | <input type="checkbox"/> Caminar |
| <input type="checkbox"/> Uber | <input type="checkbox"/> Transporte de Personal |
| <input type="checkbox"/> Taxi | <input type="checkbox"/> No |

22. ¿Por qué no lo utiliza?

- | | |
|---------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Es muy caro | <input type="checkbox"/> No pasa por mi casa |
| <input type="checkbox"/> No es seguro | <input type="checkbox"/> No tengo |
| <input type="checkbox"/> Mal servicio | Otra: _____ |

23. ¿Considera que deben existir más opciones de transporte en la ZMSLP?

- Sí
- No
- Tal vez

24. Si su respuesta fue "SI" ¿Qué opciones cree que pueden implementarse en la ZMSLP?

- Sistema BRT (Metrobús)
- Trolebús
- Microbús
- Bicicleta (Ciclovías)
- Tranvía
- Otro: _____

25. ¿Qué tanto cree que contamina el camión de pasajeros que utiliza?

- No contamina
- Contamina poco
- Contamina algo
- Contamina mucho

ENCUESTA DE MOVILIDAD Y PERCEPCIÓN EN LA ZONA METROPOLITANA DE SAN LUIS POTOSÍ
Sección 3. Camión de pasajeros

26. En su opinión ¿Qué tan contaminado está el aire de la ZMSLP?

- Nada contaminado
- Poco contaminado
- Algo contaminado
- Muy contaminado

27. ¿Qué estrategias considera que se deben llevar a cabo para controlar la contaminación del aire en la ZMSLP?

- Hacer la verificación
- Implementar programas como el “Hoy no circula”
- Mejorar la calidad del transporte público

28. Alguna vez ¿ha tenido algún accidente de tránsito a bordo del camión de pasajeros?

- Sí
- No

29. Si su respuesta fue sí ¿qué tipo de accidente tuvo?

- Choque
 - Atropello
 - Volcadura
 - Falla mecánica
- Otro: _____

30. ¿Usted ha sido víctima de algún delito al momento de usar el camión de pasajeros?

- Robo Otro: _____
- Asalto
- Secuestro
- Delito
- Ninguno

ENCUESTA DE MOVILIDAD Y PERCEPCIÓN EN LA ZONA METROPOLITANA DE SAN LUIS POTOSÍ
 Sección 4. Transporte de personal (industria, empresa)

14. ¿Cuál es la razón por la que elige este modo de transporte?

- Es una prestación
- Es más cómodo
- Es mi única opción
- Pasa cerca de mi casa
- Es más rápido

Otra: _____

15. ¿Número de días a la semana que utiliza el transporte de personal?

1 2 3 4 5 6 7

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

16. ¿Número de veces que lo utiliza durante el día?

1 2 3 4 5 6 7

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

17. ¿Cuánto tiempo tarda en trasladarse a su destino principal? (minutos)

18. En una escala de 0 a 10, dónde 0 es pésimo y 10 excelente ¿Cómo evalúa al transporte de personal en los aspectos siguientes?

COBERTURA: Disponibilidad del modo de transporte en el área donde vive o se traslada. FRECUENCIA: Minutos en los que tarda en pasar cada ruta

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Rapidez	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Seguridad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cobertura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Costo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Frecuencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

19. Para sus traslados cotidianos, ¿le gustaría usar otro modo de transporte diferente al transporte de personal?

- | | |
|--|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Automóvil | <input type="checkbox"/> Caminar |
| <input type="checkbox"/> Camión de pasajeros | <input type="checkbox"/> Uber |
| <input type="checkbox"/> Taxi | <input type="checkbox"/> Motocicleta |
| <input type="checkbox"/> Bicicleta | <input type="checkbox"/> No |

20. ¿Por qué no lo utiliza?

- | | |
|---------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Es muy caro | <input type="checkbox"/> No pasa por mi casa |
| <input type="checkbox"/> No es seguro | <input type="checkbox"/> No tengo |
| <input type="checkbox"/> Mal servicio | Otra: _____ |

21. ¿Considera que deben existir más opciones de transporte en la ZMSLP?

- Sí
- No
- Tal vez

22. Si su respuesta fue "Sí" ¿Qué opciones cree que pueden implementarse en la ZMSLP?

- Sistema BRT (Metrobús)
- Trolebús
- Microbús
- Bicicleta (Ciclovías)
- Tranvía
- Otro: _____

23. ¿Qué tanto cree que contamina el transporte que utiliza?

- No contamina
- Contamina poco
- Contamina algo
- Contamina mucho

24. En su opinión ¿Qué tan contaminado está el aire de la ZMSLP?

- Nada contaminado
- Poco contaminado
- Algo contaminado
- Muy contaminado

25. ¿Qué estrategias considera que se deben llevar a cabo para controlar la contaminación del aire en la ZMSLP?

- Hacer la verificación
 - Implementar programas como el “Hoy no circula”
 - Mejorar la calidad del transporte público
- Otro: _____

26. Alguna vez ¿ha tenido algún accidente de tránsito a bordo de su transporte?

- Sí
- No

27. Si su respuesta fue sí ¿qué tipo de accidente tuvo?

- Choque
 - Atropello
 - Volcadura
 - Falla mecánica
- Otro: _____

28. ¿Usted ha sido víctima de algún delito al momento de usar el transporte de personal?

- Robo
 - Asalto
 - Secuestro
 - Delito
 - Ninguno
- Otro: _____

ENCUESTA DE MOVILIDAD Y PERCEPCIÓN EN LA ZONA METROPOLITANA DE SAN LUIS POTOSÍ
 Sección 5. Taxi (no colectivo)

14. ¿Cuál es la razón por la que elige este modo de transporte?

- Es más barato
- Es más cómodo
- Es mi única opción
- Es más rápido
- Me deja más cerca de mi destino

Otra: _____

15. ¿Número de días a la semana que utiliza el taxi?

1 2 3 4 5 6 7

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

16. ¿Número de veces que lo utiliza durante el día?

1 2 3 4 5 6 7

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

17. ¿Cuánto dinero gasta en la semana al trasladarse en taxi? (\$/semana)

18. ¿Cuánto tiempo tarda en trasladarse a su destino principal? (minutos)

19. En una escala de 0 a 10, dónde 0 es pésimo y 10 excelente ¿Cómo evalúa al taxi en los aspectos siguientes?

COBERTURA: Disponibilidad del modo de transporte en el área donde vive o se traslada. FRECUENCIA: Minutos en los que tarda en pasar cada ruta

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Rapidez	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Seguridad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cobertura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Costo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

20. Para sus traslados cotidianos, ¿le gustaría usar otro modo de transporte diferente al taxi?

- Automóvil
- Motocicleta
- Uber
- Bicicleta
- Camión de pasajeros
- Caminar
- Transporte de Personal
- No

21. ¿Por qué no lo utiliza?

- Es muy caro
- No es seguro
- Mal servicio
- No pasa por mi casa
- No tengo
- Otra: _____

22. ¿Considera que deben existir más opciones de transporte en la ZMSLP?

- Sí
- No
- Tal vez

23. Si su respuesta fue "Sí" ¿Qué opciones cree que pueden implementarse en la ZMSLP?

- Sistema BRT (Metrobús)
- Trolebús
- Microbús
- Bicicleta (Ciclovías)
- Tranvía
- Otro: _____

24. ¿Qué tanto cree que contamina el taxi que utiliza?

- No contamina
- Contamina poco
- Contamina algo
- Contamina mucho

ENCUESTA DE MOVILIDAD Y PERCEPCIÓN EN LA ZONA METROPOLITANA DE SAN LUIS POTOSÍ
Sección 5. Taxi (no colectivo)

25. En su opinión ¿Qué tan contaminado está el aire de la ZMSLP?

- Nada contaminado
- Poco contaminado
- Algo contaminado
- Muy contaminado

26. ¿Qué estrategias considera que se deben llevar a cabo para controlar la contaminación del aire en la ZMSLP?

- Hacer la verificación
- Implementar programas como el "Hoy no circula"
- Mejorar la calidad del transporte público

27. Alguna vez ¿ha tenido algún accidente de tránsito a bordo del taxi?

- Sí
- No

28. Si su respuesta fue sí ¿qué tipo de accidente tuvo?

- Choque
 - Atropello
 - Volcadura
 - Falla mecánica
- Otro: _____

29. ¿Usted ha sido víctima de algún delito al momento de usar el taxi?

- Robo Otro: _____
- Asalto
- Secuestro
- Delito
- Ninguno

ENCUESTA DE MOVILIDAD Y PERCEPCIÓN EN LA ZONA METROPOLITANA DE SAN LUIS POTOSÍ
Sección 6. Uber

14. ¿Cuál es la razón por la que elige este modo de transporte?

- Es más barato
- Es más cómodo
- Es mi única opción
- Es más rápido
- Me deja más cerca de mi destino

Otra: _____

15. ¿Número de días a la semana que lo utiliza?

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

16. ¿Número de veces que lo utiliza durante el día?

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

17. ¿Cuánto dinero gasta en la semana al trasladarse en Uber? (\$/semana)

18. ¿Cuánto tiempo tarda en trasladarse a su destino principal? (minutos)

19. En una escala de 0 a 10, dónde 0 es pésimo y 10 excelente ¿Cómo evalúa al Uber en los aspectos siguientes?

COBERTURA: Disponibilidad del modo de transporte en el área donde vive o se traslada. FRECUENCIA: Minutos en los que tarda en pasar cada ruta

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Rapidez	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Seguridad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cobertura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Costo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

20. Para sus traslados cotidianos, ¿le gustaría usar otro modo de transporte diferente al Uber?

- | | |
|--------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Automóvil | <input type="checkbox"/> Bicicleta |
| <input type="checkbox"/> Motocicleta | <input type="checkbox"/> Caminar |
| <input type="checkbox"/> Uber | <input type="checkbox"/> Transporte de Personal |
| <input type="checkbox"/> Taxi | <input type="checkbox"/> No |

21. ¿Por qué no lo utiliza?

- | | |
|---------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Es muy caro | <input type="checkbox"/> No pasa por mi casa |
| <input type="checkbox"/> No es seguro | <input type="checkbox"/> No tengo |
| <input type="checkbox"/> Mal servicio | Otra: _____ |

22. ¿Considera que deben existir más opciones de transporte en la ZMSLP?

- Sí
- No
- Tal vez

23. Si su respuesta fue "Sí" ¿Qué opciones cree que pueden implementarse en la ZMSLP?

- Sistema BRT (Metrobús)
- Trolebús
- Microbús
- Bicicleta (Ciclovías)
- Tranvía
- Otro: _____

24. ¿Qué tanto cree que contamina el Uber que utiliza?

- No contamina
- Contamina poco
- Contamina algo
- Contamina mucho

25. En su opinión ¿Qué tan contaminado está el aire de la ZMSLP?

- Nada contaminado
- Poco contaminado
- Algo contaminado
- Muy contaminado

26. ¿Qué estrategias considera que se deben llevar a cabo para controlar la contaminación del aire en la ZMSLP?

- Hacer la verificación
- Implementar programas como el “Hoy no circula”
- Mejorar la calidad del transporte público

27. Alguna vez ¿ha tenido algún accidente de tránsito a bordo del Uber?

- Sí
- No

28. Si su respuesta fue sí ¿qué tipo de accidente tuvo?

- Choque
- Atropello
- Volcadura
- Falla mecánica

Otro: _____

29. ¿Usted ha sido víctima de algún delito al momento de usar el Uber?

- Robo
- Asalto
- Secuestro
- Delito
- Ninguno

Otro: _____

ENCUESTA DE MOVILIDAD Y PERCEPCIÓN EN LA ZONA METROPOLITANA DE SAN LUIS POTOSÍ
 Sección 7. Motocicleta

14. ¿Cuál es la razón por la que elige este modo de transporte?

- Es más barato
- Es más cómodo
- Es mi única opción
- Es más rápido
- Me deja más cerca de mi destino

Otra: _____

15. ¿Número de días a la semana que utiliza su motocicleta?

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

16. Año/modelo de su motocicleta:

17. Marca y sub marca de su motocicleta (ITALIKA/WS150):

18. Número de cilindros el motor de su motocicleta:

1	2	3
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

19. Distancia que recorre en su motocicleta al mes (km/mes):

20. Tipo de combustible que utiliza:

- Magna
- Premiun
- Diesel

Otro: _____

21. ¿Cuánto dinero gasta al mes en combustible (\$/mes)?

22. ¿Cuánto tiempo tarda en trasladarse a su destino principal (minutos)?

23. En una escala de 0 a 10, dónde 0 es pésimo y 10 excelente ¿Cómo evalúa a la motocicleta en los aspectos siguientes?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Rapidez	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Seguridad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Costo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

24. Para sus traslados cotidianos ¿Le gustaría usar algún otro modo de transporte?

- Camión de pasajeros
- Taxi
- Uber
- Automóvil
- Transporte de personal
- Bicicleta
- Caminar
- No

25. ¿Por qué no lo utiliza?

- Es caro
- No es seguro
- Mal servicio (limpieza, trato, conducción)
- No pasa por mi casa
- No tengo

Otro: _____

26. ¿Considera que deben existir más opciones de transporte en la ZMSLP?

- Sí
- No
- Tal vez

ENCUESTA DE MOVILIDAD Y PERCEPCIÓN EN LA ZONA METROPOLITANA DE SAN LUIS POTOSÍ
Sección 7. Motocicleta

27. Si su respuesta fue "Sí" ¿Qué opciones cree que pueden implementarse en la ZMSLP?

- Sistema BRT (Metrobús)
 - Trolebús
 - Microbús
 - Bicicleta (Ciclovías)
 - Tranvía
- Otro: _____

28. ¿Qué tanto cree que contamina la motocicleta que utiliza?

- No contamina
- Contamina poco
- Contamina algo
- Contamina mucho

29. En su opinión ¿Qué tan contaminado está el aire de la ZMSLP?

- Nada contaminado
- Poco contaminado
- Algo contaminado
- Muy contaminado

30. ¿Qué estrategias considera que se deben llevar a cabo para controlar la contaminación del aire en la ZMSLP?

- Hacer la verificación
- Implementar programas como el "Hoy no circula"
- Mejorar la calidad del transporte público

31. Alguna vez ¿ha tenido algún accidente de tránsito a bordo de su motocicleta?

- Sí
- No

32. Si su respuesta fue sí ¿qué tipo de accidente tuvo?

- Choque
 - Atropello
 - Volcadura
 - Falla mecánica
- Otro: _____

33. ¿Usted ha sido víctima de algún delito al momento de usar el automóvil?

- Robo
 - Asalto
 - Secuestro
 - Delito
 - Ninguno
- Otro: _____

ENCUESTA DE MOVILIDAD Y PERCEPCIÓN EN LA ZONA METROPOLITANA DE SAN LUIS POTOSÍ
Sección 8. Caminando

14. ¿Cuál es la razón por la que elige trasladarse de un lugar a otro caminando?

- Es más seguro
- Me ayuda a ahorrar
- Es bueno para mi salud
- Mi destino principal está cerca
- No sé

Otra: _____

15. ¿Cuál es la distancia aproximada que recorre al día caminando?

16. ¿Cuánto tiempo tarda en trasladarse a su destino principal?

