Estudio del Sistema Integral de Movilidad Sustentable para el Valle de Toluca

Diciembre de 2014

centro mario molina

CENTRO MARIO MOLINA PARA ESTUDIOS ESTRATÉGICOS
SOBRE ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE A.C.

Dr. Mario Molina
Presidente

Dr. Juan Carlos Belausteguigoitia
Director Ejecutivo

M.P.P. Guillermo Velasco
Coordinador de Programas

INTEGRANTES DEL PROYECTO

Lic. Julieta Leo Lozano
Líder de Proyecto

Biól. Agustín de la Rosa Segura

Mtro. Josué Israel Ríos Martínez

Lic. Mariana Gutiérrez Grados

Ing. Raúl Alejandro Ordoñez

Mtra. Saira Araceli Vilchis Jiménez

ASESOR

Mtro. Salvador Herrera Montes

Diciembre de 2014

Prolongación Paseo de los Laureles 458 Despacho 406,
Col. Bosques de las Lomas, Cuajimalpa, C.P. 05120, México, D.F.
Teléfonos: (52 55) 91 77 16 70

El Centro Mario Molina agradece a las siguientes organizaciones que amablemente colaboraron con su asesoría, tiempo y experiencia en la elaboración de este estudio:

Secretaría de Desarrollo Urbano, Territorial y Agrario (SEDATU), Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT); Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Transporte (Movilidad), Secretaría de Comunicaciones, Secretaría de Desarrollo Urbano, e Instituto del Transporte del Gobierno del Estado de México; Ayuntamiento de Toluca de Lerdo, Ayuntamiento de Metepec, Ayuntamiento de Zinacantepec, Ayuntamiento de San Mateo Atenco, Ayuntamiento de Lerma de Villada, Ayuntamiento de Otzolotepec, Ayuntamiento de Xonacatlán, Ayuntamiento de Ocoyoacac, Ayuntamiento de Calimaya, Ayuntamiento de Mexicaltzingo, Ayuntamiento de Almoloya de Juárez, Ayuntamiento de Temoaya, Instituto Municipal de Planeación del Ayuntamiento de Toluca, UAEM, Centro Eure, Fundación Tláloc, CTS-Embarq México, Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP), Metrobús Toluca Ya, Bicionarias, Centro de Colaboración Cívica, Rombo Amarillo, Bicitekas, Cruzada por la Seguridad Vial, ALG e INDRA.

CONTENIDO

I INTRODUCCIÓN 16

II OBJETIVO DEL PROYECTO 19

III METODOLOGÍA 20

III.1 Fase exploratoria y de consulta 20

III.2 Fase constructiva y de generación de información 20

III.3 Fase de análisis y reflexión 21

III.4 Fase propositiva 21

IV MARCO CONCEPTUAL 22

IV.1 Proceso de metropolización 22

IV.2 Patrones de movilidad 24

V DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO 28

VI CONTEXTO URBANO REGIONAL DE LA ZONA METROPOLITANA DE TOLUCA 34

VI.1 Contexto urbano regional y su dinámica megalopolitana 34

VI.2 Crecimiento histórico 40

VI.3 Estructura poblacional 45

VI.4 Proyección del crecimiento poblacional 52

VI.5 Densidad demográfica 55

VI.6 Localización del empleo y la vivienda 57

VI.7 Organización socio-espacial 59

VI.8 Usos de suelo y actividades económicas 62

VI.8.1 Usos del suelo 62

VI.8.2 Uso del suelo urbano 67

VI.9 Actividad económica 70

VII EL EJE MOVILIDAD EN LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN 83

VIII GESTIÓN Y ACTORES RELEVANTES EN TEMAS DE MOVILIDAD Y MEDIO AMBIENTE 88

VIII.1 Acciones y convenios metropolitanos 88

VIII.2 Análisis del marco para el financiamiento de proyectos en materia de movilidad 89

VIII.2.1 Marco para el financiamiento a la movilidad urbana 90

VIII.2.2 Fondo Metropolitano 92

VIII.2.3 Fondo Nacional de Infraestructura 92

VIII.2.4 Programa de Apoyo Federal al Transporte Masivo PROTRAM 92

VIII.2.5 Tipos de Financiamiento 93
VIII.3 Análisis de actores 95
VIII.4 Entrevistas a funcionarios municipales 111
VIII.5 Consulta con técnicos especialistas y tomadores de decisión 123
VIII.6 Taller para la identificación de escenarios y diseño de una estructura consensuada de movilidad para la zona urbana del Valle de Toluca 125

IX DIAGNÓSTICO DE MOVILIDAD 131
IX.1 Estructura de la Red Vial en la ZMT 131
IX.2 Morfología urbana 133
IX.3 Clasificación funcional de las vialidades 137
IX.4 Velocidades de operación de la red vial 170
IX.5 Congestionamiento y accidentabilidad vial 172
IX.6 Estructura de la red de transporte público 174
IX.6.1 Rutas de transporte urbano 178
IX.6.2 Rutas de transporte suburbanas 178
IX.6.3 Tipología de rutas 181
IX.6.4 Rutas por ejes estructuradores 193
IX.6.5 Disponibilidad de transporte público 212
IX.6.6 Operación del servicio de transporte público 214
IX.6.7 Infraestructura de transporte público 218
IX.7 Generación y atracción de viajes intermunicipales 225
IX.8 Volúmenes de demanda de transporte público 229
IX.9 Demanda y líneas de deseo 230
IX.9.1 Líneas de deseo por colonia 231
IX.9.2 Líneas de deseo municipales 235
IX.9.3 Líneas de deseo por macrozonas 244
IX.10 Factibilidad para la creación infraestructura peatonal y ciclista, restricción vehicular y peatonalización de calles 249
IX.11 Flota vehicular 258
IX.11.1 Tendencias de crecimiento 258
IX.11.2 Índice de motorización 262
IX.11.3 Caracterización ambiental de la flota vehicular de transporte público 263
IX.11.4 Edad de la flota vehicular de transporte público 266

X CALIDAD DEL AIRE 268
X.1 Sistema de Monitoreo de la calidad del aire en la ZMT 268

X.2 Tendencias de la calidad del aire 273

XI GENERACIÓN DE INFORMACIÓN DE CAMPO 280

XI.1 Encuesta de percepción de movilidad y pautas de comportamiento 280
XI.1.1 Diseño conceptual 281
XI.1.2 Diseño muestral 288
XI.1.3 Trabajo de campo 296
XI.1.4 Principales resultados 303
XI.2 Análisis de la movilidad en sitio 348
XI.2.1 Recorridos a pie 348
XI.2.2 Recorridos en transporte público 353
XI.2.3 Recorrido en automóvil 358
XI.2.4 Principales problemáticas identificadas 359
XI.3 Aforos 360
XI.3.1 Transporte público concesionado 362
XI.3.2 Vehículos privados 363
XI.3.3 Velocidades en la ZBE-Toluca 366
XI.3.4 Patrones de movilidad principales 368
XI.3.5 Análisis de personas que transitan por la zona 375
XI.3.6 Reparto modal de la zona centro de Toluca 376

XII ESTRATEGIAS DE MOVILIDAD SUSTENTABLE PARA LA ZONA METROPOLITANA DE TOLUCA 377

XII.1 Bases y estructura de las estrategias propuestas 377
XII.2 Estrategia de movilidad 382
XII.3 Impacto ambiental por cambio a sistemas BRT en los corredores estructuradores 428

XIII REFLEXIONES FINALES 437

XIV ANEXOS 441

XV BIBLIOGRAFÍA 454

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla V.1: Aproximaciones a la zona de estudio 31
Tabla VI.1: Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) y factor de ocupación por tipo de vehículo en puntos de acceso carretero al Distrito Federal 37
Tabla VI.2: Viajes en los principales corredores carreteros de acceso al Distrito Federal, 2013 38
Tabla VI.3: Autorización de conjuntos habitacionales en el Valle de Toluca 44

Tabla VI.4: Población total en la zona metropolitana y zona urbana de Toluca, 2000-2010 45
Tabla VI.5: Distribución porcentual de la población por municipio la zona urbana 2010 47
Tabla VI.6: Población de la zona urbana por género, 2000 y 2010 50
Tabla VI.7: Tasas de crecimiento media anual a nivel municipal, 2010-2025 52
Tabla VI.8: Uso del suelo y vegetación, 2011 63
Tabla VI.9: Uso de suelo y vegetación 1976-2011 65
Tabla VI.10: Uso de suelo y vegetación 2011 - 2025 65
Tabla VI.11: Mayores participaciones en la industria manufacturera en la Megalópolis, 2009 71
Tabla VI.12: Mayores participaciones en el comercio en la Megalópolis, 2009 75
Tabla VII.1: Instrumentos de planeación analizados 83
Tabla VII.2: Líneas de acción enfocadas a mejorar la movilidad 85
Tabla VIII.1: Fondos derivados del Ramo 33 que se vinculan con la movilidad 91
Tabla VIII.2: Agrupación de actores clave en distintos contextos y escalas 95
Tabla VIII.3: Matriz de evaluación de actores 97
Tabla VIII.4: Matriz de valoración de influencia y posición de actores clave 109
Tabla VIII.5: Métodos de investigación en campo 111
Tabla VIII.6: Funcionarios municipales entrevistados 112
Tabla VIII.7: Temas relevantes para la movilidad sustentable 116
Tabla VIII.8: Caracterización municipal de la movilidad 117
Tabla VIII.9: Nivel de aceptación de acciones relacionadas a la movilidad entre funcionarios 122
Tabla VIII.10: Resultados del Foro de Movilidad Sustentable para el Valle de Toluca 124
Tabla IX.1:Longitud y segmentos de la red vial en la ZMT 131
Tabla IX.2: Principales ejes estructuradores de ZMVT 137
Tabla IX.3: Clasificación funcional de la red vial por municipio 140
Tabla IX.4: Clasificación funcional de la red vial de Toluca 142
Tabla IX.5: Clasificación funcional de la red vial de Zinacantepec 144
Tabla IX.6: Clasificación funcional de la red vial de Metepec 146
Tabla IX.7: Clasificación funcional de la red vial de Lerma 148
Tabla IX.8: Clasificación funcional de la red vial de Almoloya de Juárez 150
Tabla IX.9: Clasificación funcional de la red vial de San Mateo Atenco 152
Tabla IX.10: Clasificación funcional de la red vial de Otzolotepec 154
Tabla IX.11: Clasificación funcional de la red vial de Xonacatlán 156
Tabla IX.12: Clasificación funcional de la red vial de Ocoyoacac 158
Tabla IX.13: Clasificación funcional de la red vial de Calimaya 160
Tabla IX.14: Clasificación funcional de la red vial de San Antonio la Isla 162
Tabla IX.15: Clasificación funcional de la red vial de Mexicaltzingo 164
Tabla IX.16: Clasificación funcional de la red vial de Rayón 166
Tabla IX.17: Clasificación funcional de la red vial de Chapultepec 168
Tabla IX.18: Velocidades de circulación en hora de máxima demanda 170
Tabla IX.19: Rutas de transporte público en la ZMT 174
Tabla IX.20: Rutas de transporte público en la ZMT por tipo de servicio 177
Tabla IX.21: Tipología de las rutas 182
Tabla IX.22: Tipología de las rutas por cuadrante 188
Tabla IX.23: Rutas en el eje oriente – poniente 195
Tabla IX.24: Longitud en las rutas con incidencia en el eje oriente – poniente 198
Tabla IX.25: Rutas en el eje norponiente - suroriente 200
Tabla IX.26: Longitud en las rutas con incidencia en el eje norponiente - suroriente 203

Tabla IX.27: Rutas en el eje nororiente - surponiente 205
Tabla IX.28: Longitud en las rutas con incidencia en el eje nororiente - surponiente 209
Tabla IX.29: Rutas en el circular 210
Tabla IX.30: Longitud en las rutas con incidencia en el eje circular 212
Tabla IX.31: Horarios de servicio de transporte público 214
Tabla IX.32: Estimación de generación y atracción de viajes al día por municipio, 2014 225
Tabla IX.33: Viajes por municipio en la ZMT, 2010. 230
Tabla IX.34. Colonias por municipio 231
Tabla IX.35: Principales relaciones por colonia 233
Tabla IX.36: Líneas de deseo inter e intramunicipales 235
Tabla IX.37: Líneas de deseo Municipio de Toluca 238
Tabla IX.38: Líneas de deseo Municipio de Metepec 240
Tabla IX.39: Líneas de deseo Municipio de Zinacantepec 242
Tabla IX.40: Matriz de viajes por macrozona 244
Tabla IX.41: Parámetros calibrados para la función de pronóstico 248
Tabla IX.42: Resultados de proyección 249
Tabla IX.43: Composición vehicular por municipio de la ZMT 260
Tabla IX.44: Capacidad vehicular acumulada por tipo de automotor 264
Tabla X.1: Evaluación de los Sistemas de Monitoreo de Calidad del Aire en México 269
Tabla X.2: Contribución porcentual de cada categoría, al total de las emisiones del año 2008 279
Tabla XI.1: Tamaños de muestra por zona* 291
Tabla XI.2: Distribución porcentual de los estratos socioeconómicos,2010 292
Tabla XI.3: Cuotas por región y nivel socioeconómico 292
Tabla XI.4: Distribución porcentual de la población por región y rango de edad 294
Tabla XI.5: Cuotas por región, nivel socioeconómico y rango de edad 294
Tabla XI.6: Puntos de toma de datos de la encuesta 297
Tabla XI.7: Registro de cumplimiento de cuotas 300
Tabla XI.8: Niveles de cumplimiento de calidad de la información de la encuesta 303
Tabla XI.9: Perfil de personas encuestadas por edad y ocupación 304
Tabla XI.10: Perfil de personas encuestadas por género y ocupación 304
Tabla XI.11: Promedio en los costos de transporte 309
Tabla XI.12: Aceptación social de acciones o políticas de la movilidad 318
Tabla XI.13: Tiempo promedio de viaje en modos no motorizados 342
Tabla XI.14: Gasto promedio de viaje al mes en modos no motorizados 342
Tabla XI.15: Trayectos de recorridos en bicicleta 343
Tabla XI.16: Listado de sitios visitados en transporte público 353
Tabla XI.17: Comportamiento estadístico de pasajeros en ascenso y descenso 355
Tabla XI.18: Características principales de la ZBE-Toluca 362
Tabla XI.19: Flujo de entradas y salidas por zona del transporte público concesionado, ZBE-Toluca 362
Tabla XI.20: Tipo de vehículos que entran y salen de la ZBE-Toluca 364
Tabla XI.21: Flujo de viajes entradas y salidas por modo, ZBE-Toluca 366
Tabla XI.22: Velocidades promedio por periodo en la ZBE-Toluca 367
Tabla XI.23: Origen–Destino de los viajes por delegación, ZBE-Toluca 370
Tabla XI.24: Reparto Modal de Viajes por Modo de Transporte ZBE-Toluca 376
Tabla XII.1: Metas de reparto modal al 2025 378
Tabla XII.2. Consolidación de unidades de pasajeros en corredores de transporte público 387

Tabla XII.3: Recomendación de densidad urbana por modalidad de trabsporte público 388
Tabla XII.4: Inversión mínima para la estrategia de calles completas 392
Tabla XII.5: Requerimientos de infraestructura peatonal por tipo de intervención 397
Tabla XII.6: Recursos del PEF 2014 destinados a la movilidad en la ZMT 408
Tabla XII.7: Fondos federales y estatales con rubros orientados a la movilidad, 2014 409
Tabla XII.8: Valor de la externalidad por año-modelo (MXN) 423
Tabla XII.9: Kilómetros recorridos por corredor estructurador, escenario actual 429
Tabla XII.10: Factores de emisión ajustados a la flota vehicular de la ZMT 430
Tabla XII.11: Estimación de emisiones contaminantes en toneladas 431
Tabla XII.12: Propuesta de BRT con parámetros operativos básicos 432
Tabla XII.13: Total de kilómetros recorridos con proyecto de reestructuración 432
Tabla XII.14: Factores de emisión para autobús articulado año modelo 2012 433
Tabla XII.15: Estimación de emisiones contaminantes con proyecto de reestructuración en toneladas 434
Tabla XII.16: Estimación del cambio de las emisiones con proyectos BRT 436
Tabla XII.17: Estimación del cambio en parámetros operativos dentro de los corredores estructuradores 436
Tabla XIV.1: Indicadores para cada dimensión 441
Tabla XIV.2: Variables determinantes en la evaluación multicriterio 448
Tabla XIV.3: Ponderación de los factores 449
Tabla XIV.4 Vialidades conflictivas por congestionamiento 451
Tabla XIV.5: Tasas de accidentes semanales por municipio 452
Tabla XIV.6: Intersecciones peligrosas 452

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa V.1: Delimitación de la zona de estudio 33
Mapa VI.1: Área urbana de las zonas metropolitanas de la región centro, 2012 35
Mapa VI.2: Tránsito diario promedio anual (principales corredores megalopolitanos), 2013 39
Mapa VI.3: Expansión de la ZMT entre los años 1980 y 2010 42
Mapa VI.4: Tasa de crecimiento media anual de la población a nivel AGEB, 2000-2010 49
Mapa VI.5: Proyección del crecimiento poblacional a nivel municipal, 2010-2025 54
Mapa VI.6: Densidad de población de la ZMT a nivel AGEB 56
Mapa VI.7: Localización de vivienda y empleo a nivel AGEB 58
Mapa VI.8: Estratificación Socioeconómica de la ZMT, 2010 61
Mapa VI.9: Uso del suelo y vegetación, 2011 64
Mapa VI.10: Usos del suelo y vegetación en la zona de estudio, 1976-2025 66
Mapa VI.11: Clasificación del suelo ZMT, 2011. 68
Mapa VI.12: Zonificación primaria a escala metropolitana 69
Mapa VI.13: Generación de VACB y aporte al PIB de los municipios en la Megalópolis 72
Mapa VI.14: Concentración de personal ocupado, 2009 73
Mapa VI.15: Vocación económica a nivel AGEB urbano, 2009 74
Mapa VI.16: Personal ocupado en los principales sectores económicos de la Megalópolis, 2009 76
Mapa VI.17: Unidades económicas: distribución y tamaño promedio, 2009 77
Mapa VI.18: Productividad en la Megalópolis, 2009 79
Mapa VI.19: Inversión en la Megalópolis por AGEB, 2009 80
Mapa IX.1: Red vial por municipio 132
Mapa IX.2: Estructura reticular en la zona centro de la ciudad 134

Mapa IX.3: Estructura lineal – radial de la ZMT 135
Mapa IX.4: Clasificación funcional de la estructura vial 141
Mapa IX.5: Clasificación funcional de la red vial de Toluca 143
Mapa IX.6: Clasificación funcional de la red vial de Zinacantepec 145
Mapa IX.7: Clasificación funcional de la red vial de Metepec 147
Mapa IX.8: Clasificación funcional de la red vial de Lerma 149
Mapa IX.9: Clasificación funcional de la red vial de Almoloya de Juárez 151
Mapa IX.10: Clasificación funcional de la red vial de San Mateo Atenco 153
Mapa IX.11: Clasificación funcional de la red vial de Otzolotepec 155
Mapa IX.12: Clasificación funcional de la red vial de Xonacatlán 157
Mapa IX.13: Clasificación funcional de la red vial de Ocoyoacac 159
Mapa IX.14: Clasificación funcional de la red vial de Calimaya 161
Mapa IX.15: Clasificación funcional de la red vial de Mexicaltzingo 163
Mapa IX.16: Clasificación funcional de la red vial de Mexicaltzingo 165
Mapa IX.17: Clasificación funcional de la red vial de Rayón 167
Mapa IX.18: Clasificación funcional de la red vial de Chapultepec 169
Mapa IX.19: Velocidades de operación en vías primarias 171
Mapa IX.20: Principales vialidades congestionadas e intersecciones peligrosas 173
Mapa IX.21: Red de transporte público ZMT 176
Mapa IX.22: Rutas urbanas de transporte público 179
Mapa IX.23: Rutas suburbanas de transporte público 180
Mapa IX.24: Zonificación por cuadrante 183
Mapa IX.25: Rutas radiales 184
Mapa IX.26: Rutas tangenciales 185
Mapa IX.27: Rutas diametrales 186
Mapa IX.28: Rutas circulares 187
Mapa IX.29: Rutas en el cuadrante 1 189
Mapa IX.30: Rutas en el cuadrante 2 190
Mapa IX.31: Rutas en el cuadrante 3 191
Mapa IX.32: Rutas en el cuadrante 4 192
Mapa IX.33: Ejes estructuradores 194
Mapa IX.34: Rutas con influencia directa eje oriente – poniente 196
Mapa IX.35: Rutas con poca incidencia eje oriente – poniente 197
Mapa IX.36: Rutas con incidencia directa eje Norponiente – Suroriente 201
Mapa IX.37: Rutas con poca influencia eje Norponiente – Suroriente 202
Mapa IX.38: Rutas con incidencia directa eje nororiente - surponiente 207
Mapa IX.39: Rutas con poca influencia eje nororiente - surponiente 208
Mapa IX.40: Rutas con incidencia directa eje circular 211
Mapa IX.41: Disponibilidad de transporte público 213
Mapa IX.42: Representación de derroteros urbanos 215
Mapa IX.43: Representación de derroteros suburbanos 216
Mapa IX.44: Localización de paradas de las rutas de servicios de transporte público 217
Mapa IX.45: Sitios de ascenso y descenso de unidades de servicio público de transporte registrados en operación (nodos habituales) 217
Mapa IX.46: Puntos potenciales para la generación de nuevos CETRAM, ZMT 224
Mapa IX.47: Generación de viajes por municipio, estimación al 2014 227
Mapa IX.48: Atracción de viajes por municipio, estimación al 2014 228

Mapa IX.49: Colonias por municipio 232
Mapa IX.50: Principales líneas de deseo en la ZMT 236
Mapa IX.51: Relación entre las líneas de deseo y las rutas de transporte público 237
Mapa IX.52: Líneas de deseo del Municipio de Toluca 239
Mapa IX.53: Líneas de deseo del Municipio de Metepec 241
Mapa IX.54: Líneas de deseo Municipio de Zinacantepec 243
Mapa IX.55: Zonificación por macrozona 245
Mapa IX.56:Disponibilidad de banquetas a nivel manzana en la zona urbana de la ZMT 251
Mapa IX.57: Disponibiliad de rampas 255
Mapa IX.58: Disponibilidad de letrero con nombre en la vialidad 256
Mapa IX.59: Andadores e infraestructura ciclista en la zona urbana de Toluca 257
Mapa IX.60: Composición vehicular por municipio de la ZMT 261
Mapa X.1: Estaciones de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico del Valle de Toluca 272
Mapa XI.1: Zonificación de patrones de movilidad 290
Mapa XI.2: Puntos de toma de datos de la encuesta 296
Mapa XI.3: Sitios levantados en recorridos a pie 349
Mapa XI.4: Ubicación de los destinos en transporte público 356
Mapa XI.5: Circuito recorrido en automóvil particular 358
Mapa XI.6: Zonas de estudio propuesta como ZBE, centro de Toluca 361
Mapa XI.7: Velocidades en vialidades de la ZBE-Toluca – Periodo AM 367
Mapa XI.8: Origen–Destino de los viajes por delegación, ZBE-Toluca 369
Mapa XI.9: Origen–Destino de los viajes internos por colonia, ZBE-Toluca 370
Mapa XII.1: Corredores estructuradores y densidades de vivienda deseables 389
Mapa XII.2: Localización de CETRAM y central de autobuses propuestas 394
Mapa XII.3: Proyecto y propuestas complementarias para la red de infraestructura ciclista 396
Mapa XII.4: Localización de manzanas por tipo de intervención 398
Mapa XII.5: Potencial de implementación de ZBE en la ZMT 418
Mapa XII.6: Polígono para implementar ZBE en Toluca (Fase 1) 419
Mapa XII.7: Polígono para implementar ZBE en Toluca (Fase 2) 419
Mapa XII.8:Polígono para implementar ZBE en Metepec 420
Mapa XII.9: Propuestas operativas de la Estrategia de Movilidad Sustentable para el Valle de Toluca 427

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV.1: Ciclo autoalimentado del uso de suelo y transporte 27
Figura VI.1: Evolución de la población en el valle de Toluca, 1900 – 2010 43
Figura VI.2: Tasa de crecimiento promedio anual de la población, 1950-2010 45
Figura VI.3: Tasas de crecimiento media anual de la población, 2000-2010 46
Figura VI.4: Superficie urbana municipal y crecimiento poblacional, 2000-2010 48
Figura VI.5: Población por segmentos de edad, 2000-2010 51
Figura VI.6: Tasas de crecimiento media anual a nivel municipal, 2010-2025 53
Figura VI.7: Participación territorial por niveles de densidad poblacional, 2010 (hab/ha) 55
Figura VI.8: Distribución de población por estrato socioeconómico 60
Figura VI.9: Distribución de población por estrato socioeconómico y por municipio, 2010 62
Figura VI.10: Contribución al PIB metropolitano por sectores económicos, 2012 81
Figura VI.11: Contribución municipal al PIB de la ZMT, 2012 81
Figura VI.12: Composición del PIB del sector servicios de la ZMT, 2012 82

Figura VI.13: Composición del PIB industrial de la ZMT, 2012 82
Figura VII.1: Identificación de ejes temáticos en proyectos y propuestas 84
Figura VIII.1: Ramos y Convenios federales relacionados con la movilidad urbana 91
Figura VIII.2: Apoyos del PROTRAM a entidades públicas o concesionarios privados 93
Figura VIII.3: Matriz de valoración de actores 110
Figura VIII.4: Entrevistas a funcionarios municipales 113
Figura VIII.5: Acciones y/o políticas de movilidad 115
Figura VIII.6: Palabras con mayor presencia en la definición de movilidad sustentable 123
Figura VIII.7: Organizaciones participantes en el foro de movilidad 124
Figura IX.1: Distribución de derroteros por tipo de cobertura 215
Figura IX.2: Localización de la Terminal de Autobuses de Toluca 220
Figura IX.3: Infraestructura peatonal insuficiente en una zona de intenso flujo vehicular, inmediaciones de la Terminal Toluca 220
Figura IX.4: Invasión del espacio público por sitios de taxis y comercio informal, inmediaciones de la Terminal Toluca 221
Figura IX.5: Localización de la Terminal de Autobuses de San Mateo Atenco 222
Figura IX.6: Instalaciones exteriores, Terminal de Autobuses de San Mateo Atenco 222
Figura IX.7: Líneas de deseo por macrozona 247
Figura IX.8: Problemáticas identificadas en infraestructura pestonal 250
Figura IX.9: Localización calles peatonales en los municipios de Toluca (izquierdo) y Metepec (Derecho) 252
Figura IX.10: Comportamiento tendencial de la flota vehicular en la ZMT 258
Figura IX.11: TCMA poblacional y de vehículos de motor registrados en circulación en la ZMT, 2000-2010 259
Figura IX.12: Composición del parque vehicular en la ZMT, 2012 260
Figura IX.13: Índice de motorización municipal, 2000-2010 (Veh/1000 hab) 262
Figura IX.14: Flota de transporte público 263
Figura IX.15: Distribución de la flota vehicular por tipo de vehículo 264
Figura IX.16: Capacidad vehicular acumulada por tipo de vehículo 265
Figura IX.17: Edad de la flota vehicular de transporte público, 2014 266
Figura IX.18: Perfil de edad de la flota por tipo de vehículo y año modelo 267
Figura X.1: Eficiencia en la transmisión de datos a SINAICA 271
Figura X.2: Porcentaje de transmisión de datos por SMCA 272
Figura X.3: Mosaico histórico de la calidad del aire por PM_{10} en la ZMT, 1998-2014 274
Figura X.4: Registros de los promedios diarios concentración de PM_{10} en la ZMT, 2014 275
Figura X.5: Mosaico histórico de la calidad del aire por PM_{10} en la ZMT, 1998-2014 276
Figura X.6: Registro de los promedios diarios de O_3 en la ZMT, 2014 277
Figura X.7: Registro de los promedios diarios concentración de SO_2 en la ZMT, 2014 277
Figura X.8: Registro de los promedios diarios concentración de NO_2 en la ZMT, 2014 278
Figura X.9: Registro de los promedios diarios concentración de CO en la ZMT, 2014 278
Figura XI.1: Proceso de Design Thinking para el diseño de cuestionario 281
Figura XI.2: Cédula de encuesta de usos y actitudes de la movilidad (hoja 1) 286
Figura XI.3: Cédula de encuesta de usos y actitudes de la movilidad (hoja 2) 287
Figura XI.4: Diagrama del proceso de zonificación de patrones de movilidad 290
Figura XI.5: Imagen de la campaña para la toma de datos de la Encuesta de Usos y Actitudes hacia la Movilidad en la ciudad de Toluca 297
Figura XI.6: Toma de datos de la encuesta 298

Figura XI.7: Distribución modal 305
Figura XI.8: Distribución modal por rango de edad 306
Figura XI.9: Distribución modal por región de transporte 307
Figura XI.10: Distribución modal por municipio 308
Figura XI.11: Gasto en transporte como porcentaje del ingreso mesual 310
Figura XI.12: Gasto en transporte como porcentaje del ingreso mesual por modo 310
Figura XI.13: Motivo de viaje 311
Figura XI.14: Percepción general de cada modo de transporte 312
Figura XI.15: Percepción de los modos de transporte 313
Figura XI.16: Percepción de aspectos relevantes de la calidad de vida 316
Figura XI.17: Percepción de la población que viaje en auto respecto del tren México-Toluca 318
Figura XI.18: Reparto modal del sistema de transporte público 320
Figura XI.19: Uso del transporte público por grupo de edad 320
Figura XI.20: Porcentaje de ingreso destinado a transporte entre usuarios de transporte público 321
Figura XI.21: Porcentaje de ingreso destinado a transporte entre usuarios de transporte público por modo 322
Figura XI.22: Promedio de tiempo invertido y gasto asociado por modo de transporte público 323
Figura XI.23: Promedio de gastos asociados al transporte por municipio 324
Figura XI.24: Percepción respecto al servicio de transporte público 325
Figura XI.25: Percepción social de los atributos del autobús 326
Figura XI.26: Percepción social de los atributos de la combi 327
Figura XI.27: Percepción social de los atributos del taxi colectivo 328
Figura XI.28: Percepción social de los atributos del taxi exclusivo 329
Figura XI.29: Percepción social de los atributos de la moto-taxi 330
Figura XI.30: Percepción social de los atributos de la bici-taxi 331
Figura XI.31: Usuarios de modos privados de transporte por rangon de edad 333
Figura XI.32: Participación del automóvil en los municipios de la zona urbana de Toluca 334
Figura XI.33: Tiempo promedio de viajes en auto por municipio 334
Figura XI.34: Gasto promedio mensual en viajes en transporte privado 335
Figura XI.35: Edad de la flota vehicular privada 336
Figura XI.36: Periodo de renovación del auto particular 336
Figura XI.37: Lugar de estacionamiento para el vehículo particular 337
Figura XI.38: Gasto promedio diario de estacionamiento 337
Figura XI.39: Porcentaje del ingreso que representa el gasto en modos privados de transporte 337
Figura XI.40: Percepción de los automovilistas sobre el auto como modo de transporte 338
Figura XI.41: Aspectos que disgustan a los automovilistas. 338
Figura XI.42: Uso de modos no motorizados por rango de edad 340
Figura XI.43: Uso de modos no motorizado total por motivo de viaje 340
Figura XI.44: Uso de modos no motorizado por motivo de viaje 341
Figura XI.45: Uso de la bicicleta por municipio 341
Figura XI.46: Percepción social de los atributos de la bicicleta 344
Figura XI.47: Percepción social de los atributos de caminar 345
Figura XI.48: Disponibilidad a cambiar el automóvil por transporte público 346
Figura XI.49: Disponibilidad a pagar por uso del vehículo particular 347
Figura XI.50: Usos del suelo y giros predominantes identificados en la zona centro 348
Figura XI.51: Población en la zona por grupo de edad 350
Figura XI.52: Presencia de comercio ambulante en sitios analizados 351

Figura XI.53: Percepción del tránsito en banquetas 351
Figura XI.54: Promedio de tránsito por minuto 352
Figura XI.55: Percepción en un punto fijo de la ocupación del transporte público 353
Figura XI.56: Ocupación de autobuses por tipo de viaje 357
Figura XI.57: Comportamiento de los flujos en transporte público concesionado, ZBE-Toluca..... 363
Figura XI.58: Composición vehicular de flujos de entrada, ZBE-Toluca..... 365
Figura XI.59: Composición vehicular de flujos de salida, ZBE-Toluca 365
Figura XI.60: Frecuencia de viajes a la ZBE-Toluca..... 368
Figura XI.61: Motivo de viaje a la ZBE-Toluca..... 369
Figura XI.62: Número de viajes promedio por nivel socioeconómico, ZBE-Toluca..... 371
Figura XI.63: Distribución modal por nivel socioeconómico, ZBE-Toluca 371
Figura XI.64: Cadenas de viaje, ZBE-Toluca..... 372
Figura XI.65: Posesión de vehículo privado, ZBE-Toluca 372
Figura XI.66: Vehículos promedio por persona por nivel socioeconómico, ZBE-Toluca..... 373
Figura XI.67: Distribución de hologramas para vehículos particulares, ZBE-Toluca..... 373
Figura XI.68: Tipo de estacionamiento utilizado para automóvil privado, ZBE-Toluca 374
Figura XI.69: Modalidad de pago de estacionamiento, ZBE-Toluca..... 374
Figura XI.70: Frecuencia de viajes que cruzan la ZBE-Toluca..... 375
Figura XI.71: Motivo de los viajes que cruzan la ZBE-Toluca 375
Figura XII.1: Reparto modal en la ZMT, 2014..... 378
Figura XII.2: Tendencias de desarrollo urbano y movilidad en la ZMT..... 379
Figura XII.3: Objetivos de desarrollo urbano y movilidad en la ZMT 380
Figura XII.4: Objetivos, metas y acciones de desarrollo urbano y movilidad en la ZMT 381
Figura XII.5: Esquema jerarquizado de los modos de transporte en calle completa..... 391
Figura XII.6: Espacio desaprovechado por estacionamiento de vehículos en centros históricos .. 400
Figura XII.7: Propuesta para peatonalización de calle en el municipio de Toluca 401
Figura XII.8: Propuesta para peatonalización de calle en el municipio de Metepec 401
Figura XII.9: Propuesta para peatonalización de calle en el municipio de Zinacantepec 402
Figura XII.10: Propuesta para peatonalización de calle en el municipio de Lerma 402
Figura XII.11: Propuesta para peatonalización de calle en el municipio de San Mateo Atenco 403
Figura XII.12: Esquema de conectividad deseable en la ZMT 404
Figura XII.13: Percepciones de los usuarios del transporte público de la ZMT (autobuses) 414
Figura XII.14: Propuestas normativas e institucionales de la Estrategia de Movilidad Sustentable pata el Valle de Toluca..... 425
Figura XII.15: Líneas de acción de la Estrategia de Movilidad Sustentable para el Valle de Toluca 426
Figura XIV.1: Uso del programa SPSS 443
Figura XIV.2: Cuadro de estadística descriptiva..... 443
Figura XIV.3: Matriz de correlación..... 444
Figura XIV.4: Prueba de esfericidad 444
Figura XIV.5: Factores de ponderación 445
Figura XIV.6: Matriz de componente por variable..... 445

ACRÓNIMOS

ACP	Análisis de componentes principales
AGEB	Áreas geográfico estadísticas básicas
AIF	Asociación Internacional de Fomento
ANP	Áreas Naturales Protegidas
BIRF	Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento
BRT	Bus Rapid Transit
C2	Camiones unitarios de 2 ejes
C3	Camiones unitarios de 3 ejes
Centro EURE	Centro Eure Estudios Territoriales y Políticas Públicas
CEPEUM	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
CETRAM	Centro de Transferencia Modal
CISP	Consejo Intermunicipal de Seguridad Publica
CNDH	Comisión Nacional de Derechos Humanos
CO	Monóxido de carbono
CO_2	Dióxido de carbono
COFEMER	Comisión Federal de Mejora Regulatoria
COLMEX	Colegio de México
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONAPO	Consejo Nacional de Población
CONAPRA	Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes
CONAVI	Comisión Nacional de Vivienda
COV	Compuestos orgánicos volátiles
CTS	Centro de Transporte Sustentable, Embarq México
DOT	Desarrollo Orientado al Transporte
EOD	Encuesta Origen- Destino
FAIS	Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social
FEFOM	Fondo Estatal de Fortalecimiento Municipal
FISMDF	Fondo para la Infraestructura Social Municipal y de las Demarcaciones Territoriales del Distrito Federal
FM	Fondo Metropolitano
FO	Factor de ocupación
FONADIN	Fondo Nacional de Infraestructura
FOPEDEP	Fondo de Pavimentación, Espacios Deportivos, Alumbrado Público y Rehabilitación de Infraestructura Educativa

FORTAMUN	Fortalecimiento de los Municipios y de las Demarcaciones Territoriales del Distrito Federal
Fpi	Factores de ponderación para cada variable
ha	Hectáreas
ha/año	Hectáreas por año
HMD	Hora de máxima demanda
ICP	Índice de componentes principales
IFE	Instituto Federal Electoral
IGECEM	Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México
IMOTOR	índice de motorización
IMT	Instituto Mexicano del Transporte
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INV	Inventario Nacional de Vivienda
ITDP	Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo
km	kilómetros
km^2	kilómetros cuadrados
km/hr	kilómetros por hora
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
MDP	Millones de pesos
NH_3	Amoniaco
NOx	Óxido de nitrógeno
O_3	Ozono
ONG	Organización No Gubernamental
PACCM	Programa de Acción Climática de la Ciudad de México
PEF	Presupuesto de Egresos de la Federación
PGR	Procuraduría General de la República
PIB	Producto Interno Bruto
PIM	Plan Integral de Movilidad
PIMM	Plan Integral de Movilidad Metropolitana
PIMUS	Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable
PM_{10}	Material particulado a 10 micrómetros
$PM_{2.5}$	Material particulado a 2.5 micrómetros
PNDUyV	Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Vivienda

ProAire	Programa para Mejorar la calidad del aire en el valle de Toluca
PROFECO	Procuraduría Federal del Consumidor
PROTRAM	Programa de Apoyo Federal al Transporte Masivo
PVVO	Programa de Verificación Vehicular Obligatoria
RAMA	Red Automática de Monitoreo Atmosférico
REDMA	Red Manual de Monitoreo Atmosférico
RETMET	Red Meteorológica
SAOP	Secretaría de Agua y Obra Pública
SCINCE	Sistema de Consulta de Información Censal
SCT	Secretaría de Transporte del Gobierno del Estado de México
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transporte
SDU	Secretaría de Desarrollo Urbano del Estado de México
SECOM	Secretaría de Comunicaciones
SEDATU	Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano
SEDEMA	Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal
SEDEMET	Secretaría de Desarrollo Metropolitano
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
SEEM	Secretaría de Ecología del Estado de México
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SINAICA	Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire
SIPAT	Sistema Integral de Planeación Administrativa del Transporte Público
SMAGEM	Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México
SMCA	Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire
SSC	Secretaría de Seguridad Ciudadana
SUOP	Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas
T3S2	Tractor de 3 ejes con semirremolque de 2 ejes
T3S3	Tractor de 3 ejes con semirremolque de 3 ejes
T3SR4	Tractor de 3 ejes con semirremolque de 2 ejes y remolque de 4 ejes
TCMA	Tasa de Crecimiento Media Anual
TMCA	Tasa Media de Crecimiento Anual
UBA	Ultra bajo azufre
UE	Unidades económicas
VACB	Valor Agregado Censal Bruto

Veh/1000 hab	Vehículos por cada mil habitantes
viv/ha	Viviendas por hectárea
VMRC	Vehículos de motor registrados en circulación
VT	Valle de Toluca
ZBE	Zona de Baja Emisión
ZM	Zona Metropolitana
ZMCVT	Zona Metropolitana Conurbada del Valle de Toluca
ZMP	Zona Metropolitana de Puebla
ZMT	Zona Metropolitana de Toluca
ZMVM	Zona Metropolitana del Valle de México
ZODES	Zonas de Desarrollo Económico

I INTRODUCCIÓN

La Zona Metropolitana de Toluca (ZMT) es la quinta ciudad más grande del país y la mayor concentración urbana del Estado de México. Hoy en día, la habitan alrededor de dos millones de personas (INEGI-CONAPO-SEDESOL, 2012) y anualmente arriban a ella cientos de individuos con el propósito de desarrollar un proyecto de vida.

Al mismo tiempo, forma parte de la megalópolis del centro de México[1], situación que le imprime una intensa dinámica económica y laboral con la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). El corredor Toluca-ciudad de México presenta un flujo promedio de viajes diarios de 500 mil automóviles y 20 mil autobuses, en ambos sentidos (CMM, 2012). Los viajes en autobús del centro de Toluca hacia el poniente del Distrito Federal suman más de 30 mil viajes por año, mientras que hacia la zona de Cuautitlán, el promedio es de 15 a 30 mil viajes al año.

El continuo crecimiento poblacional e industrial de la ZMT ha traído consigo la ampliación de su superficie urbana a un ritmo ocho veces superior al de sus habitantes en las últimas tres décadas, lo que se traduce en una creciente demanda de vivienda y servicios públicos. Desafortunadamente, un elemento ausente de la planeación urbana ha sido la movilidad bajo un enfoque de sustentabilidad. Expresión de ello es el acelerado crecimiento de la flota vehicular, bajo el modelo de ciudad dispersa y distante que intenta suplir la desconexión mediante grandes obras viales que favorecen desplazamientos más largos y dificultosos.

En la actualidad, 76%[2] de la demanda de transporte de pasajeros en la zona conurbada de Toluca se cubre por medio de autobuses, taxis (colectivos y privados) y en menor medida combis, moto-taxis y bici-taxis. Sin embargo, el servicio no responde a las necesidades de la población en términos de cobertura ni en cuanto a la calidad del servicio; se carece de un sistema de transporte público estructurado y en promedio 43% de las unidades que lo brindan rebasan su vida útil. Esta situación origina diferentes problemáticas relacionadas con la movilidad; hay importantes incentivos hacia la motorización que se traducen en la congestión de su estructura vial y una mala calidad del aire. El efecto más reciente de un servicio de transporte público deficiente es el servicio de taxi colectivo, que actualmente es el modo principal de transporte para once de cada cien habitantes.

El presente estudio tiene como fin generar una imagen objetivo consensuada de una estructura de movilidad sustentable para la zona conurbada de Toluca al año 2025. Para lograrlo, las propuestas que se integran en el presente documento, derivan de un proceso

[1] La megalópolis del centro de México incluye las zonas metropolitanas del Valle de México, Toluca, Pachuca, Puebla-Tlaxcala, Tula, Tulancingo, Cuautla, Cuernavaca y Tlaxcala-Apizaco (CMM, 2012). En la Comisión Ambiental de la Megalópolis están representadas 16 delegaciones y 224 municipios: 16 delegaciones políticas del Distrito Federal, 80 municipios del Estado de México, 29 municipios de Hidalgo, 33 municipios de Morelos, 22 municipios de Puebla, 60 municipios de Tlaxcala (http://www.presidencia.gob.mx/comision-ambiental-de-la-megalopolis).

[2] Con base en la Encuesta de movilidad en la ZMT: usos y actitudes, realizada en la zona conurbada de Toluca en septiembre de 2014 con un universo de 2108 encuestados.

de co-diseño, que emanan de las inquietudes y recomendaciones que resultaron de la elaboración de distintas actividades como reuniones, talleres, entrevistas y consultas en los tres niveles de gobierno así como con la sociedad civil organizada, académicos, ciudadanos y tomadores de decisiones[3].

Por lo tanto, la visión contenida en este estudio responde a cinco tendencias identificadas en términos de movilidad y desarrollo urbano de la ZMT, las cuales se plasman en objetivos que estructuran las 34 líneas de acción propuestas. Se incluyen ocho acciones para atender la expansión urbana; cinco para disminuir el tiempo y la distancia de los viajes; seis que fomentan el uso de modalidades eficientes de transporte; nueve dirigidas a reorientar la gestión pública de la movilidad y seis que propician el uso racional del vehículo particular en la ZMT.

En concordancia con lo anterior, el presente estudio integra recomendaciones para mejorar la movilidad de la zona articulando por vez primera las rutas de transporte público con la planeación urbana deseable así como con las pautas económicas y sociales de la dinámica metropolitana. Todo ello, considerando los efectos colaterales que generará la construcción del tren de alta velocidad Toluca-ciudad de México en términos de movilidad urbana. Al respecto, es fundamental contemplar estrategias de transporte articulado que permita generar los flujos de demanda de pasajeros suficientes para el tren, y que detone de manera planeada la actividad económica de la zona. De esta forma, plantearse un escenario en el que más del 80%[4] de la población que declaró sustituir sus viajes frecuentes en auto por el tren realice este cambio, sea posible.

En lo que respecta a las recomendaciones para mejorar la movilidad interna, se estudiaron los principales ejes estructuradores del transporte público de la ciudad y se identificaron corredores con potencial para el desarrollo de sistemas de transporte estructurado, a través de la consolidación de rutas.

Cabe mencionar que, derivado del co-diseño del presente estudio, se consensó la importancia de incrementar los desplazamientos en bicicleta del 2 al 15% en 10 años y se identificó que para lograrlo, es prioritario recuperar y ampliar la infraestructura vial ciclista en la ZMT. Por lo tanto, como parte de las propuestas desarrolladas, se incluye la creación de una red regional de infraestructura ciclista que permita impulsar la movilidad no motorizada y sustentable, con el propósito de mejorar la calidad de vida y procurar un medio ambiente más sano para los habitantes.

Como se deriva del apartado anterior, en la construcción de las distintas propuestas y de la visión de movilidad deseable, se emplearon metodologías novedosas para abordar la movilidad desde una perspectiva social e institucional, que permitieron conocer la oferta y demanda de los distintos modos de transporte. Al mismo tiempo fue posible comprender los

[3] El proceso de co-diseño del estudio incluye: la realización de un Foro de Movilidad Sustentable para el Valle de Toluca; entrevistas a 16 representantes de diez municipios; la consulta a trece organizaciones especializadas en temas de movilidad y desarrollo sustentable; la aplicación de más de 2 mil encuestas ciudadanas y la difusión del estudio con cinco representantes estatales y once municipales.
[4] Idem.

márgenes de maniobra de los tomadores de decisiones para la implementación de políticas públicas actuales en torno a la movilidad. Por ejemplo: la organización de transporte escolar y empresarial, el uso de parquímetros, la construcción de infraestructura ciclista, la designación de calles para uso exclusivo de peatones y calles compartidas (entre otras).

De esta manera, los resultados y propuestas vertidos en este estudio tienen un potencial de implementación mayor, debido a la construcción de capital político generado en torno al proceso de reflexión sobre la movilidad en Toluca.

II OBJETIVO DEL PROYECTO

El presente proyecto tuvo como objetivo detonar un proceso de análisis, reflexión y síntesis sobre la movilidad de la zona urbana de Toluca en el marco del Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Vivienda (PNDUyV) 2014-2018, basado en datos estadísticos y documentales para identificar escenarios tendenciales y posibles, y contrastarlos con una valoración en campo y el análisis de las diferentes visiones de los actores relevantes. Es importante recalcar que, con el objeto de proponer una imagen objetivo consensuada de una estructura de movilidad sustentable, se utilizó una amplia gama de enfoques novedosos.

Los resultados de la información recopilada, generada y analizada constituyen un insumo indispensable en la elaboración de un Plan Integral de Movilidad (PIM) que consolide los corredores de transporte público e impulsen la movilidad no motorizada, dos estrategias acordes con el nuevo paradigma del urbanismo que busca construir ciudades compactas, más saludables y bajas en carbono.

III METODOLOGÍA

La realización de este estudio contempló una amplia diversidad de actividades con el objetivo de recabar la mayor cantidad de información previa, generar nuevos datos que permitieran comprender la movilidad en la zona de estudio e integrar los puntos de vista y las propuestas de los distintos actores involucrados. Así, pueden identificarse cuatro fases: exploratoria y de consulta; constructiva y de generación de información; análisis y reflexión; y propositiva.

III.1 Fase exploratoria y de consulta

La primera fase del proyecto contempló la realización de un Foro sobre movilidad sustentable con la finalidad de dar a conocer el proyecto y su motivación, así como detonar (entre la academia, ONG y funcionarios gubernamentales) el proceso de reflexión en torno a la movilidad en la zona metropolitana de Toluca. Esta fase permitió identificar a los distintos actores involucrados en el tema y definir las estrategias para generar un acercamiento y su participación. El Foro se realizó con apoyo de Fundación Tláloc y logró la participación de miembros de la academia, organizaciones civiles y funcionarios públicos.

Asimismo, se realizaron entrevistas con Organizaciones No Gubernamentales (ONG) especialistas en el tema de movilidad y desarrollo urbano que ayudaron a especificar los alcances reales del proyecto, en particular sobre la zona de estudio y las posibilidades de generación de información en campo.

También se realizaron entrevistas a representantes municipales de la zona de estudio con el objetivo de conocer su percepción sobre la movilidad en su municipio y a nivel regional, las principales problemáticas observadas y las acciones o proyectos en proceso de ejecución o futuros.

Como producto de las interacciones con los actores relevantes, se recopiló información documental relacionada con la movilidad en Toluca, particularmente en relación a las rutas de transporte público, las zonas conflictivas y los principales proyectos, planes y programas.

III.2 Fase constructiva y de generación de información

En la segunda fase del estudio, se realizaron trabajos de campo para generar información actualizada y bajo un enfoque novedoso en torno a la movilidad en la zona metropolitana de Toluca. En este sentido, se realizaron aforos vehiculares y de ocupación del transporte público en la zona centro de Toluca. Asimismo, se analizó la movilidad regional para obtener información sobre los tiempos y condiciones de viaje, estado de las vialidades y banquetas, seguridad del trayecto (entre otros), empleando distintos modos de transporte.

Finalmente, se diseñó y aplicó una Encuesta de usos y las actitudes con el objetivo de conocer la percepción de la población sobre la movilidad en la zona conurbada de Toluca, su grado de satisfacción o inconformidad al viajar y sus las expectativas en relación a los proyectos futuros y propuestas de políticas que inciden en la movilidad.

III.3 Fase de análisis y reflexión

Con la información recopilada y generada en las etapas previas, se elaboró un diagnóstico sobre la movilidad para la zona conurbada de Toluca que incluye la descripción de la infraestructura disponible, los corredores de transporte público, así como el grado de satisfacción de la población en relación con su funcionamiento y los problemas identificados por las autoridades en torno a la movilidad.

De esta forma, se generó un escenario base o de diagnóstico (hipótesis perceptual) y un escenario tendencial (hipótesis tendencial). El primero sintetiza las condiciones actuales de la movilidad y el segundo extrapola las condiciones actuales que inciden en la movilidad como el desarrollo urbano, la estructura del transporte público y de las vialidades, para proyectar un escenario de movilidad futura.

III.4 Fase propositiva

Se llevó a cabo un taller con una dinámica conocida como “World café”, con la intención de crear una red de conversación de todos los participantes en torno a un tema relacionado con la movilidad, la idea fue identificar sus principales problemáticas y fomentar el diálogo entre autoridades y sociedad civil. En el proceso se compartió conocimiento y diferentes puntos de vista, lo que dio pie al diseño de propuestas para mejorar las condiciones de movilidad en la ZMT.

Utilizando como insumos la información recopilada y analizada en función a su incidencia sobre los patrones y problemas de la movilidad en la zona conurbada de Toluca, se generó un portafolio de propuestas enmarcadas en una estructura de movilidad objetivo con miras al 2025.

IV MARCO CONCEPTUAL

IV.1 Proceso de metropolización

Son relativamente escasas las megalópolis en el mundo, aunque sus impactos pueden ser enormes en el planeta. Esto es particularmente cierto para aquellas que corresponden a economías emergentes como es el caso de México. El futuro del país está estrechamente vinculado al proceso de urbanización que se manifiesta en el mundo de forma generalizada, cada vez en más ciudades y más grandes (Molina Pasquel 2010). Este proceso de urbanización desmedida y sobre todo desregulada trae consigo uno de los mayores problemas a los que se enfrentan día diario los habitantes de las ciudades -que sin duda es- la movilidad y sus múltiples barreras. Una de las principales características de las megalópolis es la agrupación de diversas zonas metropolitanas de diferentes tamaños aunque con dinámicas similares, dada la diversidad de actividades que en ellas se llevan a cabo.

De acuerdo al doctor Daniel Pérez Torres (2013)[5] el crecimiento de las metrópolis modernas fue impulsado principalmente por:

> *"Mejoras en las tecnologías de la transportación, avances en las ingenierías así como por medio del esquema fordista de producción en masa para el cual las fuerzas centrípetas de la aglomeración eran un elemento clave (...) Se trata entonces de grandes conglomerados urbanos que tienen una fuerte influencia sobre amplias áreas y constituyen muchas veces símbolos de la modernidad, donde se expresan los principales avances tecnológicos (...) En otras palabras, la metrópolis se caracteriza por ser una ciudad que debido a su tamaño y características, permite la aparición de actividades económicas, sociales y culturales más especializadas que tienen una influencia regional, nacional y hasta internacional (...) Hasta la aparición del modelo original de ciudad industrial, la distinción entre campo y ciudad era muy clara, tanto desde el punto de vista económico, como físico y geográfico. La desaparición paulatina de la dicotomía o discontinuidad campo-ciudad ha dado lugar a nuevas y cada vez más complejas zonas que pudieran haberse considerado rurales desde un punto de vista tradicional y sus cercanas zonas urbanas, las cuales se expresan a través de una gran relación cotidiana(...) Es decir, un área compuesta por un sistema de asentamientos humanos sobre los cuales se distribuye la ciudad y que posee una gran relación funcional entre sí, la cual se expresa por la movilidad cotidiana de sus habitantes (Torres 2013)".*

La movilidad debe entenderse como la necesidad de desplazamiento de un individuo o mercancía, impulsado o detonado a partir de la satisfacción de otra necesidad primordial En ese contexto, la movilidad puede ser vista como una necesidad de tipo transversal, la cual sirve como un medio para mejorar la calidad de vida de la población. Desde esta perspectiva,

[5] Recopilación de conceptos y definiciones de diversos autores.

es posible inferir que la visión planteada supera el enfoque tradicional de transporte y tránsito como elementos estrictamente técnicos y se encarga del aprovisionamiento de la infraestructura urbana necesaria para satisfacer esta necesidad. Ahora bien, si se agrega el concepto urbano, se fijan límites espaciales para la definición de movilidad. De tal forma que, al hablar de movilidad urbana, se hace referencia al conjunto de desplazamientos de personas y/o mercancías suscitados en el interior de una ciudad en particular cuyo principal propósito es la satisfacción de las necesidades de su población.

Para fines de este documento, se entiende la movilidad sustentable como la capacidad de la ZMT y sus instituciones para garantizar el desplazamiento de personas independientemente de su condición o género así como de bienes a través de una red estructurada de transporte y vialidad que permite la convivencia segura de modos eficientes, la intermodalidad y que también dinamiza la actividad económica, reduce costos sociales e impactos ambientales.

En términos de desarrollo, el sector transporte y de movilidad incide de manera directa en las relaciones sociales y económicas que moldean a los países y ciudades. La manera en la que son transportados tanto personas como bienes, determina en gran medida la eficiencia con la que una sociedad se desenvuelve y desarrolla económicamente. La movilidad urbana es la arteria de la economía de una ciudad, la cual a su vez es una parte integral de la economía en general.

Los impactos asociados a un sistema de movilidad deficiente se reflejan de manera directa tanto en la salud humana, como en cuestiones de seguridad vial y problemas relacionados a congestionamientos. Un congestionamiento vial, dado un volumen de tráfico que sobrepasa la capacidad de infraestructura asociada (particularmente común en áreas urbanas debido a un crecimiento poblacional, de ingresos, flota vehicular, así como un incremento en las distancias de viaje recorridas); incurre en altos tiempos de traslado, lo que aumenta el costo de transportación de bienes, disminuye la productividad de la fuerza laboral, reduce la eficiencia del combustible en los vehículos (más energía consumida), e incrementa las emisiones de contaminantes criterio; afectando no sólo a los usuarios de los vehículos, sino a la sociedad en general.

La salud humana se ve afectada por una mala calidad del aire, causante de enfermedades respiratorias y cardiovasculares; mientras que la seguridad vial se manifiesta en el número de personas lesionadas/muertas a causa accidentes de tráfico; en donde aproximadamente la mitad de las víctimas de dichos accidentes son peatones, ciclistas y motociclistas, para quienes generalmente hay una carencia de infraestructura adecuada. Asimismo, las pérdidas materiales y económicas que se traducen en miles de millones de pesos al año y por indemnizaciones asociadas a lesiones permanentes y muertes son un problema que al estado y la sociedad misma les cuesta enormemente y sus efectos se reflejan en la pérdida de competitividad urbana y calidad de vida de los habitantes.

Por el contrario, un sistema de movilidad eficiente beneficia e incide directamente en la calidad de vida de los ciudadanos, la cual juega un papel relevante en la factibilidad de

desarrollo económico y las decisiones de inversión que se plantean para las ciudades, haciéndolas competitivas en relación a su oferta de seguridad, servicios e infraestructura.

Facilitar el movimiento de personas a bajo costo, de manera rápida y eficiente, libera recursos humanos para el desarrollo de actividades productivas o de enriquecimiento personal. Por igual, la adecuada movilización de productos mejora la logística de la industria y permite la producción de bienes a menor costo, lo que podría redituar a nivel consumidor en menor precio y, a nivel económico, en industrias más competitivas. Asimismo, un buen sistema de movilidad representa una importante área de oportunidad para hacer frente al cambio climático y reducir nuestra dependencia al uso de combustibles fósiles.

Las acciones o líneas de desarrollo que definirán la eficacia de un sistema de movilidad están ligadas a la planeación, al desarrollo urbano, y a la infraestructura que definirá los patrones de desplazamiento de bienes y personas.

Las comunidades que proveen a sus habitantes de una amplia diversidad de viviendas, empleos, servicios, espacios públicos, actividades recreativas y culturales, con infraestructura de alta calidad que facilita los viajes a pie y en bicicleta, de una buena conexión de transporte público, impactan positivamente en la reducción del número de viajes motorizados que necesitan realizar y en el tiempo que destinan a ello, incidiendo en los beneficios previamente descritos.

El desarrollo y la planeación urbana deben guiarse bajo la perspectiva de la accesibilidad y la conectividad, por medio de la integración de sistemas de transporte que permitan a los habitantes estar cerca, tener acceso a todos los barrios de la ciudad, estar conectados con servicios, vivienda, empleo, recreación, con amigos y familiares de una manera segura, eficiente y económica; así como facilitar el flujo de bienes hacia y dentro de la ciudad.

La Megalópolis de la región centro de México y en particular la zona metropolitana de Toluca, no es ajena a las problemáticas planteadas. Los retos que enfrenta en términos de movilidad es resultante de los diversos procesos económicos y sociales que en ella misma se han llevado a cabo y que en la actualidad tienen efectos perversos que minimizan su desarrollo equitativo y fomentan segregaciones y desequilibrios en las coberturas de los servicios que el estado proporciona. Por ello es necesario analizar las principales problemáticas de la movilidad en la zona, con lo cual se podrán desarrollar y/o proponer soluciones integrales que en primer término brinden equilibrios en los servicios básicos orientados a la calidad de vida, y en segundo, aporten herramientas y atributos al desarrollo económico y social de forma equitativa.

IV.2 Patrones de movilidad

La reflexión sobre la experiencia acumulada en movilidad urbana desde la aparición de los medios motorizados de transporte, constituye sin duda, una tarea imprescindible si se pretende abordar con responsabilidad la organización y el diseño urbano en el siglo XXI. El inicio del siglo, en lo referente a movilidad urbana, coincide con la maduración de las

condiciones que presagian un cambio significativo en las formas urbanas de desplazamiento (Pozueta Echavarri 2005).

Desde la perspectiva económica, las ciudades se estructuran o se configuran a partir de la toma de decisiones de localización de los diversos elementos de la cadena de Producción – Consumo. Graizbord comenta que un enfoque económico de la ciudad, de su estructura y su dinámica, estaría orientado a analizar en el ámbito espacial las circunstancias y los procesos dentro de los cuales los mercados asignan los siempre escasos recursos al alcance de los individuos y la sociedad en general (Graizbord 2008).

Bajo este esquema, los mercados o elementos estructurantes de lo urbano que sobresalen o tienen un especial contexto son por un lado el suelo y la vivienda, y el empleo por el otro; es decir, espacios de densidad poblacional y de personal ocupado. Ambos contextos estructurantes se correlacionan a través de las diversas redes de transporte y diversos medios de comunicación que permiten o facilitan la asignación para el intercambio de recursos humanos, materiales y de información.

Así, la relación funcional de los usos de suelo y el transporte enmarcan un eje regulador en el análisis de la movilidad; la interrelación entre el uso del suelo urbano y el transporte es un hecho conocido.

El principio fundamental del análisis y pronóstico del tráfico radica en que la separación espacial de las distintas actividades que desarrolla la sociedad, le significan una serie de necesidades de desplazamiento. En este orden de ideas, resulta fácil de entender que la aparición de zonas suburbanas de las ciudades guarde relación con la creciente división espacial de los lugares de trabajo y, por supuesto, con el continuo incremento de la movilidad.

En la comunidad europea, el *Manual de herramientas para la evaluación de la relación del transporte y el suelo urbano* manifiesta (Union 2003):

> *"Sin embargo, el efecto contrario producido por el transporte y el uso del suelo es menos conocido. Existe la vaga idea de que la evolución desde la densa estructura urbana propia de las ciudades medievales, en las que la mayoría de los desplazamientos que tenían lugar a diario se realizaban a pie, a la vasta expansión característica de las modernas áreas metropolitanas, con su gran volumen de tráfico entre distintas zonas, no hubiera sido posible sin el desarrollo, en primer lugar, del ferrocarril y, en particular, del automóvil privado, que ha hecho que cada rincón del área metropolitana sea apropiada casi por igual para vivir o trabajar. Sin embargo, no se entiende muy claramente cómo influye exactamente el desarrollo del sistema de transportes en cómo y porqué deciden los propietarios, los inversores, las compañías y las familias establecerse en una determinada zona y no en otra"*.

En el caso de las ciudades latinoamericanas, y en especial de las mexicanas, esto aplica de manera muy similar ya que la construcción de las ciudades coloniales es análoga; ciudades

compactas y que fueron desarrollándose por influencia directa de procesos económicos y políticos que establecieron patrones dispersos y de baja densidad. Por lo anterior, es posible analizar la movilidad en las ciudades mexicanas a través del modelo de relación de uso de suelo y transporte (Figura IV.1).

La idea de que las decisiones acerca del transporte y del uso del suelo ejercen una influencia mutua y que, por tanto, la planificación del transporte y del uso del suelo ha de ser un proceso coordinado, lleva al concepto de "ciclo autoalimentado del uso del suelo y el transporte". Las relaciones implicadas en esta idea se pueden resumir brevemente de la siguiente forma:

La distribución y orientación del mercado de los usos del suelo, como puede ser el uso residencial, industrial o comercial en el área urbana, determinan tanto las zonas como los costos de la tierra en la que se encuadran las distintas actividades del ser humano; tales como la residencia, el lugar de trabajo, las compras, la educación o el ocio.

La distribución de las distintas actividades del ser humano en un espacio determinado requiere que se produzca una interacción entre distintas zonas o que se realicen desplazamientos a través del sistema de transporte, con el fin de salvar la distancia entre las distintas ubicaciones de sus actividades.

La distribución de la infraestructura en el sistema de transporte crea oportunidades para que se produzca la interacción espacial, la cual se puede medir en términos de accesibilidad.

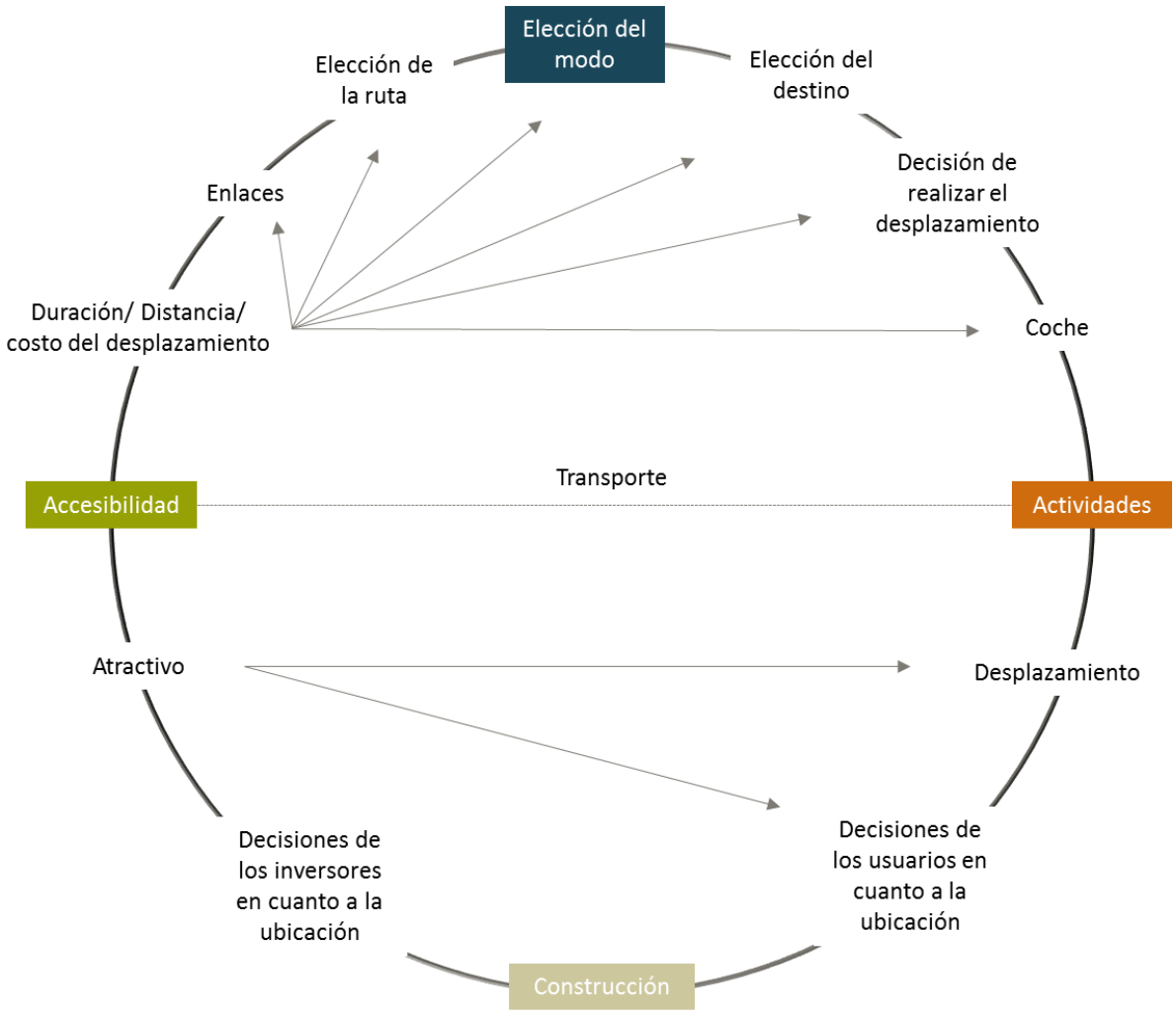
La distribución de accesibilidad dentro del espacio, así como los costos derivados, determinan en gran medida las decisiones sobre ubicación y esto tiene como consecuencia cambios en el sistema del uso del suelo.

Lo anterior establece la base del análisis de los patrones de movilidad a través de la relación usos de suelo y transporte; siendo el primer lugar, la movilidad motivada por empleo y los procesos de educación. Desde esta perspectiva, los desplazamientos no son una simple acumulación cuantitativa, sino más bien una construcción y configuración de viajes en función de las relaciones espacio–temporales de la reproducción y el consumo de bienes y servicios. Bajo esta premisa se tiene una serie de desplazamientos:

a) Desplazamientos en el interior de la producción
b) Desplazamientos de mercancías hacia el mercado
c) Desplazamientos de la fuerza de trabajo (viajes al trabajo)
d) Desplazamientos en el ámbito de la reproducción (viajes a la escuela, compras, etc.)
e) Desplazamientos ligados al consumo de plusvalía (viajes por motivo de ocio)

Dentro de la movilidad espacial del individuo, la pendularidad juega un papel importante. Esto, por ejemplo, se debe a la cada vez mayor disociación entre los lugares de residencia y de empleo y siendo este, el principal motivo que genera el 72% de los viajes en zonas metropolitanas (INEGI 2007), es fundamental diagnosticar y analizar las diversas afectaciones e impactos que en el proceso de urbanización de las ciudades y sus habitantes generan.

Figura IV.1: Ciclo autoalimentado del uso de suelo y transporte



Fuente: Adaptado de (Transland 2000).

V DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La delimitación de zonas metropolitanas es un proceso difícil, complejo pero necesario, para coordinar formal y obligatoriamente los esfuerzos públicos de los tres ámbitos de gobierno que inciden sobre un mismo territorio. Desde la ciencia, es un proceso poco explorado y casuístico, por lo que se asocia más con la razón para delimitar que con reglas claramente establecidas en manuales socioespaciales (Iracheta C. 2013). Se puede encontrar una gran variedad de criterios para delimitar una zona metropolitana en función a la finalidad del ejercicio (o los objetivos a cumplir), considerando características propias del lugar que pueden indicar el camino a seguir; se trata de considerar información que permite conocer de forma general el territorio y entender a simple vista su funcionamiento. A continuación se describen algunos indicadores que pueden ayudar a lograr una delimitación:

- **La masa de población aglomerada**. Una metrópoli destaca por ser una gran aglomeración humana.
- **La extensión del área urbanizada** sobre el territorio de más de una unidad administrativa (dos o más municipios con jurisdicción sobre una misma realidad urbano-regional como condición jurídica).
- **Ámbito territorial definido** dentro del cual se proveen los servicios públicos de interés común en la metrópoli.
- **La integración económica y social** del conjunto o cuando menos, la existencia de una clara continuidad de relaciones económicas y sociales entre las partes de la aglomeración.
- **La complejidad de las funciones desempeñadas** en cuanto a presencia de redes de actores sociales locales, nacionales e internacionales; actividades socioeconómicas, culturales y políticas complejas y en la vanguardia con relación al resto del territorio y cierta tendencia a dominar el territorio desde los centros de decisión metropolitanos.

El fenómeno de metropolización responde a las relaciones entre una ciudad central y su influencia en localidades de la región adyacente, que podrían o no estar conurbadas con dicha ciudad central. Así, el proceso de metropolización se entiende como la dinámica espacial generada por los cambios producidos en el modo de producción, que implica la asociación tendencial o inducida de redes de ciudades o aglomeraciones urbanas, constituyendo un conglomerado urbano con características comunes (ya sean económicas, sociales, funcionales y productivas), que definen flujos de bienes, personas y recursos financieros (SAHOP, 1978).

El fenómeno anterior surge en la región centro de México después de la década los setenta con un crecimiento acelerado de su población y extensión territorial; así como una alta concentración de actividades productivas y de población que dio pie a la conformación de importantes zonas metropolitanas como la del Valle de México, Pachuca, Toluca, Cuernavaca-Cuautla y Puebla-Tlaxcala. En la actualidad el crecimiento territorial y la relación existente entre dichas zonas metropolitanas se ha desarrollado y aumentado su complejidad

de manera importante. Surgió la necesidad de crear una nueva forma de organización del territorio, lo que hoy se conoce como la megalópolis de la región centro de México, una región que integra doce áreas metropolitanas que además de la cercanía geográfica entre ellas, poseen una marcada relación funcional.

En sintonía con lo anterior, la Zona Metropolitana de Toluca es producto de un proceso de conurbación de pueblos y áreas urbanizadas de los municipios circundantes a la ciudad central; es la concentración urbana de mayor jerarquía en el Estado de México y es considerada como uno de los centros urbanos más importantes de megalópolis. Su continuo crecimiento poblacional, urbano e industrial ha traído consigo la ampliación del número de municipios metropolitanos, dificultando cada vez más la identificación de sus límites.

A lo largo del fenómeno de conurbación de la ciudad de Toluca se han definido tres delimitaciones oficiales. En primer lugar la publicada en 2009, mediante el Decreto número 13 de la H. “LVII” Legislatura del Estado de México, donde se aprueba la declaratoria de Zona Metropolitana del Valle de Toluca mediante la integración de 22 municipios. De acuerdo al decreto, se consideran estos municipios con el fin de coordinar los planes, programas y acciones, entre ellos o en lo referente al estado y sus municipios, con planes federales o de entidades federativas colindantes.

La disposición en mención, señala en su artículo cuarto, que para fines de su implementación, los planes metropolitanos contendrán la subdivisión metropolitana por área de influencia que facilite su aplicación. Dicho de otra forma, manifiesta que no existe impedimento para que se desarrollen planes o proyectos sectoriales de acuerdo a las necesidades que se deban atender. Como un antecedente importante se menciona que desde 1993, con la aprobación del Plan Regional Metropolitano de Toluca, se reconocen 20 municipios metropolitanos, de los cuales 7 presentaban conurbación, incluyendo la capital del Estado.

En 2005, el Plan referido considera 22 municipios de carácter metropolitano, 9 municipios centrales y 13 municipios que forman las zonas rurales y agropecuarias en un amplio territorio pero que se conectan e interactúan con la ciudad central. La finalidad primordial del Decreto fue integrar un grupo homogéneo de entidades de gobiernos municipales, ligadas entre sí por la existencia de infraestructura vial de mayor capacidad y la corresponsabilidad en la atención de una problemática común, permanente y creciente en asuntos relativos al transporte público, la seguridad pública, el suministro de agua potable, el drenaje, las necesidades de infraestructura vial, así como el manejo y la disposición final de los desechos sólidos (entre otros).

Es valioso acotar que la delimitación propuesta a nivel federal, fue realizada por la comisión tripartita integrada por CONAPO, SEDESOL e INEGI, considerando lo siguiente:

> *Se define como zona metropolitana al conjunto de dos o más municipios donde se localiza una ciudad de 50 mil o más habitantes, cuya área urbana, funciones y actividades rebasan el límite del municipio que originalmente la contenía, incorporando como parte de sí misma o de su área de influencia directa a municipios vecinos,*

predominantemente urbanos, con los que mantiene un alto grado de integración socioeconómica. También se incluyen a aquellos municipios que por sus características particulares son relevantes para la planeación y política urbanas de las zonas metropolitanas en cuestión (INEGI 2010).

En términos numéricos, los municipios seleccionados deben cumplir con el siguiente criterio: al menos el 15% de la población residente labora en el municipio central, o bien, al menos el 10% de la población residente del municipio central labora en el municipio contiguo. Por lo tanto, se entiende que los principales detonantes de la movilidad cotidiana se encuentran en la interdependencia entre los mercados laborales, de bienes y servicios, además de la relación que existe entre donde vive y dónde trabaja o dónde estudia la población. Es así que la segunda delimitación considera la ZMT conformada por 15 municipios, de los cuales 8 poseen como característica principal la conurbación creando en conjunto una ciudad central, y los seis municipios restantes que poseen integración funcional con los municipios centrales.

Ambas delimitaciones, por su extensión y cobertura permiten conocer la dinámica de la zona. Sin embargo, en un tercer acercamiento y tomando en consideración que el presente estudio tiene un enfoque urbano y ambiental, que busca mejorar las condiciones de movilidad urbana y además, disminuir los contaminantes producidos en las zonas con una mayor concentración de población, actividades y fuentes móviles en circulación, la visión particular y las propuestas para mejorar la calidad del aire estarán dirigidas a la zona urbana (es decir, la ciudad central), sin dejar de tener en consideración la visión metropolitana.

Para ello, se consideró como una escala puntual una tercera propuesta de delimitación realizada por la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI). Esta aproximación se construye bajo la visión de contención y consolidación de las ciudades mexicanas, que durante los últimos 30 años han mantenido una acelerada expansión de su superficie, elevando con ello las necesidades de infraestructura y de movilidad desde sitios cada vez más distantes y desconectados. La delimitación de la CONAVI forma parte de la actual política pública de desarrollo urbano a nivel nacional y bajo la cual deben articularse el resto de los instrumentos de gestión del territorio en la escala federal, estatal y municipal, incluyendo las decisiones en torno a la creación de infraestructura, equipamientos y sistemas de movilidad urbanos.

La delimitación de los perímetros de consolidación urbana 2014 se plantea a partir de tres polígonos: U1, U2 y U3. En el polígono U1 se localizan la mayor parte de los empleos; un segundo polígono o corona se encuentra definido como la zona de consolidación urbana (U2) con oferta de vivienda y centros de empleo pero con capacidad de incrementar la densidad de la zona, así como la ocupación de vacíos urbanos bien localizados y el polígono U3 es el perímetro urbano planeado para el futuro crecimiento.

El principal criterio para esta delimitación es la conurbación, entendida como aquellas zonas urbanas que por su crecimiento forman una continuidad con dos o más localidades o centros de población integrando una superficie continua, poseen entre ellos intereses y necesidades comunes. Uno de los obstáculos para impulsar el uso de esta herramienta o delimitación es la falta de vinculación y asimilación por parte de instancias gubernamentales locales que

permitan generar soluciones integrales, por el contrario priva una visión aislada y soluciones parciales ante problemas que sobrepasan los límites político-administrativos.

El fenómeno de conurbación de la Zona Metropolitana de Toluca puede concebirse como una conurbación en vías de desarrollo al ser producto de una crisis rural que, gradualmente, incorpora territorios a la formación de una ciudad central, compuesta por once municipios que dan origen a una macrocefalia al sur del Estado de México. Es valioso acotar que su formación ha sido consecuencia del incremento tanto natural como social de la población, que ha ido de la mano de la transición de la actividad primaria a una intensa actividad industrial en el principal corredor, que lo comunica con el centro de la megalópolis del centro de México. Al mismo tiempo, la conurbación de la ZMT se debe a la presencia de dos centros de actividades terciarias: Toluca y Metepec. El primero como núcleo de las actividades político-administrativas, educativas, culturales y de servicios y el segundo como subcentro y ascenso de actividades comerciales, recreativas y culturales.

En un segundo tipo de relación, este fenómeno da como resultado una integración funcional y no precisamente producto de la conurbación. Es por esto que se deriva la necesidad de tomar en cuenta a la población que vive en un municipio y trabaja o satisface sus necesidades en otra localidad, convirtiéndose en una necesidad primordial la conformación de un sistema de transporte que permita facilitar los desplazamientos, bajo alternativas más sustentables que permitan mejorar la calidad de vida de sus habitantes. En síntesis, la delimitación de la zona de estudio tiene una aproximación en tres niveles descritos en la Tabla V.1, que pueden ser visualizados en el Mapa V.1.

Tabla V.1: Aproximaciones a la zona de estudio

Municipio	**Nivel: coordinación metropolitana** (Decreto Estatal, 2009)	**Nivel: conurbación / funcionalidad** (SEDESOL/CONAPO/ INEGI, 2010)	**Nivel: continuidad urbana (ciudad central)** (SEDATU/CONAVI, 2014)
Almoloya de Juárez	Conurbado	Conurbado	Conurbado
Almoloya del Río	Incluido por política urbana		
Atizapán	Incluido por política urbana		
Calimaya	Conurbado	Conurbado	Conurbado
Capulhuac	Incluido por política urbana		
Chapultepec	Integración funcional	Integración funcional	
Lerma	Conurbado	Conurbado	Conurbado
Metepec	Conurbado	Conurbado	Conurbado
Mexicaltzingo	Conurbado	Conurbado	Conurbado
Ocoyoacac	Integración funcional	Integración funcional	Conurbado
Otzolotepec	Conurbado	Conurbado	Conurbado
Rayón	Integración funcional	Integración funcional	
San Antonio la Isla	Integración funcional	Integración funcional	

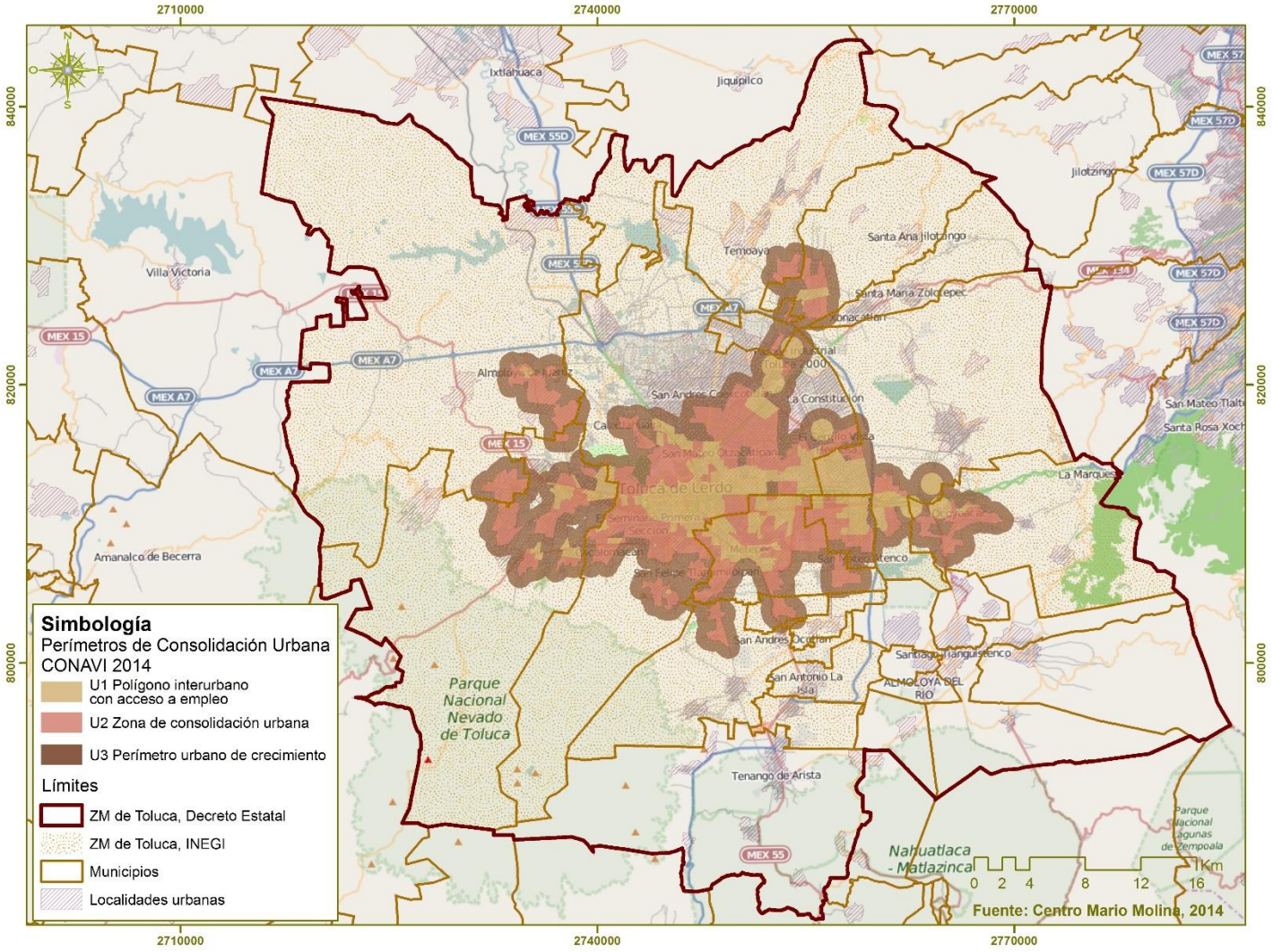
Municipio	**Nivel: coordinación metropolitana** (Decreto Estatal, 2009)	**Nivel: conurbación / funcionalidad** (SEDESOL/CONAPO/ INEGI, 2010)	**Nivel: continuidad urbana (ciudad central)** (SEDATU/CONAVI, 2014)
San Mateo Atenco	Conurbado	Conurbado	Conurbado
Temoaya	Integración funcional	Integración funcional	Conurbado
Tenango del Valle	Incluido por política urbana		
Texcalyacac	Incluido por política urbana		
Tianguistenco	Incluido por política urbana		
Toluca	Conurbado	Conurbado	Conurbado
Xalatlaco	Incluido por política urbana		
Xonacatlán	Integración funcional	Integración funcional	
Zinacantepec	Conurbado	Conurbado	Conurbado

Fuente: Elaboración propia datos de INEGI/CONAPO/SEDESOL (2012), Gaceta del Gobierno del Estado de México publicada el 19 de Noviembre de 2009, y Polígonos de Consolidación de CONAVI 2014.