17. En una escala de 0 a 10, dónde 0 es pésimo y 10 excelente ¿Cómo evalúa el irse caminando en los aspectos siguientes:

COBERTURA: Disponibilidad del modo de transporte en el área donde vive o se traslada. FRECUENCIA: Minutos en los que tarda en pasar cada ruta

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Rapidez

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Seguridad

18. Para sus traslados cotidianos, ¿le gustaría usar otro modo de transporte diferente a caminar?

- | | |
|--------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Automóvil | <input type="checkbox"/> Bicicleta |
| <input type="checkbox"/> Motocicleta | <input type="checkbox"/> Camión de pasajeros |
| <input type="checkbox"/> Uber | <input type="checkbox"/> Transporte de Personal |
| <input type="checkbox"/> Taxi | <input type="checkbox"/> No |

19. ¿Por qué no lo utiliza?

- | | |
|---------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Es muy caro | <input type="checkbox"/> No pasa por mi casa |
| <input type="checkbox"/> No es seguro | <input type="checkbox"/> No tengo |
| <input type="checkbox"/> Mal servicio | Otra: _____ |

20. ¿Considera que deben existir más opciones de transporte en la ZMSLP?

- Sí
- No
- Tal vez

21. Si su respuesta fue "Sí" ¿Qué opciones cree que pueden implementarse en la ZMSLP?

- Sistema BRT (Metrobús)
- Trolebús
- Microbús
- Bicicleta (Ciclovías)
- Tranvía
- Otra: _____

22. En su opinión ¿Qué tan contaminado está el aire de la ZMSLP?

- Nada contaminado
- Poco contaminado
- Algo contaminado
- Muy contaminado

23. ¿Qué estrategias considera que se deben llevar a cabo para controlar la contaminación del aire en la ZMSLP?

- Hacer la verificación
- Implementar programas como el "Hoy no circula"
- Mejorar la calidad del transporte público

24. ¿Usted ha sido víctima de algún delito al momento de desplazarse caminando?

- Robo
- Asalto
- Secuestro
- Delito
- Ninguno
- Otra: _____

ENCUESTA DE MOVILIDAD Y PERCEPCIÓN EN LA ZONA METROPOLITANA DE SAN LUIS POTOSÍ
 Sección 9. Bicicleta

14. ¿Cuál es la razón por la que elige la bicicleta como modo de transporte?

- Es más rápido
- Es más cómodo
- Es más barato
- Es mi única opción
- Me deja más cerca de mi destino

Otra: _____

15. ¿Número de días a la semana que lo utiliza?

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

16. ¿Cuál es la distancia aproximada que recorre el día? (km/día)

17. ¿Cuánto tiempo tarda en trasladarse a su destino principal?

18. En una escala de 0 a 10, dónde 0 es pésimo y 10 excelente ¿Cómo evalúa el desplazarse en bicicleta los aspectos siguientes:

COBERTURA: Disponibilidad del modo de transporte en el área donde vive o se traslada. FRECUENCIA: Minutos en los que tarda en pasar cada ruta

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rapidez	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Seguridad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Costo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

19. Para sus traslados cotidianos, ¿le gustaría usar otro modo de transporte diferente a caminar?

- | | |
|--------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Automóvil | <input type="checkbox"/> Caminar |
| <input type="checkbox"/> Motocicleta | <input type="checkbox"/> Camión de pasajeros |
| <input type="checkbox"/> Uber | <input type="checkbox"/> Transporte de Personal |
| <input type="checkbox"/> Taxi | <input type="checkbox"/> No |

20. ¿Por qué no lo utiliza?

- | | |
|---------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Es muy caro | <input type="checkbox"/> No pasa por mi casa |
| <input type="checkbox"/> No es seguro | <input type="checkbox"/> No tengo |
| <input type="checkbox"/> Mal servicio | Otra: _____ |

21. ¿Considera que deben existir más opciones de transporte en la ZMSLP?

- Sí
- No
- Tal vez

22. Si su respuesta fue "Sí" ¿Qué opciones cree que pueden implementarse en la ZMSLP?

- Sistema BRT (Metrobús)
- Trolebús
- Microbús
- Bicicleta (Ciclovías)
- Tranvía
- Otro: _____

23. En su opinión ¿Qué tan contaminado está el aire de la ZMSLP?

- Nada contaminado
- Poco contaminado
- Algo contaminado
- Muy contaminado

24. ¿Qué estrategias considera que se deben llevar a cabo para controlar la contaminación del aire en la ZMSLP?

- Hacer la verificación
- Implementar programas como el "Hoy no circula"
- Mejorar la calidad del transporte público

24. ¿Qué estrategias considera que se deben llevar a cabo para controlar la contaminación del aire en la ZMSLP?

- Hacer la verificación
- Implementar programas como el "Hoy no circula"
- Mejorar la calidad del transporte público

25. Alguna vez ¿ha tenido algún accidente de tránsito a bordo de la bicicleta?

- Sí
- No

26. Si su respuesta fue sí ¿qué tipo de accidente tuvo?

- Choque
 - Atropello
 - Volcadura
 - Falla mecánica
- Otro: _____

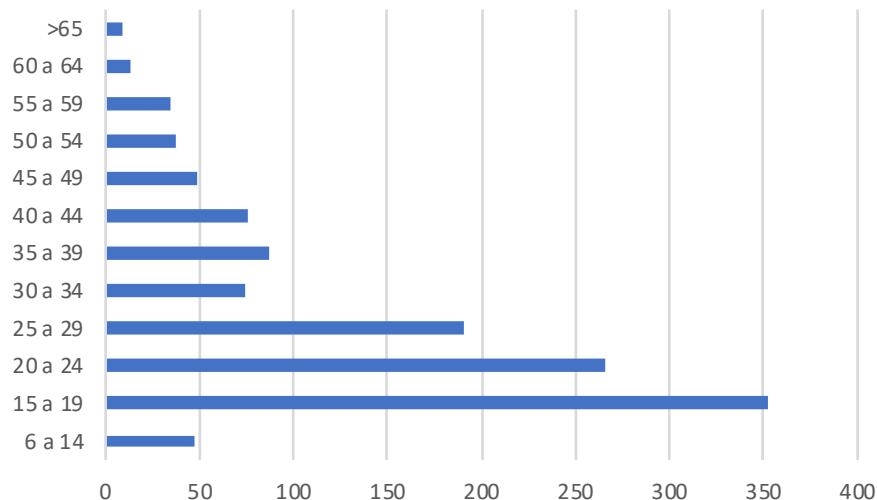
27. ¿Usted ha sido víctima de algún delito al momento de usar la bicicleta?

- Robo Otro: _____
- Asalto
- Secuestro
- Delito
- Ninguno

ANEXO 3. RESULTADOS DE ENCUESTAS

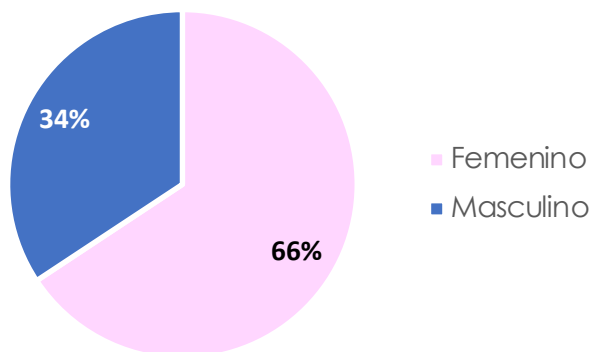
A 3.1 Edades de personas encuestadas.

Edad	Total
6 a 14	47
15 a 19	353
20 a 24	266
25 a 29	190
30 a 34	74
35 a 39	87
40 a 44	75
45 a 49	48
50 a 54	37
55 a 59	35
60 a 64	13
>65	9



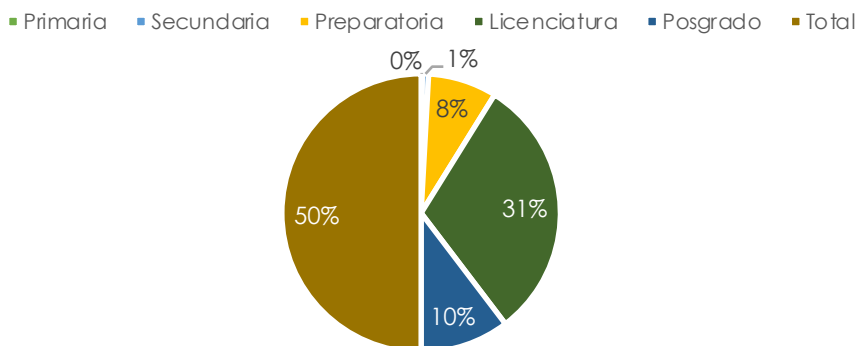
A 3.2 Sexo de personas encuestadas

Femenino	Masculino	Total
1054	550	1604



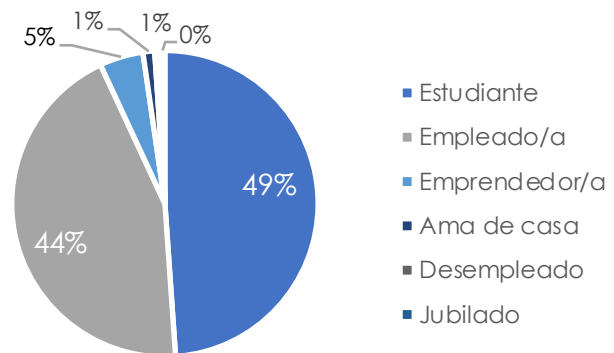
A 3.3 Nivel de estudios de encuestados

Nivel de estudios	Total
Primaria	3
Secundaria	15
Preparatoria	166
Licenciatura	640
Posgrado	215
Total	1039



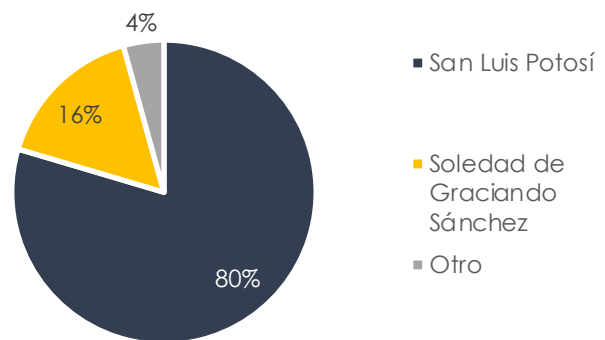
A 3.4 Ocupación de personas encuestadas.

Ocupación	Total
Estudiante	594
Empleado/a	537
Emprendedor/a	56
Ama de casa	15
Desempleado	7
Jubilado	6
Total	1215



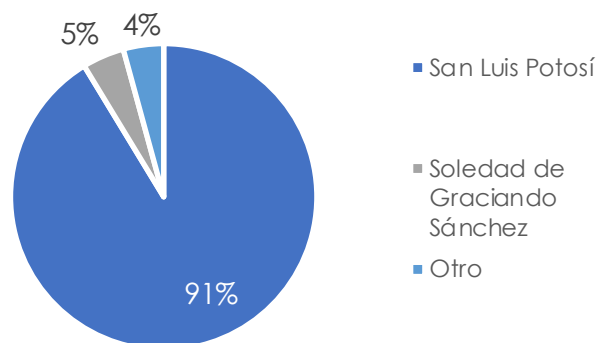
A 3.5 Municipio de residencia de personas encuestadas.

Municipio de residencia	Total
San Luis Potosí	998
Soledad de Graciano Sánchez	202
Otro	54
Total	1254



A 3.6 Municipio destino de personas encuestadas.

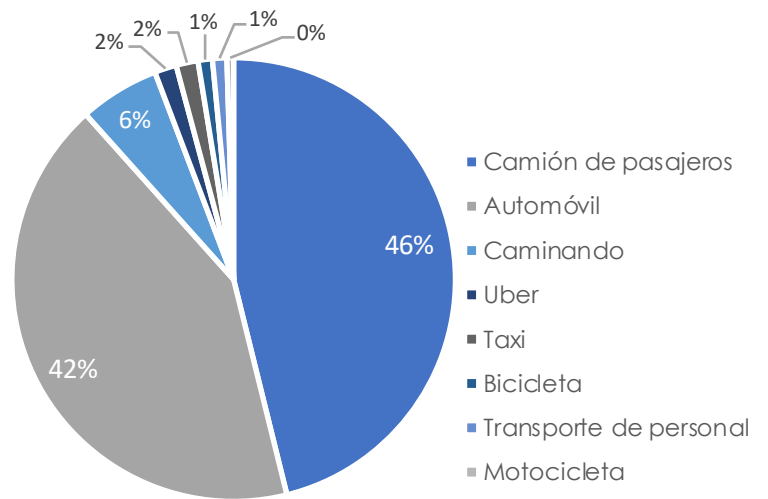
Municipio Destino	Total
San Luis Potosí	1051
Soledad de Graciano Sánchez	51
Otro	49
Total	1151



A 3.7 Promedio de viajes al día: 3.2.

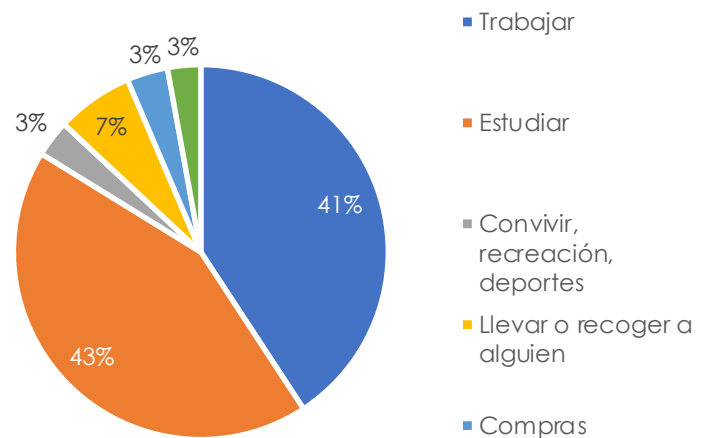
A 3.8 Reparto modal

Tipo	Número de usuarios	% de uso
Camión de pasajeros	663	46%
Automóvil	607	42%
Caminando	84	6%
Uber	23	2%
Taxi	23	2%
Bicicleta	15	1%
Transporte de personal	15	1%
Motocicleta	7	0%
Total	1437	100%



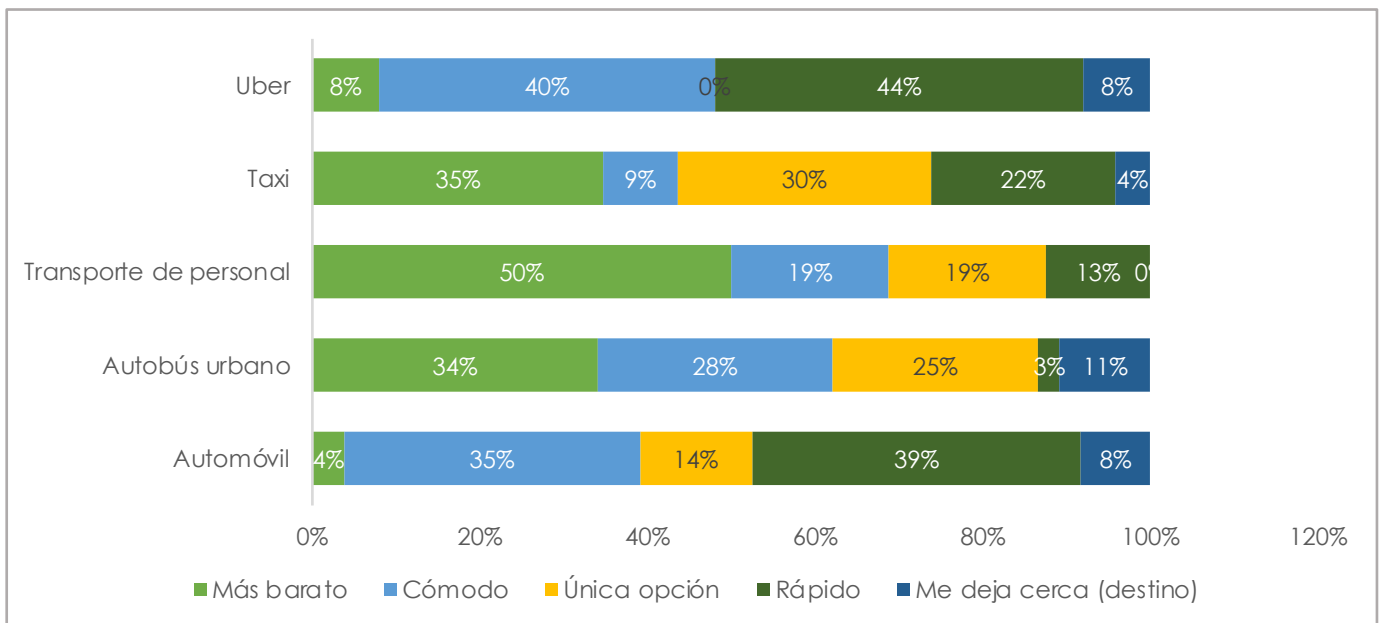
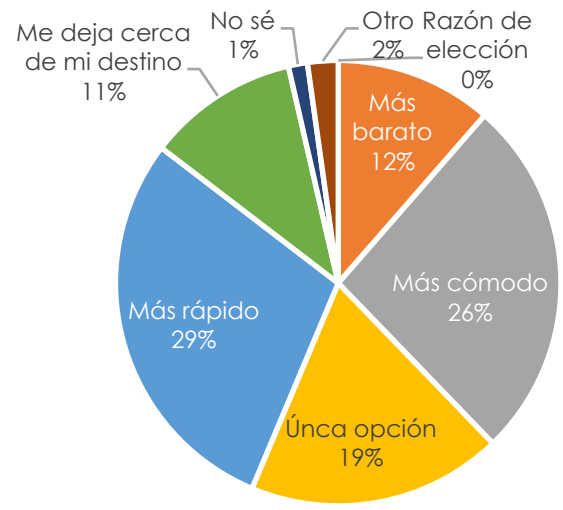
A 3.9 Motivo principal de desplazamiento

Motivo de desplazamiento	Total	% Distribución
Trabajar	541	41%
Estudiar	571	43%
Convivir, recreación, deportes	42	3%
Llevar o recoger a alguien	88	7%
Compras	47	4%
Otro	38	3%



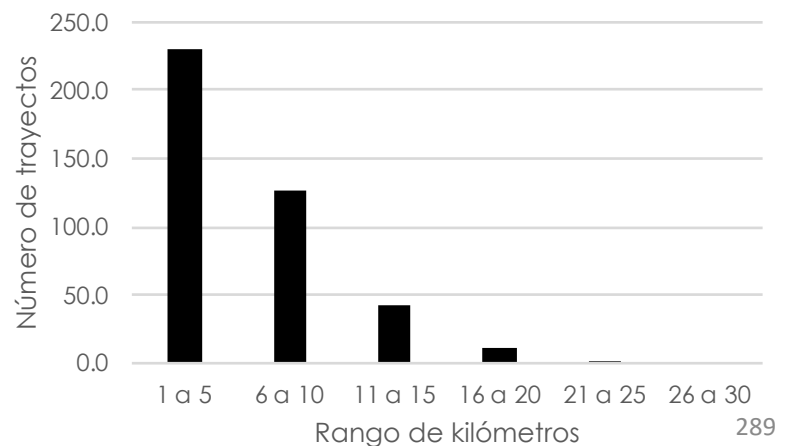
A 3.10 Motivo de elección del transporte

Razón de elección	Total	% de distribución
Más barato	165	11%
Más cómodo	381	26%
Única opción	268	19%
Más rápido	420	29%
Me deja cerca de mi destino	159	11%
No sé	20	1%
Otro	32	2%



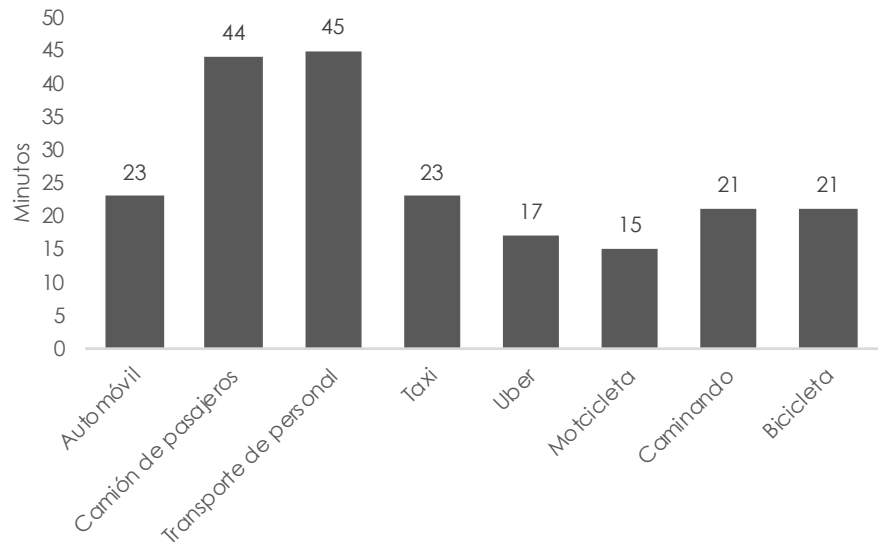
A 3.11 Distancia recorrida

Rango de km recorridos	Número de viajes
1 a 5	230
6 a 10	127
11 a 15	43
16 a 20	12
21 a 25	2
26 a 30	0

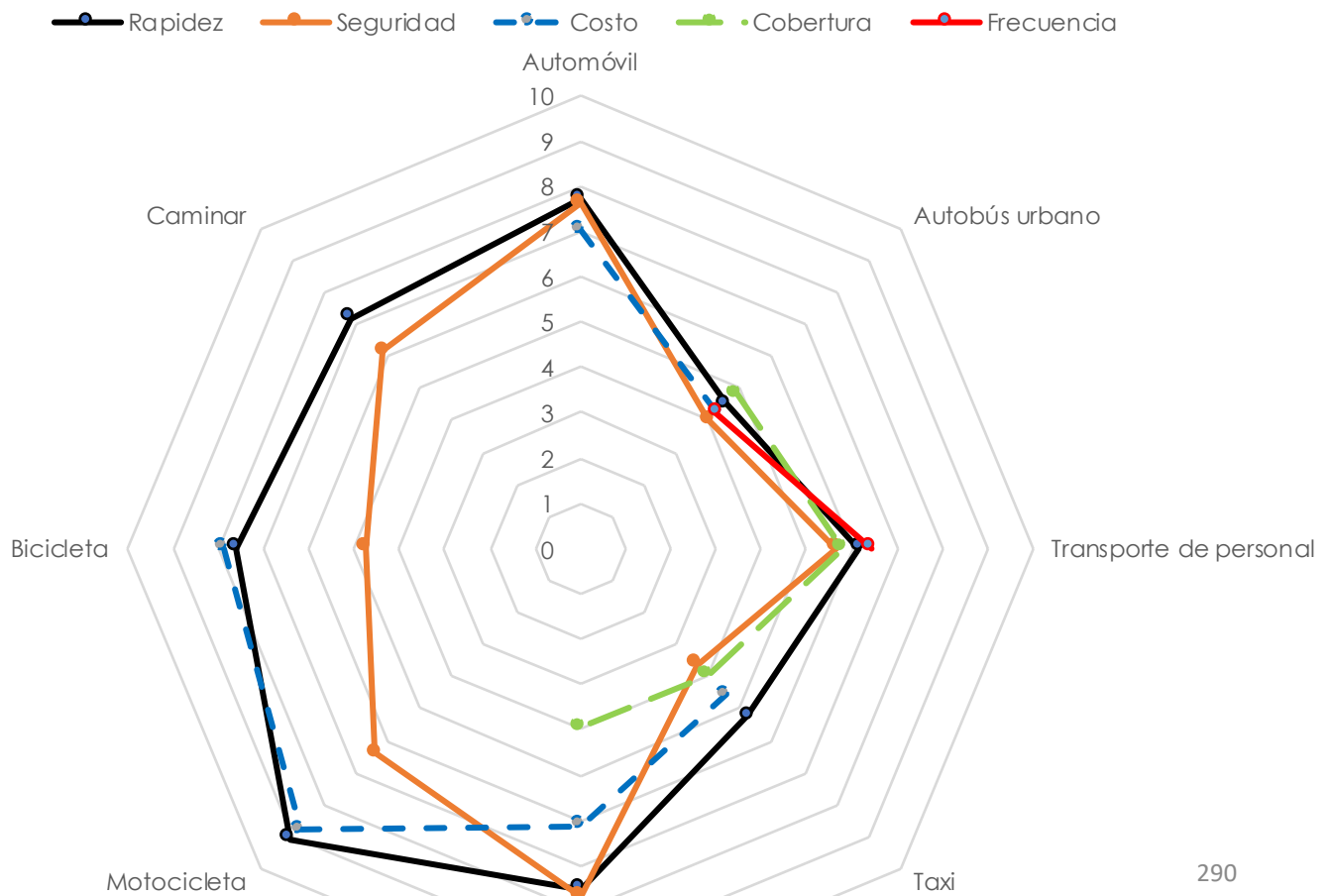


A 3.12 Tiempo promedio de traslado según modo de transporte

Modo de transporte	Tiempo promedio de traslado (minutos)
Automóvil	23
Camión de pasajeros	44
Transporte de personal	45
Taxi	23
Uber	17
Motocicleta	15
Caminando	21
Bicicleta	21

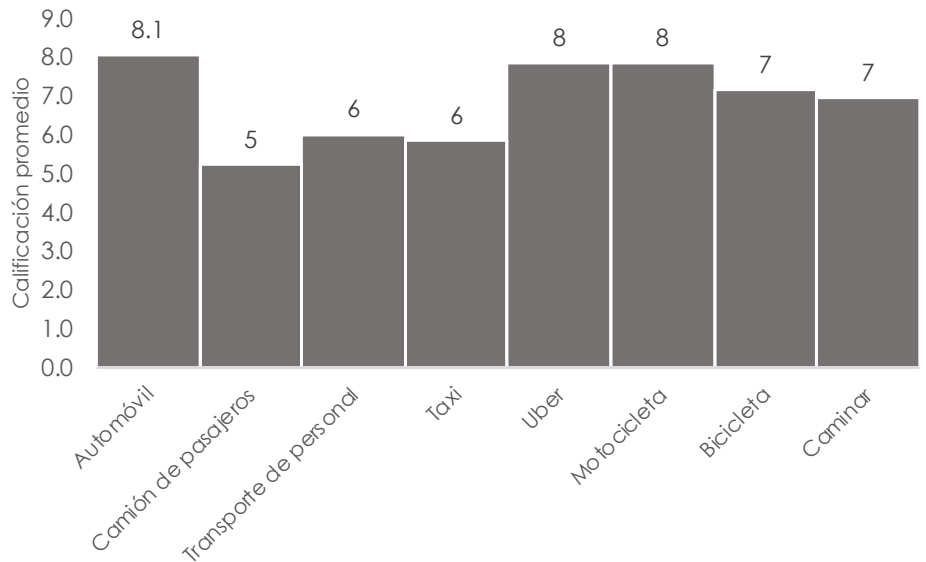


A 3.13 Evaluación de los diferentes modos de transporte

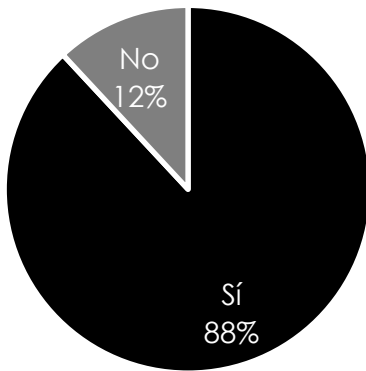


A 3.14 Evaluación de los diferentes modos de transporte (promedio general)

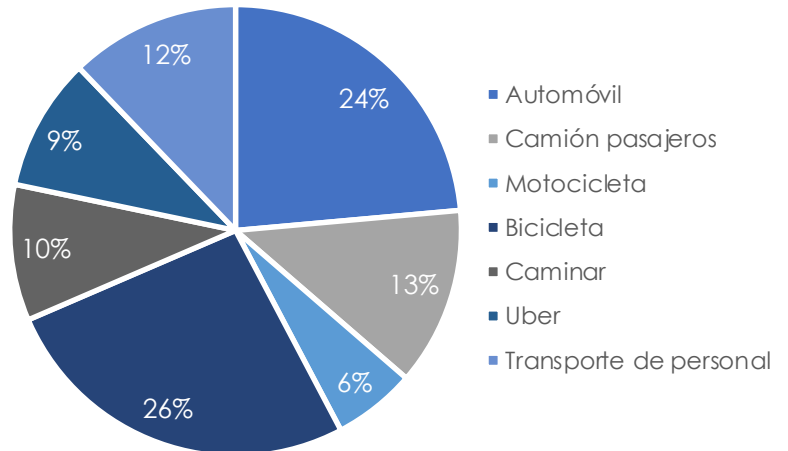
Tipo transporte	Promedio
Automóvil	8
Camión de pasajeros	5
Transporte de personal	6
Taxi	6
Uber	8
Motocicleta	8
Bicicleta	7
Caminar	7