Derivado de la revisión anterior, y para los fines de este proyecto, la zona de estudio definida para este proyecto considera el ámbito megalopolitano y el metropolitano de manera amplia (22 municipios) y estricta (15 municipios) para comprender los aspectos clave de la movilidad regional en la ciudad de Toluca. Aunado a lo anterior, con la finalidad de alinear los resultados del estudio al proceso de consolidación urbana definida por la nueva política de desarrollo urbano (contenida en el Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Vivienda 2013-2018 del gobierno federal), se emplea una escala definida por la ciudad central, con el objeto de facilitar la generación de nueva información y el desarrollo de propuestas que atiendan a las necesidades de la movilidad interna de la ciudad.

Esta visión reafirma la necesidad de adecuar la escala al objeto de estudio, ya que como menciona Botello: “los límites de la región varían en función de la prioridad que se dé a cada dinámica interna, ya que una región es una construcción conceptual que corresponde a una perspectiva teórica y metodológica particular” (Arteaga Botello 2005). En el caso de la movilidad, es posible señalar, con base en la identificación de los principales polos atractores de viajes, que la ZMT puede acotarse a los municipios de Toluca, Lerma, Metepec, San Mateo Atenco y Zinacantepec. Reducción que en la actualidad continúa siendo válida.

Mapa V.1: Delimitación de la zona de estudio



VI CONTEXTO URBANO REGIONAL DE LA ZONA METROPOLITANA DE TOLUCA

VI.1 Contexto urbano regional y su dinámica megalopolitana

La región centro de México es una zona sujeta a fuertes dinámicas urbano-demográficas y económicas. Históricamente, ha sido el eje estructurador del territorio y la actividad económica nacional. Su nivel de participación en el PIB nacional supera el 30%, situación que refleja la importancia de la zona para el país en el ámbito económico. A su vez, la concentración de un tercio de los mexicanos en esta región, alude a un patrón altamente centralizado y concentrado. El resultado es la conformación de uno de los sistemas territoriales más complejos a nivel mundial: la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), a cuyo alrededor crecen bajo el mismo patrón de ocupación dispersa del territorio, y concentración económica y demográfica, otras zonas metropolitanas de importancia como Toluca-Lerma, Puebla-Tlaxcala, Tlaxcala-Apizaco, Cuernavaca-Cuautla, Tula, Tulancingo y Pachuca.

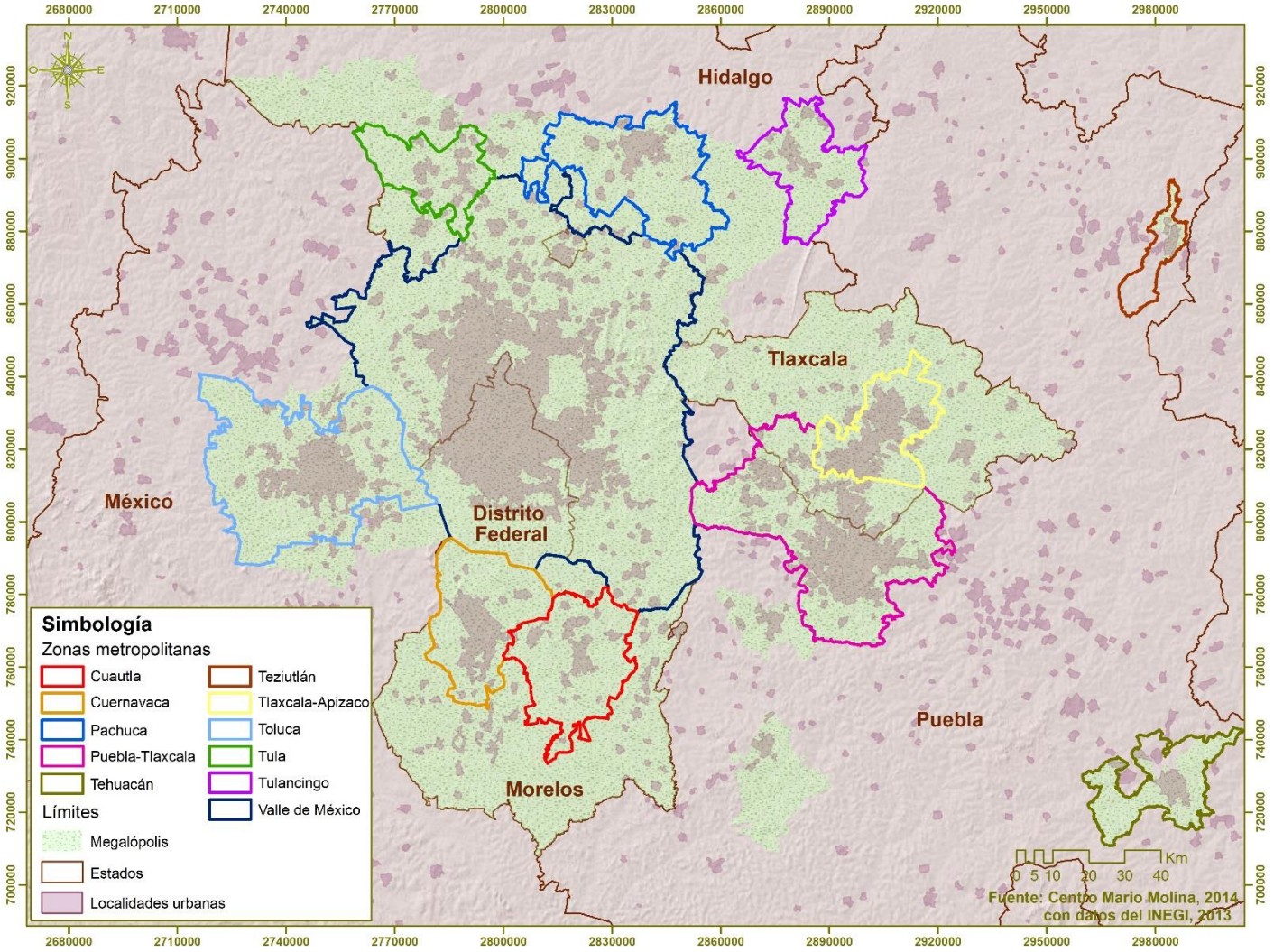
De manera oficial, el fenómeno de relación funcional entre diversas zonas metropolitanas en la región centro de México, se reconoció mediante la creación de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAMe), que integra a 240 municipios de doce zonas metropolitanas: Valle de México, Toluca, Puebla-Tlaxcala, Tlaxcala-Apizaco, Cuernavaca, Cuautla, Tula, Tulancingo, Pachuca, Tehuacán, Teziutlán y Tenancingo (Mapa VI.1).

Actualmente, los municipios que integran la Megalópolis de la región centro de México concentran un total de 29.4 millones de habitantes[6], mismos que representan 26% de la población total a nivel nacional. En los últimos diez años, la dinámica poblacional registra un incremento de 8.1 millones de habitantes entre los años 2000 y 2010, con una tasa de 1.2% anual, ligeramente menor al ritmo de crecimiento nacional de 1.4%.

El conjunto de estas ciudades, a través de interacciones funcionales, determinan las condiciones de uso no racional de los recursos naturales y energéticos, imponen costos económicos y sociales a los sectores productivos y a la población y determinan vacíos para la gobernabilidad de espacios y situaciones que no corresponden a los niveles de gobierno actualmente existentes (CMM 2012).

[6] Considerando la población total de cada municipio que integra la Megalópolis.

Mapa VI.1: Área urbana de las zonas metropolitanas de la región centro, 2012



Dada la relación funcional entre la Zona Metropolitana del Valle de Toluca con el resto del Estado de México y la región centro del país, el número de desplazamientos cotidianos son elevados. Su importancia se fortaleció a principios de 1970, a partir de la consolidación del sector industrial, que se vio reflejada directamente en el incremento poblacional, la expansión de la mancha urbana así como la necesidad de mayor equipamiento e infraestructura vial tanto como eje articulador al interior de la ciudad como para fortalecer la comunicación con el exterior. En el año 2000, la ZMT se colocaba entre las metrópolis de la región que recibían mayor población de la que expulsaban por motivos laborales al igual que Cuernavaca, Puebla-Tlaxcala y Querétaro (Cruz 2010).

Desde la consolidación de la región como una importante zona comercial e industrial y hasta la actualidad, Toluca y su zona metropolitana (en comparación con el resto de las metrópolis de la megalópolis), posee una mayor relación con la ZMVM generando diariamente una gran cantidad de viajes de la población que se desplaza de una metrópoli a otra por motivos laborales (principalmente).

De acuerdo a cifras del Instituto Mexicano del Transporte (IMT), el tránsito diario promedio anual de autotransporte entre Toluca y el Distrito Federal en el 2002 fue mayor a los 50 mil vehículos. Incluso, la composición vehicular en los movimientos radiales entre estas dos entidades en ese mismo año era la siguiente: para el transporte de pasajeros, 82% corresponde a automóviles y 10% en autobuses de pasajeros, mientras que el 8% restante estaba compuesto por los camiones para el transporte de carga (IMT 2004).

Actualmente, el corredor Toluca-ciudad de México ocupa el primer lugar entre el resto de las ciudades de la región centro por el número de viajes carreteros hacia el núcleo de la megalópolis. Considerando los promedios de ocupación provenientes del Estudio de Origen-Destino (EOD) para cada estación según la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)[7] (Tabla VI.1), se estimó que diariamente se realizan un promedio de 315 mil viajes diarios entre el Valle de Toluca y el Distrito Federal. El siguiente corredor megalopolitano en importancia por el número de viajes es la carretera México-Puebla, y por último, la carretera México Pachuca, con 260 mil y 233 mil entradas registradas (SCT 2012; SCT 2013; SCT 2013) (Tabla VI.2).

Como resultado de esta dinámica, se identificó que el número de viajes intra e inter municipales y metropolitanos va en aumento, acompañado de eventos de congestión vehicular en los accesos en ambas ciudades centrales, la ocurrencia de accidentes viales y sobre todo, un incremento en la concentración de contaminantes generados por fuentes móviles (principalmente del automóvil).

[7] En el caso de la estación localizada en la carretera México-Toluca, se calculó un factor de ocupación realizando un promedio entre el dato correspondiente al resto de las estaciones al no contar con un estudio de ese tipo.

Tabla VI.1: Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) y factor de ocupación por tipo de vehículo en puntos de acceso carretero al Distrito Federal

México-Cuernavaca	M	A	B	C2	C3	T3S2	T3SE	T3S2R4	OTROS
Libre	0.1%	86.9%	5.6%	4.4%	1.1%	0.4%	0.5%	0.0%	0.1%
Cuota	0.6%	58.7%	6.5%	1.7%	1.1%	2.5%	0.6%	1.1%	0.2%
FO	1.00	2.91	29.81	1.60	1.40	1.22	1.24	1.17	1.31
México-Toluca	**M**	**A**	**B**	**C2**	**C3**	**T3S2**	**T3SE**	**T3S2R4**	**OTROS**
Libre	1.1%	79.5%	2.4%	8.7%	1.5%	3.3%	1.9%	1.0%	0.9%
Cuota	1.4%	85.8%	1.5%	5.7%	0.9%	2.1%	0.8%	1.2%	0.9%
FO*	1.00	2.39	23.59	1.59	1.37	1.23	1.23	1.16	1.31
México-Pachuca	**M**	**A**	**B**	**C2**	**C3**	**T3S2**	**T3SE**	**T3S2R4**	**OTROS**
Libre	1.7%	86.1%	0.9%	4.1%	1.6%	1.7%	3.0%	0.2%	0.8%
Cuota	0.4%	84.6%	6.1%	4.9%	1.6%	1.6%	0.2%	0.5%	0.1%
FO	1.00	1.96	16.29	1.53	1.28	1.21	1.19	1.12	1.31
México -Puebla	**M**	**A**	**B**	**C2**	**C3**	**T3S2**	**T3SE**	**T3S2R4**	**OTROS**
Libre	1.0%	87.8%	1.0%	4.9%	1.7%	1.0%	2.2%	0.3%	0.4%
Cuota	0.3%	84.3%	4.0%	4.6%	1.1%	2.9%	2.4%	0.4%	0.2%
FO	1.00	2.31	24.66	1.65	1.44	1.27	1.25	1.20	1.32

*Promedio del factor de ocupación del resto de los puntos considerados

Fuente: CMM con datos de SCT, 2012 y 2013.

Tabla VI.2: Viajes en los principales corredores carreteros de acceso al Distrito Federal, 2013

Carretera	M	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	TESR4	Otros	Total
México-Cuernavaca	224	111 763	101 116	2 425	849	1 134	384	434	116	218 445
México-Toluca	1 413	234 625	55 036	13 840	1 958	4 003	1 965	1 442	1 371	315 653
México-Pachuca	1 062	164 360	54 034	6 735	2 012	1 964	1 918	377	601	233 063
México -Puebla	743	198 383	46 157	7 778	2 091	1 975	2 758	393	443	260 721
Total	3 442	709 131	256 343	30 778	6 910	9 076	7 025	2 646	2 531	1 027 882

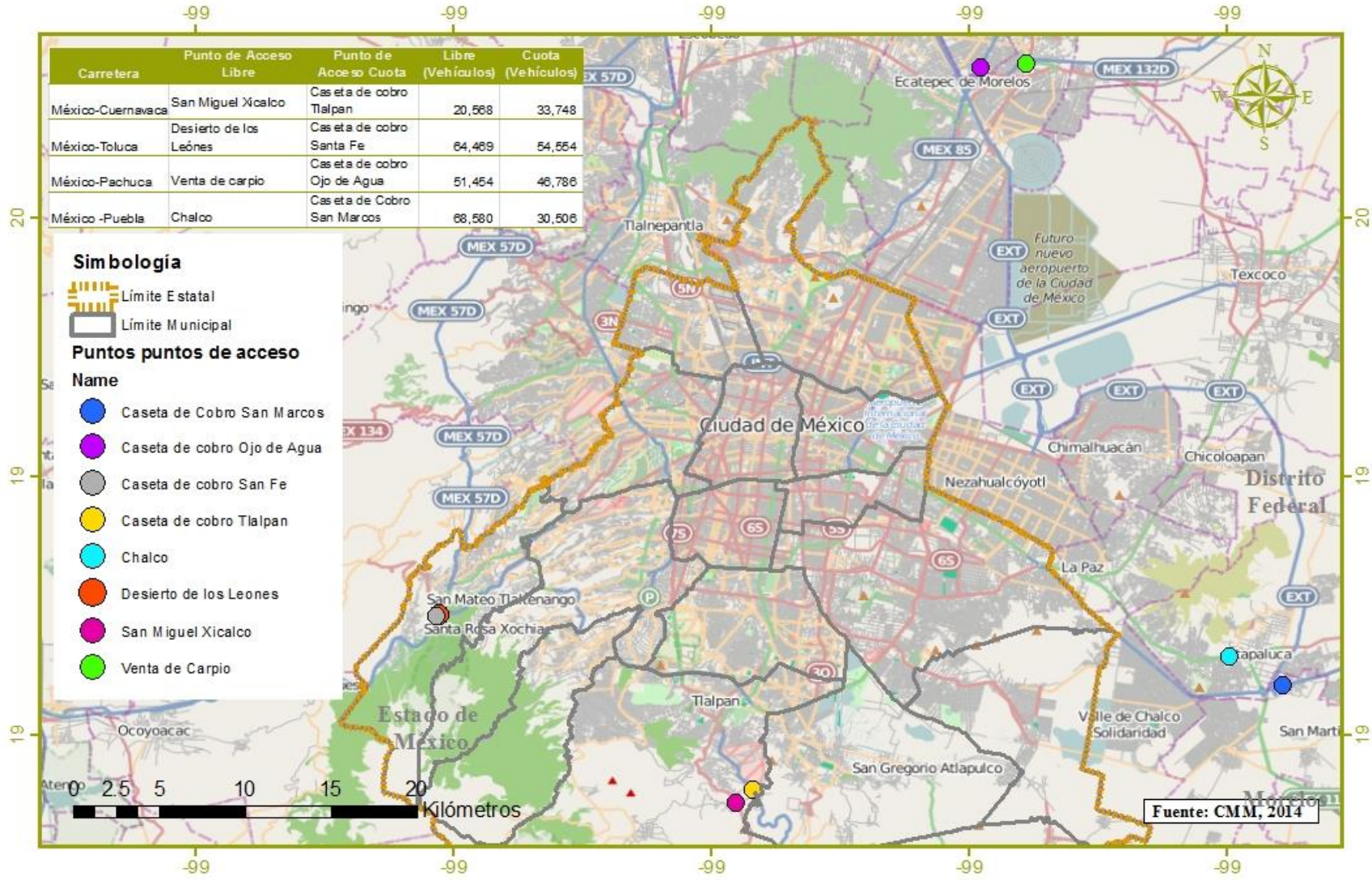
Nota: Incluye conteo de todo tipo de vehículos en ambos sentidos y en vialidades de cuota y libres, en los puntos de acceso al Distrito Federal.

Fuente: Elaboración propia con datos de SCT, 2012, 2013 y 2013a.

Donde:

M	Motos
A	Automóviles
B	Autobuses
C2	Camiones unitarios de 2 ejes
C3	Camiones unitarios de 3 ejes
T3S2	Tractor de 3 ejes con semirremolque de 2 ejes
T3S3	Tractor de 3 ejes con semirremolque de 3 ejes
T3SR4	Tractor de 3 ejes con semirremolque de 2 ejes y remolque de 4 ejes
Otros	Considera otro tipo de combinaciones de camiones de carga

Mapa VI.2: Tránsito diario promedio anual (principales corredores megalopolitanos), 2013



VI.2 Crecimiento histórico

La relevancia de la ciudad de Toluca despuntó en la primera década del siglo XX tras la llegada del ferrocarril y debido a su localización estratégica por el paso directo rumbo a la ciudad de México así como por ubicarse entre los puertos del Golfo de México y el Océano Pacífico.

A inicios de 1900, el sector primario se destacaba en la zona, al concentrar 60% de la actividad económica. Esta preponderancia comenzó a cambiar entre 1930 y 1960, cuando la ciudad de Toluca implementó un programa para mejorar las vías de comunicación, dándole un aspecto moderno a la ciudad, estableciendo las condiciones necesarias para su desarrollo y crecimiento, como una ciudad con un centro industrial reconocido.

Para 1950 el área urbana abarcaba 225 ha definiéndose como una zona con vocación comercial, aunque no bien delimitada y mezclada con usos habitacionales. La ciudad se empezó a configurar hacia el oriente como consecuencia del crecimiento de la zona industrial. De acuerdo a la mayoría de los estudios sobre la ciudad de Toluca, su zona metropolitana es producto de un desarrollo urbano sin planeación. La década de los cincuenta y sesenta es el punto de inicio del proceso de conurbación entre los municipios de Toluca y Lerma a partir de la dinámica de crecimiento impulsada por la llegada del sector industrial al Valle de Toluca.

Fue en 1960 cuando se autorizó la construcción del corredor industrial Toluca-Lerma. A partir de ese momento la vocación agrícola se transformó a una de tipo industrial y habitacional. Dada las nuevas necesidades de desplazamiento, se implementaron cambios en la estructura vial de la ciudad para favorecer el desarrollo urbano y la interrelación que permitieron el traslado de personas y bienes. Como consecuencia, el fenómeno urbano entró en una nueva fase de consolidación al concentrar los servicios y el abasto del Valle de Toluca con la construcción del Mercado Juárez y la Terminal de Camiones.

Hacia 1970, la expansión de la ciudad central tuvo su primer fenómeno de conurbación entre los municipios de Toluca y Metepec, Sin embargo, apostando nuevamente al desarrollo de la ciudad a través de la conectividad del territorio, se inauguraron importantes vías de comunicación como las carreteras Toluca-Valle de Bravo, Toluca-Ixtlahuaca, Toluca-Ixtapan y la Toluca-Metepec. Con estas obras, la ciudad dejó de ser el principal centro para la actividad económica y se convirtió en un centro impulsor para los municipios de Almoloya de Juárez, Zinacantepec, Lerma, Otzolotepec, Ocoyoacac, San Mateo Atenco, Calimaya, Xonacatlán, Mexicaltzingo y Chapultepec detonando su propia expansión.

Los fenómenos naturales pueden alterar la dinámica de las ciudades e impactar en su crecimiento poblacional y en la extensión de la mancha urbana; este fue el caso de la ciudad de Toluca. Después del sismo de 1985 que afectó la zona centro, sur y occidente de México (especialmente al Distrito Federal), se produjo una corriente migratoria a ciudades con baja densidad y de crecimiento horizontal como la ciudad de Toluca. Como consecuencia de

este fenómeno, la década de los ochenta se distingue por la consolidación de la ciudad central derivado del acelerado proceso de conurbación.

A partir de los años ochenta, el crecimiento reciente del sector terciario ha reforzado el proceso de metropolización. En esta década se crea el Fideicomiso para el Desarrollo de Parques y Zonas Industriales en el Estado de México (FIDEPAR), con el objetivo de establecer y regular los parques industriales de la entidad. Este fenómeno de conurbación y de consolidación de nuevos parques industriales incrementó la necesidad de infraestructura vial que comunicara la ciudad central con los municipios cercanos y con la ciudad de México. Por ese motivo se construyeron nuevas vialidades como las Torres, se amplió la carretera Naucalpan-Toluca y se concluyen las obras de la carretera México-Toluca, además de la construcción del Aeropuerto Internacional Lic. Adolfo López Mateos; detonando aún más el desarrollo urbano por el fuerte vínculo entre la ZM del Valle de México y el de Toluca.

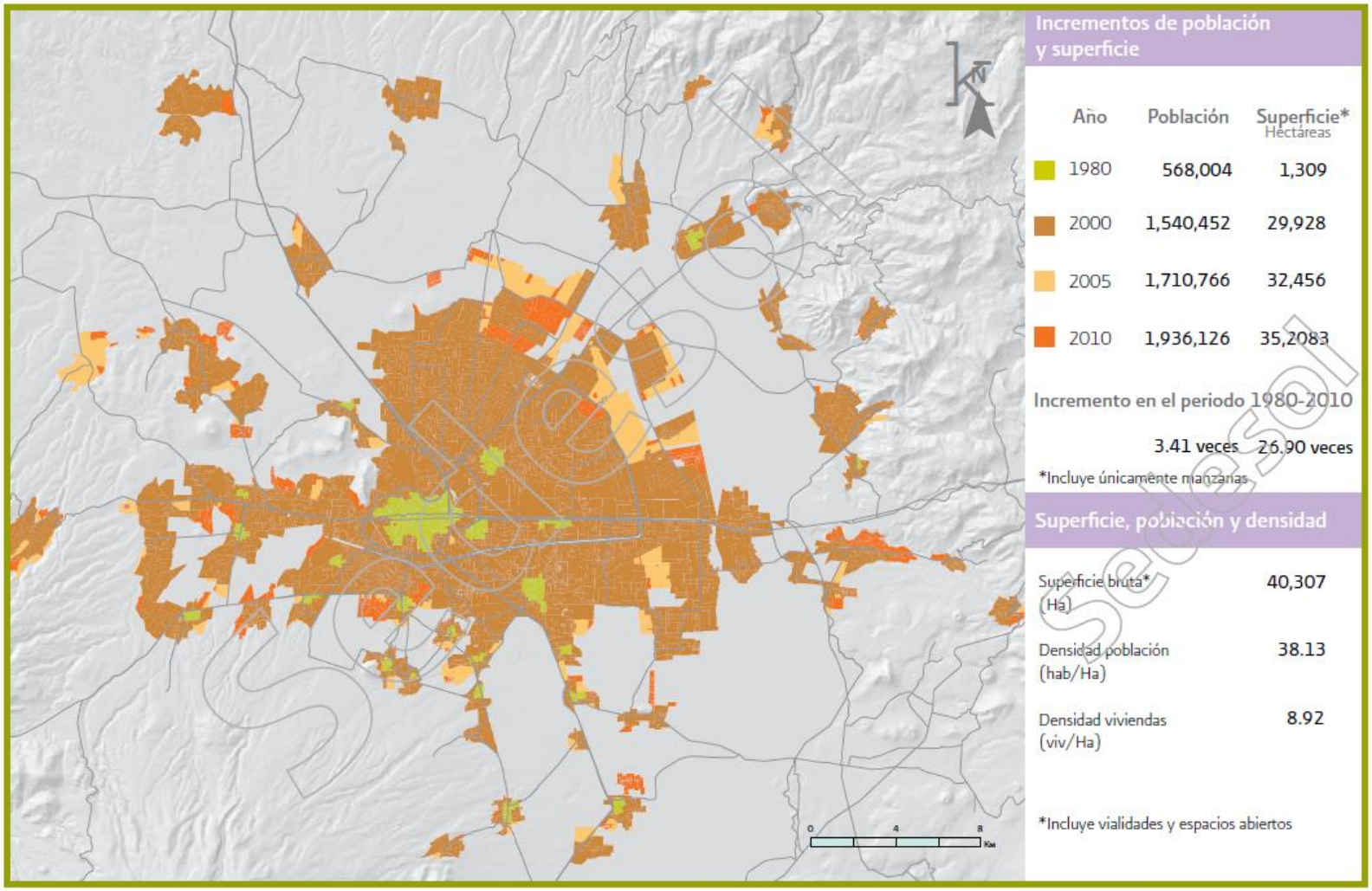
En la última década del siglo XX y la primera del siglo XXI, el fenómeno de conurbación continuó, manteniendo un patrón de crecimiento disperso y de baja densidad. En este periodo se incorpora a la ciudad central el municipio de Ocoyoacac e inicia el proceso de conurbación de San Mateo Atenco, Almoloya de Juárez y Otzolotepec.

A lo largo de la historia el patrón de crecimiento de la ciudad fue de tipo disperso y de baja densidad. El principal problema es una expansión de la superficie urbana desasociada del incremento poblacional; en 30 años la Zona Metropolitana de Toluca triplicó su población, mientras que la expansión de su mancha urbana multiplicó 27 veces su tamaño (Mapa VI.3) (SEDESOL 2012).

En general, el incremento poblacional del Valle de Toluca responde al proceso de industrialización en la zona, el cual a partir de la llegada del ferrocarril colocó a la ciudad de Toluca como la segunda zona metropolitana en orden de importancia después de la ciudad de México. El aumento de la población desde inicios de siglo presenta un crecimiento constante que puede explicarse en tres grandes periodos (Figura VI.1):

- Periodo de 1900 – 1940: Se distingue por un comportamiento estable de la población con predominio de la agricultura como actividad económica.
- Periodo de 1940 – 1990: Inicia el proceso de conurbación, la actividad industrial toma fuerza y empieza a transformar la dinámica de la ciudad. Parte de la población que se dedicaba a la agricultura migra a la ciudad para dedicarse a las actividades secundarias.

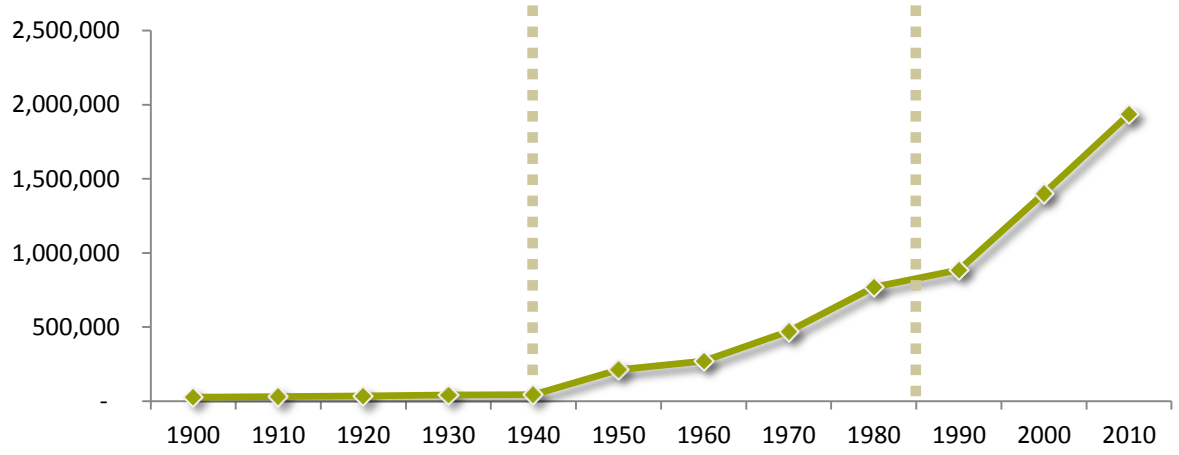
Mapa VI.3: Expansión de la ZMT entre los años 1980 y 2010



Fuente: (SEDESOL 2012).

- Periodo de 1990 – 2010: Se puede definir como el proceso de consolidación, la industria se convierte en la actividad económica predominante en la zona y comienza a demandar un mayor volumen de mano de obra. Este periodo se distingue por un incremento de población acelerado respondiendo por un lado al proceso de industrialización, y por otro lado, a la corriente migratoria proveniente de la ciudad de México a causa del terremoto de 1985.

Figura VI.1: Evolución de la población en el valle de Toluca, 1900 – 2010



Fuente: Elaboración propia con datos de (SDU-GEM 2010).

Sin embargo, la mayor problemática en el Valle de Toluca (VT) no fue precisamente el incremento poblacional sino la expansión de la ciudad. Mientras que la población mantuvo una tasa de crecimiento acorde a la transformación de las actividades económicas, el patrón de crecimiento de la mancha urbana ha sido disperso y de baja densidad. Aunado a lo anterior, la autorización para la construcción de conjuntos habitacionales, la mayoría en el municipio de Toluca carentes de conectividad en muchos casos, ha incrementado los problemas de movilidad de sus habitantes (Tabla VI.3).

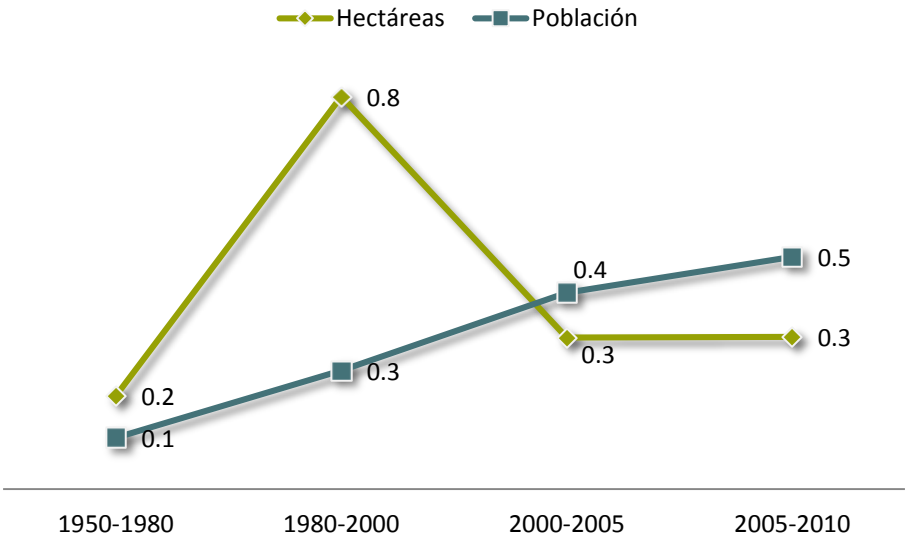
Al comparar las tasas de crecimiento de la población y de la expansión de la ciudad (Figura VI.2) se observa que en el periodo entre 1980 y 2000, la tasa de crecimiento de la superficie urbana fue aproximadamente tres veces mayor a la poblacional. Como resultado de este crecimiento desproporcionado, Toluca es una ciudad dispersa, con grandes zonas habitacionales en la periferia que adicionalmente carecen de servicios, (principalmente de transporte), encareciendo con ello los costos que debe asumir la población en términos de tiempo y distancia para realizar las actividades cotidianas como ir a trabajar o a la escuela.

Tabla VI.3: Autorización de conjuntos habitacionales en el Valle de Toluca

Municipio	Periodo										Distribución por municipio
	1950-1957	1957-1963	1963-1969	1969-1975	1975-1981	1981-1986	1987-1993	1993-1999	1999-2005	Total	
Almoloya de Juárez	-	-	-	-	-	-	1	1	2	4	3%
Calimaya	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1%
Capulhuac	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1%
Lerma	-	1	1	-	1	2	1	1	3	10	7%
Metepec	-	2	2	7	6	4	2	1	2	26	18%
Ocoyoacac	-	-	-	1	1	-	-	-	-	2	1%
San Antonio la Isla	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	1%
San Mateo Atenco	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1%
Tenango del Valle	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1%
Tianguistenco	-	-	-	3	-	-	-	-	-	3	2%
Toluca	4	8	6	9	9	4	7	14	27	88	62%
Zinacantepec	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	2%
Total	4	11	10	21	17	10	11	19	36	139	100%

Fuente: Elaboración propia con datos de (SDU-GEM 2010).

Figura VI.2: Tasa de crecimiento promedio anual de la población, 1950-2010



Fuente: Elaboración propia con datos de (SDU-GEM 2010) y (SEDESOL 2012).

VI.3 Estructura poblacional

La ciudad central o Zona Urbana de la ZMVT concentraba 1.3 millones de habitantes de acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2010. Ésta cifra se formuló considerando 438 AGEB al interior del perímetro de consolidación definido por la CONAVI para la zona de estudio. El volumen de población representa aproximadamente 9% de la población total del Estado de México y 68% de la ZMT (Tabla VI.4). Al respecto, es importante mencionar que la fuerte concentración de población se traduce en un incremento en las actividades económicas y productivas, por lo tanto la demanda de infraestructura vial, transporte público e infraestructura peatonal y ciclista es mayor.

Tabla VI.4: Población total en la zona metropolitana y zona urbana de Toluca, 2000-2010

Año	Zona Urbana	ZMT	Estado de México
2000	974 379	1 540452	14 007 495
2010	1317499	1936126	15 175 862

Fuente: Elaboración propia con de INEGI 2000 a 2010, y SEDESOL-INEGI-CONAPO 2010.

La ZMT es el resultado de un fuerte proceso de industrialización, siendo históricamente éste sector el de mayor demanda de mano de obra, motivo por el cual resulta evidente una importante dinámica de crecimiento de la población. Las tasas de crecimiento poblacional permiten conocer el ritmo del incremento demográfico dentro del territorio. El cálculo de la tasa media de crecimiento anual (TMCA) se realizó empleando la siguiente expresión:

$$TMCA = \frac{(P_2 - P_1)/t}{(P_2 + P_1)/2} * 100$$

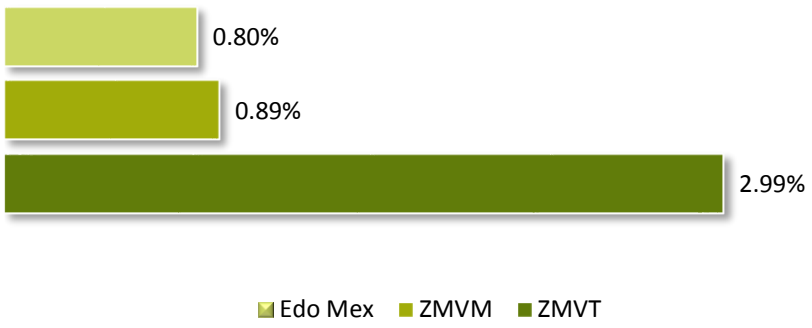
Dónde:

P_2 y P_1=Poblaciones totales de 2010 y 2000 respectivamente

t=tiempo transcurrido en años

Para el caso de la ZMT se registró una tasa de crecimiento media anual (TCMA) de 3% entre 2000 y 2010; esta cifra representó un aumento de alrededor de 343 mil habitantes en el periodo, en otras palabras, significa un ritmo cuatro veces mayor respecto al crecimiento poblacional del Estado de México y la ZMVM (Figura VI.3).

Figura VI.3: Tasas de crecimiento media anual de la población, 2000-2010



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2000 a 2010 y SEDESOL, 2010.

En lo que respecta a la distribución de población por municipio, se observa que en la zona urbana, más de la mitad de sus habitantes residen en el municipio de Toluca. El segundo municipio de residencia es Metepec que alberga 16% de la población, mientras que el resto de municipios concentran poblaciones que representan menos del 6% con respecto a la población total del área de estudio (Tabla VI.5).

La dinámica de crecimiento al interior de la ciudad expresa un claro crecimiento radial de la ciudad y la expulsión de la población del centro hacia la periferia de la misma o hacia otras ciudades. Lo anterior se observa en el Mapa VI.4, mediante la representación cartográfica de las tasas de crecimiento media anual de la población a nivel AGEB[8], las cuales oscilan con decrementos de -15% a ganancias poblacionales de 49%.

[8] Una AGEB urbana es un área geográfica ocupada por un conjunto de manzanas perfectamente delimitadas por calles, avenidas, andadores o cualquier otro rasgo de fácil identificación en el terreno y cuyo uso del suelo es principalmente habitacional, industrial, de servicios, comercial, etcétera, y sólo son asignadas al interior de las zonas urbanas que son aquellas con población mayor o igual a 2,500 habitantes y en las cabeceras municipales.

Tabla VI.5: Distribución porcentual de la población por municipio la zona urbana 2010

Municipio	Participación porcentual	Municipio	Participación porcentual
Almoloya de Juárez	3.9%	Otzolotepec	2.3%
Calimaya	0.7%	San Mateo Atenco	5.5%
Lerma	3.0%	Temoaya	0.6%
Metepec	15.8%	Toluca	56.3%
Mexicaltzingo	0.7%	Zinacantepec	8.2%
Ocoyoacac	3.0%	Área Urbana	100%

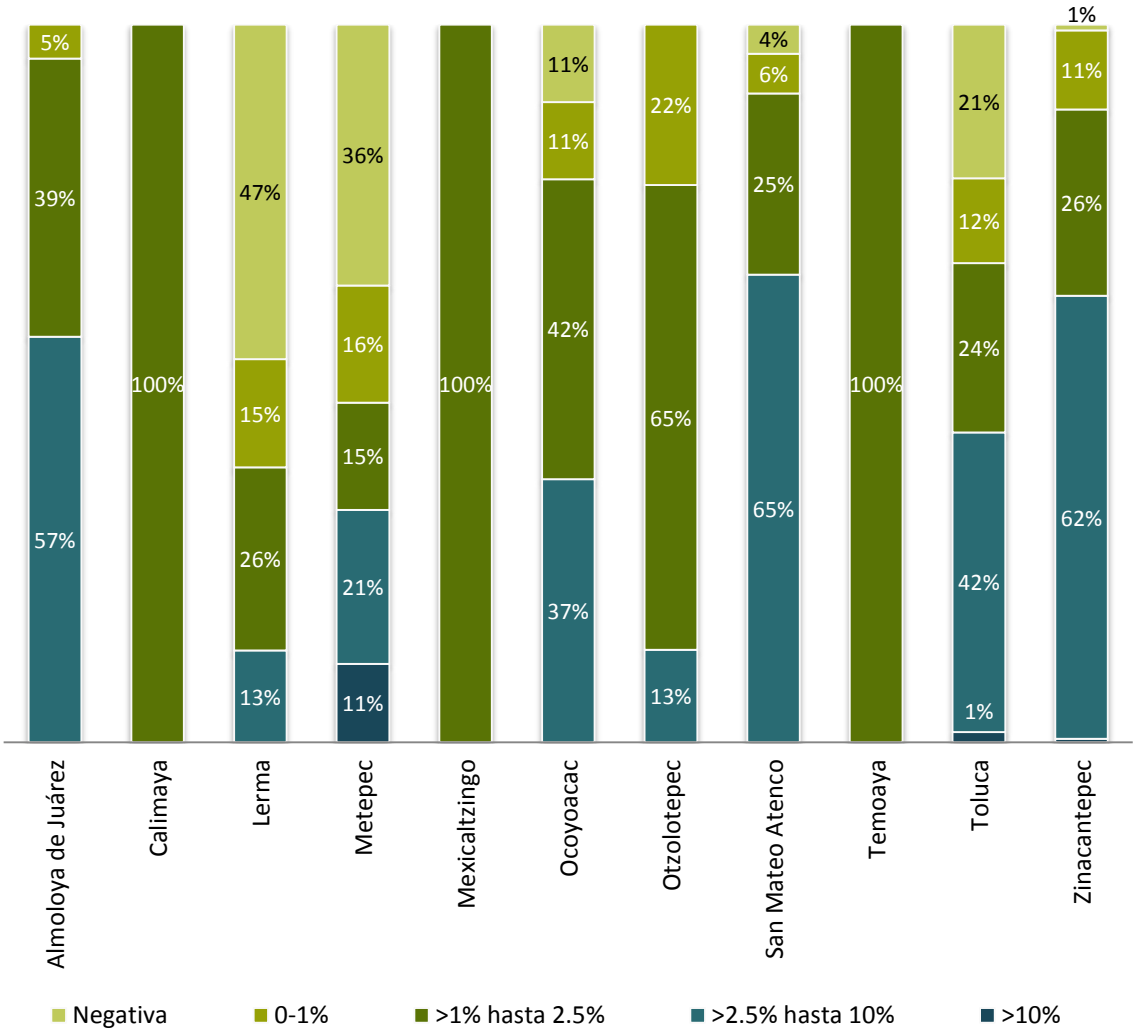
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2010.