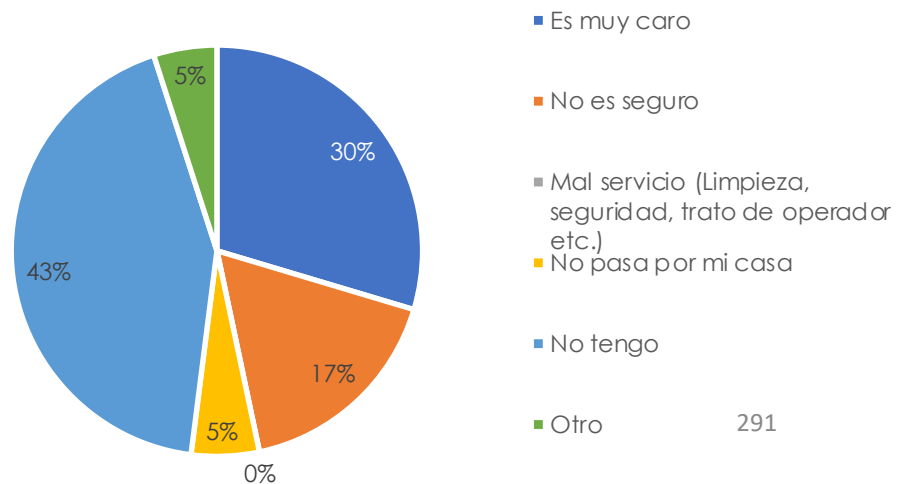
A 3.15 Utilizaría otros transportes



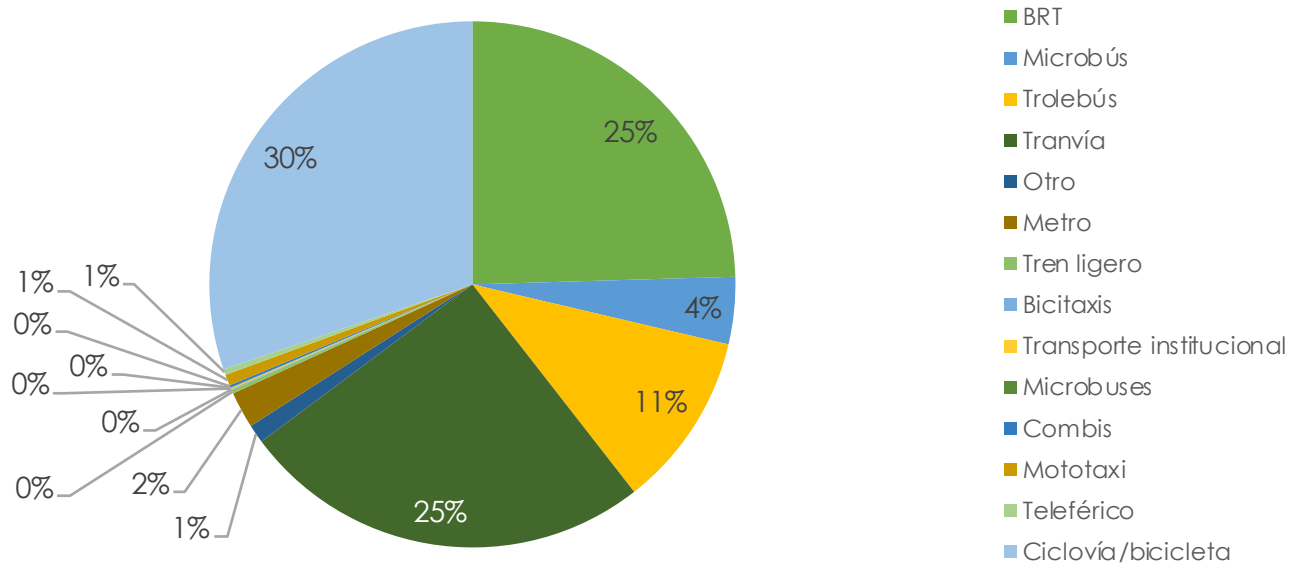
A 3.16 Qué transporte utilizaría



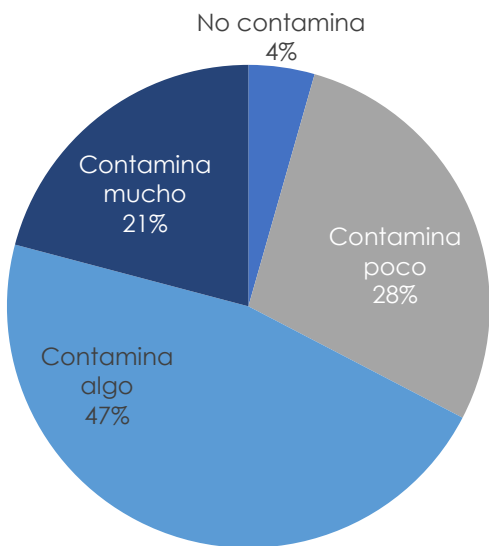
A 3.17 No lo utilizo porque:



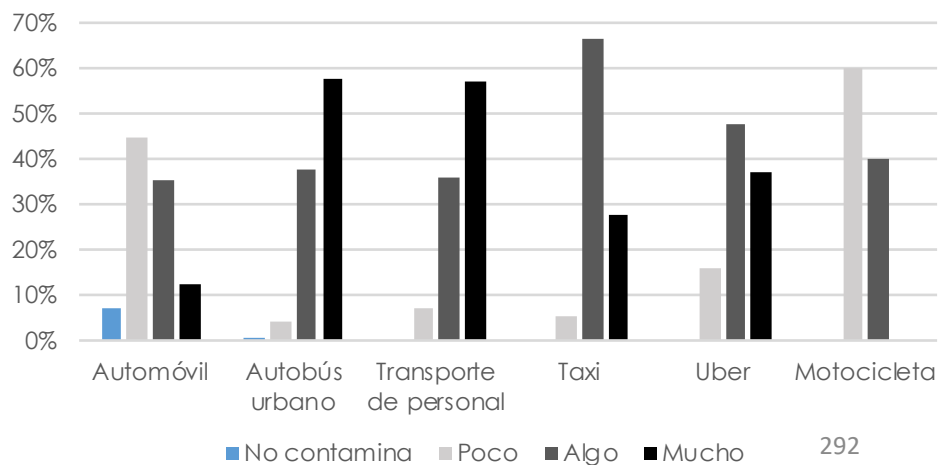
A 3.18 Que opciones de transporte pueden implementarse en la ZMSLP



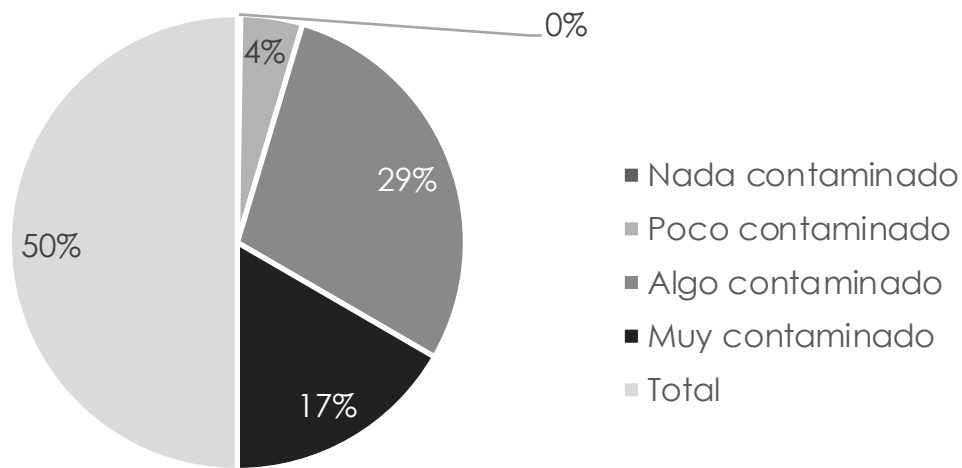
A 3.19 El transporte que utiliza contamina



Modo de transporte	No contamina	Poco	Algo	Mucho
Automóvil	7%	45%	36%	13%
Autobús urbano	0%	4%	38%	58%
Transporte de personal	0%	7%	36%	57%
Taxi	0%	6%	67%	28%
Uber	0%	16%	47%	37%
Motocicleta	0%	60%	40%	0%



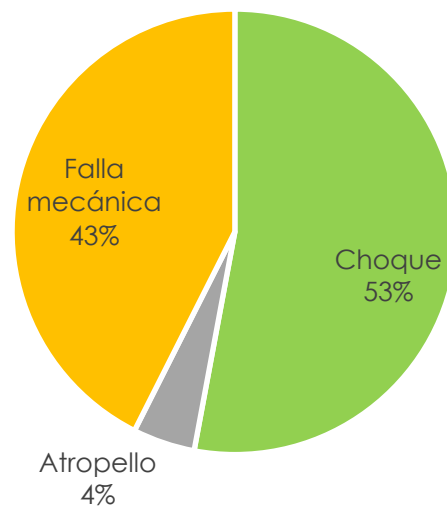
A 3.20 La percepción de la calidad del aire en la ZMSLP



A 3.21 Indicadores de accidentalidad

	Total	%
Sí	551	58%
No	403	42%

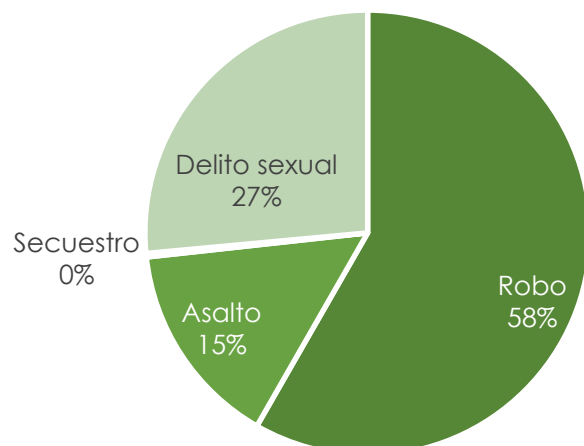
Tipo	Total	%
Choque	352	53%
Atropello	30	5%
Falla mecánica	283	43%



A 3.22 Indicadores delictivos en la movilidad cotidiana

	Total	%
Sí	374	41%
No	533	59%

	Total	%
Robo	218	58%
Asalto	56	15%
Secuestro	1	0%
Delito sexual	99	26%



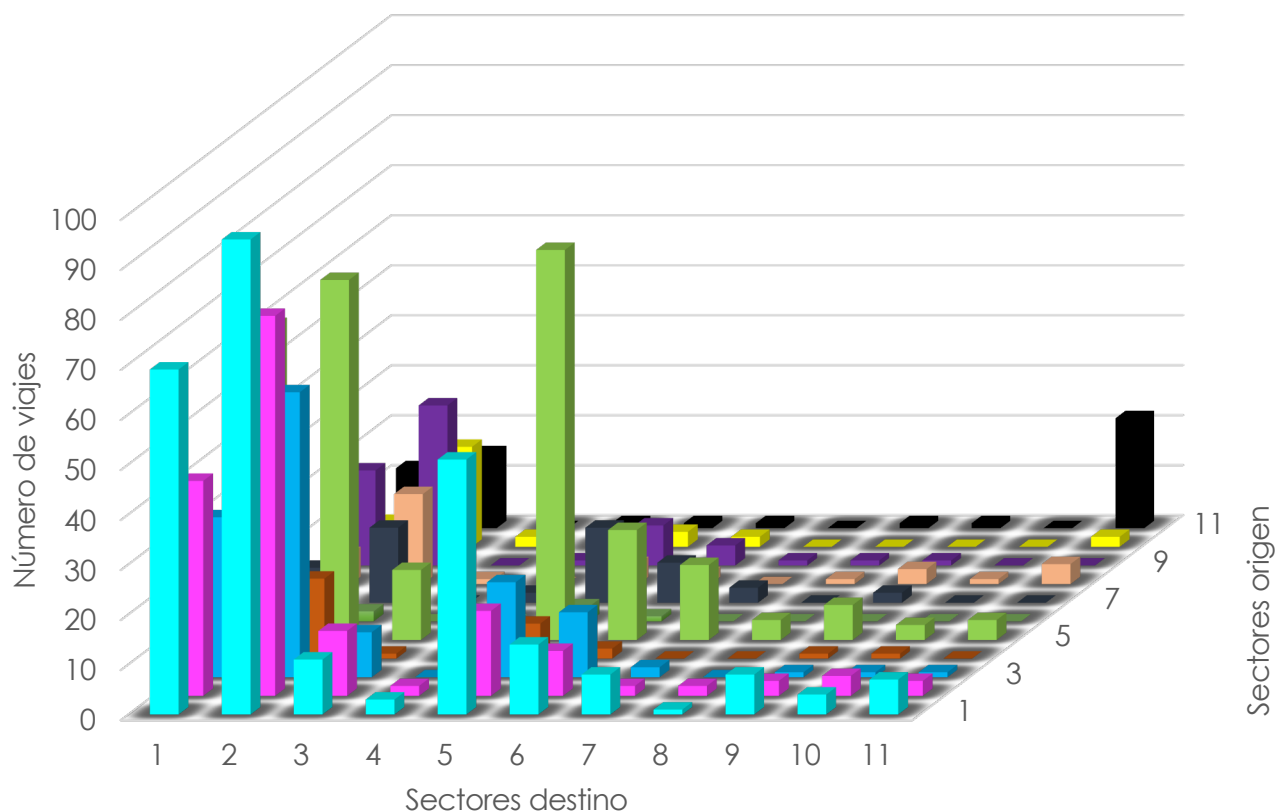
ANEXO 4. MATRIZ ORIGEN DESTINO

La matriz origen destino se efectuó con 1165 viajes que indicaron el punto de origen y el de destino de sus desplazamientos cotidianos. A continuación se muestran los resultados tanto de la matriz general como de las específicas.

A 4.1 Matriz origen-destino general

		Sectoros destino											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	V(O)
Sectoros origen	1	69	95	11	3	51	14	8	1	8	4	7	271
	2	43	76	13	2	17	9	2	2	3	4	3	174
	3	32	57	9	0	19	13	2	0	1	1	1	135
	4	10	16	1	1	7	2	0	0	1	1	0	39
	5	63	72	14	4	78	22	15	4	7	3	4	286
	6	7	2	0	0	3	1	0	0	0	0	0	13
	7	7	15	0	2	15	8	3	0	2	0	0	52
	8	6	18	1	0	4	2	0	1	3	1	4	40
	9	19	32	0	1	8	4	1	1	1	0	0	67
	10	5	20	2	0	3	2	0	0	0	0	2	34
	11	12	15	0	1	1	1	0	1	1	0	22	54
V(D)		273	418	51	14	206	78	31	10	27	14	43	1165
												1165	

A 4.2 Matriz gráfica de los desplazamientos origen-destino (general)

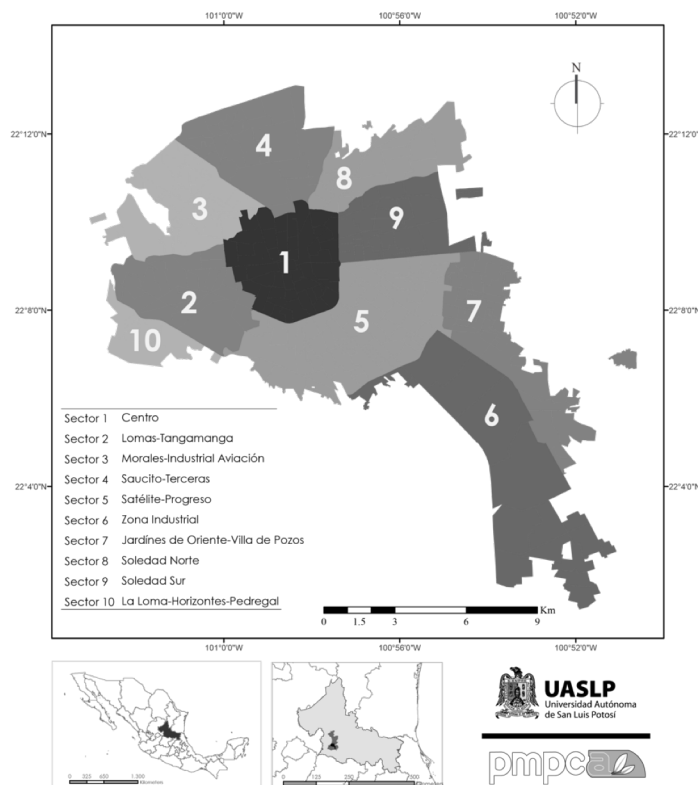
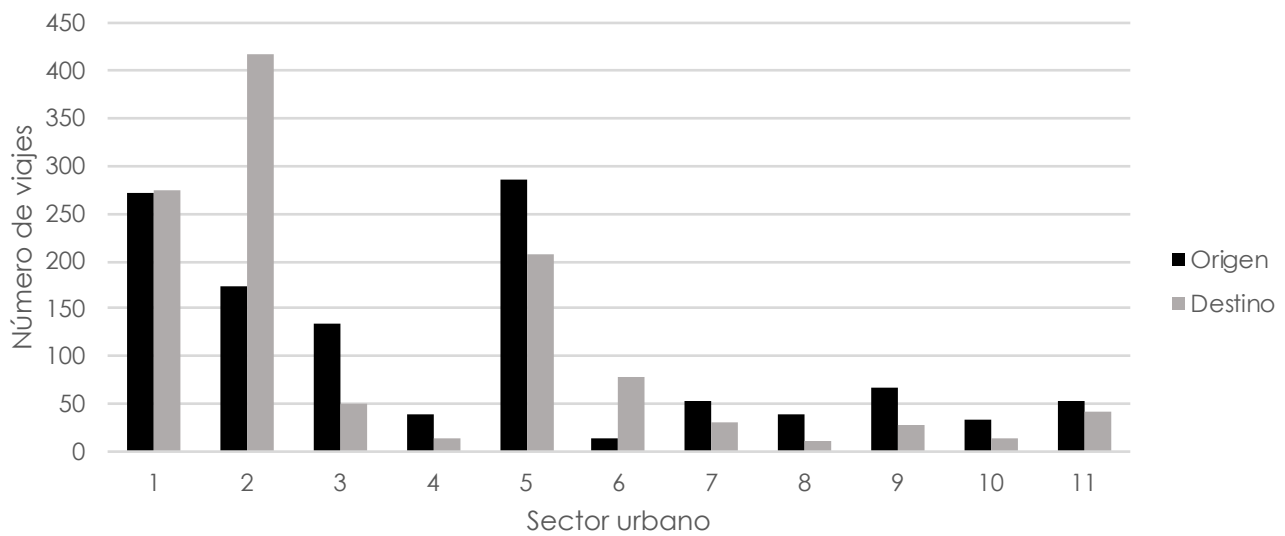