Los decrementos en población se encuentran focalizados en 15% del territorio, principalmente en el centro del municipio de Toluca y parte de la región adyacente hacia Metepec, en donde también se registran las mayores concentraciones de empleo.

Los segmentos de territorio cuya tasa de crecimiento anual es superior a 2.5%, representan 32% de la superficie de la zona urbana, asimismo, estas se encuentran ubicadas en promedio a 9 km de distancia de forma radial respecto al centro de la ciudad.

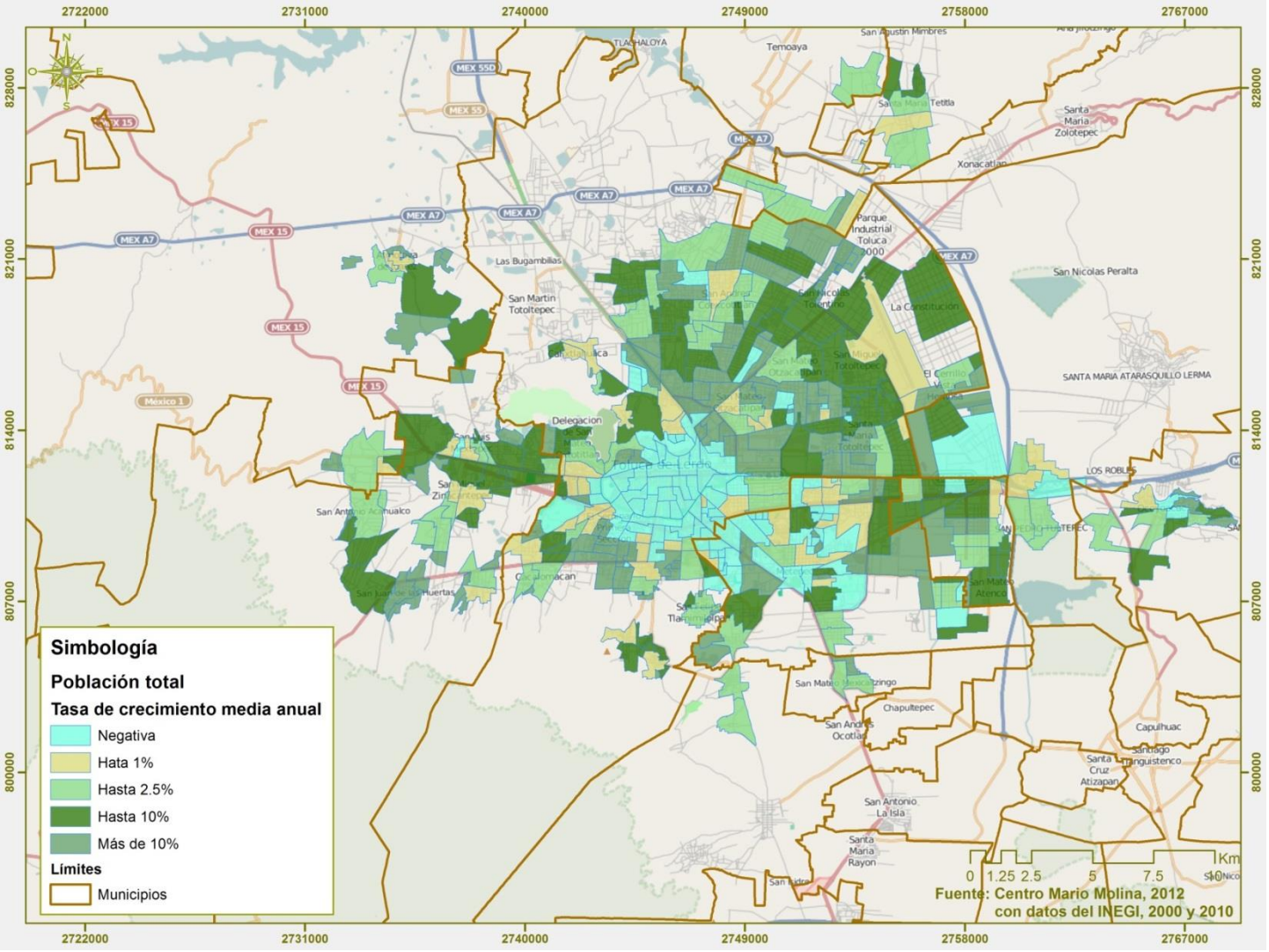
Los municipios de San Mateo Atenco, Zinacantepec y Almoloya de Juárez registraron los mayores incrementos poblacionales; en más de la mitad de sus respectivos territorios la población creció a ritmos entre 2.5 y 10% cada año entre el 2000 y 2010. En un rango intermedio, en las localidades urbanas de los municipios de Calimaya, Temoaya, Mexicaltzingo, Ocoyoacac y Otzolotepec, predominaron ritmos de crecimiento que fluctúan entre uno y hasta 2.5% para el mismo periodo. Finalmente, en las localidades de Lerma, Metepec y Toluca, se presentan importantes incrementos de superficie (47, 36 y 21% respectivamente) con tasas decrecientes que reflejan pérdida de población (Figura VI.4).

Figura VI.4: Superficie urbana municipal y crecimiento poblacional, 2000-2010



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2000 y 2010.

Mapa VI.4: Tasa de crecimiento media anual de la población a nivel AGEB, 2000-2010



Así como los sistemas de transporte definen la estructura de la ciudad, el género define la estructura de la sociedad. Como señalan Kunieda y Gauthier (2007) “El género diferencia los roles y las responsabilidades económicas y sociales (…) en cada lugar específico o contexto cultural particular, el comportamiento de cada género, sus patrones y definiciones deben ser atendidos y tenidos en cuenta para el diseño y planificación de los sistemas de transporte urbano. Los hombres y las mujeres tienen diferentes necesidades de desplazamiento, distintos comportamientos y niveles desiguales de acceso al transporte. Así, se hace necesario planear teniendo en cuenta dichos roles y responsabilidades. De no ocurrir de esta manera, la planificación y los proyectos de transporte no satisfacen adecuadamente la demanda y habrá ineficiencias en el sistema (Kunieda and Gauthier 2007)”.

En este sentido en la zona urbana de Toluca, aproximadamente la mitad de la población (48%) son mujeres, fenómeno que como se señalará más adelante en este documento, tiene un peso importante en el reparto modal y percepciones sobre la movilidad y el transporte de la zona.

Al igual que el género, la distribución de edades de la población es un factor clave en la movilidad y el diseño de los sistemas de transporte urbanos. En la ciudad de Toluca, la mayor proporción de habitantes (37%) se encuentra en el segmento de adultos con edades entre 25 y 49 años. Sin embargo, de manera similar al resto del país, la pirámide poblacional de la ZMT ha estrechado su base entre la población infantil, y ampliado la punta en el segmento de los adultos mayores, como resultado de la constitución de familias menos numerosas y un incremento en la expectativa de vida de la población (Tabla VI.6 y Figura VI.5).

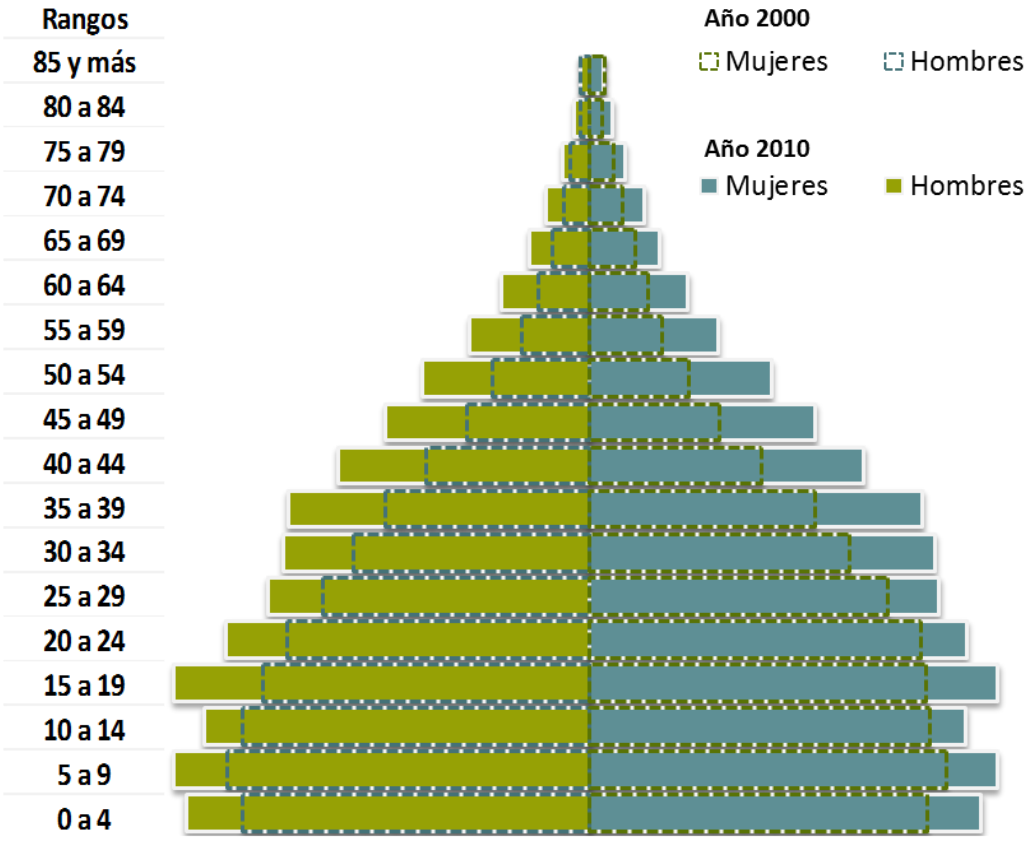
Tabla VI.6: Población de la zona urbana por género, 2000 y 2010

Rangos	Población año 2000			Población año2010		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	156 391	79 136	77 255	181 914	92 234	89 680
5 a 9	164 506	82 907	81 599	188 177	94 931	93 246
10 a 14	157 203	79 374	77 829	174 261	88 131	86 130
15 a 19	151 505	74 483	77 022	188 495	95 011	93 484
20 a 24	145 042	69 162	75 880	169 484	83 133	86 351
25 a 29	129 174	60 993	68 181	153 493	73 482	80 011
30 a 34	113 484	53 855	59 629	149 080	70 020	79 060
35 a 39	98 256	46 614	51 642	145 085	68 913	76 172
40 a 44	76 676	37 177	39 499	120 280	57 446	62 834
45 a 49	57 657	27 950	29 707	98 252	46 564	51 688
50 a 54	44 908	22 006	22 902	79 662	38 007	41 655
55 a 59	32 050	15 270	16 780	56 736	27 308	29 428
60 a 64	25 183	11 569	13 614	42 665	20 123	22 542
65 a 69	19 003	8 329	10 674	29 670	13 712	15 958
70 a 74	13 384	5 732	7 652	22 421	9 781	12 640

Rangos	Población año 2000			Población año2010		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
75 a 79	9 662	4 182	5 480	14 210	6 043	8 167
80 a 84	4 880	2 002	2 878	8 748	3 385	5 363
85 y más	5 362	1 873	3 489	7 050	1 942	3 300

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2000 y 2010

Figura VI.5: Población por segmentos de edad, 2000-2010



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2000 y 2010.

VI.4 Proyección del crecimiento poblacional

De acuerdo a los datos proporcionados por la Comisión Nacional de Población (CONAPO) (2012) y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2010), la población de la zona urbana de Toluca se incrementará en 322 mil habitantes al pasar de 1.3 a 1.6 millones de personas entre el año 2010 y el 2015. Lo anterior significa un incremento neto de 25% y un ritmo de expansión anualizado de 1.5%.

Es importante señalar que este ritmo de crecimiento poblacional resulta ligeramente superior al comportamiento proyectado para la población de todo el país, que en conjunto crecerá a un ritmo del uno por ciento anual, y significará un incremento neto de sus habitantes del 16%. Es decir, alrededor de nueve puntos porcentuales menos que para la ciudad de Toluca. Lo anterior equivale a decir que cada año se suman alrededor de 20 mil habitantes a la zona, un tamaño equivalente a una pequeña ciudad.

Este comportamiento esperado reafirma la necesidad de contar con un sistema de transporte urbano moderno, que permita a la población actual y futura cubrir sus necesidades de movilidad de manera cómoda, eficiente y sustentable.

A nivel municipal se espera que las poblaciones de San Mateo Atenco y Toluca sean las que experimenten un mayor incremento, ya que ambas entidades tienen proyectados ritmos de crecimiento de la población superiores al 2% anual (Tabla VI.7 y Figura VI.6).

Tabla VI.7: Tasas de crecimiento media anual a nivel municipal, 2010-2025

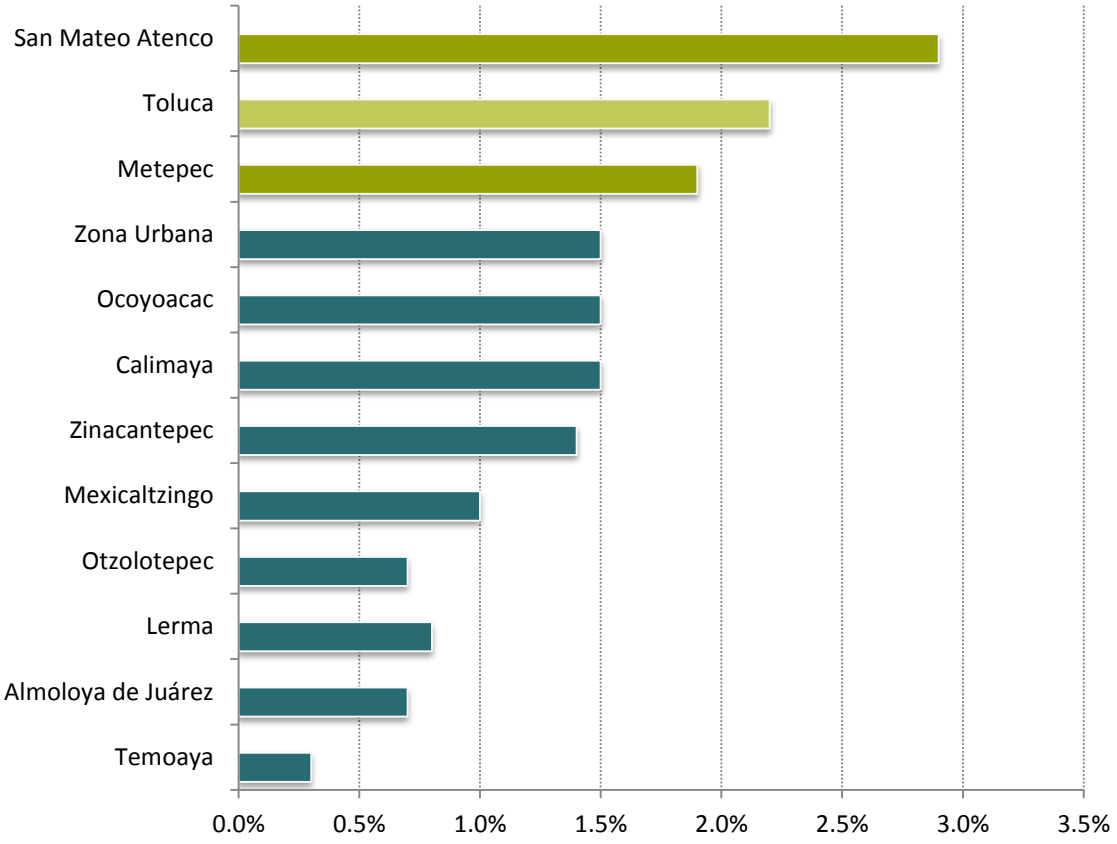
Municipio	TCMA 2010-2025	Municipio	TCMA 2010-2025
Almoloya de Juárez	0.7%	Otzolotepec	0.7%
Calimaya	1.5%	San Mateo Atenco	2.9%
Lerma	0.8%	Temoaya	0.3%
Metepec	1.9%	Toluca	2.2%
Mexicaltzingo	1.0%	Zinacantepec	1.4%
Ocoyoacac	1.5%	Zona Urbana	1.5%

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010) y CONAPO (2012).

Como además se observa en el Mapa VI.5, la construcción cartográfica de las proyecciones de crecimiento poblacional a nivel localidad urbana (acorde con la desagregación de datos proporcionada por el CONAPO), se espera que la ciudad siga incrementando rápidamente su dimensión demográfica en la periferia.

Las localidades que presentarán los mayores incrementos en población son San Bartolomé Tlatelolco y San Lucas Tunco en el municipio de Metepec; y San María la Asunción en el municipio de San Mateo Atenco; con tasas de entre 4.9 y 5.5% de crecimiento promedio anual para el periodo 2010-2025.

Figura VI.6: Tasas de crecimiento media anual a nivel municipal, 2010-2025

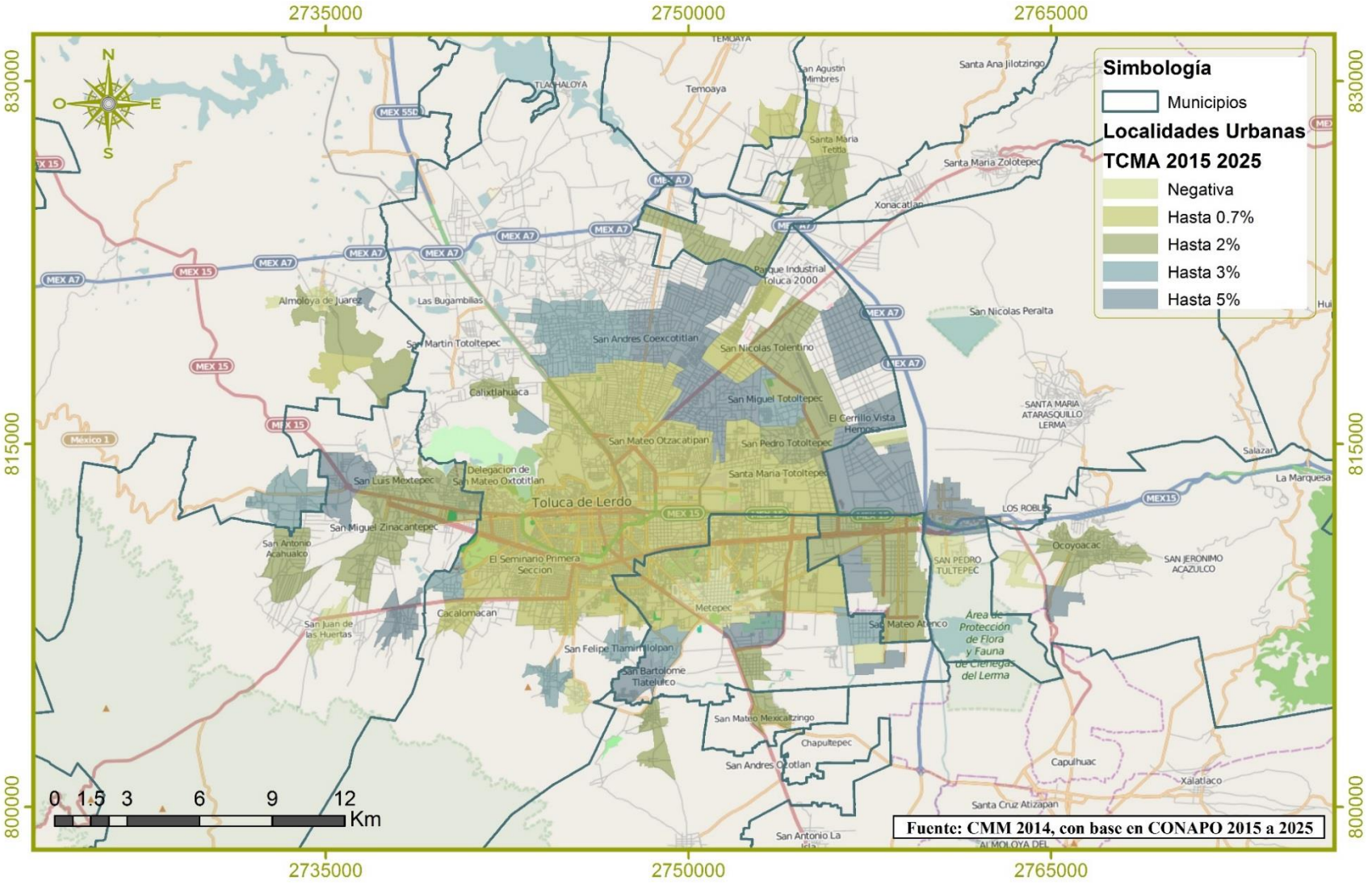


Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010) y CONAPO (2012).

Por el contrario, en otras localidades se proyectan significativos decrementos de población, tales son los casos las localidades pertenecientes al Conjunto Habitacional Ecológico SUTEYM y a Villa de Almoloya de Juárez en el municipio de Almoloya de Juárez; y en San Juan Tilapa en el municipio de Toluca, con tasas -1.3 hasta -2.9% al año.

Cabe aclarar que, el pronóstico de nueva población en asentamientos periféricos está impulsado por el desarrollo de la construcción de vialidades que han detonado el crecimiento horizontal de la ciudad. Ante los costos incrementales para gestionar ciudades cada vez más dispersas y las crecientes externalidades ambientales de este modelo de expansión urbana, es deseable modificar los instrumentos de planeación a favor de una política de contención urbana y del desarrollo sustentable, bajo un esquema de ciudad compacta que permita reducir los largos desplazamientos de sus habitantes y la necesidad de usar vehículos motorizados para trasladarse.

Mapa VI.5: Proyección del crecimiento poblacional a nivel municipal, 2010-2025



VI.5 Densidad demográfica

La densidad demográfica es la relación existente entre la población total por unidad de área; sin embargo, es un indicador que debe interpretarse con reserva ya que depende del tamaño de la superficie de referencia. Para el caso de la ZMT se construyó una representación cartográfica de la densidad poblacional a nivel AGEB urbana, mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

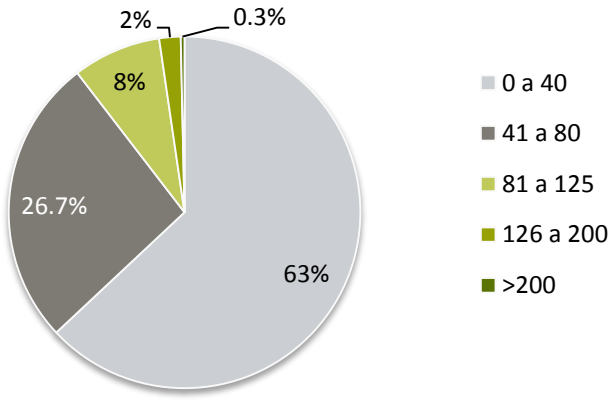
$$Densidad\ de\ Población_i = \frac{Población\ Total_i}{Superficie\ Total_i}$$

Esta representación reafirma lo expresado en el Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Toluca del 2011, en el que se reconocen dos sub-centros urbanos importantes localizados en el municipio de Toluca y en el de Metepec, territorios que registran las mayores densidades poblacionales (Mapa VI.6).

Los niveles máximos de densidad demográfica alcanzada a nivel AGEB están en el rango de 200 a 374 Hab/ha, sin embargo estas densidades solo abarcan 0.3% del territorio. Por el contrario, aproximadamente 90% de la superficie urbana presenta los niveles de densidad más bajos de 0 a 80 Hab/ha (Figura VI.7). Por lo tanto, se puede afirmar la existencia de un deficiente aprovechamiento del suelo. Incluso, si se contrasta con el estándar intermedio de CONAVI, estipulado en 250 Hab/ha, según la Guía de aplicación de las reglas de operación para desarrolladores y verificadores.

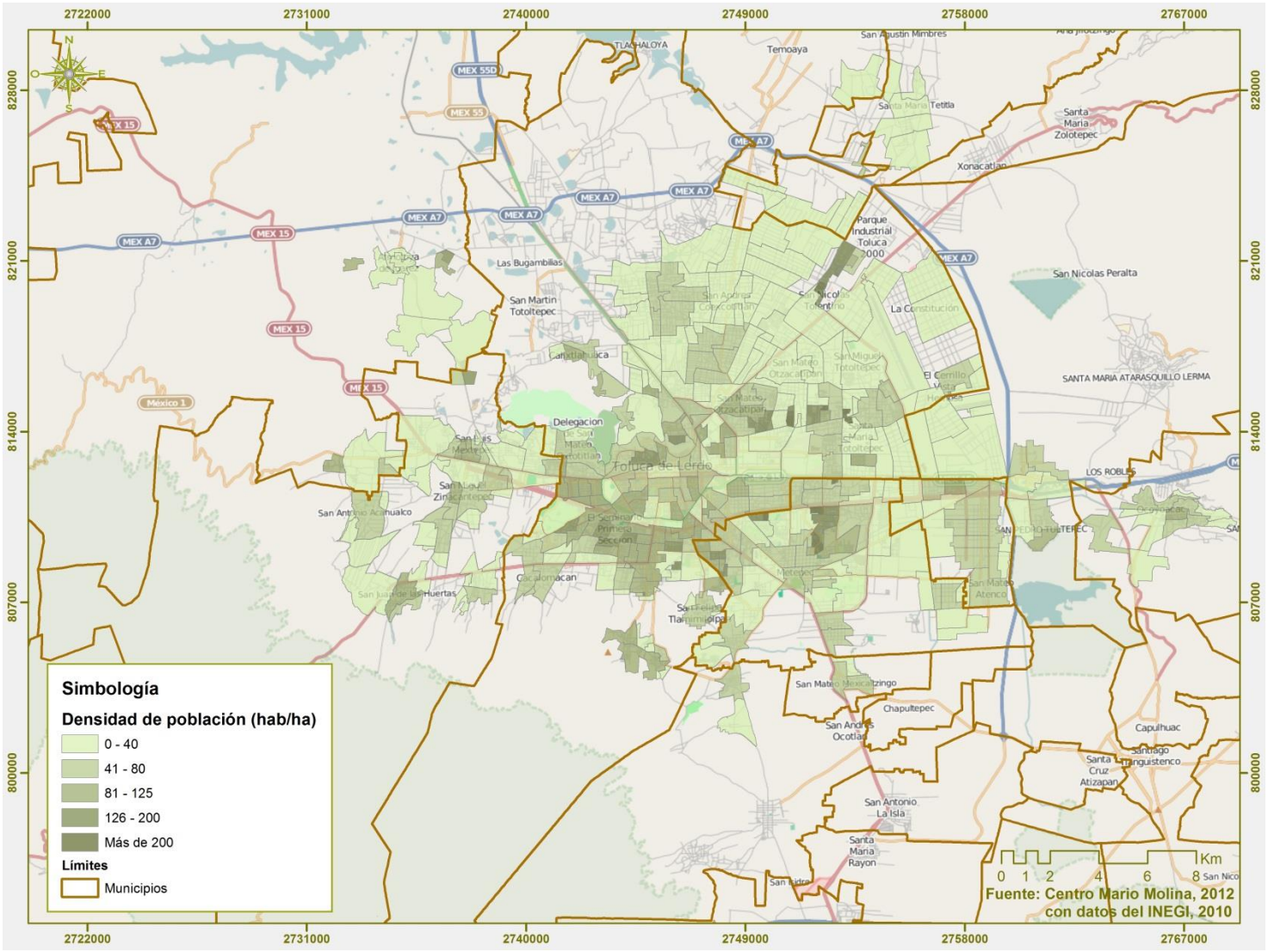
Es conveniente aclarar que esta comparación debe tomarse con discreción; considerando que todas las ciudades son distintas (sus atributos, funciones y desplazamientos son diferentes), fijar un valor estándar de densidad urbana resulta un tanto comprometedor, ya que deben considerarse elementos como el equipamiento urbano y los servicios disponibles (CMM 2012).

Figura VI.7: Participación territorial por niveles de densidad poblacional, 2010 (hab/ha)



Fuente: Elaboración propia con datos de (INEGI 2010).

Mapa VI.6: Densidad de población de la ZMT a nivel AGEB



VI.6 Localización del empleo y la vivienda

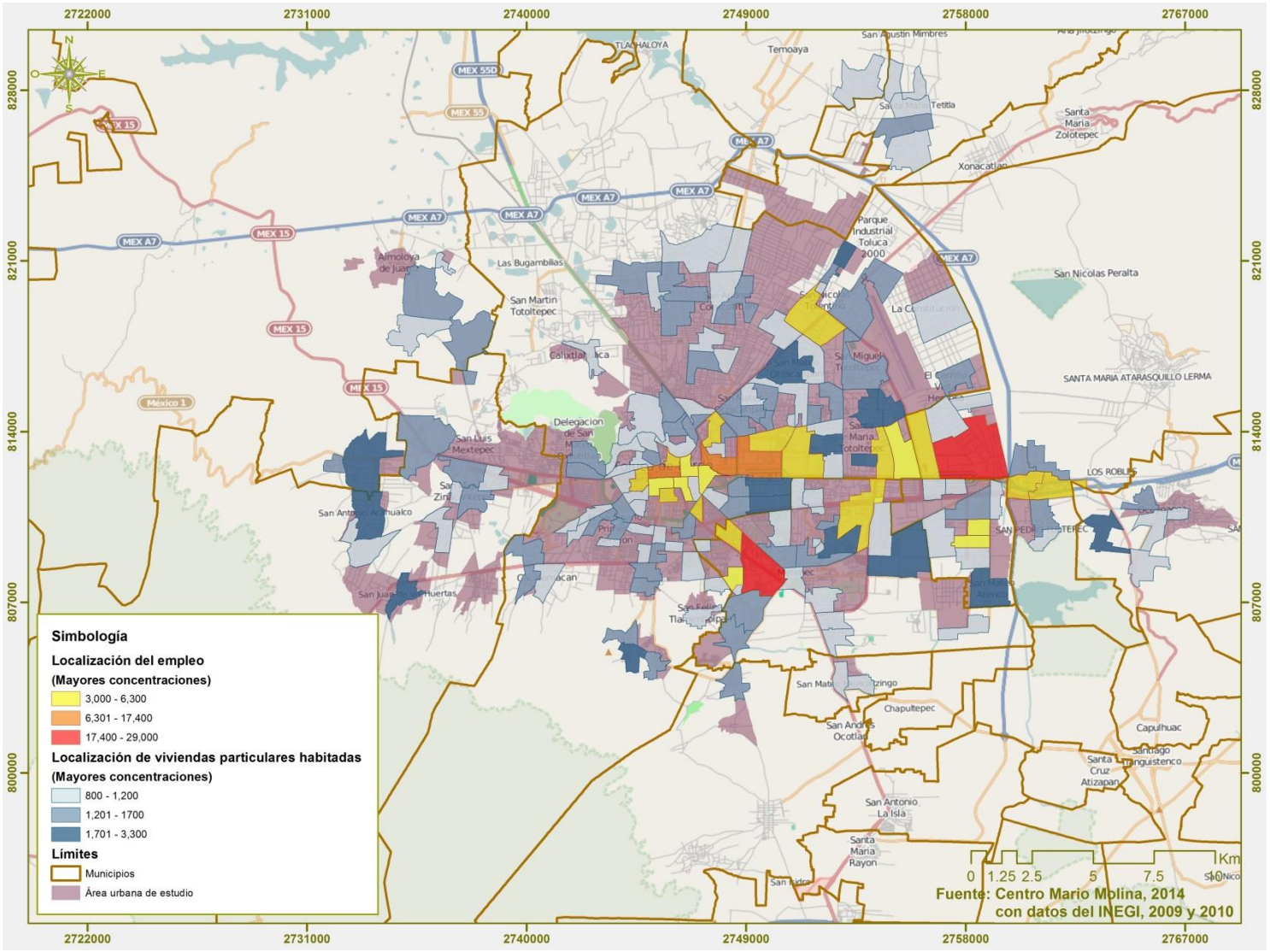
Con la intención de estudiar la dinámica de viajes en una región, es necesario conocer las zonas en las que se concentran los mayores niveles de densidad de empleo y vivienda. Para ello se elaboró una construcción cartográfica en la que es posible diferenciar secciones de la ciudad en las que se encuentran los mayores niveles de concentración por unidad de área (hectáreas).

De esta forma, es posible conocer las extensiones de superficie urbana que funcionan como atractoras de viajes debido a la oferta laboral, así como los segmentos de superficie que podrían considerarse como los principales generadores de viajes debido a la presencia de vivienda de alta densidad.

El Mapa VI.7 señala en colores rojos y naranjas que la mayor concentración de empleo se localiza al centro de la ciudad en el municipio de Toluca; también a lo largo del corredor industrial Toluca-Lerma, y en los grandes centros comerciales de Metepec. Las zonas definidas como atractoras de viajes concentran más de tres mil empleos por AGEB, de acuerdo a la información del Censo Económico 2009 de INEGI. Estos datos reafirman la hipótesis de un desarrollo polinuclear radial aunque altamente concentrado en el marco de un contexto metropolitano. Este patrón de crecimiento es el diagnosticado en el Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Toluca del 2011 llevado a cabo por el Centro Eure para Estudios Territoriales y Política Pública.

Por otro lado, la representación cartográfica de la distribución de viviendas identifica en tonos azules y morados, las principales zonas generadoras de viajes, entre las que se encuentran las siguientes: el centro de Metepec, el noreste del municipio de Toluca, y los sectores a los extremos de la ciudad en los municipios de Zinacantepec al Oeste, Ocoyoacac al Este y Temoaya junto con Otzolotepec al norte. Estas zonas de la ciudad concentran más de 800 viviendas por AGEB, de acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2010 de INEGI.

Mapa VI.7: Localización de vivienda y empleo a nivel AGEB



VI.7 Organización socio-espacial

El concepto de organización socio-espacial deriva de los patrones de asentamientos humanos presentes en una urbe, y se emplea para señalar una segmentación social diferenciada. Los grupos socioeconómicos resultantes de este fenómeno se distribuyen territorialmente según tres factores principales:

1. Interacción entre la estructura social
2. Producción del medio construido
3. La disposición de recursos de las familias para asentarse y localizarse

Es importante señalar que los últimos dos factores están íntimamente relacionados a la administración del Estado como entidad intermediaria reguladora y/o facilitadora, tanto la producción como la distribución de los bienes y servicios públicos.

Por lo tanto, es válido afirmar que aquellos grupos con "más y mejores posibilidades y recursos" tienden a gozar de mayor "libertad" al momento de decidir la localización de su residencia que, por lo general, se encuentran en las cercanías de los centros de servicios y aprovisionamiento de bienes. En contraposición, aquellos que se ubican en el otro extremo (con "escasas posibilidades y recursos") están obligados a localizar su residencia en las zonas con peores condiciones de accesibilidad a servicios y bienes (Schteingart 2012).

Derivado de la falta de variables relacionadas directamente con el nivel de ingresos de la población que permitan realizar un análisis de la organización socio-espacial, se empleó la técnica de Análisis de Componentes Principales (ACP). Este procedimiento también se conoce como análisis de factores que permite hacer categorizaciones multivariadas de unidades geográficas, permitiendo captar la complejidad de procesos socio-económicos a través de diversas variables, reduciéndolas a componentes (o factores) de variables agrupadas de acuerdo a la mayor varianza explicada, otorgando como resultado una calificación ponderada a cada una de las unidades geográficas estudiadas (CMM 2012).

Este análisis toma en consideración variables relativizadas como la posesión de bienes en la vivienda, acceso a sistemas educativos, seguridad social, número de dormitorios y disponibilidad de servicios básicos dentro de la misma. Por lo tanto, se identifican dos dimensiones que utiliza la técnica, una se refiere a las características socioeconómicas y las de vivienda[9].

El resultado permite asociar unidades espaciales (en este caso AGEB urbanas) a seis diferentes niveles socioeconómicos. El valor 1 representa el estrato con mejores condiciones socioeconómicas, el valor 6 se refiere a la condición menos favorable.

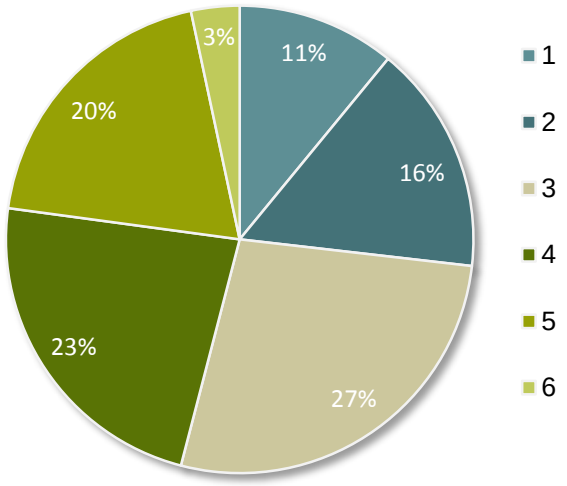
[9] Ver metodología en Anexo 1.

A partir de esta representación se pueden obtener otros indicadores como la proporción de población inmersa en cada uno de los estratos socioeconómicos y también la distribución de población urbana en cada estrato por municipio (Mapa VI.8 y Figura VI.8).

Es importante señalar que sólo se consideraron en este ejercicio los once municipios de interés para este estudio. Debido a la falta de información para clasificar el territorio y población perteneciente al municipio de Temoaya, se analizó en función del territorio cercano, bajo el supuesto de que las condiciones socioeconómicas de su población son relativamente parecidas a las los municipios aledaños.

Como se observa en la Figura VI.8, es claro el predominio de los estratos socioeconómicos 3 y 4 que en conjunto suman 50% de la población, seguido por el estrato 2 con una participación de 20%; en tanto que 27% de la población se clasifica en los estratos de mayor ingreso (1 y 2); y el restante 3% se ubica en el estrato 6.

Figura VI.8: Distribución de población por estrato socioeconómico



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2010.

La revisión de la estratificación socio-económica a nivel municipal revela las amplias diferencias interregionales; en Metepec se concentran los estratos más altos (1 y 2), y en menor medida en Toluca y Lerma. En tanto que en Otzolotepec y Toluca se encuentran las mayores proporciones de población en el estrato más desfavorecido (6), (Mapa VI.8 y Figura VI.9).

Mapa VI.8: Estratificación Socioeconómica de la ZMT, 2010

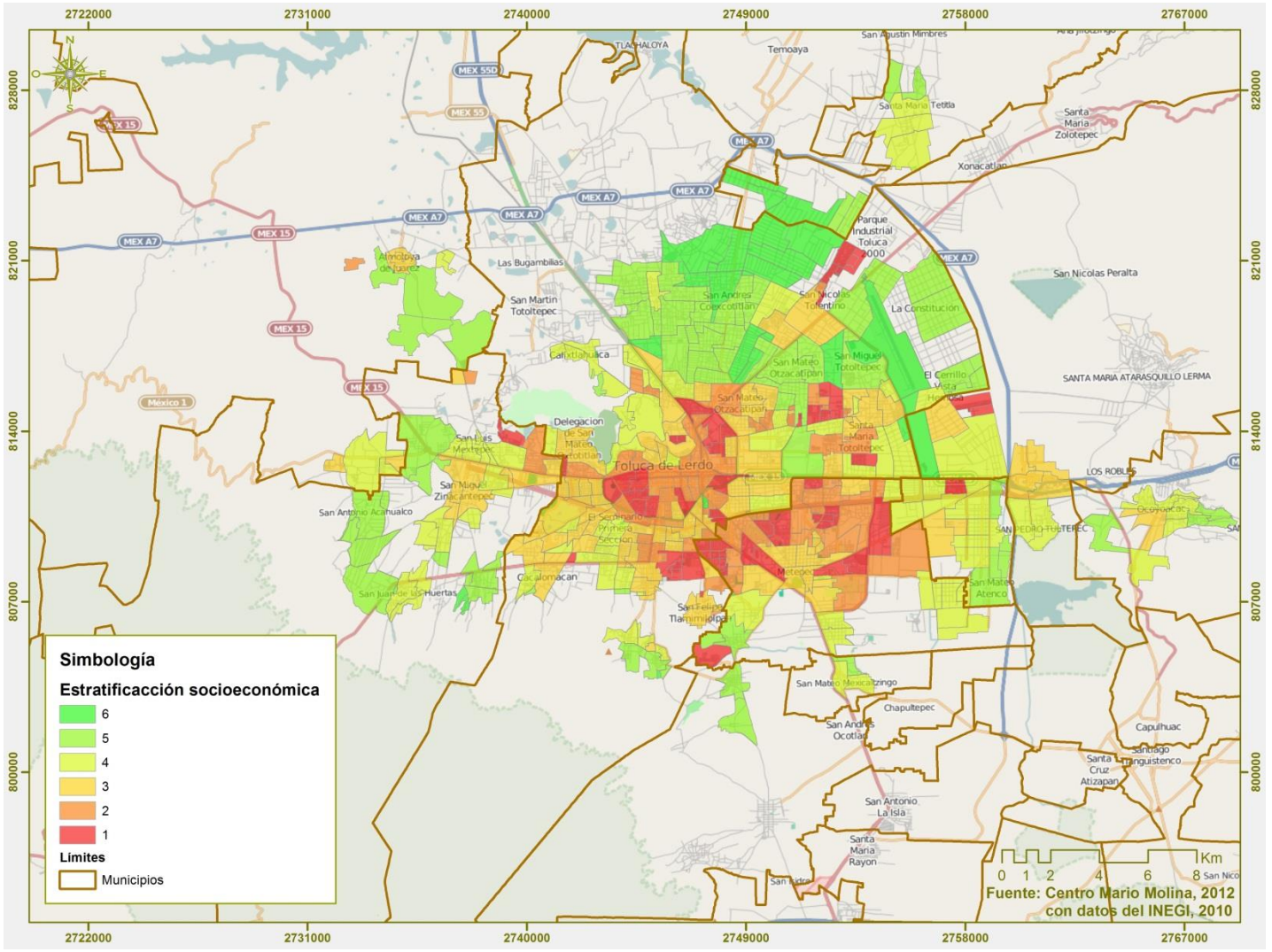
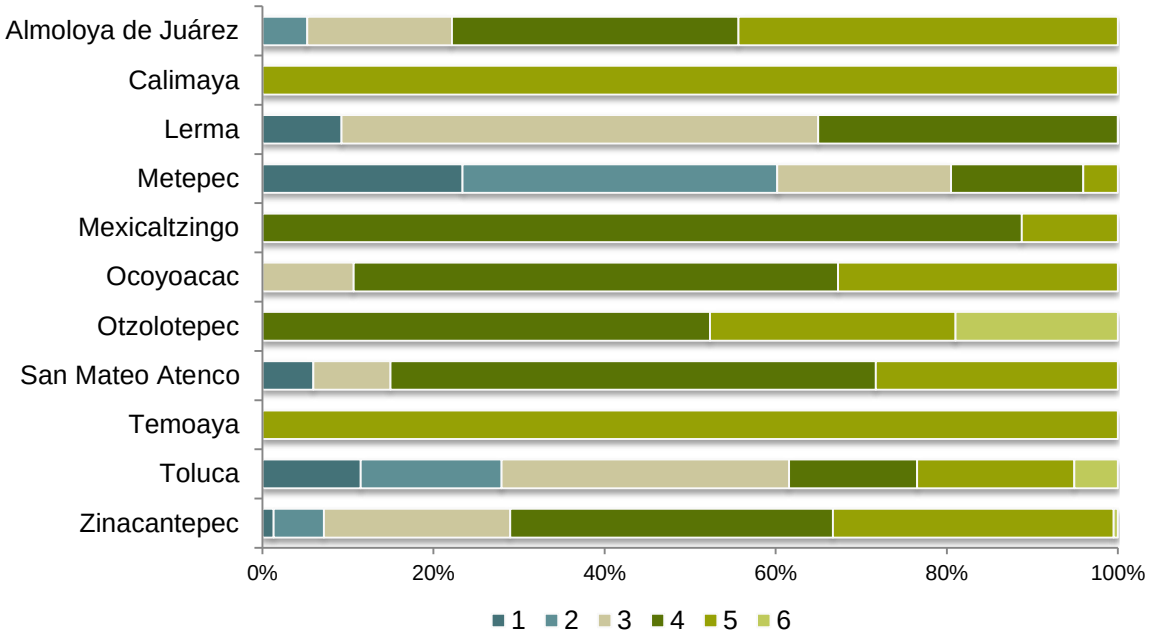


Figura VI.9: Distribución de población por estrato socioeconómico y por municipio, 2010



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2010.

VI.8 Usos de suelo y actividades económicas

VI.8.1 Usos del suelo

El uso del suelo queda definido como la actividad específica a la que es destinada una porción o superficie del territorio. La importancia y utilidad de su análisis es que permite identificar o establecer procesos tanto de degradación de los usos ambientales como de la tendencia en la ocupación del territorio, producto de la expansión de los asentamientos humanos.

A un nivel micro (escala netamente urbana), es posible identificar aquellas zonas que por las políticas urbanas son definidas como reserva para la futura expansión de una ciudad así como aquellas áreas que se pretende sean excluidas de la urbanización debido a su vocación ambiental.

Con base en la capa del INEGI denominada Uso del suelo y vegetación (2011) se puede caracterizar la zonificación en la zona de estudio. El uso agrícola es el que actualmente mayor superficie ocupa con un total de 112357 hectáreas, esto índica de forma indirecta que anteriormente hubo un cambio de uso ya sea de pastizal o bosque a uso agrícola.

El uso urbano ocupa 39500 hectáreas las cuales se concentran en el centro del Municipio de Toluca y se dispersan en las zonas periféricas de la metrópoli. El bosque ocupa el tercer lugar en superficie con 32151 hectáreas, la mayor parte de este uso se localiza en los

extremos del polígono de estudio donde se mantiene alejado de la presión del crecimiento urbano (Tabla VI.8 y Mapa VI.9).

Tabla VI.8: Uso del suelo y vegetación, 2011

Usos de suelo y vegetación	Superficie (ha)
Área agrícola	112 357
Área sin vegetación aparente	541
Área urbana	39 537
Bosque	32 151
Cuerpo de agua	2 072
Otros tipos de vegetación	839
Pastizal	20 274
Total	207 771

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2011.

En términos macro y tomando como base la información de uso del suelo y vegetación de INEGI (serie 1976 – 2011), es posible identificar cambios de uso del suelo importantes, particularmente aquellos relacionados con la degradación de zonas de valor ambiental y agrícola en favor de las zonas urbanas.

Como se aprecia en la Tabla VI.9, entre 1976 y el 2011 (periodo de 35 años), la superficie urbana es el uso que mayor incremento tuvo con 1206 hectáreas anuales, lo que representa un incremento de poco más de 38 mil hectáreas respecto a las 900 hectáreas presentes en 1976. De forma contraria, la superficie agrícola se redujo a un ritmo de 700 hectáreas anuales lo que representa una pérdida de 23 mil hectáreas de suelo agrícola en 35 años.

Por su parte el bosque perdió superficie a una tasa de 134 hectáreas por año, es decir, poco más de 4 mil hectáreas menos en dicho periodo.

Las zonas de pastizales también han sufrido procesos de cambio de uso de suelo importantes. Entre 1976 y 2011 se perdieron poco más de 9 mil hectáreas de este uso a una tasa de casi 300 hectáreas anuales.

Los datos anteriores ponen en evidencia la fuerte presión del crecimiento urbano en las zonas de valor ambiental y agrícola las cuales en conjunto han perdido 38642 hectáreas en poco más de 30 años.

Mapa VI.9: Uso del suelo y vegetación, 2011

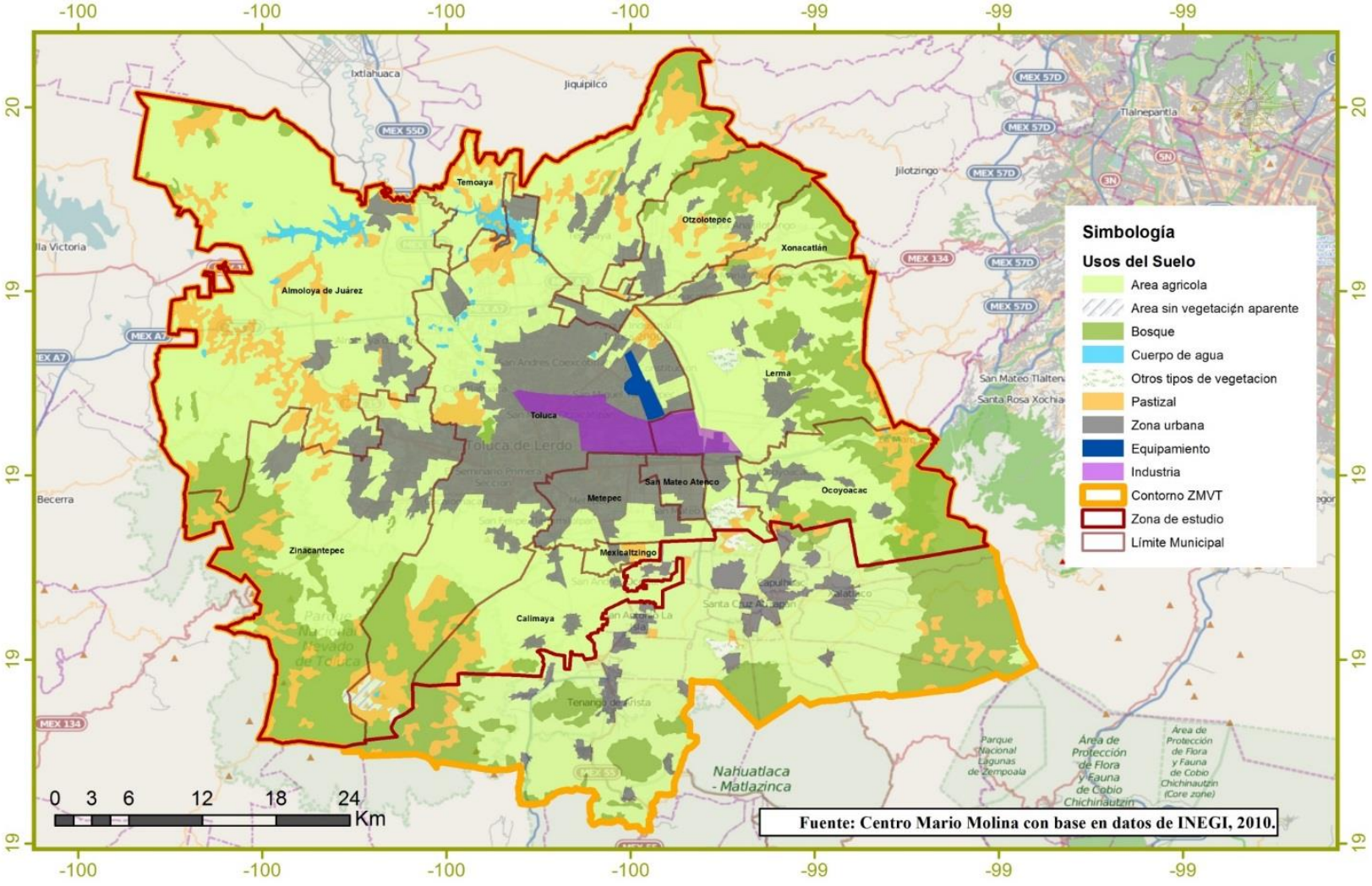


Tabla VI.9: Uso de suelo y vegetación 1976-2011

Usos de suelo y vegetación	Año 1976 Superficie (ha)	Año 2011 Superficie (ha)	Cambio (ha)	Cambio (%)	Tasa anual de cambio (ha/año)
Área agrícola	135 430	112 357	-23 073	-17%	-721
Área sin vegetación aparente	647	541	-106	-16%	-3
Área urbana	932	39 537	38 605	4 140%	1 206
Bosque	36 448	32 151	-4 297	-12%	-134
Cuerpo de agua	1 928	2 072	144	7%	5
Otros tipos de vegetación	2 660	839	-1 821	-68%	-57
Pastizal	29 725	20 274	-9 451	-32%	-295
Total	207 771	207 771			

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 1976 y 2011.

Con base en los datos mostrados en la Tabla VI.9 y aplicando la metodología conocida como "cadenas de Marcov"[10] se realizó una modelación al año 2025 a partir de las tendencias actuales en materia de cambios de uso del suelo. Los resultados muestran un incremento del 50% de la superficie urbana actual, ello representaría un incremento anual de 600 hectáreas urbanas para tener un total de casi 60 mil hectáreas de suelo urbano en toda la zona de estudio (Tabla VI.10 y Mapa VI. 10).

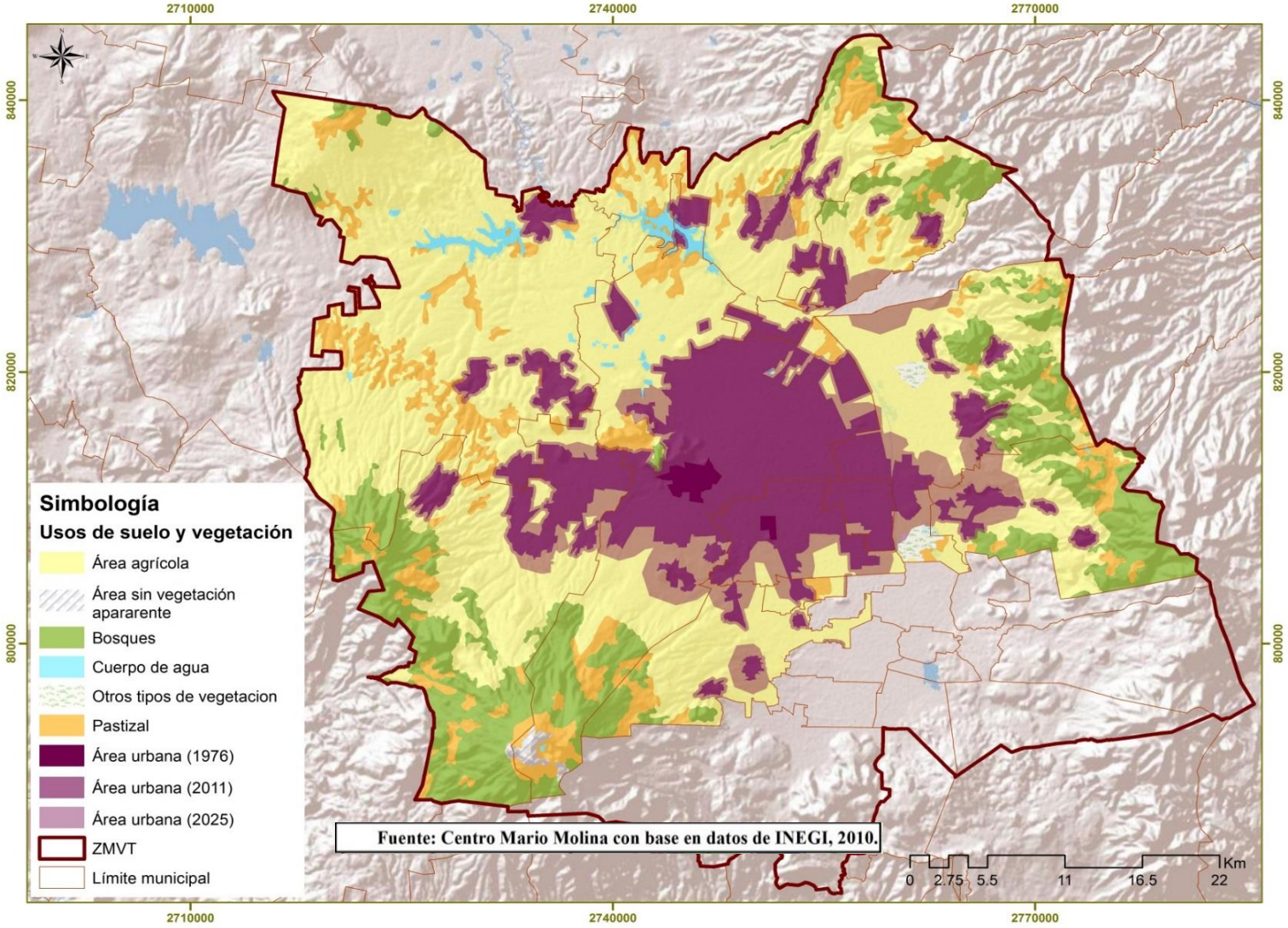
Tabla VI.10: Uso de suelo y vegetación 2011 - 2025

Usos de suelo y vegetación	2011 Superficie (ha)	2025 Superficie (ha)	Cambio (ha)	Cambio (%)	Tasa anual de cambio (ha/año)
Área agrícola	112 357	93 634	-18 723	-17%	-585
Área sin vegetación aparente	541	536	-5	-1%	0
Área urbana	39 537	59 370	19 833	50%	620
Bosque	32 151	31 950	-201	-1%	-6
Cuerpo de agua	2 072	1 858	-214	-10%	-7
Otros tipos de vegetación	839	441	-398	-47%	-12
Pastizal	20 274	19 982	-292	-1%	-9
Total	207 771	207 771			

Fuente: CMM con datos de INEGI, 2011.

[10] Ver Anexo 2 para consultar la metodología empleada.

Mapa VI.10: Usos del suelo y vegetación en la zona de estudio, 1976-2025



Bajo este escenario, las áreas agrícolas son las que más superficie estarían perdiendo con 585 ha por año, lo que se traducirá en casi 19 ha menos de suelo con vocación agrícola. Por su parte, los cuerpos de agua estarán perdiendo 214 ha a una tasa de 7 ha/año; el uso de pastizal perderá casi 300 ha y los bosques 200 ha. En conjunto, las zonas agrícolas y de valor ambiental (incluyendo cuerpos de agua) perderán casi 20 mil ha, cifra que será absorbida por la mancha urbana.

VI.8.2 Uso del suelo urbano

En una escala urbana también es posible describir y analizar los procesos de utilización del suelo. En este sentido, los instrumentos de planeación del desarrollo urbano (en sus distintas escalas) designan zonificaciones en el territorio urbano así como en aquellas zonas que por su potencial ambiental y/o agrícola deben protegerse de la urbanización.

En el Plan de Desarrollo Urbano del Valle de Toluca 2011[11] se realiza una clasificación del territorio metropolitano en función de la vocación de cada zona y con base en una estrategia de crecimiento y de desarrollo urbano metropolitana. En la versión 2011 es notoria la disminución de las hectáreas destinadas al crecimiento futuro de la ciudad.

El suelo destinado a la expansión futura se concentra en mayoritariamente en el nororiente del municipio de Toluca de Lerma.

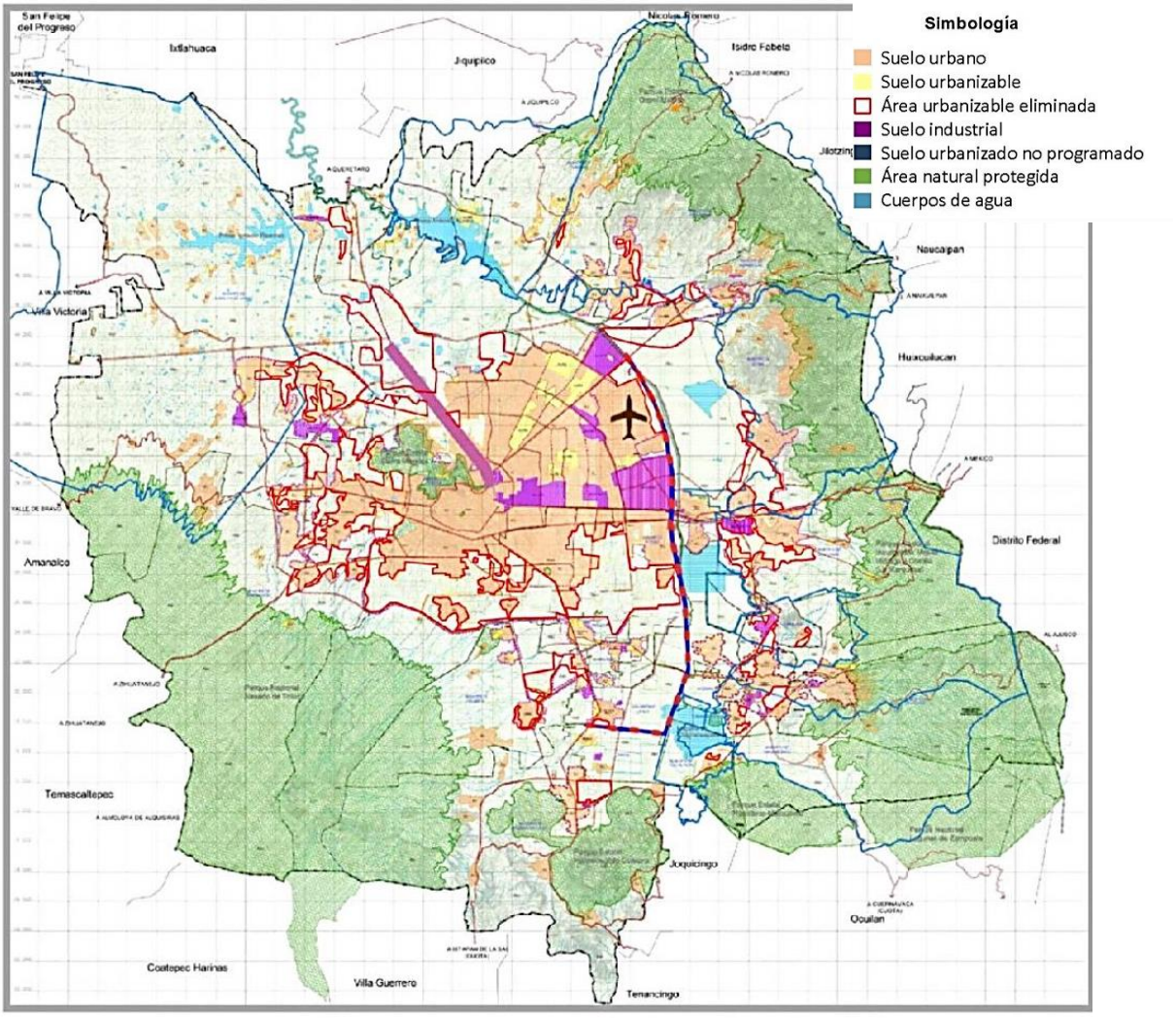
En contrasentido, dentro del mismo documento se lleva a cabo un análisis de la zonificación primaria derivada de todos los Programas de desarrollo urbano municipal de la zona metropolitana de Toluca (Mapa VI.11).

Este ejercicio resulta interesante debido a que actualmente no existe un instrumento de planeación metropolitana aprobado y en ejecución, por lo que un inventario de las propuestas municipales resulta de particular interés y de gran utilidad. El estudio permite dimensionar las propuestas que en materia de uso del suelo urbano plantean los municipios que integran la zona de estudio.

El análisis subraya una sobre oferta de suelo urbanizable (reservas territoriales); destaca que en la mayoría de los municipios ésta se encuentra sobredimensionada, definiendo una gran superficie de suelo urbanizable incluso sobre zonas de valor ambiental.

[11] Documento que aún no es aprobado y por lo tanto no se ha instrumentado.

Mapa VI.11: Clasificación del suelo ZMT, 2011.

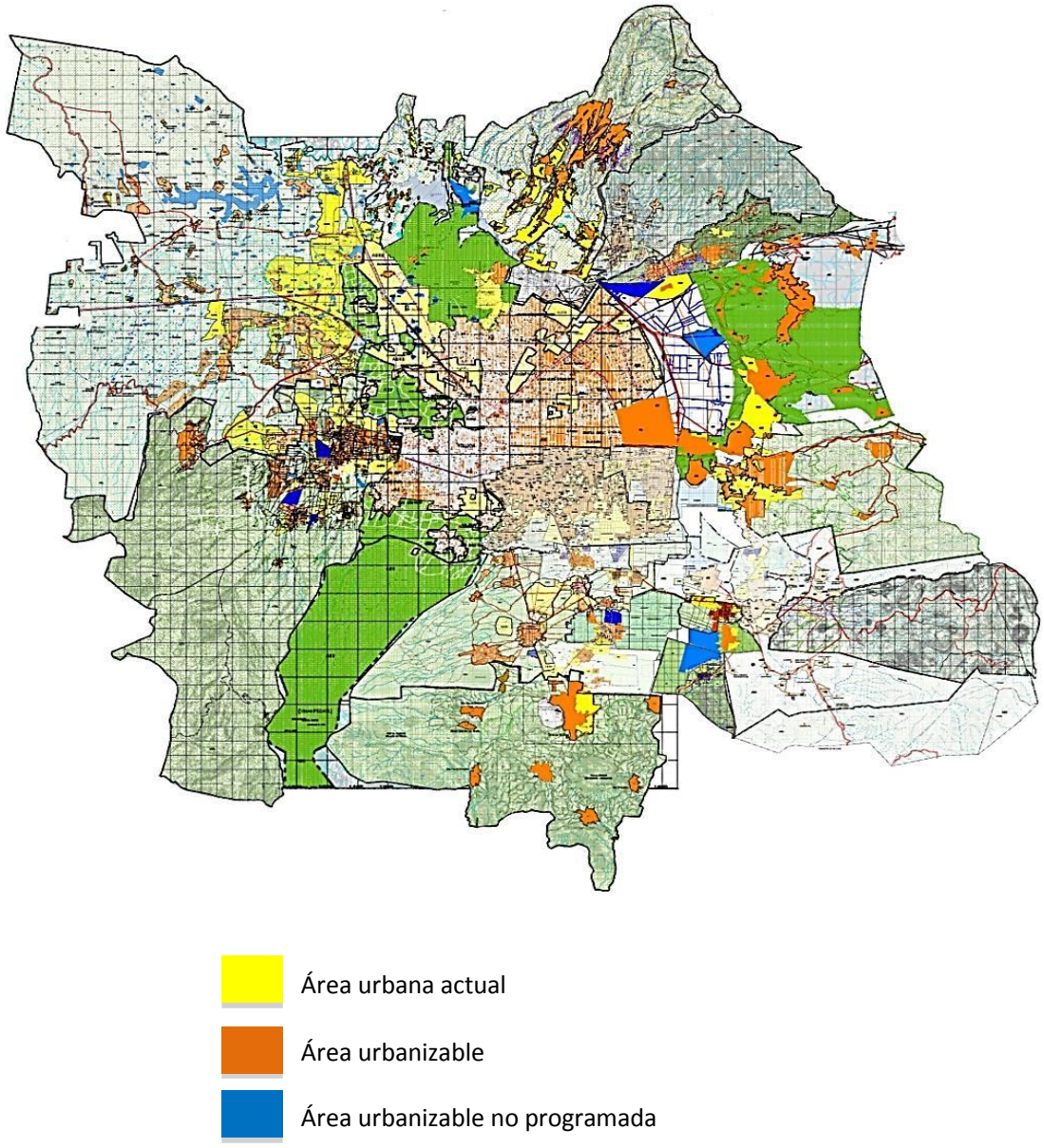


Fuente: Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Toluca 2011.

Uno de los aspectos más resaltables es que diversos municipios autorizan una superficie urbanizable que duplica sus zonas urbanas actuales (Almoloya de Juárez, Calimaya, Calpuhuac y Mexicaltzingo), ello sin una justificación poblacional. Como ejemplo se menciona el caso de Almoloya de Juárez donde su programa de desarrollo urbano pretende duplicar su zona urbana actual que tardó al menos 300 años en consolidarse en tan sólo 20 años.

En el municipio de Toluca se propone un crecimiento de 40% de la zona urbana actual, cuando demográficamente solo creció en 8%; propuesta que se contrapone con la problemática de un crecimiento disperso y de baja densidad identificada en el mismo plan.

Mapa VI.12: Zonificación primaria a escala metropolitana



Fuente: Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Toluca 2011.

Los datos observados en este apartado permiten establecer que, dada la ausencia de un esquema de planeación metropolitana, las tendencias y propuestas para orientar el uso del suelo urbano están a cargo de las administraciones locales, donde a través de sus programas de desarrollo urbano se identifica una tendencia a la sobre oferta de suelo urbanizado. Esta situación se contradice con las estrategias plasmadas en el Plan regional de desarrollo urbano 2011, que no ha sido aprobado.

VI.9 Actividad económica

La zona metropolitana de Toluca (ZMT) es parte de una intensa dinámica urbano regional a nivel de la zona centro del país, misma que se encuentra determinada en gran medida por actividades del sector terciario, particularmente en los centros urbanos.

Los 15 municipios que conforman la zona metropolitana de Toluca, de acuerdo a la delimitación de INEGI-CONAPO-SEDESOL, generan 8% de la producción bruta megalopolitana; con lo cual constituyen la tercera economía de esta conformación territorial. Sin embargo, debe señalarse la gran concentración de la producción al interior de la misma, ya que la ZMVM genera el 79% de la producción, en tanto que la zona metropolitana de Puebla el 9%(CMM 2012). El dato de la producción permite establecer una estructura altamente centralizada y polarizada de la actividad económica a nivel de la zona metropolitana de Toluca. Con base en datos del Censo Económico de 2009 publicado por el INEGI, se aprecia el amplio dominio de Toluca con una generación entre 22 mil y 67 mil millones de pesos en términos del valor agregado censal bruto VACB[12]. Toluca, San Mateo y Lerma son los municipios que mayor aporte tienen en el PIB de la megalópolis con un rango de entre 1 y 3%, datos de 2005 (CMM 2012) (Mapa VI.13).

El personal ocupado es una variable que se considera de particular interés por su relación con la naturaleza y ubicación del empleo y, por consiguiente, con los patrones de movilidad. En este sentido el personal ocupado refleja el tipo de capital humano que demanda la economía metropolitana, aspecto clave para abordar cuestiones vinculadas a la competitividad de las ciudades. Para el caso de la zona de estudio, ésta muestra un patrón de concentración del personal ocupado en las zonas industriales de los municipios de Toluca y Lerma, así como en las zonas centrales de Metepec y San Mateo, estos últimos orientados predominantemente a actividades vinculadas al sector terciario (turismo y comercio) (Mapa VI.14). Destaca en particular el corredor Tollocan en el tramo correspondiente con dichos municipios, lo que destaca a este eje como un importante concentrador de empleo en la metrópoli.

En los siete municipios restantes de la zona de estudio, la concentración de personal ocupado tiende a ser media y baja, situación que pone de manifiesto una estructura del empleo polarizada donde los municipios centrales concentran mayoritariamente los centros de trabajo en la ciudad.

Analizando a nivel de la vocación de las distintas zonas que integran la metrópoli, es decir, distinguiendo entre zonas empleadoras o zonas dormitorio, en el Mapa VI.15 se aprecia una concordancia con los datos mostrados sobre el personal ocupado, salvo el eje industrial Tollocan y algunas zonas al norte del municipio de Toluca. Además de las cabeceras de Metepec y San Mateo, los municipios de la ciudad son eminentemente zonas habitacionales

[12] Es el valor de la producción que se añade durante el proceso de trabajo por la actividad creadora y de transformación del personal ocupado, el capital y la organización (factores de la producción), ejercida sobre los materiales que se consumen en la realización de la actividad económica. Aritméticamente, el Valor Agregado Censal Bruto (VACB) resulta de restar a la Producción Bruta Total el Consumo Intermedio. Se le llama bruto porque no se le ha deducido el consumo de capital fijo.

caracterizadas por una mono-funcionalidad en relación a los usos del suelo, lo que determina que su papel sea básicamente de zonas dormitorio. En términos de movilidad esta situación determina la necesidad de que la población realice viajes pendulares entre sus lugares de residencia y las zonas concentradoras de empelo ubicadas en la zona central de la ciudad.

Derivado de los datos anteriores y contextualizando la participación del personal ocupado por sector económico, la actividad manufacturera destaca como un motor importante de la actividad económica en la ciudad, específicamente el municipio de Toluca.

En la Tabla VI.11, el municipio de Toluca se ubica en el cuarto puesto en la megalópolis, en cuanto a participación del personal ocupado en el sector manufacturero de 5%. Este dato cobra especial relevancia si se considera que la manufactura es el segundo mayor contribuyente a la estructura ocupacional megalopolitana, después de comercio al por mayor (CMM 2012).

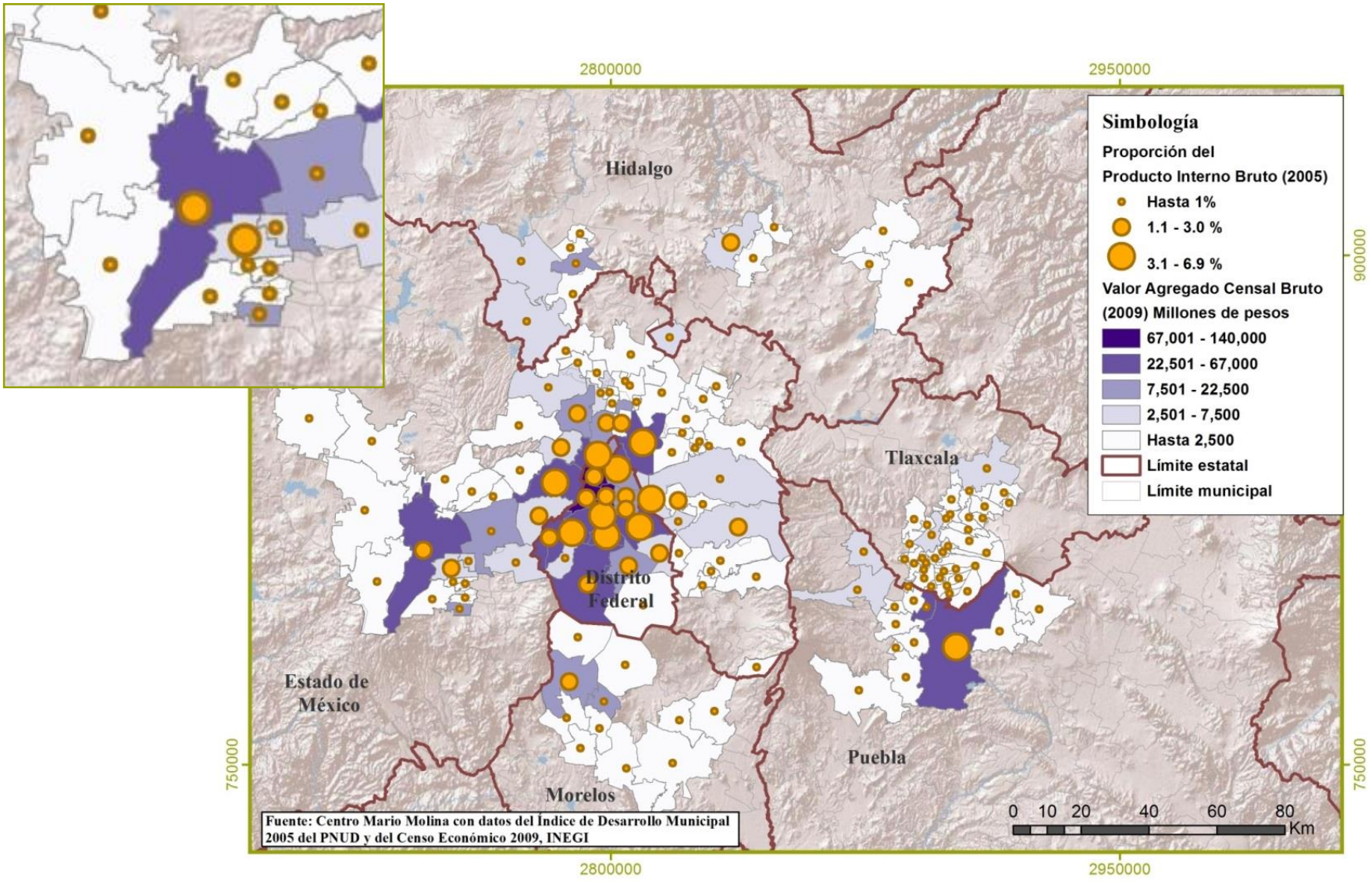
Tabla VI.11: Mayores participaciones en la industria manufacturera en la Megalópolis, 2009

Municipio / delegación	Participación del personal ocupado	Municipio / delegación	Participación del personal ocupado
Iztapalapa, DF	6.3%	Naucalpan de Juárez, Edo. de México	4.5%
Puebla, Puebla	5.6%	Miguel Hidalgo, DF	3.6%
Tlalnepantla de Baz, Estado de México	5.4%	Cuauhtémoc, DF	3.5%
Toluca, Estado de México	5.2%	Gustavo A. Madero, DF	2.9%
Ecatepec de Morelos, Edo. de México	4.6%	Iztacalco, DF	2.9%
Azcapotzalco, DF	4.6%	Cuautitlán Izcalli, Estado de México	2.8%
Suma total		52.01%	

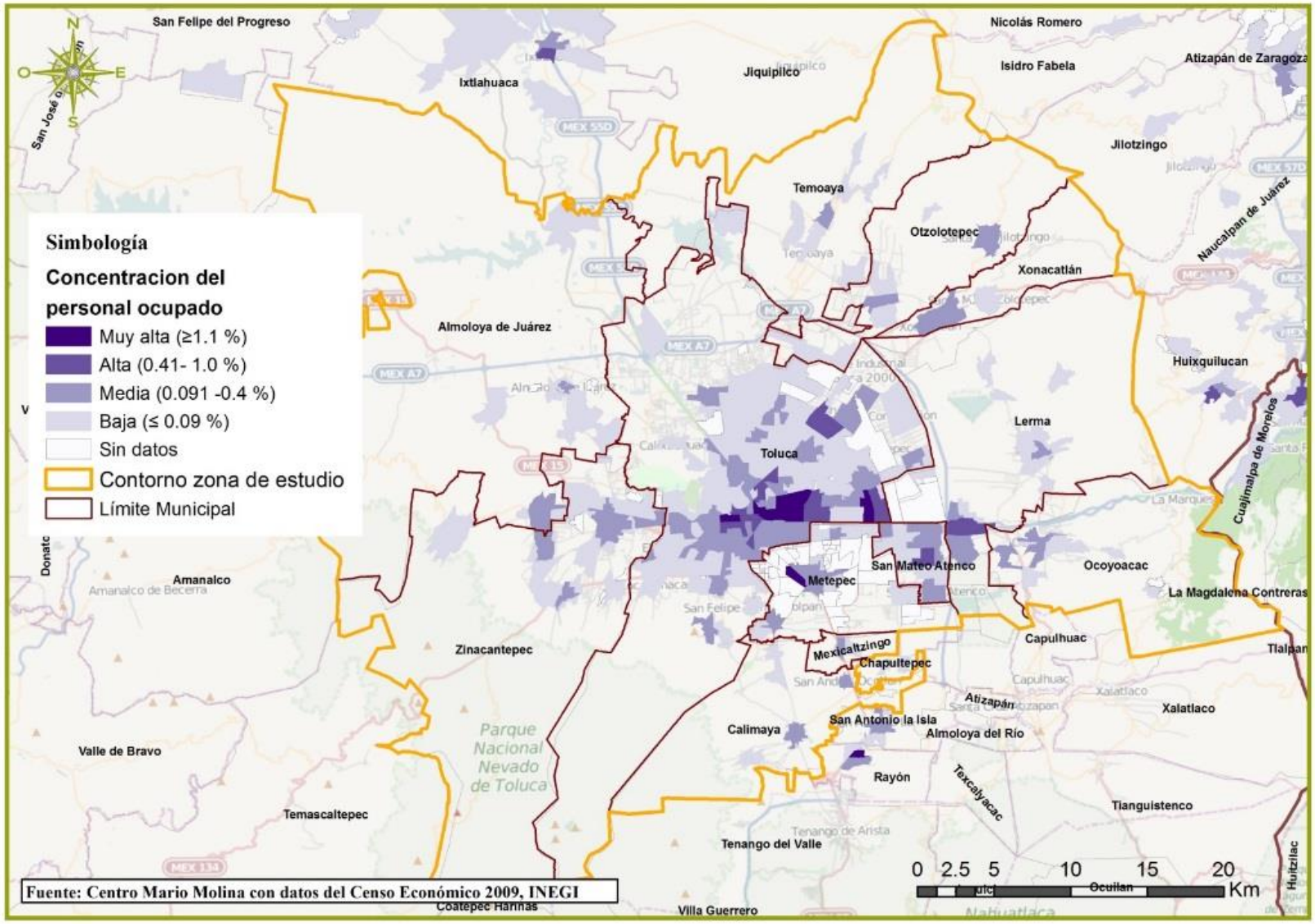
Fuente: CMM, 2012.

En relación a la actividad comercial al por mayor, bajo un contexto regional, la zona metropolitana de Toluca y en particular el municipio de Toluca tienen una contribución importante siendo el séptimo municipio con mayor personal ocupado en el sector (3.3%) (Tabla VI.12 y Mapa VI.16).