A 4.3 Distribución de viajes origen-destino por sector urbano

A 4.3.1 Total de viajes por sector y su distribución porcentual

Distribución de viajes origen por sector urbano										
Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	Sector 11
271	174	135	39	286	13	52	40	67	34	54
23%	15%	12%	3%	25%	1%	4%	3%	6%	3%	5%

Total de viajes por Sector de Destino										
Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	Sector 11
273	418	51	14	206	78	31	10	27	14	43
23%	36%	4%	1%	18%	7%	3%	1%	2%	1%	4%



Las Matrices OD específicas se realizaron para conocer la estadística de los desplazamientos de acuerdo a:

- 1) Sexo (masculino/femenino)
- 2) Modo de transporte
- 3) Motivo de viaje
- 4) Tiempo de desplazamiento

Para ello se agregó a la matriz OD original un menú de opción dinámica que mostraba los resultados de acuerdo a la opción seleccionada.

A 4.4 Distribución de viajes origen-destino por sector urbano según el sexo

A 4.4.1 Ejemplo de matriz específica

		Sectores Destino											V(G)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Sectores Origen	1	45	48	4	2	27	4	6	0	4	2	6	148
	2	19	44	8	1	8	4	1	2	3	1	2	93
	3	19	34	6	0	10	7	2	0	0	0	1	79
	4	2	11	0	1	4	1	0	0	1	1	0	21
	5	31	37	7	2	43	10	7	3	6	2	2	150
	6	4	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6
	7	4	7	0	1	7	3	1	0	0	0	0	23
	8	3	11	0	0	4	0	0	1	3	0	4	26
	9	12	17	0	0	5	1	1	0	1	0	0	37
	10	2	14	1	0	1	1	0	0	0	0	1	20
	11	7	11	0	1	1	1	0	1	1	0	12	35
V(D)		148	235	26	8	110	33	18	7	19	6	28	638
													638

Clave	Sexo
1	Hombres
2	Mujeres

Indicador
2 SEXO

A 4.4.2 Total de viajes origen-destino por sector urbano según sexo

Sexo	Sector 1		Sector 2		Sector 3		Sector 4		Sector 5		Sector 6		Sector 7		Sector 8		Sector 9		Sector 10		Sector 11	
	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D
Hombres	122	124	79	178	57	25	18	6	134	95	7	45	29	13	14	3	26	7	14	8	19	15
Mujeres	148	148	93	235	79	26	21	8	150	110	6	33	23	18	26	7	37	19	20	6	35	28



A 4.5 Distribución de viajes origen-destino por modo de transporte

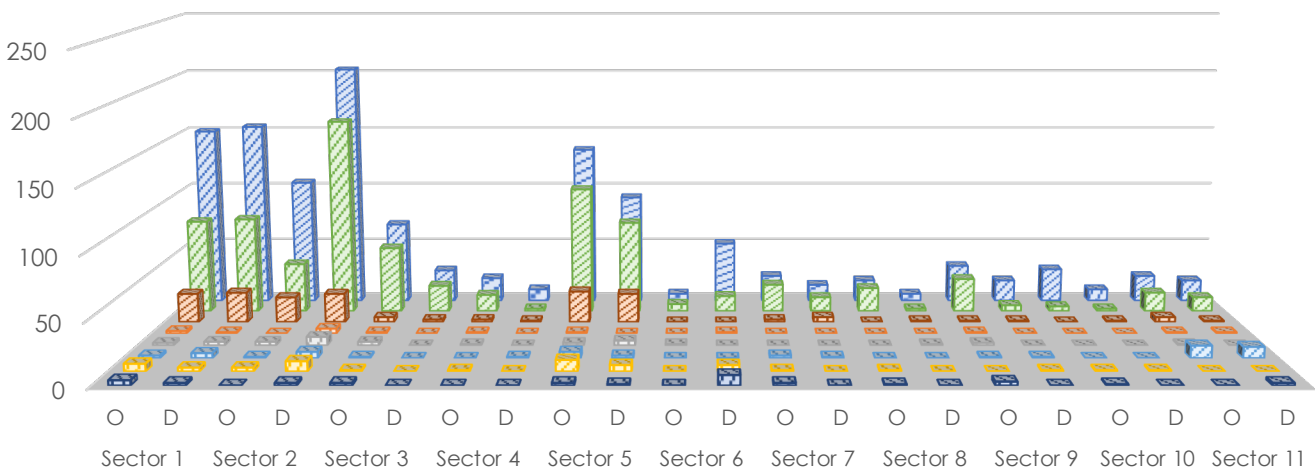
A 4.5.1 Ejemplo de matriz específica

		Sectores destino											V(G)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Sector de origen	1	10	40	4	2	15	0	1	0	2	2	2	78
	2	15	5	8	0	6	1	2	1	1	0	2	41
	3	9	28	1	0	13	4	0	0	0	0	0	55
	4	5	7	0	0	1	1	0	0	0	0	0	14
	5	23	35	7	0	25	5	9	1	1	0	0	106
	6	2	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	6
	7	3	10	0	0	9	1	0	0	0	0	0	23
	8	3	9	0	0	4	0	0	0	1	0	3	20
	9	7	19	0	0	2	0	0	0	0	0	0	28
	10	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	11	3	8	0	0	0	0	0	0	0	0	5	16
V(D)		80	164	22	2	77	13	12	2	5	2	12	391
													391

Menú opciones	
1	Automóvil
2	Motocicleta
3	Bicicleta
4	Uber
5	Taxi
6	Camión de pasajeros
7	Transporte de personal
8	Caminando
6 Modo opción	

A 4.5.2 Total de viajes origen-destino por sector urbano según modo de transporte

Porcentajes de distribución de viajes O-D entre sectores, por modo de transporte																						
Modo	Sector 1		Sector 2		Sector 3		Sector 4		Sector 5		Sector 6		Sector 7		Sector 8		Sector 9		Sector 10		Sector 11	
	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D
Automóvil	150	154	105	204	68	27	20	10	134	92	6	51	22	14	18	6	31	18	28	10	22	18
Motocicleta	2	1	0	4	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
Bicicleta	2	3	3	7	3	0	1	0	2	4	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	0
Uber	6	3	3	8	1	0	1	0	9	5	0	5	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0
Taxi	2	4	1	5	1	0	0	1	5	2	0	0	2	1	0	0	1	1	0	0	10	9
Camión de pasajeros	78	80	41	164	55	22	14	2	106	77	6	13	23	12	20	2	28	5	4	2	16	12
Transporte de personal	4	2	0	2	2	0	0	0	2	1	0	8	2	0	1	0	3	0	1	0	0	2
Caminando	24	25	21	24	4	2	2	1	26	24	0	0	2	4	0	1	1	1	0	1	4	1



- Transporte de personal
- Uber
- Taxi
- Bicicleta
- Motocicleta
- Caminando
- Camión de pasajeros
- Automóvil

A 4.6 Distribución de viajes origen-destino por modo y por tiempo de recorrido

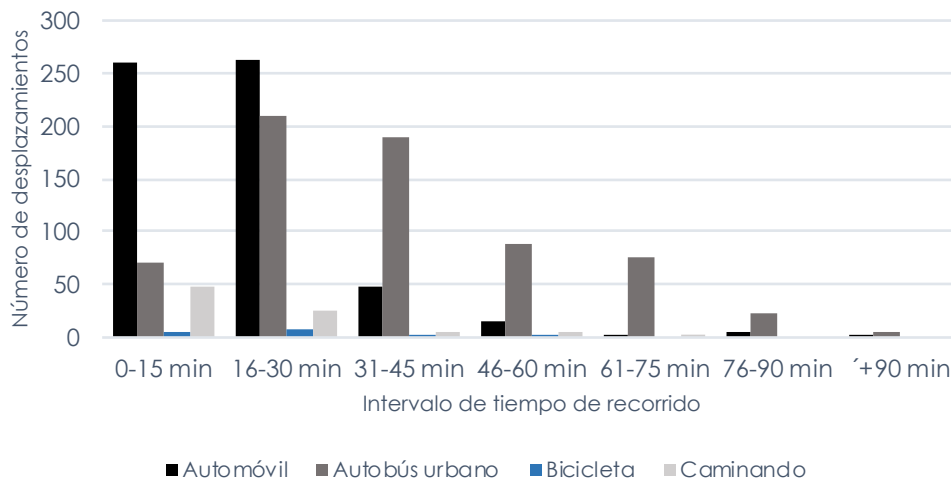
A 4.6.1 Ejemplo de matriz específica

		Sectores destino											V(G)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Sectores de origen	1	30	33	2	0	12	1	2	0	0	0	1	81
	2	19	35	2	0	4	1	0	0	1	3	0	65
	3	7	11	2	0	1	0	0	0	0	0	0	21
	4	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
	5	14	12	0	0	19	2	0	1	1	1	0	50
	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	7	2	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	5
	8	0	1	0	0	0	0	0	1	2	0	0	4
	9	1	1	0	0	3	0	1	1	0	0	0	7
	10	1	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
	11	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	4	9
V(D)		80	106	6	1	40	5	4	3	6	4	5	260
												260	

MODO	
1	Automóvil
2	Motocicleta
3	Bicicleta
4	Uber
5	Taxi
6	Camión de pasajeros
7	Transporte de personal
8	Caminando

1	MODO
1	TIEMPO

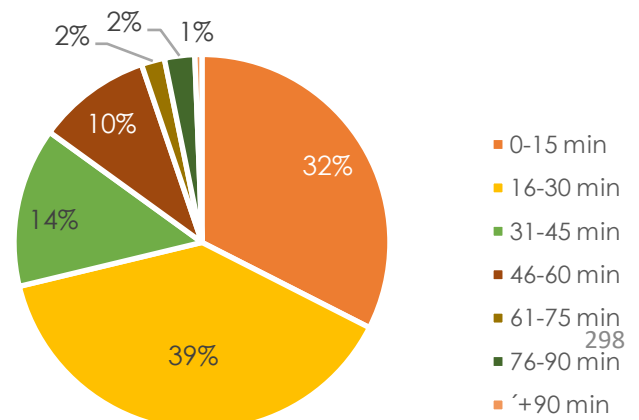
TIEMPO	
Clave	Minutos
1	0-15 min
2	16-30 min
3	31-45 min
4	46-60 min
5	61-75 min
6	76-90 min
7	+90 min



A 4.6.2 Total de viajes origen-destino por sector urbano según tiempo de recorrido

	Sector 1		Sector 2		Sector 3		Sector 4		Sector 5		Sector 6		Sector 7		Sector 8		Sector 9		Sector 10		Sector 11	
	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D
0-15 min	121	112	90	146	29	9	4	2	74	65	2	9	9	6	5	3	8	8	16	4	16	10
16-30 min	96	105	54	142	66	27	18	6	124	78	4	32	16	13	11	4	27	12	13	8	17	19
31-45 min	24	28	15	59	22	8	7	2	48	26	5	22	8	5	9	0	11	3	2	1	7	4
46-60 min	19	18	7	41	11	4	8	1	27	28	1	8	11	5	8	0	13	2	1	0	7	6
61-75 min	2	2	3	10	1	0	0	0	7	3	0	0	5	2	2	3	2	0	1	1	0	2
76-90 min	3	4	4	13	5	2	0	1	4	4	1	5	3	0	4	0	3	0	1	0	2	1
+90 min	0	0	0	5	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	4	0

TIEMPO			
Clave	Minutos	Total de viajes	%
1	0-15 min	374	32%
2	16-30 min	446	39%
3	31-45 min	158	14%
4	46-60 min	113	10%
5	61-75 min	23	2%
6	76-90 min	30	3%
7	+90 min	7	1%

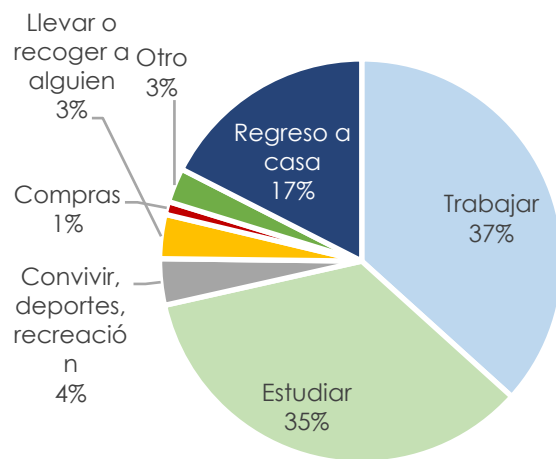


A 4.7 Distribución de viajes origen-destino por motivo

A 4.7.1 Ejemplo de matriz específica

		Sector destino											V(G)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Sector de origen	1	22	42	3	0	8	13	1	0	2	4	3	98
	2	17	36	3	1	4	8	0	0	0	4	1	74
	3	18	25	4	0	3	11	1	0	1	0	1	64
	4	1	9	1	1	3	2	0	0	0	0	0	17
	5	12	32	1	1	6	16	2	1	1	2	2	76
	6	2	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	6
	7	3	2	0	2	3	8	0	0	1	0	0	19
	8	3	8	0	0	1	2	0	0	2	1	1	18
	9	8	10	0	0	0	4	1	0	0	0	0	23
	10	4	10	0	0	1	2	0	0	0	0	1	18
	11	2	1	0	1	0	1	0	1	0	0	7	13
V(D)	92	177	12	6	30	68	5	2	7	11	16	426	
												426	

MOTIVO	
1	Trabajar
2	Estudiar
3	Convivir, deportes, recreación
4	Llevar o recoger a alguien
5	Compras
6	Otro
7	Regreso a casa