Mapa VI.13: Generación de VACB y aporte al PIB de los municipios en la Megalópolis



Mapa VI.14: Concentración de personal ocupado, 2009



Mapa VI.15: Vocación económica a nivel AGEB urbano, 2009

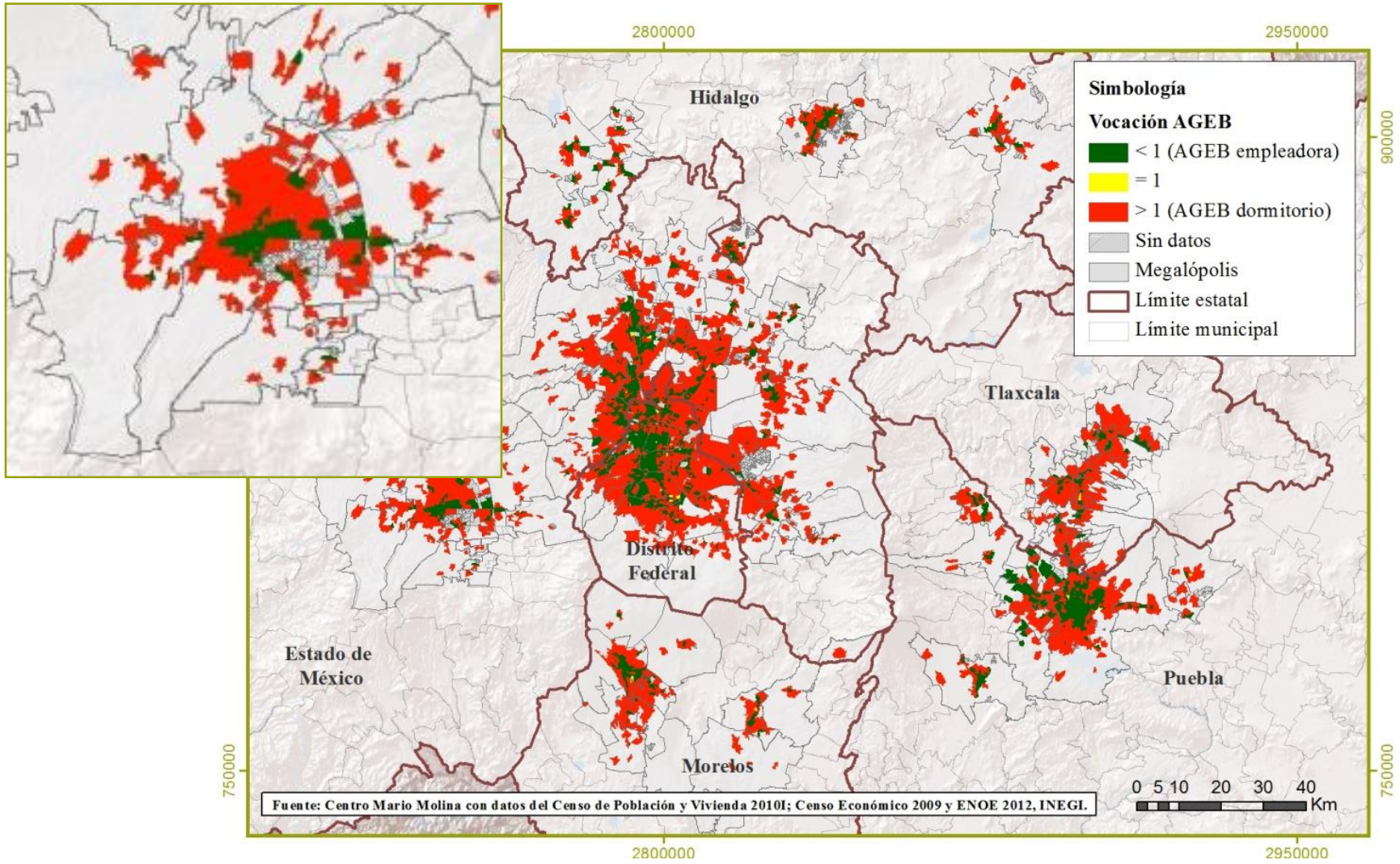


Tabla VI.12: Mayores participaciones en el comercio en la Megalópolis, 2009

Municipio/delegación	Participación del personal ocupado comercio al por mayor	Municipio/delegación	Participación del personal ocupado comercio al por menor
Cuauhtémoc, DF	7.85%	Miguel Hidalgo, DF	8.42%
Puebla, Puebla	6.80%	Cuauhtémoc, DF	8.11%
Iztapalapa, DF	6.28%	Iztapalapa, DF	7.21%
Ecatepec de Morelos, Estado de México	4.95%	Benito Juárez, DF	6.49%
Gustavo A. Madero, DF	3.91%	Puebla, Puebla	6.07%
Nezahualcóyotl, Estado de México	3.29%	Tlalnepantla de Baz, Estado de México	5.10%
Toluca, Estado de México	3.29%	Azcapotzalco, DF	4.87%
Naucalpan de Juárez, Estado de México	3.05%	Álvaro Obregón, DF	4.41%
Miguel Hidalgo, DF	3.03%		
Suma	51.04%	Suma	50.68%

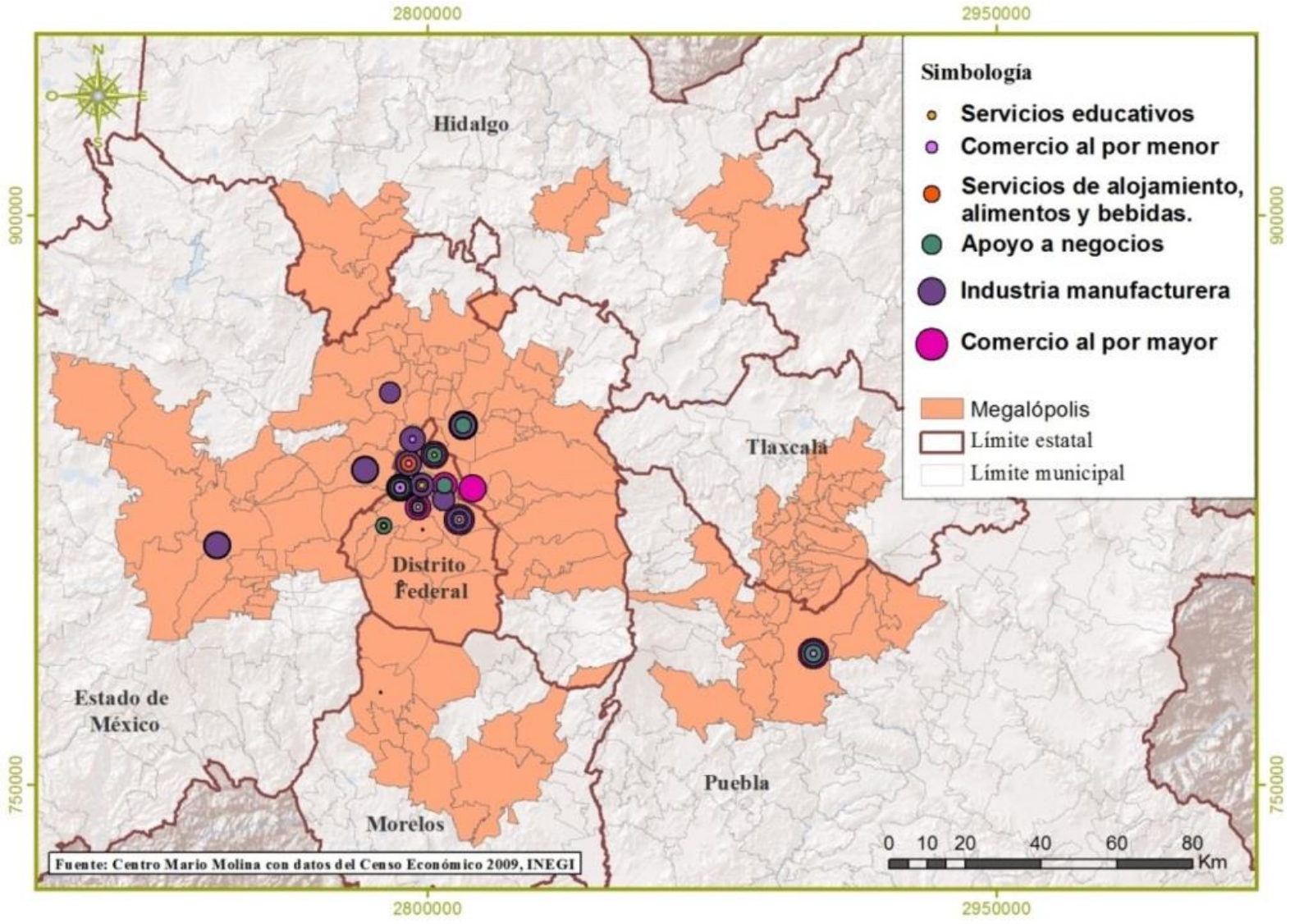
Fuente: CMM, 2012.

En términos de unidades económicas (UE) o el número de empresas localizadas en el territorio, nuevamente el municipio de Toluca funciona como polo económico a nivel regional y a escala metropolitana. En su territorio se encuentran registradas entre 30 mil y casi 50 mil UE, ubicándose de esta forma entre los primeros diez municipios con mayor concentración de empresas. Los municipios de Lerma y San Mateo aparecen en una posición menos dominante con un rango de entre 3 mil y 9 mil UE (CMM 2012) (Mapa VI.17).

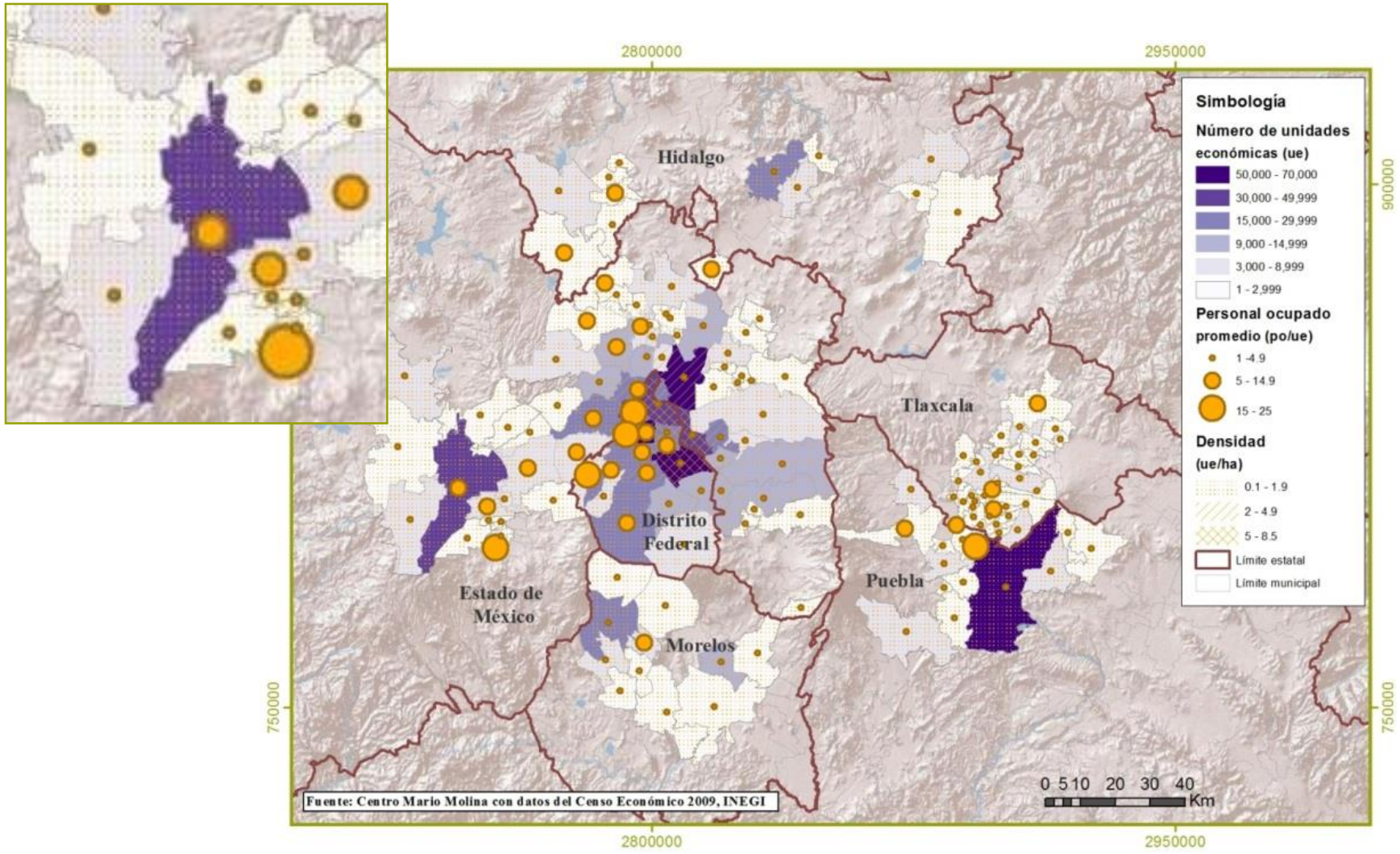
Otros indicadores útiles para describir y analizar las condiciones de la actividad productiva en la zona de estudio son la productividad y la inversión. La primera se obtiene definiendo cuánto produce el personal ocupado total de un área geográfica específica en términos del VACB[13].

[13] La productividad media en los municipios y delegaciones de la Megalópolis –variable que equivale al cociente del Valor Agregado Censal Bruto y el total del personal ocupado en la unidad de análisis– equivale a $150 mil pesos anuales.

Mapa VI.16: Personal ocupado en los principales sectores económicos de la Megalópolis, 2009



Mapa VI.17: Unidades económicas: distribución y tamaño promedio, 2009



El resultado es el Mapa VI.18 a nivel de AGEB donde para el caso de la zona metropolitana de Toluca, destaca que las zonas de mayor productividad se concentran alrededor del corredor industrial Lerma-Toluca (sobre el eje Tollocan). La zona con la productividad más alta se localiza en la zona centro del Municipio de Toluca. En este sentido, la productividad tiene una correlación territorial con las zonas especializadas en la actividad manufacturera de la ciudad.

Por su parte, la inversión tiene una expresión territorial que sigue la lógica y comportamiento de todas las variables analizadas hasta el momento. En el Mapa VI.19 se observa que la inversión está orientada hacia las zonas de especialización manufacturera, es decir, las zonas industriales de Toluca y el Municipio de Lerma[14], con valores superiores a los 20 millones de pesos.

A manera de conclusión, los datos analizados muestran una estructura económica territorialmente focalizada en la zona central de la ciudad de Toluca teniendo como eje articulador el corredor industrial y de comercio definido por la vialidad Paseo Tollocan. Se trata de la zona por excelencia donde se articula la mayor parte de la actividad comercial de la metrópoli teniendo como principal motor económico la manufactura.

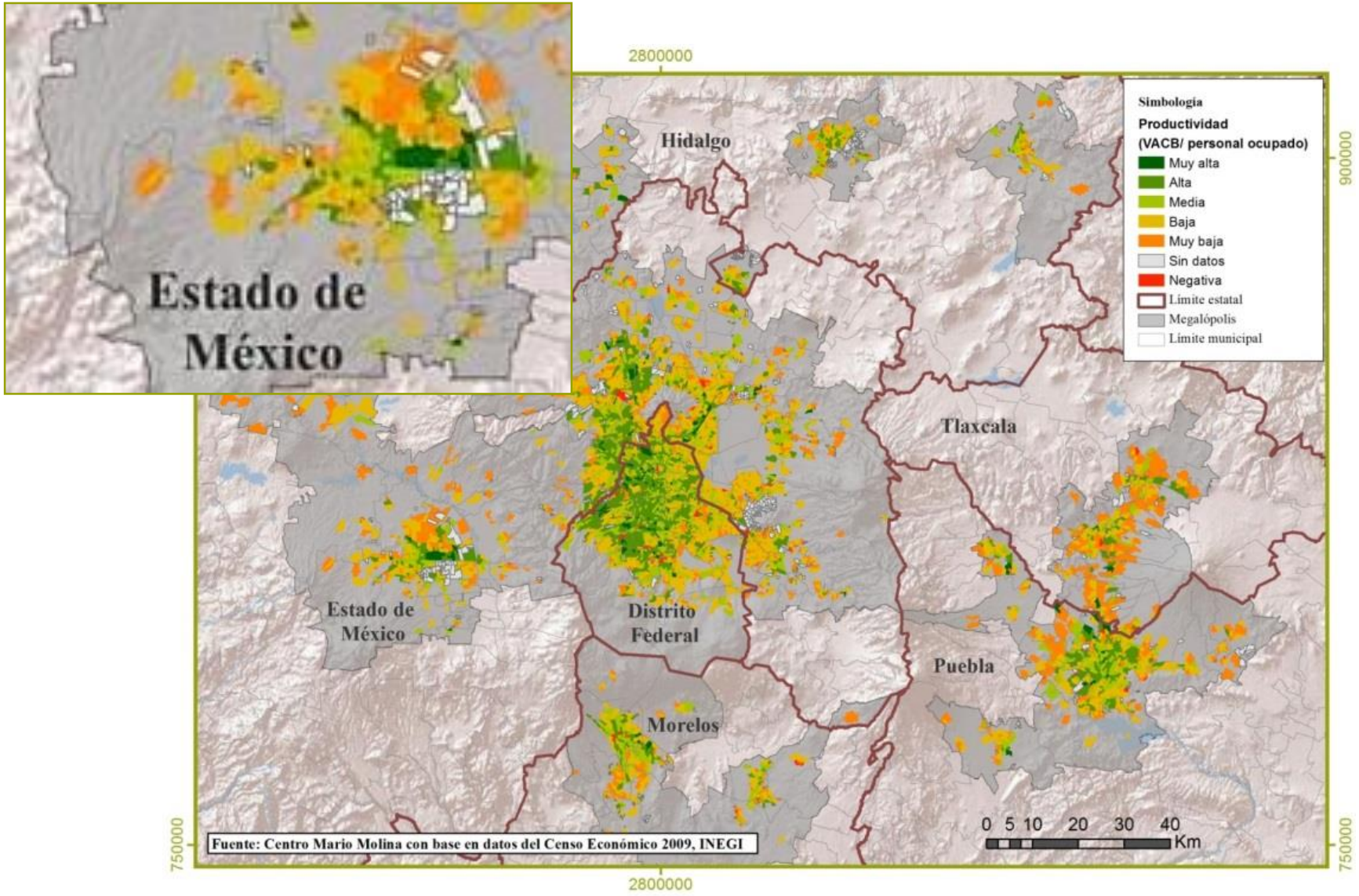
Son cuatro municipios los que detentan el liderazgo en todos los indicadores económicos: Toluca, Lerma, San Mateo y en menor medida Metepec, este último registra una base más sólida en términos de actividades comerciales y de servicios. En un contexto espacial, la ciudad de Toluca se asienta sobre una base económica industrial con polos económicos claramente definidos sobre el principal corredor del mismo (Paseo Tollocan).

Lo anterior deriva en una estructura territorial y económicamente hiperconcentrada y polarizada donde cuatro municipios concentran la dinámica productiva, y cuyas consecuencias en materia de movilidad se traducen en un impulso a los viajes pendulares con destino al núcleo central de la ciudad.

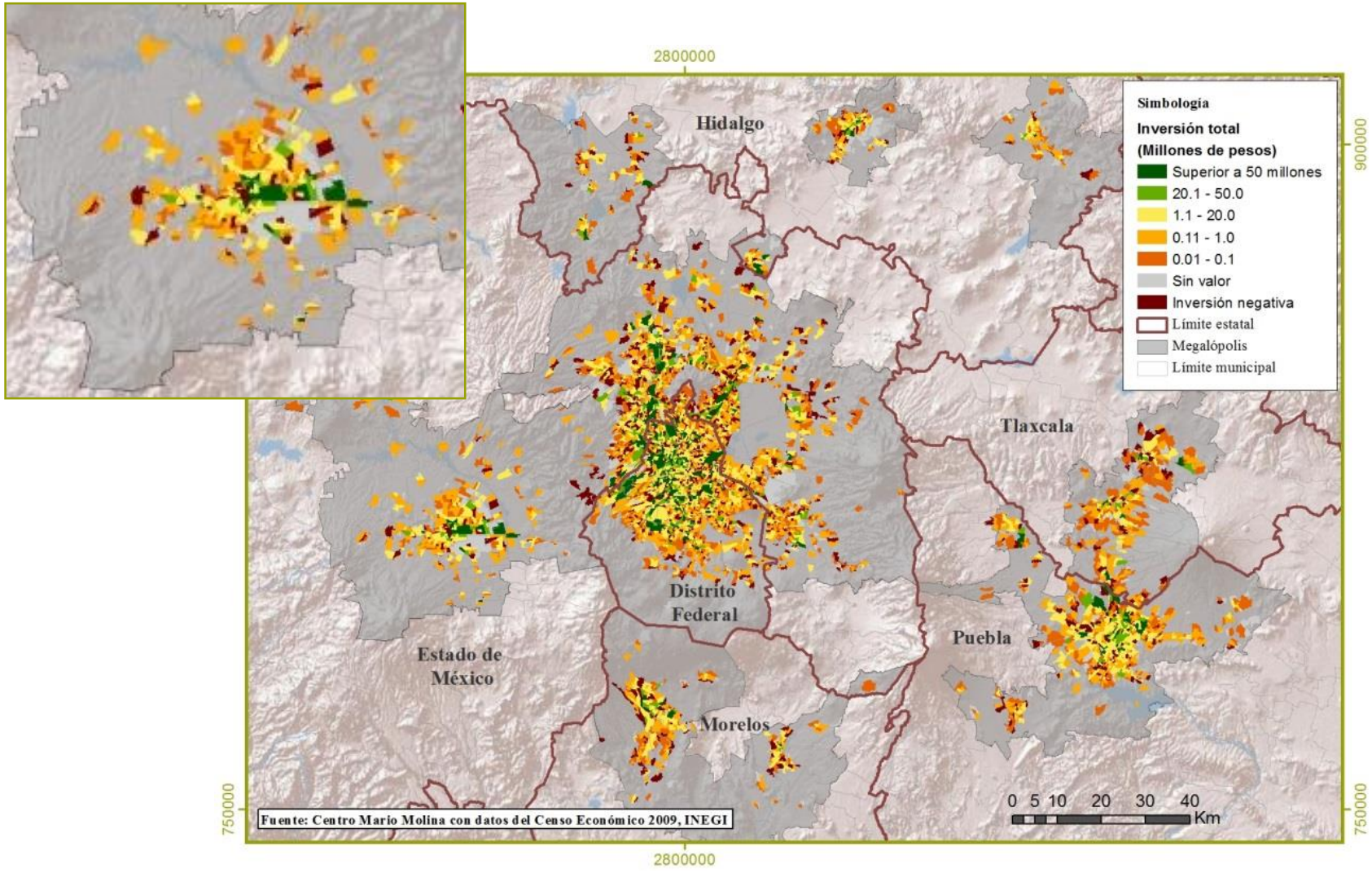
Esto se corrobora al observar las zonas netamente habitacionales (dormitorio) localizadas en los municipios periféricos - carentes de una dinámica económica capaz de limitar las necesidades de viaje de la población, especialmente por motivos de empleo-. Por lo tanto, la actual configuración económica de la metrópoli induce patrones de movilidad poco sostenibles al incentivar viajes pendulares por motivos laborales de la periférica hacia el centro.

[14] Dato correspondiente al año 2008 derivado del Censo Económico 2009, INEGI.

Mapa VI.18: Productividad en la Megalópolis, 2009

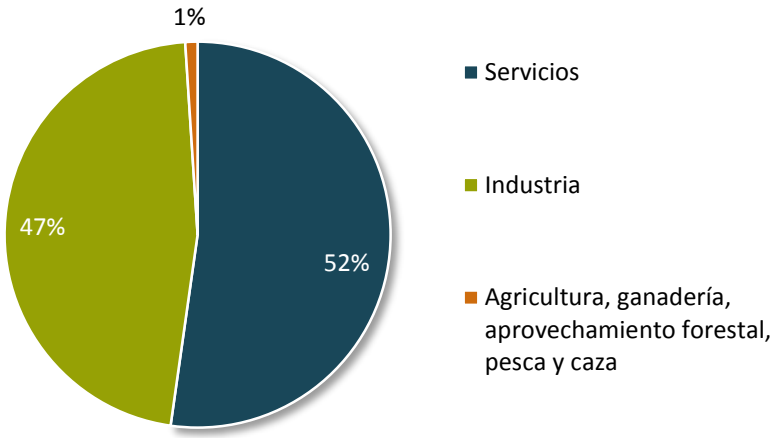


Mapa VI.19: Inversión en la Megalópolis por AGEB, 2009



En términos generales, la ZMT contribuye con 22% del PIB estatal. A nivel de los sectores económicos que integran la actividad económica, el que mayor contribución tiene al PIB metropolitano es el sector servicios (52%), seguido por la industria (47%) y en tercer sitio se ubica el sector primario (1%) (Figura VI.10).

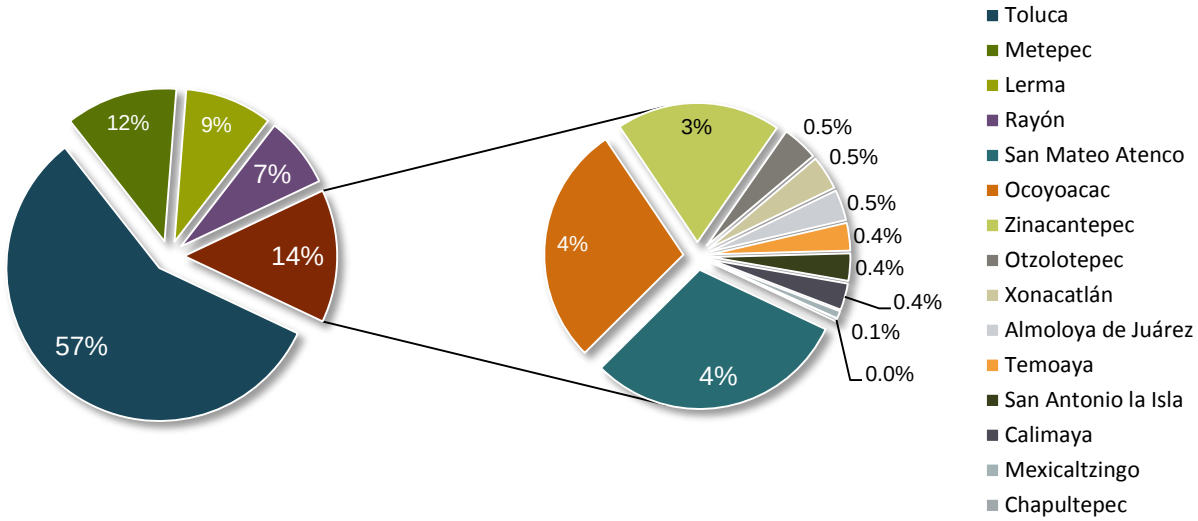
Figura VI.10: Contribución al PIB metropolitano por sectores económicos, 2012



Nota: Millones de pesos. Fuente: (IGECEM 2012)

Desde un enfoque municipal y considerando la participación de éstos en los tres sectores principales; agricultura, industria y servicios, los municipios con mayor peso en la actividad económica metropolitana son, en primer lugar Toluca con una participación de 60%, seguido por Metepec con 12% y los municipios de Lerma y Rayón en tercera y cuarta posición con 9 y 7% respectivamente. En conjunto estos municipios aportan el 85% del PIB metropolitano (Figura VI.11).

Figura VI.11: Contribución municipal al PIB de la ZMT, 2012



Nota: Millones de pesos. Fuente: (IGECEM 2012)

A nivel del sector servicios, que destaca por ser el de mayor peso en la generación del PIB a nivel metropolitano, los municipios de Toluca, Metepec y Rayón son los que mayor contribución generan al PIB metropolitano con el 51, 19 y 14% respectivamente. En conjunto, dichos municipios contribuyen con el 84%.

Un desglose a nivel subsector indica al comercio como la principal actividad terciaria, seguida de la información en medios masivos y en tercer puesto los servicios inmobiliarios (Figura VI.12).

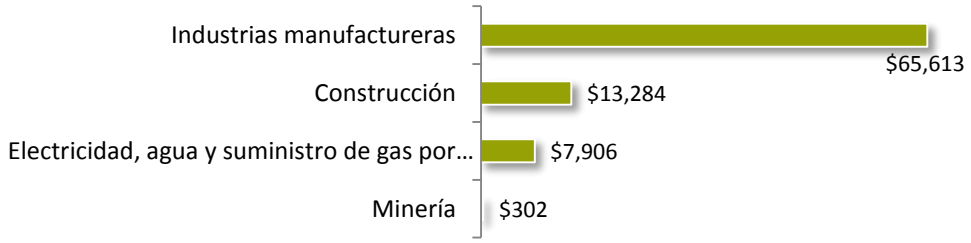
Figura VI.12: Composición del PIB del sector servicios de la ZMT, 2012



Nota: Millones de pesos Fuente: (IGECEM 2012)

Por su parte, en el sector secundario (industria), la participación de los municipios metropolitanos ubica a Toluca y Lerma en los primeros puestos en cuanto a contribución al PIB de la ciudad con el 66 y 15 respectivamente. Se trata por tanto de los municipios más industrializados de la región. En conjunto aportan el 81% del PIB metropolitano. Destaca el subsector manufactura como el de mayor peso, mientras que la minería tiene el menor peso con solo $302 millones de pesos (Figura VI.13).

Figura VI.13: Composición del PIB industrial de la ZMT, 2012



Nota: Millones de pesos. Fuente: (IGECEM 2012).

VII EL EJE MOVILIDAD EN LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN

Un aspecto fundamental de este trabajo fue la revisión documental de los antecedentes en materia de movilidad incluidos en los diferentes instrumentos de planeación y gestión del territorio, así como en los estudios académicos y las propuestas provenientes de organizaciones civiles. El objetivo es elaborar un inventario sobre los diferentes enfoques e iniciativas que se han desarrollado como parte de las soluciones a la movilidad en la zona metropolitana de Toluca o en los diferentes territorios que la integran. En la Tabla VII.1 se encuentran enlistados aquellos documentos incluidos en la revisión.

Tabla VII.1: Instrumentos de planeación analizados

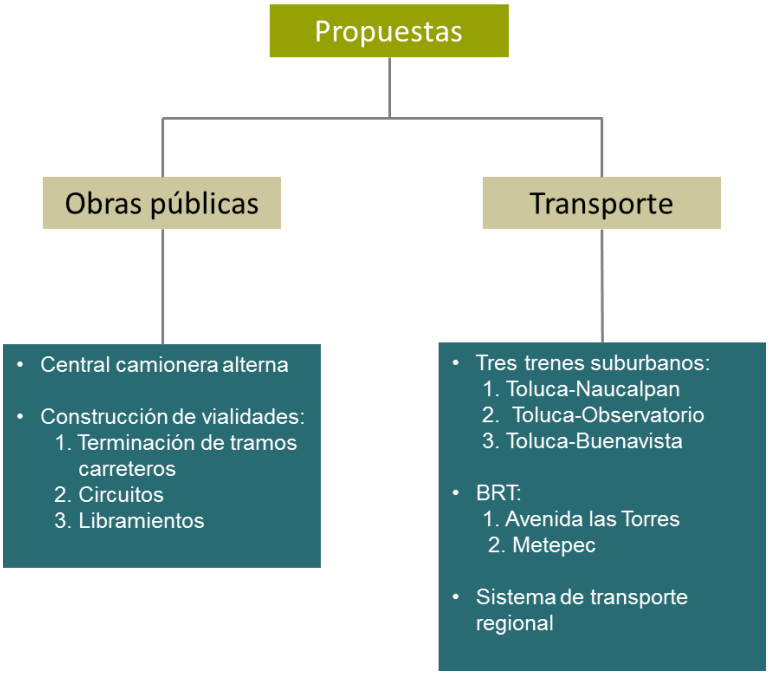
Antecedentes		
Nombre	**Organismo**	**Fecha**
Estado de México Movilidad 2025	CTS / ITDP	2011
Programa para Mejorar la calidad del aire en el valle de Toluca	Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México	1997-2000
Programa para Mejorar la calidad del aire en el valle de Toluca	Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México	2007-20011
Programa para Mejorar la calidad del aire en el valle de Toluca	Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México	2012-2017
10 estrategias de movilidad para un Estado de México competitivo, seguro y sustentable	CTS México	2011
Gaceta municipal Bando Municipal de Toluca 2014	Municipio de Toluca	2014
Acuerdos "Ciudadanos con visión" 2012	ONG	2012
Movilidad urbana y metropolización: necesidades de análisis espacial y territorial	Ponencia para el Coloquio Internacional de Diseño	2012
Estrategia de Movilidad Urbana Sustentable	SEDATU (producto del PNDU	2013-2018
Plan Nacional de Desarrollo Urbano	SEDATU	2013-2018
Movilidad Intermetropolitana en la región del Centro de México. El patrón del “commuting” en el México Central en el 2000	Ponencia presentada en la X Reunión Nacional de Investigación Demográfica en México, COLMEX	2010
Programa de Acción Climática Municipal Toluca	Ayuntamiento de Toluca	2013-2015
Precarización Ocupacional por Género en Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca	Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal Sistema de Información Científica	2005
Bases y Términos de Referencia para Los trabajos consistentes en los “estudios topográficos, mecánica de suelos, ambientales, hidrológicos, jurídicos, financieros, ferroviarios, electromecánicos y material rodante para la elaboración del	Secretaría de Comunicaciones y Transportes	2014

Antecedentes		
Nombre	**Organismo**	**Fecha**
proyecto ejecutivo para la construcción del tren interurbano México – Toluca".		
22 Programas de Desarrollo Municipales	Gobiernos Municipales	Vigente
Plan Estatal de Desarrollo urbano	Gobierno Estatal	2008
Plan Regional de Desarrollo Urbano	Gobierno Estatal / Centro EURE	2011

Fuente: Elaboración propia.

Es importante destacar que en la revisión general se puede observar la inclinación a mejorar la movilidad a través de la creación de mayor infraestructura vial. En contraposición, el transporte público y no motorizado son abordados desde un nivel conceptual, sin llegar a profundizar en verdaderas propuestas que apuesten por revertir la tendencia del uso del automóvil. En la Figura VII.1 se observan 3 vertientes encontradas en la revisión documental y los proyectos más relevantes.

Figura VII.1: Identificación de ejes temáticos en proyectos y propuestas



Fuente: Elaboración propia.

Como resultado de dicha revisión se identifican propuestas en torno a la movilidad que pueden agruparse en tres grandes grupos. La primera se enfoca mayoritariamente al desarrollo o mejoramiento de infraestructura vial tanto en autopistas y carreteras federales, así como vialidades urbanas. De esta clasificación se puede rescatar una propuesta para construir una nueva central camionera ya que la existente rebasa por completo su capacidad, además de ser una de las principales causas de problemas de movilidad en el municipio de Toluca dado que es el destino de transportes locales, suburbanos y foráneos.

En el segundo grupo se encuentran proyectos específicos para la implementación de sistemas de transporte masivo como la construcción de tres líneas férreas (Toluca-Buenavista, Toluca-Naucalpan y Toluca-Observatorio) y una línea de BRT sobre la avenida las Torres con cobertura para los municipios de Zinacantepec, Toluca, Metepec, San Mateo con un ramal para el Aeropuerto Internacional de Toluca.

En el tercer grupo, se encuentran las líneas de acción orientadas al mejoramiento de la movilidad en general, las cuales se agruparon en los nueve temas descritos en la Tabla VII.2.

Tabla VII.2: Líneas de acción enfocadas a mejorar la movilidad

Tema	Recomendación
Enfocadas al automóvil particular	Implementar sistemas de tarifación para estacionamientos y circulación
	Estacionamientos
	Acciones de control de circulación
Transporte de pasajeros	Visión integral de transporte de pasajeros
	Reorganización de transporte de pasajeros
	Diseño intermodal de transporte
	Impulsar modelos DOT
Medio ambiente	Acciones para mejorar la calidad del aire
	Combustibles UBA
	Difundir información acerca de los impactos ambientales, de productividad y calidad de vida derivados de políticas de movilidad urbana sustentable.
Desarrollo Urbano Sustentable	Reordenación de actividades económicas
	Consolidación de corredores
	Ordenar el crecimiento urbano
Acciones de Gobierno	Reestructuración normativa
	Incentivar alianzas para promover proyectos que mejoren la movilidad
	Impulsar la cooperación de la banca de desarrollo para implementar medidas que ayuden a desarrollar ciudades bajas en carbono
	Organización entre municipios
	Creación de organismos especializados en movilidad
Seguridad vial y diseño urbano	Crear una ciudad caminable y accesible
	Crear "Calles completas"
	Reducir el número de accidentes, lesiones y discapacidades por accidentes de tránsito
	Seguridad vial
	Diseño urbano
	Ciudades caminables
	Fomentar la peatonalización
Generación de información	Promover la realización de encuestas origen destino e indicadores para el monitoreo de la movilidad a nivel local y metropolitano.
	Establecer junto con instituciones académicas nacionales, indicadores de seguimiento sobre calidad urbana, desempeño ambiental y movilidad de las ciudades.

Tema	Recomendación
	Elaboración de estudios especializados en movilidad
	Desarrollar metodologías para mejorar la movilidad
Infraestructura	Construir infraestructura para movilidad no motorizada (ciclovías y biciestacionamientos)
	CETRAM
Otros	Implementar tecnologías para crear sistemas de movilidad
	Ordenar el transporte de Carga

Fuente: Elaboración propia.

Dado los resultados presentados, resulta de vital importancia destacar en particular el Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Toluca 2011. Este instrumento se desarrolla bajo un esquema de movilidad urbana sustentable privilegiando el transporte público y la movilidad no motorizada. Promueve disminuir la construcción de anillos periféricos y libramientos ya que se puede incidir en la expansión de la mancha urbana desmedida, además busca desincentivar el uso del automóvil particular a través de la dotación de transporte público.

Para lograr una mejora en el tema de la movilidad bajo el enfoque de sustentabilidad, es necesario retomar aquellas propuestas que plantean un reordenamiento de la infraestructura vial primaria y el tránsito vehicular, además de definir programas de liberación de vialidades y desahogar el tránsito en la zona centro.

En un primer acercamiento para identificar lo referente al tema de movilidad en los 15 municipios[15] que integran la ZMT (Almoloya de Juárez, Calimaya, Chapultepec, Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, Otzolotepec, Rayón, San Antonio la Isla, San mateo Atenco, Temoaya, Toluca, Xonacatlán y Zinacantepec), se revisaron los Programas de Desarrollo Urbano Municipales. La consulta se centró en dos apartados, por un lado en el diagnóstico de temas de infraestructura vial y sistemas de transporte y por otro lado, se analizaron las estrategias y el catálogo de proyectos, obras y acciones relacionados con temas de vialidad y sistemas de transporte.

El inventario referente al diagnóstico de infraestructura y sistemas de transporte en términos generales, abarca la descripción cualitativa y cuantitativa a diferentes niveles de detalle de vías regionales, primarias, secundarias; operadores de sistemas de transporte y listados de entronques o intersecciones conflictivas. Se destaca que 86% de las acciones y proyectos expresadas en cada uno de los programas municipales de desarrollo urbano de la ZMT incluyen proyectos que implican la construcción, mejoramiento, reparación de vías y el rediseño geométrico con la respectiva construcción de los principales entronques e intersecciones conflictivas; el 14% restante de los proyectos para la gestión de la movilidad son propuestas de construcción de terminales para autobuses, construcción o mejoramiento de estaciones de transporte urbano, implementación, mejoramiento o restructuración de

[15] Corresponde a los municipios considerados en la delimitación realizada en el año 2010 por INEGI/CONAPO/SEDESOL.

sistemas de transporte[16]. Cabe mencionar que los únicos programas que involucran proyectos de construcción con significativa inversión y que se clasifican como sistemas de transporte público de pasajeros, son el del municipio de Toluca con la construcción de trenes suburbanos (Naucalpan-Toluca, Toluca-Observatorio), y el de Metepec con un sistema de transporte de carril confinado Toluca-Metepec-Tenango.

Por lo anterior, es posible inferir que las pretensiones de los gobiernos municipales (en términos generales sobre la gestión de la movilidad), están enfocadas principalmente al incremento de la capacidad de las vialidades, generando un escenario propicio para que se incentive uso del automóvil particular como principal modo de transporte.

[16] Para la obtención de esta distribución se hizo un conteo de los proyectos que cumplían los criterios mencionados en el texto principal y se descartaron proyectos de señalización para los proyectos clasificados dentro de vialidad. Para los proyectos sobre sistemas de transporte se aglomeraron las propuestas de construcción de terminales para autobuses, construcción o mejoramiento de estaciones de transporte urbano. La agregación en detalle de los proyectos varía entre programas pero aun así hay una mayor presencia de proyectos de vialidad que los referentes a los sistemas de transporte.

VIII GESTIÓN Y ACTORES RELEVANTES EN TEMAS DE MOVILIDAD Y MEDIO AMBIENTE

En la definición de estrategias que busquen la maximización del bienestar social, la participación de distintos actores en el proceso de diseño y definición de políticas públicas se considera una herramienta fundamental para su implementación exitosa (WWF 2005).

En sintonía con lo anterior y considerando que el objeto principal del presente estudio es la formulación de una visión consensuada de una estructura de movilidad para la ZMT, el análisis de actores es una pieza angular y transversal en la elaboración del mismo, tanto para la identificación de escenarios y construcción de alternativas como para la definición de objetivos a corto, mediano y largo plazo.

A causa de lograr el diseño de una visión incluyente que fortalezca la apropiación y fomente la responsabilidad entre los actores identificados, el siguiente apartado incluye distintas metodologías y enfoques ya que, como estipula Eugene Bardach: “el análisis de políticas es más un arte que una ciencia. Se basa en la intuición tanto como en el método” (Bardach 1998).

Añadiendo a lo anterior, algunas de las herramientas que se integran en el presente estudio se basan en metodologías que actualmente apoyan la toma de decisiones a nivel nacional y que se complementan con la investigación en campo a través de la aplicación de entrevistas y ejercicios (tanto a representantes municipales como a la ciudadanía en general) relacionados con temas de movilidad sustentable.

VIII.1 Acciones y convenios metropolitanos

Las diversas problemáticas en materia social, económica y ambiental que enfrentan las grandes urbes son, por lo general, proporcionales a sus dimensiones y complejidad, en referencia a las interacciones entre los territorios que las conforman. De manera simultánea, los problemas y oportunidades vinculados al desarrollo humano tienden a concentrarse en las metrópolis, por lo que asuntos como seguridad, desigualdad, concentración económica, contaminación, entre muchos otros fenómenos, indican la necesidad de reforzar la estructura de lo metropolitano como base de la gobernabilidad. En este sentido, la sustentabilidad ambiental exige también una visión metropolitana. En síntesis: productividad económica, seguridad ciudadana, cohesión social y sustentabilidad, evidentemente requiere de políticas metropolitanas (Iracheta C. 2013).