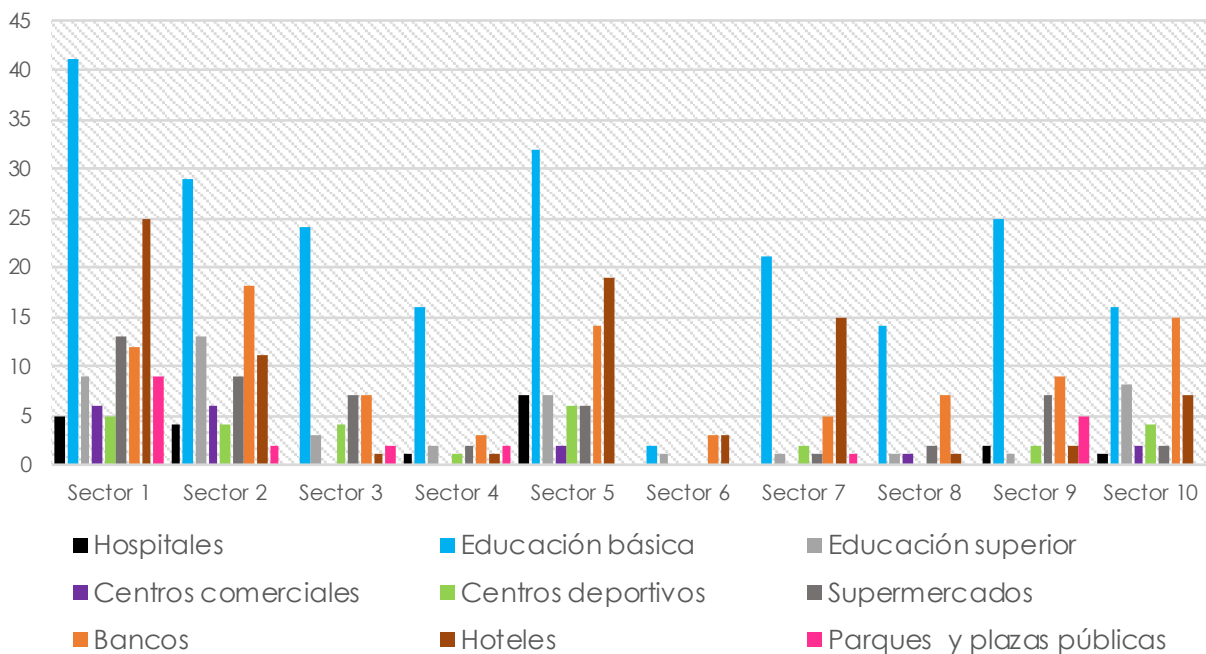
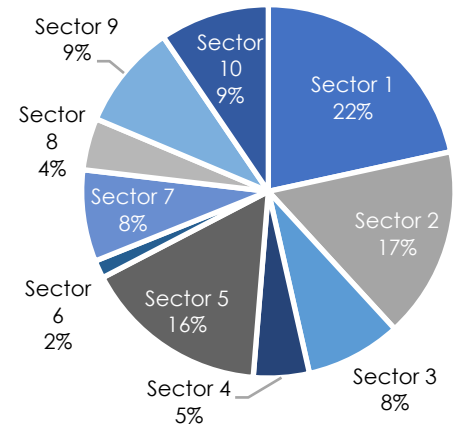
A 4.7.2 Total de viajes origen-destino por sector urbano según tiempo de recorrido

Sector	Trabajar		Estudiar		Convivir, deportes, recreación		Llevar o recoger a alguien		Compras		Otro		Regreso a casa	
	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D
1	98	92	74	89	10	19	14	11	2	7	8	10	63	43
2	74	177	38	186	9	14	6	14	4	3	4	7	39	17
3	64	12	52	4	5	2	4	2	1	2	2	2	7	27
4	17	6	18	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	8
5	76	30	96	100	11	5	6	7	3	0	8	7	84	56
6	6	68	6	3	0	2	0	0	0	0	1	0	0	5
7	19	5	25	1	0	0	3	2	0	0	2	1	3	22
8	18	2	17	0	3	0	1	1	0	0	0	0	1	7
9	23	7	37	3	1	0	1	1	1	0	2	4	2	11
10	18	11	10	0	1	1	3	1	0	0	0	0	2	1
11	13	16	31	18	1	0	2	2	1	0	4	1	2	6
Total	426	426	404	404	43	43	41	41	12	12	32	32	203	203

ANEXO 5. EQUIPAMIENTO POR SECTOR URBANO

Para determinar la causalidad de la concentración de viajes destino en ciertas áreas de la ciudad, se realizó un análisis de la infraestructura disponible en cada sector urbano de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí. Los resultados fueron los siguientes:

	Hospitales	Educación básica	Educación superior	Centros comerciales	Centros deportivos	Supermercados (gran escala)	Bancos	Hoteles	Parques y plazas públicas	Totales	Porcentajes
Sector 1	5	41	9	6	5	13	12	25	9	125	22%
Sector 2	4	29	13	6	4	9	18	11	2	96	17%
Sector 3	0	24	3	0	4	7	7	1	2	48	8%
Sector 4	1	16	2	0	1	2	3	1	2	28	5%
Sector 5	7	32	7	2	6	6	14	19	0	93	16%
Sector 6	0	2	1	0	0	0	3	3	0	9	2%
Sector 7	0	21	1	0	2	1	5	15	1	46	8%
Sector 8	0	14	1	1	0	2	7	1	0	26	4%
Sector 9	2	25	1	0	2	7	9	2	5	53	9%
Sector 10	1	16	8	2	4	2	15	7	0	55	9%
Total	20	220	46	17	28	49	93	85	21	579	100%



ANEXO 6. MODELO DE EMISIONES

A 6.1 Factores de emisión

A 6.1.1 Automóvil y taxi

Automóvil y taxi						
Año-modelo	CO (g/km)	Nox (g/km)	SO2 (g/km)	PM10(g/km)	PM2.5 (g/km)	COVs (g/km)
2000 y anteriores	21.746	3.476	0.044	0.0636	0.0562	4.52
2001	22.551	4.130	0.045	0.0259	0.0229	2.47
2002	22.758	4.540	0.044	0.0255	0.0226	2.41
2003	21.439	4.065	0.044	0.0252	0.0222	2.17
2004	16.501	4.121	0.044	0.0156	0.0138	1.56
2005	19.281	3.774	0.044	0.0154	0.0136	1.61
2006	14.763	3.841	0.044	0.0152	0.0134	1.41
2007	12.259	2.745	0.044	0.0054	0.0047	1.29
2008	12.915	2.708	0.043	0.0053	0.0047	1.28
2009	10.019	2.117	0.043	0.0040	0.0035	1.01
2010	5.545	1.915	0.043	0.0039	0.0035	0.92
2011	4.894	1.508	0.044	0.0033	0.0029	0.78
2012	4.842	1.384	0.043	0.0033	0.0029	0.74
2013	3.089	0.222	0.043	0.0028	0.0025	0.58
2014	3.063	0.220	0.042	0.0027	0.0024	0.57
2015	1.604	0.125	0.042	0.0021	0.0019	0.49
2016	1.592	0.124	0.041	0.0021	0.0019	0.48
2017	1.097	0.089	0.041	0.0021	0.0019	0.47
2018	1.104	0.090	0.040	0.0021	0.0019	0.46

A 6.1.2 Motocicleta

Motocicleta						
Año-modelo	CO (g/km)	Nox (g/km)	SO2 (g/km)	PM10(g/km)	PM2.5 (g/km)	COVs (g/km)
2000 y anteriores	19.11	0.55	0.04	0.017	0.015	29.94
2001	27.46	0.69	0.04	0.018	0.016	2.60
2002	27.46	0.69	0.04	0.018	0.016	2.58
2003	27.45	0.69	0.04	0.018	0.016	2.56
2004	19.99	0.57	0.04	0.016	0.014	2.00
2005	19.99	0.57	0.04	0.016	0.014	1.98
2006	19.98	0.57	0.04	0.016	0.014	1.95
2007	19.98	0.56	0.04	0.016	0.014	1.93
2008	12.79	0.53	0.04	0.016	0.014	1.47
2009	12.78	0.53	0.04	0.016	0.014	1.40
2010	12.77	0.53	0.04	0.016	0.014	1.38
2011	12.76	0.53	0.04	0.016	0.014	1.36
2012	12.75	0.53	0.04	0.016	0.014	1.34
2013	12.73	0.53	0.04	0.016	0.014	1.29
2014	12.72	0.53	0.04	0.016	0.014	1.27
2015	12.70	0.53	0.04	0.016	0.014	1.24
2016	12.69	0.53	0.04	0.016	0.014	1.21
2017	12.67	0.53	0.04	0.016	0.014	1.18
2018	12.64	0.53	0.04	0.016	0.014	1.13

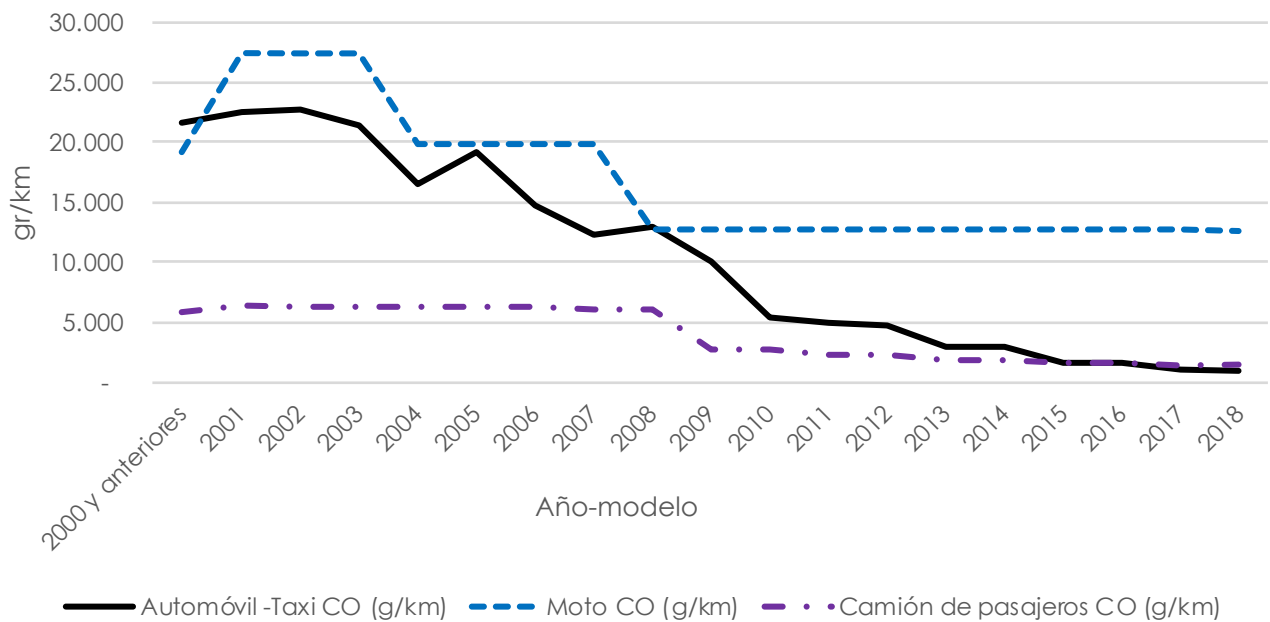
A 6.1.3 Camión de pasajeros

Camión de pasajeros						
Año-modelo	CO (g/km)	Nox (g/km)	SO2 (g/km)	PM10(g/km)	PM2.5 (g/km)	COVs (g/km)
2000 y anteriores	5.88	16.63	0.2570	1.28	1.18	1.02
2001	6.43	11.20	0.2719	0.67	0.61	1.02
2002	6.40	11.20	0.2718	0.66	0.61	1.02
2003	6.36	11.20	0.2716	0.66	0.61	1.01
2004	6.33	11.20	0.2715	0.66	0.61	1.01
2005	6.29	11.20	0.2714	0.66	0.61	1.01
2006	6.26	11.20	0.2715	0.67	0.61	1.01
2007	6.15	11.19	0.2522	2.90	2.67	0.49
2008	6.12	11.19	0.2521	2.90	2.67	0.49
2009	2.70	5.00	0.2520	2.36	2.18	0.31
2010	2.67	5.00	0.2518	2.37	2.18	0.31
2011	2.33	5.00	0.2519	2.16	1.99	0.26
2012	2.31	5.00	0.2518	2.16	1.99	0.26
2013	1.97	5.00	0.2517	1.96	1.80	0.22
2014	1.95	4.98	0.2430	1.96	1.80	0.21
2015	1.58	4.98	0.2431	1.74	1.60	0.16
2016	1.56	4.98	0.2430	1.74	1.60	0.16
2017	1.54	4.98	0.2354	1.74	1.60	0.16
2018	1.51	4.98	0.2353	1.74	1.60	0.16

A 6.2 Factores de emisión, según tipo de contaminante

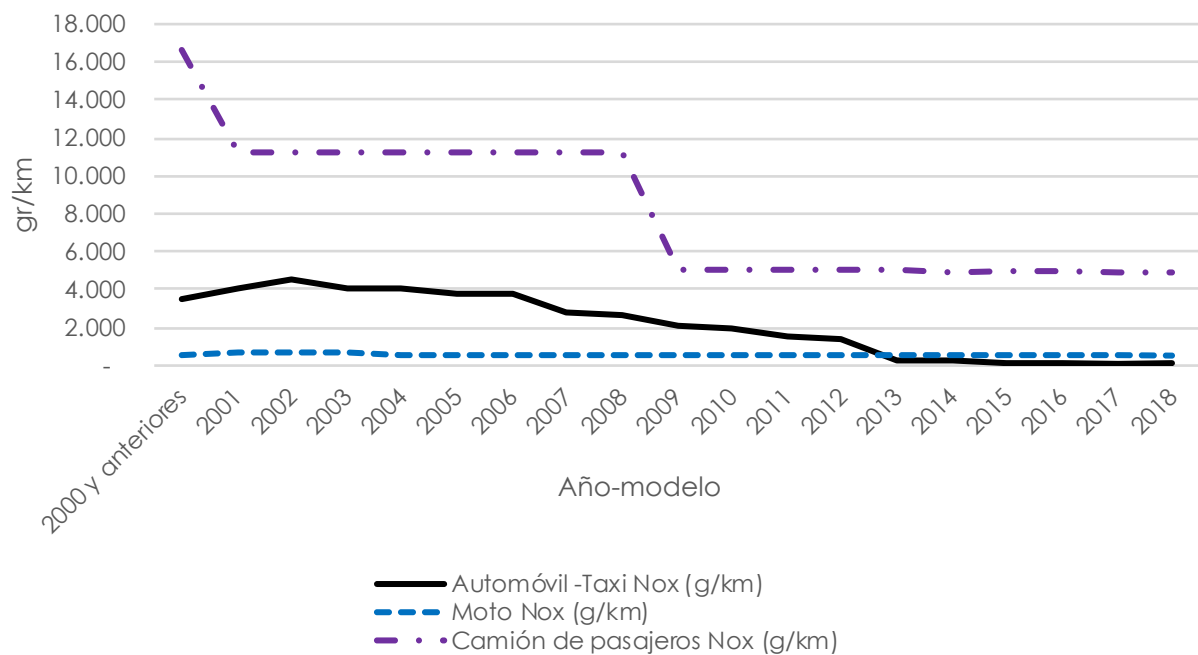
A 6.2.1 Monóxido de carbono (CO)

Año-modelo	Automóvil -Taxi CO (g/km)	Moto CO (g/km)	Camión de pasajeros CO (g/km)
2000 y anteriores	21.746	19.11	5.88
2001	22.551	27.46	6.43
2002	22.758	27.46	6.40
2003	21.439	27.45	6.36
2004	16.501	19.99	6.33
2005	19.281	19.99	6.29
2006	14.763	19.98	6.26
2007	12.259	19.98	6.15
2008	12.915	12.79	6.12
2009	10.019	12.78	2.70
2010	5.545	12.77	2.67
2011	4.894	12.76	2.33
2012	4.842	12.75	2.31
2013	3.089	12.73	1.97
2014	3.063	12.72	1.95
2015	1.604	12.70	1.58
2016	1.592	12.69	1.56
2017	1.097	12.67	1.54
2018	1.104	12.64	1.51



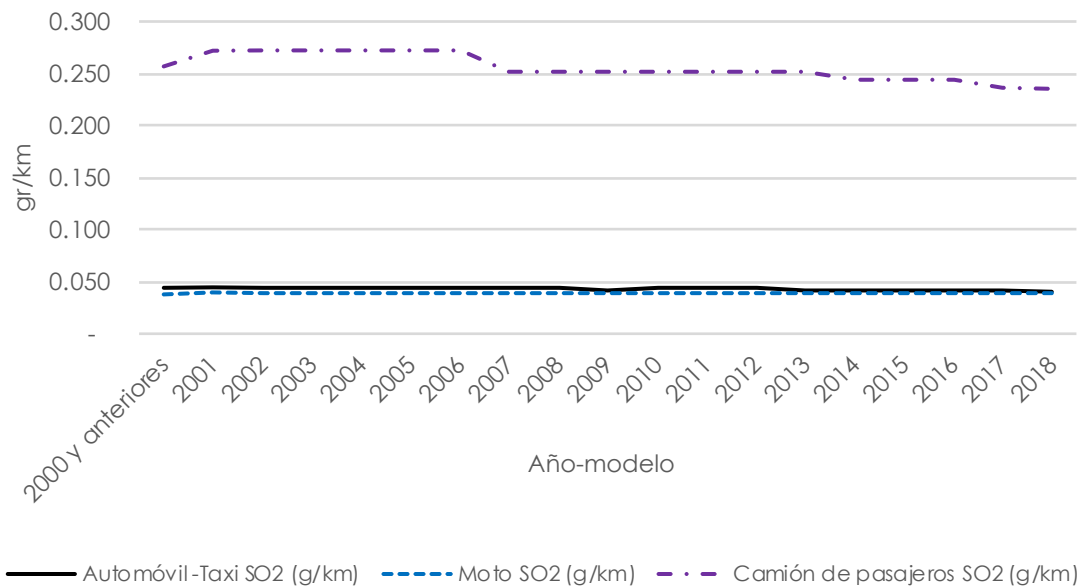
A 6.2.2 Óxidos de nitrógeno (No_x)

Año-modelo	Automóvil - Taxi Nox (g/km)	Moto Nox (g/km)	Camión de pasajeros Nox (g/km)
2000 y anteriores	3.476	0.55	16.63
2001	4.130	0.69	11.20
2002	4.540	0.69	11.20
2003	4.065	0.69	11.20
2004	4.121	0.57	11.20
2005	3.774	0.57	11.20
2006	3.841	0.57	11.20
2007	2.745	0.56	11.19
2008	2.708	0.53	11.19
2009	2.117	0.53	5.00
2010	1.915	0.53	5.00
2011	1.508	0.53	5.00
2012	1.384	0.53	5.00
2013	0.222	0.53	5.00
2014	0.220	0.53	4.98
2015	0.125	0.53	4.98
2016	0.124	0.53	4.98
2017	0.089	0.53	4.98
2018	0.090	0.53	4.98



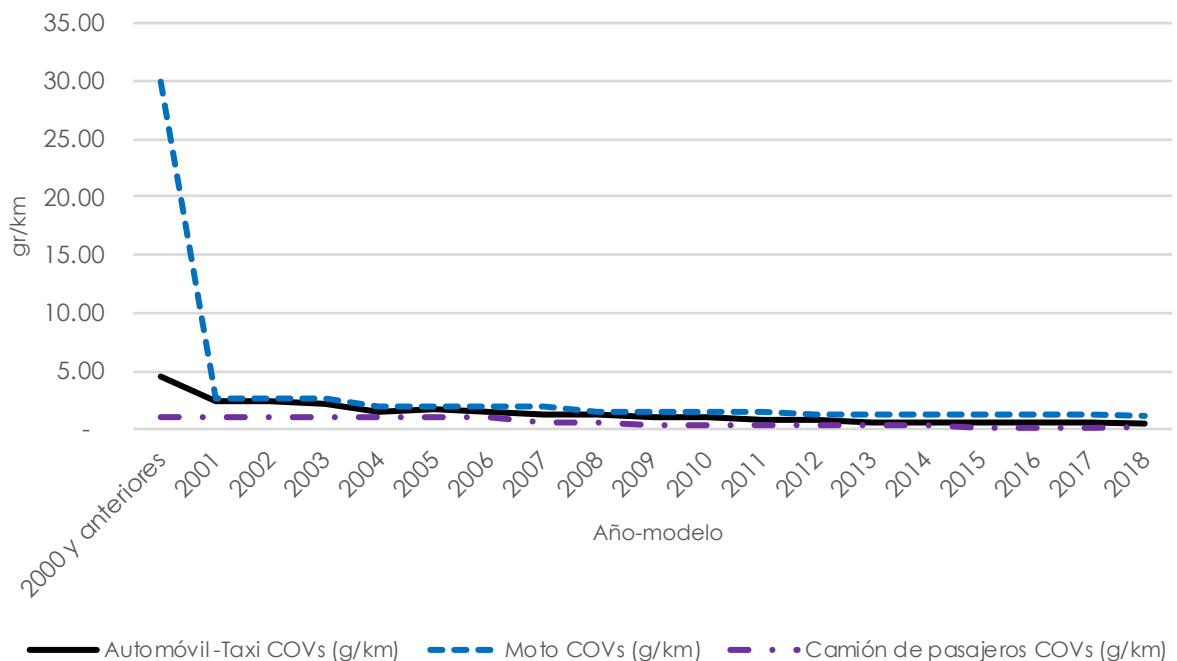
A 6.2.3 Dióxido de azufre (SO₂)

Año-modelo	Automóvil - Taxi SO ₂ (g/km)	Moto SO ₂ (g/km)	Camión de pasajeros SO ₂ (g/km)
2000 y anteriores	0.044	0.04	0.2570
2001	0.045	0.04	0.2719
2002	0.044	0.04	0.2718
2003	0.044	0.04	0.2716
2004	0.044	0.04	0.2715
2005	0.044	0.04	0.2714
2006	0.044	0.04	0.2715
2007	0.044	0.04	0.2522
2008	0.043	0.04	0.2521
2009	0.043	0.04	0.2520
2010	0.043	0.04	0.2518
2011	0.044	0.04	0.2519
2012	0.043	0.04	0.2518
2013	0.043	0.04	0.2517
2014	0.042	0.04	0.2430
2015	0.042	0.04	0.2431
2016	0.041	0.04	0.2430
2017	0.041	0.04	0.2354
2018	0.040	0.04	0.2353



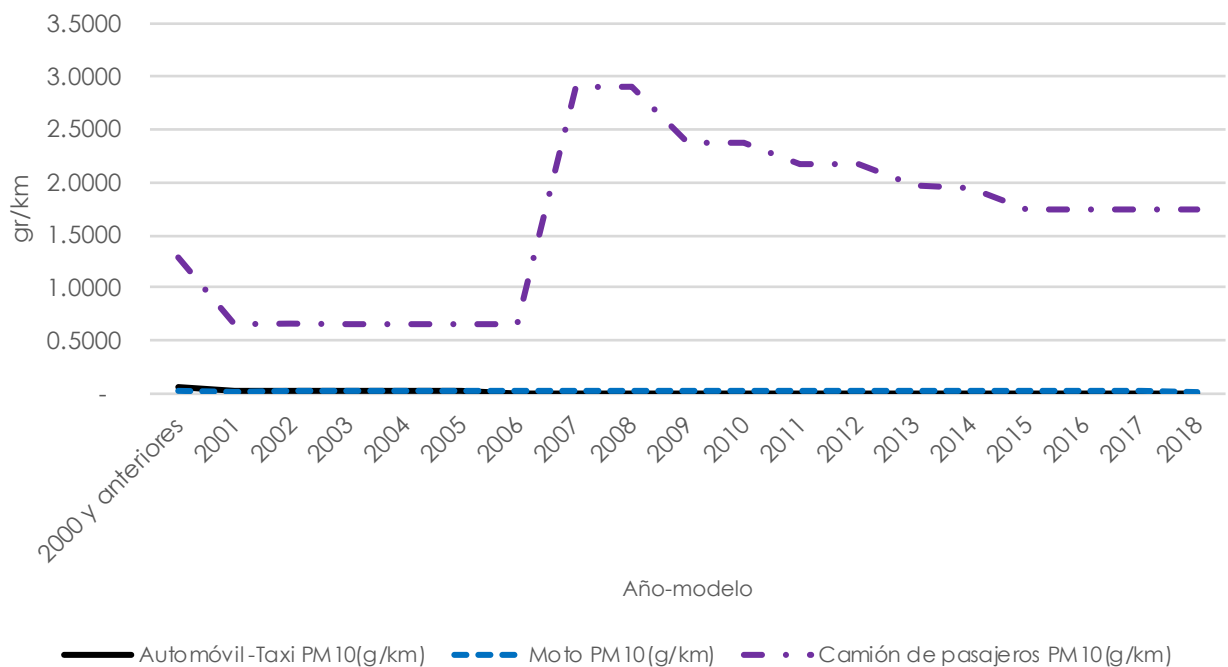
A 6.2.4 Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)

Año-modelo	Automóvil -Taxi COVs (g/km)	Moto COVs (g/km)	Camión de pasajeros COVs (g/km)
2000 y anteriores	4.52	29.94	1.02
2001	2.47	2.60	1.02
2002	2.41	2.58	1.02
2003	2.17	2.56	1.01
2004	1.56	2.00	1.01
2005	1.61	1.98	1.01
2006	1.41	1.95	1.01
2007	1.29	1.93	0.49
2008	1.28	1.47	0.49
2009	1.01	1.40	0.31
2010	0.92	1.38	0.31
2011	0.78	1.36	0.26
2012	0.74	1.34	0.26
2013	0.58	1.29	0.22
2014	0.57	1.27	0.21
2015	0.49	1.24	0.16
2016	0.48	1.21	0.16
2017	0.47	1.18	0.16
2018	0.46	1.13	0.16



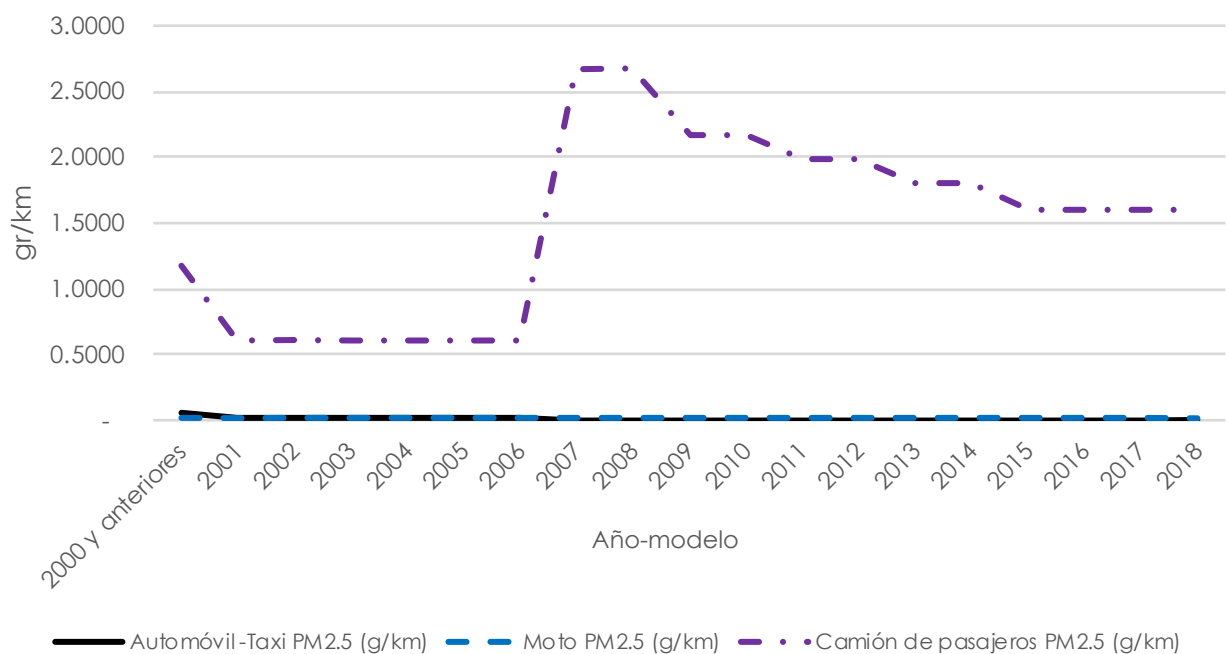
A 6.2.5 Partículas en suspensión (PM10)

Año-modelo	Automóvil - Taxi PM10(g/km)	Moto PM10(g/km)	Camión de pasajeros PM10(g/km)
2000 y anteriores	0.0636	0.017	1.28
2001	0.0259	0.018	0.67
2002	0.0255	0.018	0.66
2003	0.0252	0.018	0.66
2004	0.0156	0.016	0.66
2005	0.0154	0.016	0.66
2006	0.0152	0.016	0.67
2007	0.0054	0.016	2.90
2008	0.0053	0.016	2.90
2009	0.0040	0.016	2.36
2010	0.0039	0.016	2.37
2011	0.0033	0.016	2.16
2012	0.0033	0.016	2.16
2013	0.0028	0.016	1.96
2014	0.0027	0.016	1.96
2015	0.0021	0.016	1.74
2016	0.0021	0.016	1.74
2017	0.0021	0.016	1.74
2018	0.0021	0.016	1.74



A 6.2.6 Partículas en suspensión (PM2.5)