El reto de asistir a la solución de los problemas de escala metropolitana requiere el desarrollo instrumentos de participación y organización de los gobiernos municipales bajo objetivos comunes. Para el caso de la ZMT, a partir de su declaratoria en 1993, los 20 municipios que la conformaron, adquirieron la posibilidad de trabajar en conjunto, dado que la Constitución Política de los Estado Unidos Mexicanos (CPEUM) reconoce el fenómeno metropolitano.

El artículo 139 de la CPEUM menciona la planeación y ejecución de acciones coordinadas con la federación y las entidades federativas colindantes para atender temas de interés común, entre los temas mencionados se encuentran la protección al ambiente y el transporte. Esto permite la suscripción de convenios para la ejecución de obras, operación y prestación de servicios públicos o la realización de acciones en las materias que fueren determinadas por las Comisiones Metropolitanas y relacionadas con los diversos ramos administrativos.

En este sentido, en 2009 se publicó el decreto para la aprobación de la declaratoria de la ZMVT, reconociendo un total de 22 municipios; el siguiente año se publicó el Acuerdo del Ejecutivo por el que se crea el Consejo para el Desarrollo Metropolitano del Valle de Toluca, como una instancia de Coordinación Metropolitana. Finalmente, el 3 de diciembre de 2013, en el Diario Oficial de la Federación (DOF), se da a conocer por parte de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, el decreto de Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF) para el Ejercicio Fiscal 2014, mismo que en su Artículo 39 estableció un Fondo Metropolitano (FM) para financiar la ejecución de estudios, programas, acciones y obras públicas de infraestructura y su equipamiento.

Lo anterior constituye el precedente para la firma del “Convenio general de coordinación de acciones para la atención de los compromisos metropolitanos” que firmaron el 22 de abril de 2014 las presidentas de los municipios de Metepec, Toluca, San Mateo Atenco y Zinacantepec, los cuales forman parte de la ZMT. Este documento tiene como objeto instrumentar políticas públicas para realizar acciones y gestiones ante los diferentes órdenes de gobierno, que permitan atender la problemática metropolitana en beneficio de los municipios participantes y sus habitantes.

Como parte de los compromisos se encuentra la realización de mesas de trabajo en torno a problemáticas comunes. Entre las medidas señaladas para atender los retos en materia de movilidad se encuentra la creación de un Consejo Intermunicipal de Seguridad Publica, la promoción de acciones intermunicipales para la reordenación de la movilidad y el tránsito vehicular de los municipios conurbados, así como fortalecer la coordinación de la vigilancia de las diferentes formas de contaminación y la implementación de acciones de control.

VIII.2 Análisis del marco para el financiamiento de proyectos en materia de movilidad

Uno de los aspectos fundamentales para el impulso de una movilidad sustentable es garantizar esquemas de financiamiento sólidos que permitan dar viabilidad a todos los estudios, programas y proyectos planteados.

Para ello es de vital importancia conocer las distintas alternativas de instrumentos de financiamiento disponibles en los tres ámbitos de gobierno. A continuación se analizan las distintas alternativas para acceder a recursos en la realización de proyectos de movilidad y desarrollo urbano.

VIII.2.1 Marco para el financiamiento a la movilidad urbana

Desde el ámbito federal existe todo un andamiaje institucional que posibilita el acceso a recursos tanto para entidades como municipios.

En este sentido, el PEF contiene los diversos rubros a partir de los cuales es posible identificar distintas vías de financiamiento. Este se distribuye a través de los siguientes ramos de presupuesto (ITDP 2012):

1. Ramos autónomos. Asignaciones para los poderes legislativo y judicial, así como para los organismos que pueden manejar su presupuesto sin necesidad de injerencia del ejecutivo, como el Instituto Federal Electoral (IFE), la Comisión Nacional de Derechos Humanos (CNDH), etcétera.

2. Ramos clasificados por ramos administrativos. Asignaciones para las dependencias y entidades que forman parte de la administración pública federal y que son controladas por el poder ejecutivo, como las secretarias de estado y la Procuraduría General de la República (PGR).

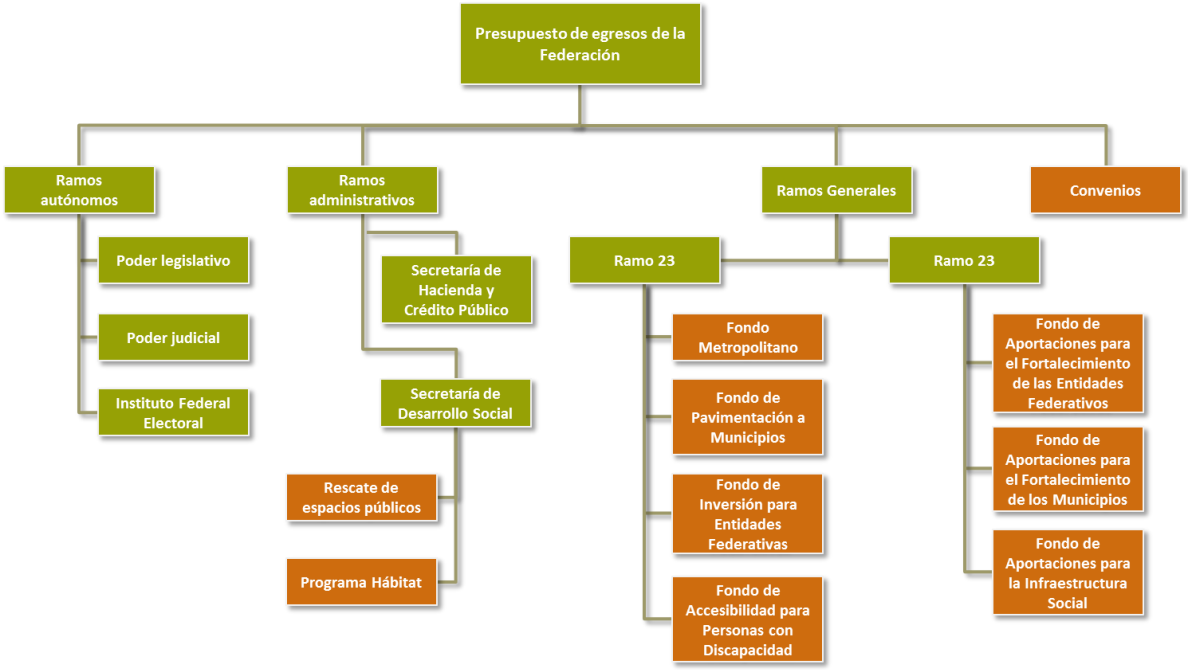
3. Ramos generales. Erogaciones que realiza la federación para cumplir con los ordenamientos legales aplicables, para proveer servicios especiales, o para distribuir recursos a los estados y municipios del país.

4. Convenios de descentralización y/o reasignación. Acuerdos entre la federación y los gobiernos estatales para financiar proyectos e inversiones con fines específicos.

De todas las categorías anteriores, existen diversos mecanismos que se relacionan específicamente con el financiamiento de proyectos de movilidad urbana en los tres ámbitos de gobierno. En la Figura VIII.1 se muestra un esquema general según el rubro donde se ubican.

Los recuadros en color naranja destacan aquellos instrumentos directamente relacionados con el financiamiento de proyectos de movilidad, sobresalen los Convenios, Ramos generales y Ramos administrativos. En la Tabla VIII.1 se describen los fondos derivados del Ramo 33 con incidencia en proyectos de movilidad.

Figura VIII.1: Ramos y Convenios federales relacionados con la movilidad urbana



Fuente: ITDP México, 2012.

Tabla VIII.1: Fondos derivados del Ramo 33 que se vinculan con la movilidad

Tipo de Fondo	Ámbito institucional	Tipo de proyecto
Fondo Metropolitano	Estatal	Programas, proyectos, obras públicas de infraestructura y su equipamiento.
Fondo de Pavimentación a municipios	Municipal	Pavimentación de vialidades, renovación de guarniciones y banquetas, alumbrado público, espacios deportivos.
Fondo de inversión para las entidades federativas	Estatal	Inversiones en infraestructura y su equipamiento.
Fondo para la accesibilidad en el transporte público para las personas con discapacidad	Estatal	Inversiones para promover la integración de las personas con discapacidad al transporte público.
Programas y Fondos Regionales	Estatal y Municipal	Infraestructura pública y su equipamiento.

Fuente: ITDP, 2012.

VIII.2.2 Fondo Metropolitano

El gobierno federal creó el Fondo Metropolitano para financiar los programas, proyectos y obras definidos en los instrumentos de planeación urbana de acuerdo a los criterios de prioridad propuestos por la Comisión de Desarrollo Metropolitano.

Los recursos del Fondo Metropolitano, tienen el carácter de subsidio federal y deberán ser destinados a:

1) Planes y programas de desarrollo metropolitano, urbano y regional,

2) Estudios y evaluaciones,

3) Proyectos ejecutivos

4) Programas, proyectos, acciones y obras de infraestructura y su equipamiento.

Es importante mencionar que se trata de un recurso que se asigna desde el ámbito estatal mediante comisiones y fideicomisos metropolitanos bajo reglas de operación específicas. En este sentido, los gobiernos municipales no tienen libre acceso a los mismos, sino dependen del cumplimiento de ciertos requisitos técnicos y presupuestales que son evaluados desde el ámbito estatal (ITDP, 2012).

VIII.2.3 Fondo Nacional de Infraestructura

El Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN) es un fideicomiso público que se creó en febrero de 2008 para promover y fomentar la participación de los sectores público, privado y social en el desarrollo de infraestructura y sus servicios públicos. El FONADIN realiza inversiones y otorga apoyos recuperables o contrata garantías a proyectos financieramente viables. También otorga apoyos no recuperables a proyectos rentables socialmente.

VIII.2.4 Programa de Apoyo Federal al Transporte Masivo PROTRAM

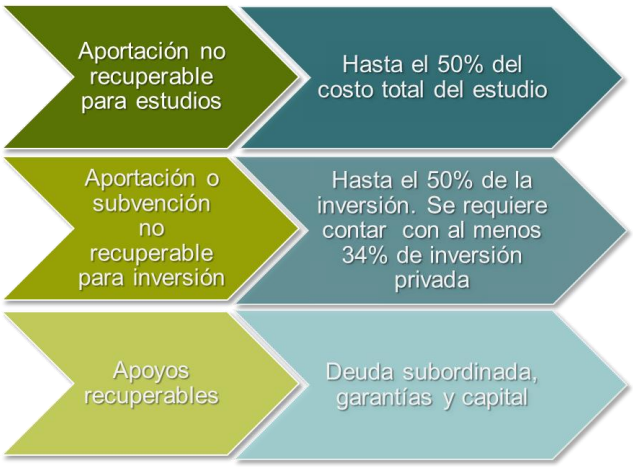
El Programa de Apoyo Federal al Transporte Masivo (PROTRAM) se creó en 2008 como mecanismo especial del FONADIN para otorgar apoyos financieros para la realización de proyectos de transporte urbano masivo con alta rentabilidad social.

Este programa también busca complementar la inversión de gobiernos locales y promover la participación privada en el sector. Dado que este programa no funciona bajo una lógica presupuestaria (es decir no es de tipo anual), la presentación de proyectos y la aprobación de los recursos suelen tomar un tiempo considerable (en algunos casos de más de 3 años).

El PROTRAM puede otorgar apoyos en ciudades o zonas metropolitanas de más de 500 mil habitantes para la implementación de sistemas de autobuses o “Buses Rápidos Troncales” (BRT), tranvías, trenes ligeros, metros, trenes suburbanos, y terminales o centros de transferencia intermodal, pero también puede financiar obras complementarias como espacios peatonales e infraestructura ciclista. Los apoyos del PROTRAM pueden ser para la elaboración de estudios y/o para la implementación de proyectos.

Uno de los principales requisitos para que los gobiernos locales puedan ser sujetos de financiamiento es la realización de un Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS). Es un plan que debe de contemplar el desarrollo de la vialidad y de los distintos modos de transporte urbano motorizados y no motorizados con una concepción de uso racional del automóvil. Dicho plan debe dar prioridad al transporte público y modos no motorizados y propiciar la atención de las necesidades de movilidad y transporte en forma eficiente y con las menores externalidades negativas (ITDP, 2012) (Figura VIII.2).

Figura VIII.2: Apoyos del PROTRAM a entidades públicas o concesionarios privados



Fuente: ITDP, 2012.

VIII.2.5 Tipos de Financiamiento

Financiamiento Internacional. Tanto el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) como la Asociación Internacional de Fomento (AIF) facilitan estrategias enfocadas al sector transporte en países en vías de desarrollo.

El financiamiento del BIRF en esta materia se focaliza en facilitar el crecimiento económico y la integración regional a través de los mercados nacionales e internacionales.

Las prioridades principales de la AIF en este sector durante los últimos 10 años han sido la construcción, la rehabilitación y el mantenimiento de caminos y carreteras, actividades que representan el 79% de los compromisos. Dentro de esta categoría, las rutas viales rurales representan el 64%. El 10% del financiamiento total de la AIF se ha destinado al desarrollo institucional y de políticas, así como el transporte en general. El 11% restante se dirige a programas de transporte portuario, marítimo, ferroviario y aéreo.

En México, el BIRF -en asociación con el Fondo del Carbono (i) y el Fondo para una Tecnología Limpia (i) (CTF, por sus siglas en inglés)-, contribuye a avanzar hacia un crecimiento con emisiones más bajas de carbono. El Programa de Transformación del Transporte Urbano (i) (ejercicio de 2010) propuso reducir las emisiones de CO_2 en las ciudades de México en, aproximadamente dos millones de toneladas por año a comienzos de 2017, a través del desarrollo de capacidad y la creación de 18 sistemas de transporte integrados.

Este proyecto fue una ampliación del proyecto prototipo del Fondo del Carbono: el Sistema de Transporte Rápido por Autobús (BRT) en Insurgentes en la Ciudad de México (i) (ejercicio de 2005), que fue el primer corredor de transporte masivo en superficie de la capital mexicana.

Financiamiento Local. El fortalecimiento de las administraciones locales debe ser una premisa si se busca tener mayor capacidad de financiamiento de los diversos proyectos necesarios para atender las problemáticas en materia de desarrollo urbano y movilidad.

Bajo este contexto, existen diversas fuentes de financiamiento local que con una debida administración pueden representar una mayor autonomía financiera, lo que incrementaría el potencial de instrumentar proyectos de movilidad en la escala local. Lo anterior cobra especial relevancia si se considera que muchos de los mecanismos disponibles a nivel federal y/o estatal solo financian un porcentaje de los proyectos.

Dentro de los mecanismos anteriores destacan los siguientes:

- Impuesto predial. Se trata de la principal fuente de financiamiento municipal, sin embargo, los atrasos en materia de actualización y modernización catastral limitan las posibilidades de recaudación.
- Pagos, derechos y aportaciones municipales. Son todos aquellos ingresos municipales provenientes del pago de derechos de construcción, servicio de agua potable, autorizaciones de fraccionamientos, cambios de usos de suelo, etc.

Asociaciones público-privadas. Otra de las alternativas de mayor aceptación a nivel local y metropolitano en distintas regiones del mundo es el esquema de asociación público-privado. Se trata de una alternativa interesante para impulsar el desarrollo de proyectos que requieren de una elevada inversión y donde las entidades públicas suelen estar limitadas de

recursos. A nivel nacional se cuenta con la Ley de Asociaciones Público-Privadas donde se establecen las disposiciones jurídicas para su implementación.

VIII.3 Análisis de actores

La Comisión Nacional del Agua diseñó la *Guía para la Identificación de Actores Clave* como un instrumento de apoyo para la toma de decisiones en aspectos sociales. Debido a que la Guía en mención proporciona una amplia diversidad de herramientas para el análisis de actores, en este apartado se incluyen aquellas metodologías que se adecúan a los objetivos planteados en el presente proyecto, con el fin de robustecer el análisis de los actores clave.

Tabla VIII.2: Agrupación de actores clave en distintos contextos y escalas

Federal	Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN)
	Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)
	Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU)
	Comisión Especial de Movilidad
	Instituto Mexicano del Transporte (IMT)
Estatal	Secretaría de Seguridad Ciudadana (SSC)
	Secretaría de Agua y Obra Pública (SAOP)
	Secretaría de Desarrollo Urbano (SDU)
	Secretaría de Desarrollo Metropolitano (SEDEMET)
	Secretaría de Comunicaciones (SECOM)
	Secretaría de Transporte (ST)
Zona Metropolitana del Valle de Toluca (VT)[17]	Comisiones Metropolitanas
	Fideicomiso del Fondo Metropolitano del VT
	Dueños de negocios y empleados formales e informales
	Usuarios de vehículos particulares
	Transportistas
	Población de la Zona Metropolitana de Toluca
	Organizaciones no gubernamentales
Municipal	Direcciones de planeación y desarrollo urbano
	Direcciones de Seguridad Pública, Tránsito, Protección Civil y Bomberos
	Direcciones de obras públicas

Políticos Económicos Sociales

Fuente: Elaboración propia.

Los actores clave son aquellos individuos cuya participación es indispensable y obligada para el logro del propósito, objetivos y metas del proyecto en cuestión (CONAGUA 2012). En este caso, se identifican, clasifican, seleccionan y analizan actores en la escala local, municipal, estatal, nacional e incluso en la esfera metropolitana.

[17] Los actores sociales son transversales dado que inciden en la escala estatal, metropolitana y municipal.

La construcción de una imagen objetivo consensuada de movilidad en la Zona Metropolitana de Toluca requiere de un proceso que identifique, dentro de la amplia diversidad de actores, aquellos que inciden directa o indirectamente en el tema así como aquellos que comparten o poseen visiones divergentes en esta materia. De esta forma, se identifica aquellos actores con quienes es posible trabajar bajo un esquema de co-diseño y también aquellos que pudiesen comprometer el alcance de la imagen objetivo de movilidad proyectada en la zona urbana del Valle de Toluca.

Es importante mencionar que, el análisis de actores realizado se complementó con la información generada *in situ*, con el fin de generar el panorama más objetivo y que refleje la realidad actual. De esta forma, en la Tabla VIII.2 se agrupan los actores de acuerdo a los distintos contextos (político, económico y social) y escalas (municipal, metropolitano, estatal, y federal) a las que pertenecen.

En la Tabla VIII.3 se desglosan los actores mencionados en una matriz de valoración. Cada columna pretende responder consideraciones esenciales para identificar el rol que cada actor desempeña frente a los objetivos planteados en el presente proyecto. Las interrogantes son las siguientes:

- **Columna A:** Nombre del actor
- **Columna B:** ¿Cuáles son los intereses del actor con relación a una estructura conceptual de la movilidad en la Zona Metropolitana de Toluca?
- **Columna C:** ¿Qué posición adoptará cada actor frente al proyecto?
- **Columna D:** ¿Cuáles son las atribuciones o mandatos de cada actor en relación al estudio?
- **Columna E:** ¿Qué barreras enfrenta cada actor para participar o no en la estrategia?
- **Columna F:** ¿Cuáles son los aspectos adicionales que se deben de considerar en la participación de cada actor respecto a la estructura de movilidad consensuada?

Una vez identificados los actores clave, sus intereses y relación con el proyecto, es posible valorar su capacidad de interacción a través de su influencia y posición frente al mismo. La influencia se refiere a la capacidad del actor de generar movimientos sociales y recursos económicos; puede ser baja (en rojo), media (en amarillo) o alta (en verde). La posición del actor frente al proyecto puede ser a favor (en verde), neutral (en amarillo) o en contra (en rojo).

El valor se refiere al resultado de la influencia y la posición frente al proyecto. El valor puede ser alfa u omega. El valor alfa (en verde) se asigna a aquellos actores que poseen una actitud positiva respecto al proyecto; el valor omega (en rojo) es para aquellos que poseen una actitud negativa al mismo. La Tabla VIII.3 presenta la matriz con estas consideraciones y en la Tabla VIII.4 los resultados del análisis.

Tabla VIII.3: Matriz de evaluación de actores

Nivel	A Actores clave	B Intereses en el proyecto	C Posible relación con el proyecto	D Atribuciones mandatos y recursos	E Problemas percibidos para actuar o no en el proyecto	F Conclusiones
Federal	Fondo Nacional de Infraestructura	Ejercer una influencia directa y positiva en la calidad de vida de la población al destinar recursos económicos a proyectos de movilidad urbana con impacto social.	Aliado	Apoya en la planeación, diseño, construcción y transferencia de proyectos de infraestructura con impacto social o rentabilidad económica, en los que participe el sector privado.	La gestión de los recursos económicos depende de los objetivos planteados en el Plan Nacional de Desarrollo así como de la participación de la iniciativa privada.	El tren México- Toluca es uno de los proyectos de infraestructura más importantes a nivel nacional debido a que se considera que tendrá un impacto directo en la estructura de movilidad en la ZMT. El presente estudio debe contemplar el impacto en movilidad que ocasionará la nueva infraestructura.
	Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)	Es la entidad gubernamental encargada de ejecutar las políticas orientadas al transporte en el país; incide de manera indirecta en la definición de una estructura de movilidad en la ZMT.	Aliado	Formular y licitar proyectos que permitan promover el desarrollo de sistemas de transporte; definir políticas públicas y normatividad técnica con el fin de ampliar la accesibilidad y cobertura de servicios.	Coordina la instrumentación de políticas públicas en los distintos niveles de gobierno. Vigila que exista una transversalidad en la toma de decisiones. Es un aliado esencial.	Debe de garantizar la coordinación interinstitucional para la toma de decisiones eficiente. Al ser un organismo de carácter federal su incidencia en la movilidad de la ZMT es indirecta aunque con un peso fundamental debido a que funge como organismo rector.

Nivel	A Actores clave	B Intereses en el proyecto	C Posible relación con el proyecto	D Atribuciones mandatos y recursos	E Problemas percibidos para actuar o no en el proyecto	F Conclusiones
	Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano	La movilidad constituye una de las principales consideraciones en la planeación nacional del territorio. Por lo tanto, la construcción de un escenario futuro de movilidad depende en parte de este organismo y su coordinación con otras instituciones gubernamentales.	Aliado	Impulsar en coordinación con autoridades estatales y municipales la planificación y ordenamiento del territorio nacional para su máximo aprovechamiento, al formular políticas que controlen el crecimiento o surgimiento de asentamientos humanos y centros de población.	Interviene antes, después y durante la implementación de toda estrategia de movilidad. Es un organismo que debe ser consultado y que debe acompañar el desarrollo del proyecto.	Dado que la influencia de este organismo es directa, se surgiere un acercamiento previo para la identificación de estrategias de movilidad que contemplen las medidas existentes y en curso en términos de desarrollo y contención urbana.
	Comisión Especial de Movilidad	Debido a su influencia en la calidad de vida de la población, se sugiere el trabajo conjunto y/o una consulta para definir una conceptualización de movilidad en el país y a partir de ello visualizar la de la ZMT.	Aliado	Se encargará de desarrollar instrumentos, políticas y normatividad en cuestiones de la gestión de la movilidad a nivel federal.	El organismo está en proceso de creación. Por lo tanto, es necesario considerar las nuevas recomendaciones que este organismo emita.	La integración de estos organismos se caracteriza por la pluralidad y la representación ciudadana. Es sumamente importante mantener este organismo como aliado.
	Instituto Mexicano del Transporte	El conjunto de normas relacionadas al transporte son esenciales para el diseño de estrategias	Aliado	Órgano desconcentrado de la SCT dedicado a la investigación para formular normatividad	Las modificaciones regulatorias requieren de un trabajo a mediano y largo plazo.	Es necesario considerar las regulaciones existentes que influyen en la movilidad tanto a

Nivel	A Actores clave	B Intereses en el proyecto	C Posible relación con el proyecto	D Atribuciones mandatos y recursos	E Problemas percibidos para actuar o no en el proyecto	F Conclusiones
		de movilidad que garanticen un medio ambiente sano y propicien una calidad de vida adecuada para la población.		en materia de regulación del transporte.		nivel nacional como local. Se recomienda trabajar con este actor para revisar y en caso de ser necesario, actualizar las regulaciones existentes.
Estatal	Secretaría de Seguridad ciudadana	Debido a que el organismo posiciona a la persona como el centro de la política pública, se considera un actor fundamental para el diseño de una estrategia de movilidad en la ZMT.	Aliado	Órgano encargado de vigilar y brindar seguridad e integridad ciudadana, que procura la protección civil y el respeto de los derechos humanos.	Las estrategias emitidas por este organismo deben de considerar una visión de movilidad desde, hacia adentro y fuera de la ZMT.	Debe garantizar que a nivel local existan las instituciones y los recursos humanos suficientes que salvaguarden la seguridad de la población.
	Secretaría de Agua y Obra Pública	El crecimiento de una ciudad y la movilidad de la población dependen, en gran medida, de los lineamientos seleccionados para el desarrollo y construcción de infraestructura nueva.	Aliado	Establecer los lineamientos que deban seguir los planes y programas de obras públicas e infraestructura para el desarrollo en la entidad, así como dar seguimiento a los avances físico-financieros de las mismas.	No considerar a este actor ocasionará la formulación de una estrategia de movilidad desarticulada. Por lo tanto, se recomienda considerar los proyectos en curso y en proceso de formulación.	Su participación es esencial para el alcance de los objetivos planteados en el proyecto.

Nivel	A Actores clave	B Intereses en el proyecto	C Posible relación con el proyecto	D Atribuciones mandatos y recursos	E Problemas percibidos para actuar o no en el proyecto	F Conclusiones
	Secretaría de Desarrollo Urbano	Es un actor fundamental en la visualización de una estructura de movilidad consensuada para la ZMT.	Aliado e impulsor	Formula, promueve, vigila y conduce las políticas e instrumentos estatales de desarrollo urbano y ordenamiento territorial. Además propone convenios, promueve construcción de obras de urbanización, infraestructura y equipamiento para los mismos fines. Además de participar en las comisiones regionales y metropolitanas.	Las metas de movilidad planteadas para la ZMT deben de definirse de acuerdo a la morfología urbana y a los patrones de crecimiento y de desarrollo del Estado de México. Por lo tanto, es necesario diseñar lineamientos que incentiven el trabajo conjunto a nivel local, municipal y estatal.	Su injerencia en la movilidad a nivel estatal y metropolitano es directa. Por ello, no es posible descartar la elaboración de talleres, la consulta e incluso, el trabajo conjunto para el cumplimiento de los objetivos planteados en el presente estudio.
	Secretaría de Desarrollo Metropolitano	Debido a los alcances planteados en el proyecto, es necesario definir una visión común de movilidad en colaboración con esta entidad gubernamental.	Aliado e impulsor	Proponer, promover y coordinar la ejecución de acciones y proyectos orientados a la oportuna atención de los asuntos de carácter metropolitano; establecer mecanismos de coordinación que contribuyan a mejorar la prestación de los servicios públicos a esta escala.	El alto grado de interacción entre los municipios que integran la ZMT requiere de una estrategia de movilidad a esta escala urbana.	La influencia de este organismo en la movilidad es indirecta. No obstante, es importante integrar sus observaciones respecto al tema debido a que se puede convertir en un importante aliado que coordine la ejecución de las políticas públicas a nivel metropolitano.

Nivel	A Actores clave	B Intereses en el proyecto	C Posible relación con el proyecto	D Atribuciones mandatos y recursos	E Problemas percibidos para actuar o no en el proyecto	F Conclusiones
	Secretaría de Comunicaciones	Previo a la instrumentación de cualquier estrategia de movilidad se recomienda consultar este organismo gubernamental con la finalidad de poseer un diagnóstico y/o compartir información.	Aliado	Entidad encargada de ejecutar los programas de infraestructura vial primaria; expedir normas técnicas; construir, operar, explotar y mantener los sistemas de transporte masivo.	Integrar este actor a la elaboración del estudio permitirá obtener una fotografía detallada sobre la realidad de los sistemas y servicios de transporte de la ZMT.	La relación de este organismo con los objetivos planteados en el estudio es directa. Es necesario buscar acercamientos con este organismo.
	Secretaría de Transporte	Es un actor que incide de manera directa en la movilidad; principalmente en la etapa de formulación de estrategias.	Aliado	Se encarga de otorgar, registrar, modificar, revocar, rescatar, revertir o dar por terminadas las concesiones y permisos para la prestación de servicio de transporte público de pasajero; autorizar y modificar rutas, tarifas, itinerarios, horarios y frecuencias; establecer paraderos y terminales; vigilar el cumplimiento de las disposiciones legales en materia de transporte público, actualización de	Debido a la experiencia técnica y el conocimiento en movilidad que el organismo posee sobre la movilidad urbana en el Estado de México, generar acuerdos, alianzas y fomentar el intercambio de información con este actor es fundamental.	Su participación es esencial para el alcance de los objetivos planteados en el proyecto.

Nivel	A Actores clave	B Intereses en el proyecto	C Posible relación con el proyecto	D Atribuciones mandatos y recursos	E Problemas percibidos para actuar o no en el proyecto	F Conclusiones
				información y aplicar medidas de seguridad.		
Metropolitano	Comisiones Metropolitanas	Las comisiones se integran principalmente por voces ciudadanas. Por lo tanto, se considera que este actor adquiere relevancia en la formulación de una estrategia de movilidad antes, durante y después de la intervención.	Aliado e impulsor	Son el mecanismo de coordinación entre los diferentes órdenes de gobierno estatal y municipal; para la atención de los asuntos temáticos en materia de agua, medio ambiente, desarrollo urbano, transporte, vialidad, seguridad pública y protección civil, entre otros temas de interés metropolitano, en donde a través de proyectos, obras y acciones, se mejorará la situación de los habitantes de los municipios metropolitanos del Estado de México.	Se recomienda que para la formulación de una estrategia de movilidad en la ZMT, las comisiones metropolitanas trabajen en coordinación con las autoridades locales. De esta forma, además de incrementar el número de aliados para el estudio en cuestión, la estructura de movilidad en la ZMT podrá marcar un precedente para el resto de las metrópolis que integra el Estado de México.	Es deseable que la formulación de la estructura consensuada de movilidad en la ZMT derive de una visión metropolitana del estado de México. Por lo tanto, es sumamente importante considerar las inquietudes de los integrantes de las comisiones a esta escala urbana.
	Coordinación Metropolitana	Se conforman por un representante de cada municipio, su objetivo principal es dar solución a problemas de movilidad que	Aliado e impulsor	Su responsabilidad es optimizar los recursos gubernamentales bajo una lógica de corresponsabilidad de las diferentes unidades	Comunicación y designación de coordinadores metropolitanos únicamente entre los municipios conurbados	Se debe conformar una coordinación metropolitana con un representante por cada municipio que conforma la ZMT para

Nivel	A Actores clave	B Intereses en el proyecto	C Posible relación con el proyecto	D Atribuciones mandatos y recursos	E Problemas percibidos para actuar o no en el proyecto	F Conclusiones
		comparten dada la conurbación y relación funcional entre sus municipios.		administrativas estatales y niveles de gobierno a través de las relaciones intergubernamentales en busca de una mejora en la eficiencia, eficacia y legitimidad gubernamental.	con la ciudad central, el resto de municipios carece de un representante, por lo tanto sus necesidades de movilidad no son consideradas al momento de la definición de estrategias y soluciones.	incluir las necesidades en común entre todas las unidades. Además, considerar en el marco jurídico y administrativo a la figura metropolitana para dotarla de poder de decisión y acción.
	Fideicomiso del Fondo Metropolitano del VT	Aquellos proyectos, obras de infraestructura y equipamiento que se postulen para mejorar la movilidad en la ZMT, deben coincidir con los criterios estipulados por el Fideicomiso.	Aliado e impulsor	El Fideicomiso tiene como fin principal constituir un fondo que se destinará a apoyar el cumplimiento de los estudios, programas, proyectos, obras y acciones del Consejo para el Desarrollo Metropolitano, para la atención de los problemas de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, en materia entre otras de seguridad pública, justicia, medio ambiente, agua potable, drenaje,	La asignación de recursos hacia los proyectos de movilidad dependerá en gran parte, de las reglas de operación y de los criterios empleados por el comité encargado de la gestión de los mismos.	Se debe conocer a profundidad los criterios y reglas de operación del Fondo Metropolitano del VT a fin de que las nuevas estrategias puedan recibir recursos del mismo.

Nivel	A Actores clave	B Intereses en el proyecto	C Posible relación con el proyecto	D Atribuciones mandatos y recursos	E Problemas percibidos para actuar o no en el proyecto	F Conclusiones
				infraestructura social, vialidad y transporte.		
	Dueños de negocios y empleados formales e informales.	Se refiere al grupo de comercios y establecimientos ubicados en la ZMT y que inciden en la estructura de movilidad actual.	Obstáculo o posible aliado	Ejercen un papel importante en la definición de una estructura de movilidad en la ZMT ya que en caso de estar en contra de la estrategia o ser perjudicados por su instrumentación, pueden incrementar el descontento ciudadano frente a las nuevas medidas de movilidad.	Debido a la incertidumbre del impacto que tengan las estrategias de movilidad en las ventas de los locales, al inicio puede haber cierta oposición por parte de los comerciantes. Por ello, deberá evaluarse a profundidad la postulación de las nuevas recomendaciones.	Es necesario un mecanismo de consulta o estudio de campo sobre los impactos que podrá tener la nueva estructura de movilidad en los negocios locales.
	Usuarios de vehículos particulares	Dado que se busca una nueva estructura de movilidad, son uno de los principales destinatarios de la estrategia.	Obstáculo	Este uno de los actores más importantes para el alcance de las metas de las planteadas en la nueva estructura de movilidad en la ZMT. Pueden definir el éxito o fracaso de la estrategia.	Descontento social y posible oposición ciudadana frente al impulso de nuevas medidas que desincentivan el uso del vehículo particular y por la escasez de alternativas eficientes de transporte.	Es fundamental generar una percepción positiva sobre una nueva estructura de movilidad en la ZMT; para esto se requiere de una campaña de comunicación efectiva así como la identificación de los canales adecuados que registren constantemente los

Nivel	A Actores clave	B Intereses en el proyecto	C Posible relación con el proyecto	D Atribuciones mandatos y recursos	E Problemas percibidos para actuar o no en el proyecto	F Conclusiones
						beneficios de la misma.
	Transportistas	Existe un consenso generalizado sobre la necesidad de introducir combustibles limpios y mecanismos o programas que mejoren la logística y fomenten la modernización del transporte, a fin de reducir los gastos operacionales y los efectos negativos asociados al sector. No obstante, el grupo que conforma el sector posee la percepción de que toda medida de movilidad impactará negativamente en su economía.	Obstáculo	El transporte de carga es considerado uno de los modos de transporte más contaminantes por lo tanto es un rubro que se debe de controlar.	Oposición del sector ante el reajuste de rutas o nuevos esquemas de movilidad. No obstante, es un sector que se debe involucrar ya que pueden comprometer la eficiencia de la estrategia.	Inciden en el ámbito productivo del país. Por lo tanto, se debe garantizar que existan vialidades que permitan el flujo de transporte de carga a fin de que no se vuelva un rubro conflictivo.
				El transporte de pasajeros es uno de los actores más complicados en cuanto al diseño de una estrategia de movilidad debido a que inciden directamente en los patrones de movilidad de los habitantes y poseen una gran presencia en el ámbito político.	Las relaciones clientelares de este grupo detentan su poder al influir en las concesiones y controlar las rutas. No obstante, es necesario considerar acercamientos con este actor ya que resalta como un actor en contra de alternativas que no surjan dentro del mismo gremio.	El transporte es un eje fundamental para el desarrollo económico del país. Sin embargo, el esquema “hombre-camión” implica una competencia de este grupo por ofrecer sus servicios aunque la vigilancia de las condiciones físico-mecánicas es nula, situación que compromete la seguridad física de tanto de los usuarios como de los conductores.

Nivel	A Actores clave	B Intereses en el proyecto	C Posible relación con el proyecto	D Atribuciones mandatos y recursos	E Problemas percibidos para actuar o no en el proyecto	F Conclusiones
	Habitantes de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca	Son actores esenciales para el diseño de estrategias de movilidad pues van dirigidas directamente a ellos.	Aliado o posible obstáculo	En este caso pueden actuar a favor o en contra de las nuevas propuestas de movilidad.	En caso de apoyar la estrategia pueden incrementar la aceptabilidad de la ciudadanía respecto a la nueva estructura de movilidad en la ZMT. Si se manifiestan en contra la medida deberá de ser rediseñada para atender las necesidades de la población local.	Se les debe de considerar como aliados estratégicos en el ciclo de la política pública (diseño, implementación y evaluación). Por lo tanto, se recomienda la elaboración de talleres y de sesiones de diseño conjunto con estos actores.
	Organizaciones no gubernamentales	Son actores que hacen efectivos los mecanismos de participación ciudadana.	Aliados y enlace entre sociedad civil y tomadores de decisión	Actores clave en la formulación, implementación y evaluación de las políticas públicas.	Son actores que fungen como interlocutores entre la ciudadanía y el Estado a fin de fomentar el ejercicio de los derechos ciudadanos en torno a la transparencia, integridad, participación y rendición de cuentas. Es sumamente relevante incluirlos en el presente estudio debido a que pueden incrementar el poder	La incidencia de este sector en las políticas públicas requiere del trabajo en redes, es decir, de la organización de las organizaciones. Por lo tanto, es necesario contemplarlos en el estudio a partir de un proceso de co-diseño.

Nivel	A Actores clave	B Intereses en el proyecto	C Posible relación con el proyecto	D Atribuciones mandatos y recursos	E Problemas percibidos para actuar o no en el proyecto	F Conclusiones
					de contagio así como el rigor técnico necesario para el diseño de una estrategia integral.	
Municipal	Direcciones de planeación y desarrollo urbano	Se considera que inciden antes de la intervención en materia de movilidad debido a que dentro de sus facultades se incluye la coordinación, monitoreo e implementación de la construcción de obras de urbanización, infraestructura y equipamiento.	Aliados e impulsor	Son uno de los actores con mayor peso en la toma de decisiones a nivel local. Es fundamental integrarlos en la definición de una nueva estructura de movilidad.	Están encargados de implementar proyectos que vayan de acuerdo al Plan de Desarrollo del Estado de México y estén vinculados con la movilidad como la creación de infraestructura y de sistemas de transporte.	Dado que conocen a profundidad los problemas sociales y ambientales de los patrones actuales en movilidad, su papel es fundamental en la formulación de una estrategia integral.
	Direcciones de Seguridad Pública, Tránsito, Protección Civil y Bomberos	Al diseñar una estrategia de movilidad su intervención es antes, durante y después de la misma ya que enfoca las políticas hacia la seguridad del individuo.	Aliados e impulsor	Órgano de consulta y de participación multisectorial creado para la prevención y adopción de acuerdos, así como la ejecución en general, de todas las acciones necesarias para la atención inmediata y eficaz de los asuntos relacionados con situaciones de	La toma de decisiones de esta entidad gubernamental se enfrenta al poder que detentan otros sectores como el de transportistas o los usuarios de vehículos particulares.	La inclusión de sus opiniones en el desarrollo del estudio es crucial debido a que colocan al peatón como el eje principal de la movilidad. Esto facilitará la re-estructura de movilidad actual en la ZMT.

Nivel	A Actores clave	B Intereses en el proyecto	C Posible relación con el proyecto	D Atribuciones mandatos y recursos	E Problemas percibidos para actuar o no en el proyecto	F Conclusiones
				emergencia, desastre, o calamidad que afecten a la población.		
	Direcciones de obras públicas	Se considera que este actor, a través de los programas de reordenamiento tiene la capacidad de replantear el desarrollo urbano y la movilidad a la escala más local.	Aliados e impulsor	Órgano que tiene a su cargo la prestación, explotación, administración y conservación de los servicios públicos municipales: agua potable, alcantarillado, saneamiento y aguas residuales; alumbrado público; limpia y disposición de desechos; mercados y centrales de abasto; panteones; rastro; calles, parques.	Conocer las estrategias actuales o proyectadas por parte de este actor, facilitarán la realización de escenarios tendenciales respecto a la movilidad.	El impacto de la toma de decisiones de este actor a nivel local es trascendental en la movilidad; es necesario considerar su percepción en esta materia.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla VIII.4: Matriz de valoración de influencia y posición de actores clave

Actor	Influencia	Posición frente al proyecto	Valor
Fondo Nacional de Infraestructura	Alto/ a favor	Medio/ neutral	Alto/ a favor
Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)	Alto/ a favor	Medio/ neutral	Alto/ a favor
Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano	Alto/ a favor	Alto/ a favor	Alto/ a favor
Comisión Especial de Movilidad[18]	Medio/ neutral	Alto/ a favor	Alto/ a favor
Instituto Mexicano del Transporte	Medio/ neutral	Alto/ a favor	Alto/ a favor
Secretaría de Seguridad ciudadana (estatal)	Alto/ a favor	Medio/ neutral	Alto/ a favor
Secretaría de Agua y Obra Pública (estatal)	Medio/ neutral	Medio/ neutral	Alto/ a favor
Secretaría de Desarrollo Urbano (estatal)	Alto/ a favor	Alto/ a favor	Alto/ a favor
Secretaría de Desarrollo Metropolitano (estatal)	Alto/ a favor	Alto/ a favor	Alto/ a favor
Secretaría de Comunicaciones (estatal)	Alto/ a favor	Medio/ neutral	Alto/ a favor
Secretaría de Transporte (estatal)	Alto/ a favor	Medio/ neutral	Alto/ a favor
Comisiones Metropolitanas	Medio/ neutral	Medio/ neutral	Alto/ a favor
Fideicomiso del Fondo Metropolitano del VT	Alto/ a favor	Alto/ a favor	Alto/ a favor
Dueños de negocios y empleados formales e informales	Alto/ a favor	Bajo/en contra	Bajo/en contra
Usuarios de vehículos particulares	Alto/ a favor	Bajo/en contra	Bajo/en contra
Transportistas	Alto/ a favor	Bajo/en contra	Bajo/en contra
Habitantes de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca	Alto/ a favor	Medio/ neutral	Bajo/en contra
Organizaciones no gubernamentales	Alto/ a favor	Alto/ a favor	Alto/ a favor
Direcciones de planeación y desarrollo urbano	Alto/ a favor	Medio/ neutral	Alto/ a favor
Direcciones de Seguridad Pública, Tránsito, Protección Civil y Bomberos	Alto/ a favor	Medio/ neutral	Alto/ a favor
Direcciones de obras públicas	Medio/ neutral	Medio/ neutral	Alto/ a favor

Alto/ a favor Medio/ neutral Bajo/en contra

Fuente: Elaboración propia.