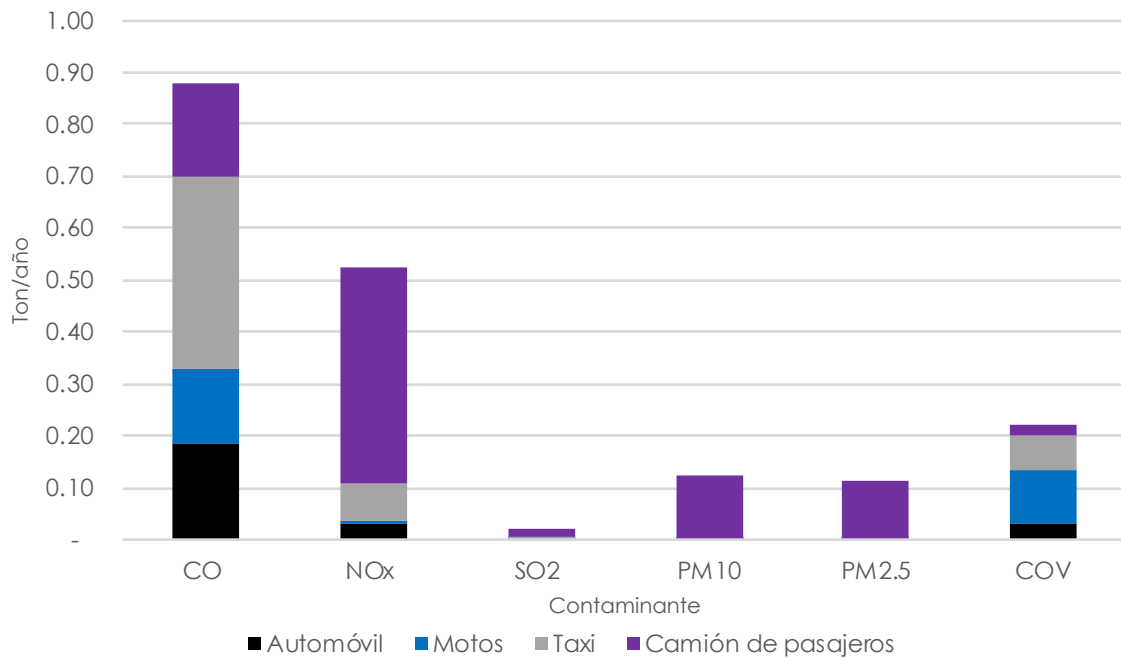
Año-modelo	Automóvil - Taxi PM2.5 (g/km)	Moto PM2.5 (g/km)	Camión de pasajeros PM2.5 (g/km)
2000 y anteriores	0.0562	0.015	1.18
2001	0.0229	0.016	0.61
2002	0.0226	0.016	0.61
2003	0.0222	0.016	0.61
2004	0.0138	0.014	0.61
2005	0.0136	0.014	0.61
2006	0.0134	0.014	0.61
2007	0.0047	0.014	2.67
2008	0.0047	0.014	2.67
2009	0.0035	0.014	2.18
2010	0.0035	0.014	2.18
2011	0.0029	0.014	1.99
2012	0.0029	0.014	1.99
2013	0.0025	0.014	1.80
2014	0.0024	0.014	1.80
2015	0.0019	0.014	1.60
2016	0.0019	0.014	1.60
2017	0.0019	0.014	1.60
2018	0.0019	0.014	1.60



A 6.3 Contaminación total según modo de transporte

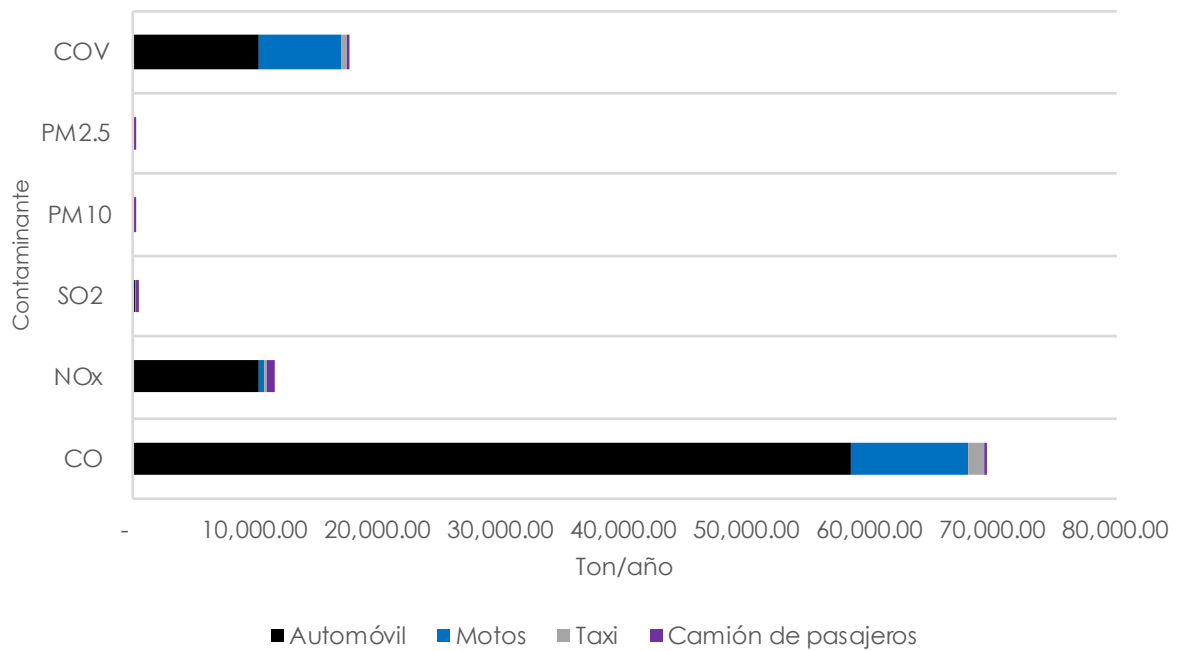
A 6.3.1 Contaminación por vehículo en circulación

	Contaminación total por unidad (Ton/año)			
	Automóvil	Motos	Taxi	Camión de pasajeros
CO	0.19	0.14	0.37	0.18
NO _x	0.03	0.00	0.07	0.42
SO ₂	0.0006	0.0003	0.0044	0.02
PM ₁₀	0.0004	0.0001	0.0003	0.12
PM _{2.5}	0.0004	0.0001	0.0003	0.11
COV	0.03	0.10	0.0667	0.02
Total	0.252	0.25	0.51	0.87

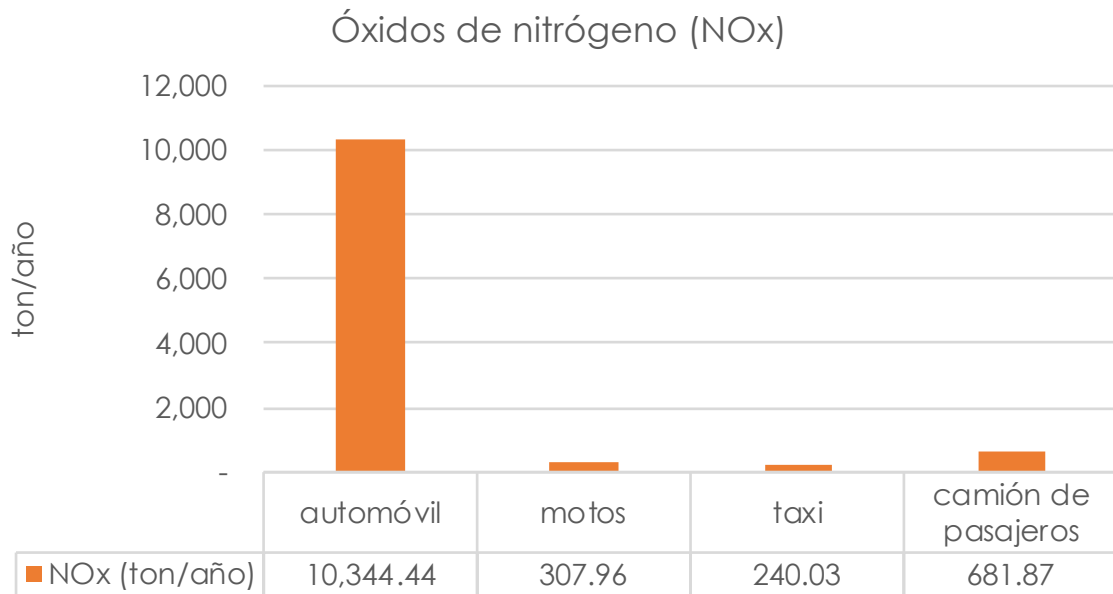
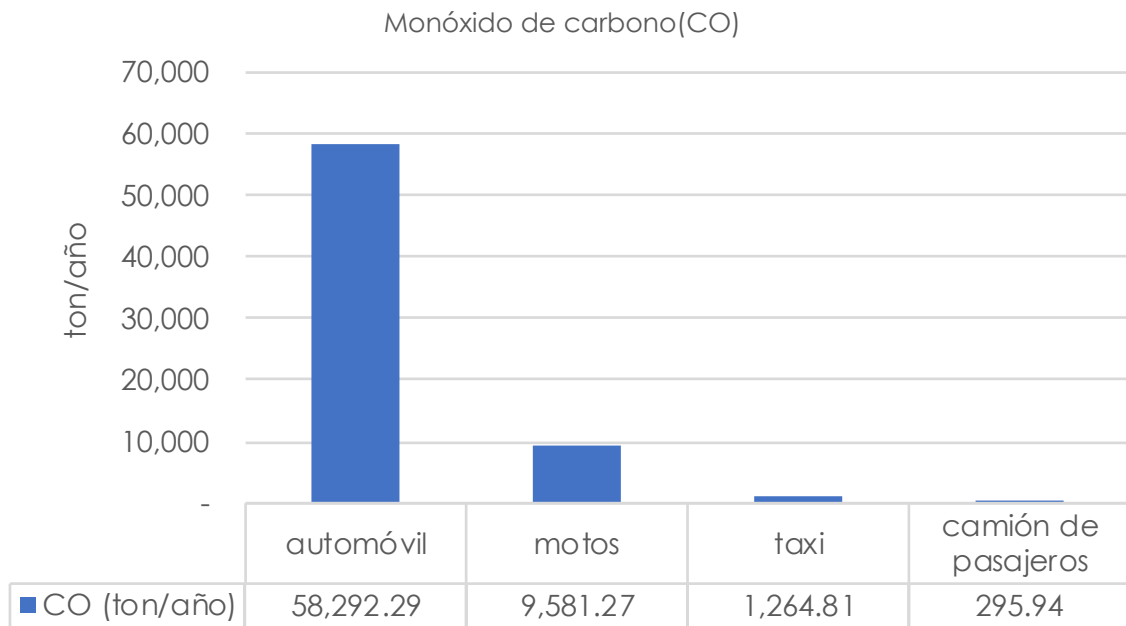


A 6.3.2 Contaminación por flota vehicular en circulación

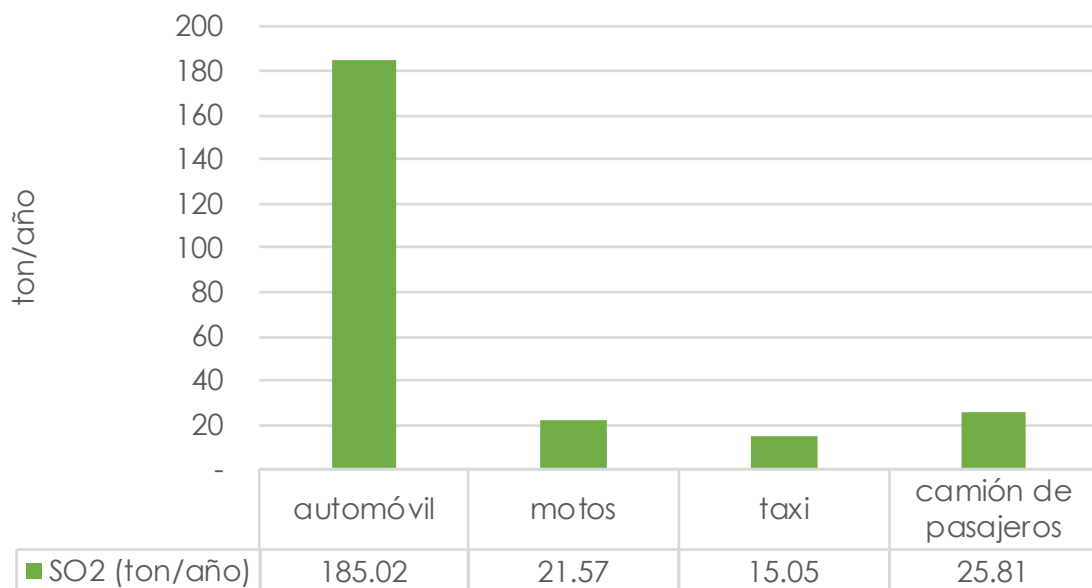
	Contaminación total por toda la flota vehicular de la ZMSLP (Ton/año)			
	Automóvil	Motos	Taxi	Camión de pasajeros
CO	58,292.29	9,581.27	1,264.81	295.94
NO _x	10,344.44	307.96	240.03	681.87
SO ₂	185.02	21.57	15.05	25.81
PM ₁₀	124.75	9.34	1.03	201.49
PM _{2.5}	110.35	8.26	0.91	185.38
COV	10,141.99	6,922.44	228.16	35.49
Total	79,198.83	16,850.85	1,749.97	1,425.98



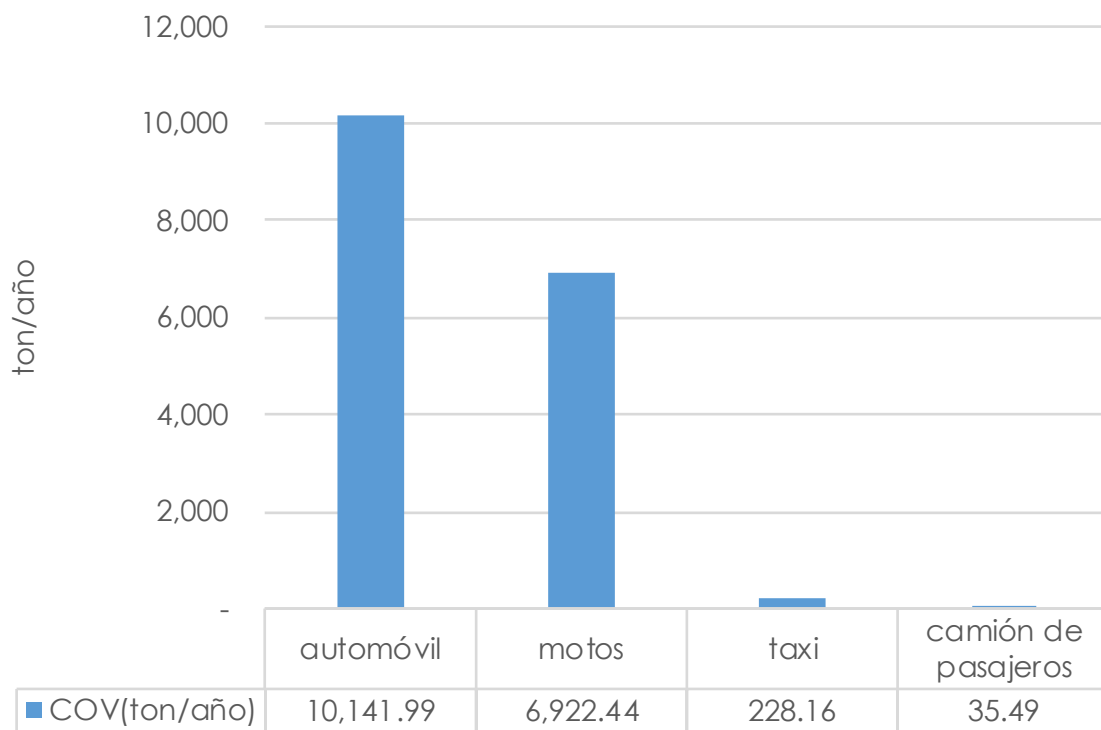
A 6.3.3 Gráficas de volúmenes de emisión por flota vehicular en circulación, según tipo de contaminante



Dióxido de azufre (SO2)



Compuestos orgánicos volátiles (COVs)



Partículas en suspensión (PM10 y PM2.5)