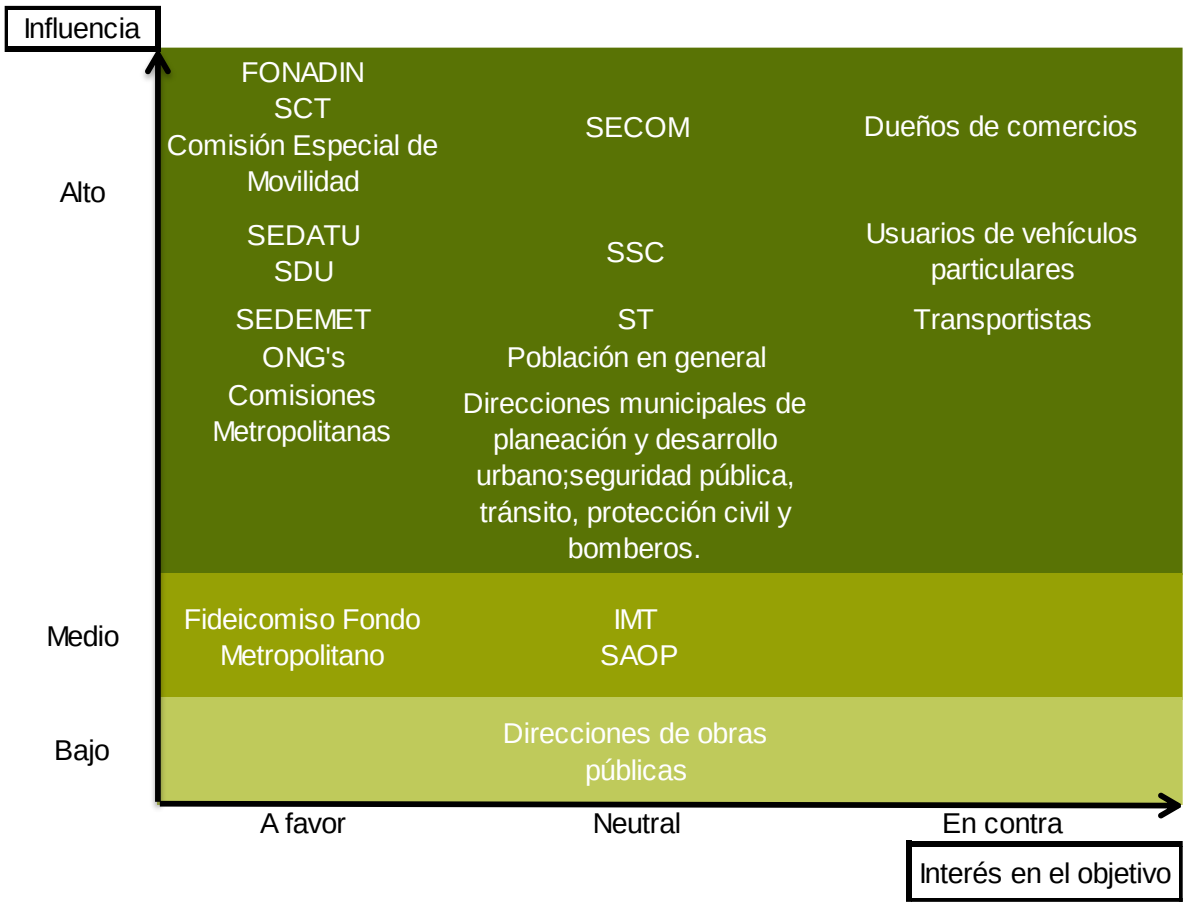
El diseño de estrategias de acercamiento, comunicación e intervención con los actores clave requiere de una visión gráfica de la posición de los actores de acuerdo al nivel de influencia que poseen respecto al proyecto así como su actitud frente al mismo. En la Figura VIII.3 se ubican los actores considerando los aspectos mencionados:

[18] Organismo en proceso de creación.

En la recta horizontal (eje de las x) se grafican los actores de acuerdo a su interés respecto al objetivo del proyecto; ya sea a favor, neutral o en contra. A medida que más se alejen del origen, significa que son actores con una posible tendencia a tener una postura en contra, si se ubican más cerca son posibles aliados e incluso impulsores del proyecto. En la recta vertical (eje de las y) se ubican los actores de acuerdo a su nivel de influencia en la realización del estudio en cuestión; ésta puede ser de nivel bajo, medio o alto.

Dado que la información recabada en este apartado se complementará con el análisis de campo o *in situ,* es necesario identificar el tipo de información o el acercamiento que se debe realizar con los actores clave identificados así como los objetivos y los instrumentos a emplear. Los métodos de investigación relativos a cada actor se presentan en la Tabla VIII.5.

Figura VIII.3: Matriz de valoración de actores



Fuente: Elaboración propia.

Tabla VIII.5: Métodos de investigación en campo

Actor	Actividad	Objetivo	Instrumento
Gobierno del Estado de México y Secretaría del Medio Ambiente	Colaborar	Establecer relaciones con el público para analizar cada aspecto en la decisión. Incluye el desarrollo de alternativas y la identificación de la mejor solución.	Reuniones, talleres, presentación de avances
Secretarías estatales; organismos Metropolitanos; Direcciones de planeación, obras públicas y tránsito.	Involucrar	Integrar su percepción sobre el problema público y sus recomendaciones técnicas a fin de garantizar el que exista transversalidad en la toma de decisiones.	Entrevistas semi-estructuradas o no estructuradas
Secretarías federales; transportistas.	Informar	Brindar información clara y oportuna para facilitar la comprensión sobre el problema público y la alternativa con los mayores beneficios.	Talleres, campañas de comunicación efectiva, encuestas de percepción.
Dueños de negocios y empleados; habitantes de la ZMT; usuarios de vehículos particulares.	Consultar	Obtener retroalimentación al analizar las distintas alternativas y las posibles soluciones. Escuchar y garantizar que se atiendan las inquietudes ciudadanas.	Reuniones públicas, encuestas y sondeos
ONG			Trabajo conjunto, comunicación constante y sesiones de consulta.

Fuente: Elaboración propia.

VIII.4 Entrevistas a funcionarios municipales

Con el objetivo de involucrar y consultar a los gobiernos locales en relación al motivo de del presente estudio, se realizaron entrevistas a diversos funcionarios municipales.

En este ejercicio se exploró el conocimiento cercano y directo de los aspectos de la movilidad en el entorno local y a escala regional. A través de la entrevista, se recabó información sobre las problemáticas identificadas, así como la percepción de los gobiernos locales en torno a la movilidad sustentable y los esfuerzos que se realizan a cabo para mejorar los viajes cotidianos.

Dicho ejercicio fue realizado los días 12 y 13 de agosto de 2014 en el Municipio de Metepec, asistieron representantes de diez de los once municipios convocados, y cada representante municipal fue entrevistado de forma individual. Los municipios que fueron convocados para la realización del ejercicio fueron los siguientes: Almoloya de Juárez, Calimaya, Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, Otzolotepec, San Mateo Atenco, Temoaya, Toluca y Zinacantepec. En la Tabla VIII.6 se indican los nombres de los funcionarios municipales entrevistados, así como los cargos que ejercen dentro de la administración local.

Tabla VIII.6: Funcionarios municipales entrevistados

Municipio	Nombre	Cargo
Metepec	Lic. Antonio García	Coordinador Metropolitano
San Mateo Atenco	C. Fulgencio Morales	Coordinador Metropolitano
Zinacantepec	Lic. Héctor Vilchis	Coordinador Metropolitano
	Arq. Roberto Campos Fabela	Director de Desarrollo Urbano
Toluca	Lic. Francisco Macedo	Coordinador Metropolitano
	Arq. Rogelio Morales González	Vialidad IMPLAN
	M. en Arq. Alejandro R. Sánchez	Vialidad IMPLAN
Calimaya	C. Miguel Ángel Rosas	Director de Gobernación
Almoloya de Juárez	Ing. Arquitecto Felipe Yaxi	Director de Desarrollo Urbano
	C. Joel Medina Aguilar	Director de Tránsito
Temoaya	C. Rogelio García Florentino	Director de Transporte y Vialidad
Lerma	Arq. Iván Gutiérrez Valdés	Director de Desarrollo Urbano
Ocoyoacac	Arq. Marcela Palafox García	Directora de Desarrollo Urbano
Otzolotepec	Arq. Maximino Flores	Director de Obras Públicas

Fuente: Elaboración propia.

La entrevista con duración de aproximadamente 60 minutos consistió en preguntas agrupadas en tres temas, el primero exploró la percepción del entrevistado en torno a la movilidad en su municipio así como en la Zona Metropolitana de Toluca; en el segundo tema se profundizó sobre los temas institucionales, es decir la descripción de proyectos específicos impulsados por los gobiernos locales para mejorar la movilidad. Por último, en el tercer tema, se solicitó la opinión del funcionario en torno a diferentes acciones y/o políticas públicas de movilidad para la ZMT.

Figura VIII.4: Entrevistas a funcionarios municipales



Fotografía: Centro Mario Molina, 2014.

A continuación se presentan las preguntas realizadas durante la entrevista:

a) Percepción del entrevistado

1. ¿Qué es para usted movilidad sustentable?
2. Por favor defina el territorio de la Zona Metropolitana de Toluca (ZMT)
3. ¿Considera que su municipio es parte de la ZMT?
4. Por favor defina la situación que observa sobre la movilidad en la ZMT
5. Favor de nombrar los avances más específicos en materia de movilidad en los últimos 5 años.
   - 5.1 ¿Por qué los considera importantes?
   - 5.2 En caso de que alguno NO se llevara a cabo, ¿cuál fue el motivo?
6. ¿Usted considera que la llegada del Tren México-Toluca impactará de alguna forma en su municipio?, ¿De qué modo?
7. ¿Están preparándose de alguna manera para la llegada del tren?

b) Aspectos institucionales

1. ¿Qué papel juega la institución/organización que representa en torno a la movilidad? ¿Cuál es el fundamento legal que sustenta dicha función?
2. ¿Cuál es el nivel de prioridad de la movilidad en su institución? ¿En qué lo puede evidenciar?
3. ¿Cuáles son los problemas sobre la movilidad que principalmente le preocupan a su institución? ¿Cuáles logra atender? ¿Por qué no atiende los otros?
4. ¿Cuál es la cartera de proyectos o acciones a realizar por su institución? ¿Qué garantiza que los realizará?
5. Nivel personal
6. ¿Cómo se desplaza a su trabajo?
7. ¿Por qué usa este modo?

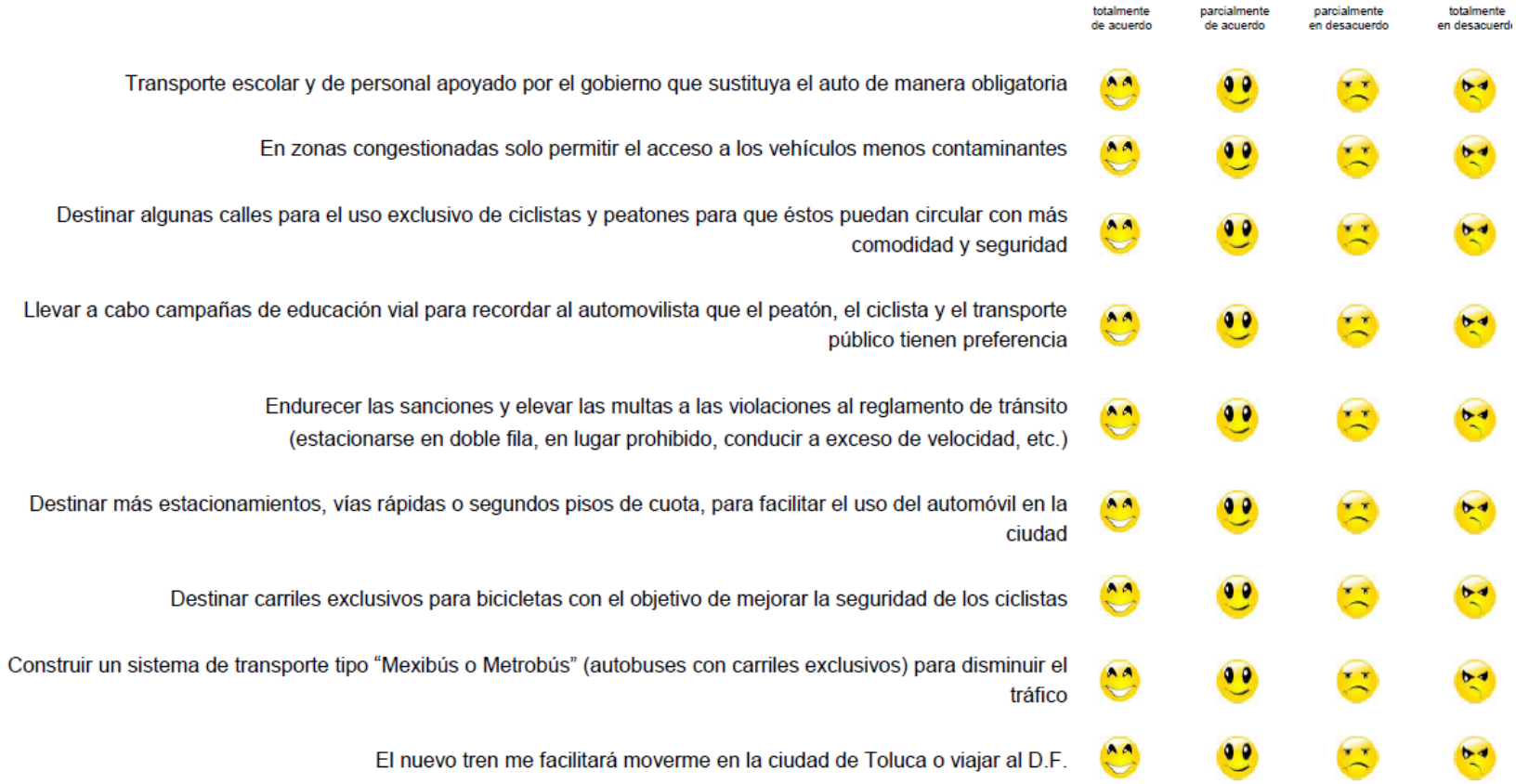
c) Opinión acerca de diferentes acciones y/o políticas públicas

En la Figura VIII.5 se presenta la lista de acciones y/o políticas públicas de movilidad sometidas a consideración de los funcionarios municipales entrevistados.

Finalmente, en la Tabla VIII.7 se enlistan diversos componentes de la calidad de vida que fueron sometidos a consideración de los entrevistados para conocer el nivel de importancia asignado al aspecto de la movilidad.

Figura VIII.5: Acciones y/o políticas de movilidad

18.- Marca con "x" tu preferencia sobre los siguientes elementos



Fuente: Elaboración propia.

Tabla VIII.7: Temas relevantes para la movilidad sustentable

	Tema
1	Seguridad pública
2	Calidad del aire
3	Calles seguras y compartidas
4	Control de la expansión de la mancha urbana
5	Generación de vivienda cercana a las fuentes de empleo
6	Dotación de servicios de educación, salud y recreación
7	Desarrollo de infraestructura vial
8	Transporte Eficiente
9	Erradicar la corrupción
10	Erradicar la pobreza
11	Lograr la equidad de género
12	Atender las necesidades de la población con discapacidad en términos de movilidad

Fuente: Elaboración propia.

Principales resultados

Caracterización municipal

De acuerdo a la información obtenida, se realizó una personalización de cada municipio considerando los siguientes elementos relacionados con la movilidad: modos de transporte (peatón, bicicleta, mototaxi, autobús, taxi, taxi colectivo, tren, automóvil); arquitectura institucional vinculada a la movilidad; política de estacionamientos; percepción del transporte foráneo, escolar, corporativo y de carga; semaforización; mantenimiento de vialidades; accidentes viales e inseguridad. La información obtenida permitió realizar la siguiente caracterización municipal en torno al diseño de políticas públicas y visión de la movilidad (Tabla VIII.8).

Tabla VIII.8: Caracterización municipal de la movilidad

Municipio	Transporte Público	Taxi	Taxi Colectivo	Dir. TPT	Dir. Des. Urb.
Almoloya	Inseguro	Caro	Problema	Sí / VOBO A/D	Sí

Municipio	Bicicleta	Moto taxi	Semáforos	Vialidad	Mantenimiento	Accidentes	Inseguridad	Dir. Tránsito	Nuevo PDU
Calimaya	Aún se usa	Gran incremento	Proyecto	Proyectos	Inversión	Pocos	Mucha	No	Reciente, sin interés social

Municipio	Peatón	Bicicleta	Transporte Público	Tren	Nueva Vialidad	Corporativo	Dir. Tránsito	Dir. Des. Urbano
Lerma	Calles en zona centro	Proyectos	Proyectos	Plan de usos	Proyecto	Proyecto	Sí /PC,SP	Sí

Municipio	Peatón	Transporte Público	Taxi	Tren	Estacionamiento	Nueva Vialidad	Semáforos	Dir. Tránsito	Nuevo PDU
Metepec	Parque lineal a Toluca	Lanzaderas	Capacitación	Estación ordenada	Promoción en edificios	Las Torres	Operan	Sí	No queremos; no hay interés social

Municipio	Peatón	Bicicleta	Taxi Colectivo	Nueva Vialidad	Semáforos	Nueva Vialidad	Dir. Tránsito	Nuevo PDU
Ocoyoacac	Mucha dificultad	No se usa	Gran problema	Boulevard, recuperación de imagen urbana	Por instalar	Pavimentación, nomenclatura, sección fuera de "norma"	Por abrir	Por realizarse pero sin interés social

Municipio	Peatón	Bicicleta	Moto	Transporte foráneo	Nueva Vialidad	Semáforos	Vialidad	Accidentes	Nuevo PDU
Otzolotepec	Gran uso	Proyecto de ciclovía de V. Cuauhtémoc al Parque 2000	Gran uso de motoneta	Solo foráneo, sin terminal	Requiere de 25 MILLONES DE PESOS; circuito el cerrito en zona indígena	Dos cruceros	Saturada por no expansión	Pocos	No hay conjuntos habitacionales

Municipio	Bicicleta	Transporte Público	Tren	Vialidad	Accidentes	Inseguridad	Nuevo PDU
San Mateo Atenco	Muchos ciclistas, faltan estudios ciclistas	No regulados y malos	Se esperan muchos beneficios	No son suficientes y en mal estado	Principalmente ciclistas	Lo más importante, antes de la movilidad	Sin información

Municipio	Peatón	Bicicleta	Transporte foráneo	Transporte Público	Taxi	Taxi Colectivo	Nueva Vialidad
Temoaya	La topografía dificulta el caminar	La topografía dificulta el uso de la bicicleta por lo que son pocos	30 minutos a Toluca por Flecha Roja	En hora pico no pueden ingresar al centro a tomar pasaje	Sí	Sí, accesibles	Circuito vial exterior, reubicación de glorieta, puentes elevados y paso subterráneo
	Vialidad	**Inseguridad**	**Dir. TPT**	**Nuevo PDU**	**Carga**	**Semáforos**	
	La glorieta y los ingresos al pueblo son puntos conflictivos. Se necesita infraestructura para liberar caos vial	Mucha. Casos de vandalismo y robo pero ya hay más seguridad	Creación de un consejo ciudadano de transporte y seguridad	Sin información	No se permite acceso al centro	Instalación de semáforos en el centro para proteger al peatón	

Municipio	Tren	Auto	Nueva Vialidad	Vialidad	Nuevo PDU	Taxi Colectivo
Toluca	Gran impacto y beneficios para los usuarios, la ciudad y seguridad	El 70% de la gente se mueve en coche, hay que desincentivar su uso pues es irracional	Se ha trabajado mucho en mejorar vialidades para agilizar el tráfico	Incentivar movilidad no motorizada	Sin información	No regulado, ni permitido
	Peatón	**Bici**	**Mototaxi**	**Transporte Público**	**Taxi**	
	Garantizar seguridad	Ciclovía paseo Colon	Señal de falta de soluciones al transporte publico	Buscar un transporte público de calidad en todos los sentidos	Sobre oferta de taxis, poca claridad en concesiones	

Municipio	Peatón	Bicicleta	Transporte Público	Taxi	Tren	Banqueta	Estacionamiento
Zinacantepec	Crear cultura peatonal	Crear cultura que fomente el uso de la bicicleta	Se trabaja con la delegación de Transporte (del Gobierno Estatal)	No tienen infraestructura para atender la demanda	No se están permitiendo nuevas construcciones en toda la Avenida las Torres para conservar el derecho de vía. Se está brindando información a los vecinos sobre lo que pueden y no construir. Se está cuidando la zona donde será construida la estación en Zinacantepec.	Liberación de espacios que antes estaban invadidos por comercio ambulante	Se está buscando controlar el número de cajones por casa y en la zona centro. Mucho énfasis en los estacionamientos.
	Nueva Vialidad	**Carga**	**Vialidad**	**Dir. TPT**	**Dir. Tránsito**	**Dir. Des. Urb.**	**Nuevo PDU**
	Creación de libramiento	No tienen infraestructura adecuada	La vialidad Altamirano permitió la apertura de una nueva ruta que atraviesa nuevos conjuntos. No tiene libramiento por el crecimiento desordenado de las ciudades, no hay calles adecuadas. No hay bahías para carga y descarga de vehículos pesados ni de taxis.	No hay	No hay	Lleva el tema de movilidad junto con desarrollo económico	Se está actualizando

Fuente: Elaboración propia.

Prioridades de la calidad de vida

A partir de la jerarquización de los componentes de la calidad de vida (Tabla VIII.7) realizados por los entrevistados, los resultados se clasificaron en tres categorías: *altamente importante*, *medianamente importante* y *relativamente importante*.

Para más de la mitad de los entrevistados, la seguridad pública; las calles seguras y compartidas; el transporte eficiente y erradicar la corrupción son los cuatro temas clasificados como *altamente importantes*.

De acuerdo a los resultados, los temas *medianamente importantes* son la dotación de servicios de educación, salud y recreación; generación de vivienda cercana a las fuentes de empleo; calidad del aire y desarrollo de infraestructura vial.

Finalmente, los temas *relativamente importantes* son el control de la expansión de la mancha urbana; erradicar la pobreza; lograr la equidad de género y atender las necesidades de la población con discapacidad en términos de movilidad.

Nivel de aceptación de políticas públicas en torno a la movilidad

En relación a las acciones y/o políticas de movilidad, el total de entrevistados dijeron estar totalmente de acuerdo en llevar a cabo campañas de educación vial para toda la población. Además más del 90% está totalmente de acuerdo en elevar la oferta de infraestructura ciclista, y más del 80% en la necesidad de desarrollar un sistema de transporte estructurado como BRT.

Por otro lado, destaca que ocho de cada diez funcionarios están de acuerdo (parcial y totalmente) con acciones que favorezcan el uso del auto privado. Esta situación describe un entorno poco favorable para el desarrollo de acciones y políticas a favor de modos de transporte masivos y no motorizados. Sin embargo una proporción superior (nueve de cada diez) está de acuerdo con instrumentar acciones para restringir el uso del automóvil particular en zonas de alca congestión vehicular.

Otra política que fue altamente aceptada es la de crear programas de transporte escolar y empresarial con apoyo institucional para sustituir el uso del auto privado. En la Tabla VIII.9 se pueden observar los resultados del ejercicio para las ocho políticas de movilidad sujetas a valoración.

Tabla VIII.9: Nivel de aceptación de acciones relacionadas a la movilidad entre funcionarios

Acción o política pública	Totalmente de acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No respondió
Transporte escolar y de personal apoyado por el gobierno que sustituya el auto de manera obligatoria	67%	33%	-	-	-
En zonas congestionadas solo permitir el acceso a los vehículos menos contaminantes (**ZBE**)	50%	42%	-	-	8%
Destinar algunas **calles** para el uso **exclusivo** de **ciclistas y peatones** para que éstos puedan circular con más comodidad y seguridad	67%	33%	-	-	-
Llevar a cabo campañas de **educación vial** para recordar al automovilista que el peatón, el ciclista y el transporte público tienen preferencia	100%	-	-	-	-
Endurecer las **sanciones y elevar las multas a las violaciones al reglamento de tránsito** (estacionarse en doble fila, en lugar prohibido, conducir a exceso de velocidad, etc.)	67%	25%	-	-	8%
Destinar **más estacionamientos, vías rápidas o segundos pisos de cuota**, para facilitar el uso del automóvil en la ciudad.	50%	33%	17%	-	-
Destinar **carriles exclusivos para bicicletas** con el objetivo de mejorar la seguridad de los ciclistas	92%	-	-	-	8%
Construir un sistema de **transporte** tipo “Mexibús o Metrobús” (autobuses con **carriles exclusivos**) para disminuir el tráfico	83%	9%	-	-	8%

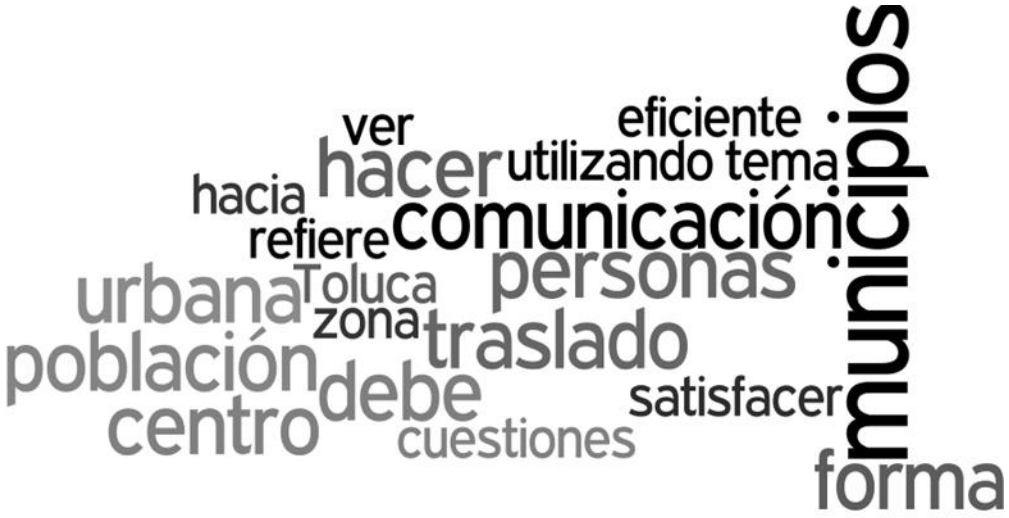
Fuente: Elaboración propia.

Nube de palabras

Con la finalidad de analizar las respuestas obtenidas por los entrevistados en relación al concepto de “movilidad sustentable”, se elaboró una *nube de palabras*, la cual consiste en el conteo de palabras mencionadas. El resultado obtenido es una herramienta visual de las palabras que conformaron las respuestas obtenidas, donde a mayor tamaño corresponde una mayor frecuencia.

Entre las 20 palabras más empleadas para describir la movilidad sustentable, el lugar número uno lo ocupa la palabra “municipio”, lo cual denota la sensación de responsabilidad y relación que sienten los funcionarios independientemente de su atribución. Por el contrario, la palabra “autos” o “automóvil” no figura entre las palabras más utilizadas (Figura VIII.6).

Figura VIII.6: Palabras con mayor presencia en la definición de movilidad sustentable



Fuente: Elaboración propia.

VIII.5 Consulta con técnicos especialistas y tomadores de decisión

Foro de movilidad sustentable para el Valle de Toluca

Derivadas de las reuniones para conocer la visión de organizaciones de la sociedad civil sobre los objetivos planteados por este proyecto y su interés por formular una visión conjunta para alcanzar una movilidad sustentable en la ZMT; se resaltó la necesidad de que este estudio reflejara un proceso de socialización para identificar las necesidades de la población con relación a la movilidad.

Como resultado, se llevó a cabo el 16 de mayo de 2014 el Foro de Movilidad Sustentable para el Valle de Toluca con el apoyo de la Fundación Tláloc, una organización civil que tiene como objetivo conjuntar esfuerzos de diferentes actores de la sociedad y empoderarlos para contribuir a la sustentabilidad.

El objetivo del foro fue difundir el proyecto e identificar temas de interés para incorporarlos en desarrollo del estudio.

El foro estuvo planteado en cuatro paneles de presentaciones de expertos. Cada panel partía de una pregunta detonadora relacionada a la movilidad:
Panel 1. ¿Cuál es la relación entre movilidad y territorio?

Panel 2. ¿Por qué una agenda multimodal para el futuro de la movilidad en el Valle de Toluca?
Panel 3. ¿Qué herramientas y nuevos paradigmas debería considerar la movilidad urbana?
Panel 4. ¿Por qué la seguridad vial debe ser una prioridad de la movilidad urbana?

Figura VIII.7: Organizaciones participantes en el foro de movilidad



Imagen: Fundación Tlaloc, 2014.

Como resultado del evento se generó una imagen objetivo de movilidad para la ciudad basada en las preocupaciones de los asistentes en torno a la movilidad en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, las cuales se resumen en la Tabla VIII.10.

Tabla VIII.10: Resultados del Foro de Movilidad Sustentable para el Valle de Toluca

Imagen objetivo:
Los participantes/ponentes coinciden en la necesidad de generar un plan para la movilidad y el desarrollo urbano del Valle de Toluca que sea:
• Sostenible en el tiempo
• Con visión metropolitana
• Basado en información técnica
• Construido con la participación de los diferentes sectores sociales
• Promueva la inclusión y la equidad social
• Evite la corrupción
• Esté conectado con la planeación de los tres órdenes de gobierno
• Sea sustentable ambiental, social y económicamente
• Sea accesible para toda la población
• Establezca límites al crecimiento de la zona urbana

Objetivos en la generación de un plan de movilidad:
• Generar entornos seguros y cohesionados que fomenten la identidad local
• Conectar la vivienda con el transporte público e incentivar con ello una ciudad compacta donde se realicen menos viajes y más cortos
• Desarrollar un sistema de transporte integrado, accesible, eficiente, seguro y cómodo
• Priorizar a peatones y ciclistas (reglas, financiamiento…), conciliarlos con otros medios de transporte y generar mecanismos de sensibilización que promuevan la corresponsabilidad
• Fortalecer la seguridad vial a partir de la cultura vial, la infraestructura vial, la regulación (velocidad, tipo de vehículos…)
• Ordenar y mejorar las rutas de transporte público
• Disminuir el uso del automóvil (incentivos, internalizar costos, alternativas)
• Generar políticas de movilidad económicamente viables, que generen y regulen nuevas oportunidades de negocios
Recomendaciones de integración de la ZMT con el nuevo tren que conectará con la Ciudad de México:
• Identificar, prevenir y mitigar los impactos ambientales, sociales, en la salud, la especulación inmobiliaria y la fragmentación social e inseguridad que puede estar vinculada al nuevo tren
• Las estaciones o nodos deben considerar tanto el entorno como la forma de acceso, considerando opciones de transporte motorizado como no motorizado
• Fomente mejoras a la movilidad dentro del Valle de Toluca

Fuente: Colaboración CMM y fundación Tlaloc

VIII.6 Taller para la identificación de escenarios y diseño de una estructura consensuada de movilidad para la zona urbana del Valle de Toluca

Como parte de las actividades programadas para la realización del análisis de actores, se desarrolló el “Taller para la identificación de escenarios y diseño de una estructura consensuada de movilidad para la zona urbana del Valle de Toluca”. La finalidad de este evento fue detonar un proceso consensuado de análisis, reflexión y síntesis sobre la movilidad de la zona, entre el gobierno, asociaciones civiles y académicos.

Se contó con la participación de representantes de cada sector, que por su experiencia y conocimiento en temas de movilidad, desarrollo urbano y transporte, participaron de forma activa con el Centro Mario Molina en las dinámicas preparadas para la elaboración de la imagen objetivo de movilidad para la zona urbana del Valle de Toluca.

La dinámica se llevó a cabo mediante la técnica conocida como "*World café*" con tres temas generales: transporte público, transporte privado y transporte no motorizado. La finalidad de esta técnica es obtener la mayor cantidad de información por parte de los asistentes participaran en los tres temas, identificando en primer lugar las principales problemáticas en torno al modo de transporte planteado, y en una segunda etapa generar una serie de propuestas que ayuden a erradicar o en algunos casos disminuir las problemáticas detectadas.

A continuación se presentan las principales problemáticas identificadas, así como una serie de propuestas para darle solución a las mismas:

1. **Conclusiones world café "Transporte Público"**
   a) *Problemáticas identificadas:*
      - Altos costos ambientales
      - Inseguridad
      - Falta de educación cívica/vial en la sociedad en general
      - No existe planificación para brindar el servicio de transporte público; se mantiene la "guerra del centavo" entre transportistas
      - Falta de capacitación y sensibilización a transportistas
      - Ley laxa
      - Impunidad
      - No se monitorea el servicio
      - La dinámica urbana es difícil de controlar
      - Desintegración del control y gestión territorial
      - No hay accesibilidad universal en el transporte
      - Desarrollo vial orientado al automóvil
      - Distribución del presupuesto inequitativo privilegiando la construcción de la infraestructura para el automóvil
      - Sobre oferta de unidades de transporte público en circulación
      - Anarquía transportista
      - Falta de estructura organizacional
      - Desprestigio a sistemas de transporte más eficientes
      - Debilidad institucional
      - Presencia del modelo de negocio "Hombre-camión"
      - Falta de coordinación municipal
      - No se prioriza la movilidad de habitantes en la ciudad
      - No existen normas para regular el transporte de carga
      - La información sobre concesiones y rutas no es transparente

   b) *Propuestas*
      - Formación de empresas formales para mejorar las condiciones laborales del transportista y terminar con el esquema "hombre-camión" y las prácticas nocivas que conlleva
      - Eliminar "checadores"

- Campañas de educación y sensibilización vial
- Definir paradas del transporte
- Romper con el conflicto de intereses
- Acabar con el circulo vicioso entre transportistas y gobierno
- Desarrollar un Plan Maestro de transporte público con visión metropolitana con metas planteadas en plazos así como en las 3 escalas (3 delimitaciones)
- Integración y puntualización de funciones tanto en los gobiernos municipales como en el estatal (tomar decisiones compartidas)
- Desarrollar un sistema de evaluación y vigilancia para el cumplimiento de normas y reglamentos
- Crear una Ley de Movilidad para el Estado de México
- Incorporar combustibles amigables con el ambiente
- Utilizar en los transportes nuevas tecnologías amigables con el ambiente
- Crear un órgano de vigilancia con facultades de aplicar sanciones conformado por autoridades estatales y municipales
- Regular el transporte federal
- Crear sistemas de transbordo integrado
- Profesionalización de operadores
- Mejorar atributos del transporte (frecuencia, tiempo, confort, seguridad, etc.)
- Implementar sistemas de prepago
- Seguros para usuarios y para terceros
- Accesibilidad universal en el transporte público
- Tarifa preferencial a personas de la tercera edad, capacidades diferentes y estudiantes
- Campañas de difusión en temas de transporte
- Reforzar el programa de identificación de los transportistas
- Construir una central de autobuses en la salida a Naucalpan y en el municipio de Zinacantepec
- Establecer Centros de Transferencia Modal
- Definir las paradas de transporte
- Minimizar el uso del taxi colectivo, se puede condicionar a la oferta-demanda de una zona, y en aquellas en las que la demanda lo requiera se podrá dar paso a unidades de mayor capacidad
- Diseñar acciones específicas en las modalidades de bici-taxi y moto-taxi que tampoco están regulados
- No emitir más concesiones de transporte y diseñar condicionantes para la renovación de las mismas

La meta al año 2025 es tratar de mantener el reparto modal de transporte público de elevada capacidad, pero reducir el número de viajes en modos no regularizados como taxis colectivos, por lo cual se persigue un reparto para el sector del transporte público del 71%.

2. Conclusiones world café "Transporte privado"

a) Problemáticas identificadas:

- La movilidad es un tema integral, transversal y multifactorial. Sin embargo, en la ZMT no se ha abordado adecuadamente; no existe coordinación entre municipios
- El transporte público inseguro, deficiente, de mala calidad, horarios poco flexibles fomenta el uso del auto particular
- La mala planeación urbana fomenta la utilización del vehículo particular (zonas inseguras o sin cobertura de transporte público, distancias largas)
- En algunos municipios el problema la infraestructura vial es una necesidad (hay calles sin nomenclatura y sin condiciones para la movilidad en auto ni en otro modo de transporte)
- La inseguridad ha sido un factor detonante para el uso excesivo del auto. Los ciudadanos tienen miedo de moverse en transporte público
- Existen muchos incentivos para adquirir un vehículo adicional o utilizarlo de manera intensiva (gasolina barata, muchos cajones de estacionamiento e inseguridad en otros modos de transporte)
- La ley no se cumple (invasión de espacio público, rampas, carriles inadecuados, se exceden los límites de velocidad)
- Las políticas de movilidad se enfocan en el bacheo y la repavimentación, lo que favorece el transporte privado
- No existe un esquema de sustitución del parque vehicular por lo que únicamente incrementa la flota vehicular
- Las zonas industriales y escuelas carecen de un esquema de transporte colectivo
- Los ciudadanos no están informados sobre el impacto social, ambiental y económico de la utilización intensiva del vehículo particular
- La movilidad en automóvil no es sustentable debido en parte a la composición de la flota vehicular cuya edad y tecnología tienen afectaciones directas en la calidad del aire

b) Propuestas

- Mejorar el transporte público y garantizar la seguridad en la utilización de otros modos de transporte
- Revisar las bases de los Planes de Ordenamiento Territorial (incorporar criterios de ciudades compactas y la distribución equitativa de la ciudad)
- Garantizar condiciones para otros modos de transporte (intermodalidad; corredores)
- Socialización de la información a través de campañas de educación vial y ambiental

- Diseño de políticas de movilidad integrales y coordinadas con los distintos niveles de gobierno con una visión a largo plazo
- Creación de más vialidades en aquellos municipios que realmente lo requieran
- Incrementar vialidades siempre y cuando ésta incluya una visión sustentable (esquema de Desarrollo Orientado al Transporte, DOT)
- Diseño de programas de control vehicular
- Creación de un programa de renovación del parque vehicular
- Implementación de transporte de personal en las empresas y de estudiantes
- Incorporar criterios para la operación sustentable del transporte privado
- Diseñar desincentivos fiscales al uso del auto particular (incremento al precio de la gasolina, restricciones en zonas congestionadas, obstáculos para acceder a los créditos; incrementar el precio de los estacionamientos)
  La meta ideal sería reducir en tres puntos porcentuales la participación del transporte privado (es decir, que la cifra alcance el 14%). No obstante, reconocen que una meta realista es mantener el reparto modal con la misma distribución. Se trata no solo de disminuir la participación del auto en el reparto modal, también es fundamental generar las condiciones que hagan que el uso del auto sea más sustentable lo que implica renovación de la flota con la adopción de nuevas tecnologías con menor impacto en el ambiente

3. Conclusiones world café "Transporte no motorizado"

a) Problemáticas identificadas:

- El modelo actual de desarrollo urbano incentiva el uso del automóvil y desincentiva el uso de modos no motorizados para los desplazamientos cotidianos debido a las distancias y tiempos de recorrido
- La distribución del presupuesto en el tema de movilidad no favorece la movilidad no motorizada
- Falta de infraestructura adecuada para la movilidad ciclista, que genera inseguridad en los ciclistas
- La infraestructura peatonal en muchas zonas es insuficiente o se encuentra en malas condiciones (banquetas estrechas u obstruidas, falta de semaforización peatonal)
- Falta de educación vial hacia peatones y ciclistas

b) Propuestas

- Redistribución del presupuesto a favor de proyectos que incentiven el uso de modos no motorizados
- Programas de educación vial que prioricen y fomenten el uso de la bicicleta y los desplazamientos a pie
- Reglamentar el uso de la bicicleta como modo de transporte
- Impulsar el uso de la bicicleta; paseos nocturnos, cierres dominicales

- Considerar que las estaciones del tren México-Toluca sean intermodales y permitan el uso de la bicicleta para acceder a las mismas (bici estacionamientos)
- Rehabilitar la ciclovía que corre sobre Paseo Tollocan
- Fomentar la consolidación de una red de ciclovías a escala metropolitana
- Creación, ampliación y mejoramiento de la infraestructura para la movilidad no motorizada; bici-estacionamientos, ciclovías - ciclo carriles, banquetas amplias y seguras, semaforización peatonal y cruces seguros, andadores peatonales
- Generación de indicadores que permitan medir los avances logrados en materia de movilidad no motorizada
- Definir y consolidar a actores con la capacidad de regular y sancionar en favor de un mayor uso de modos no motorizados
- Peatonalización de centros históricos
- Considerar la opción de “Parques de Bolsillo”
- Creación de zonas “30” y calles compartidas

La meta al año 2025 es elevar en 8 puntos porcentuales el peso de los modos no motorizados en el reparto modal, que actualmente es de 7%.

IX DIAGNÓSTICO DE MOVILIDAD

IX.1 Estructura de la Red Vial en la ZMT

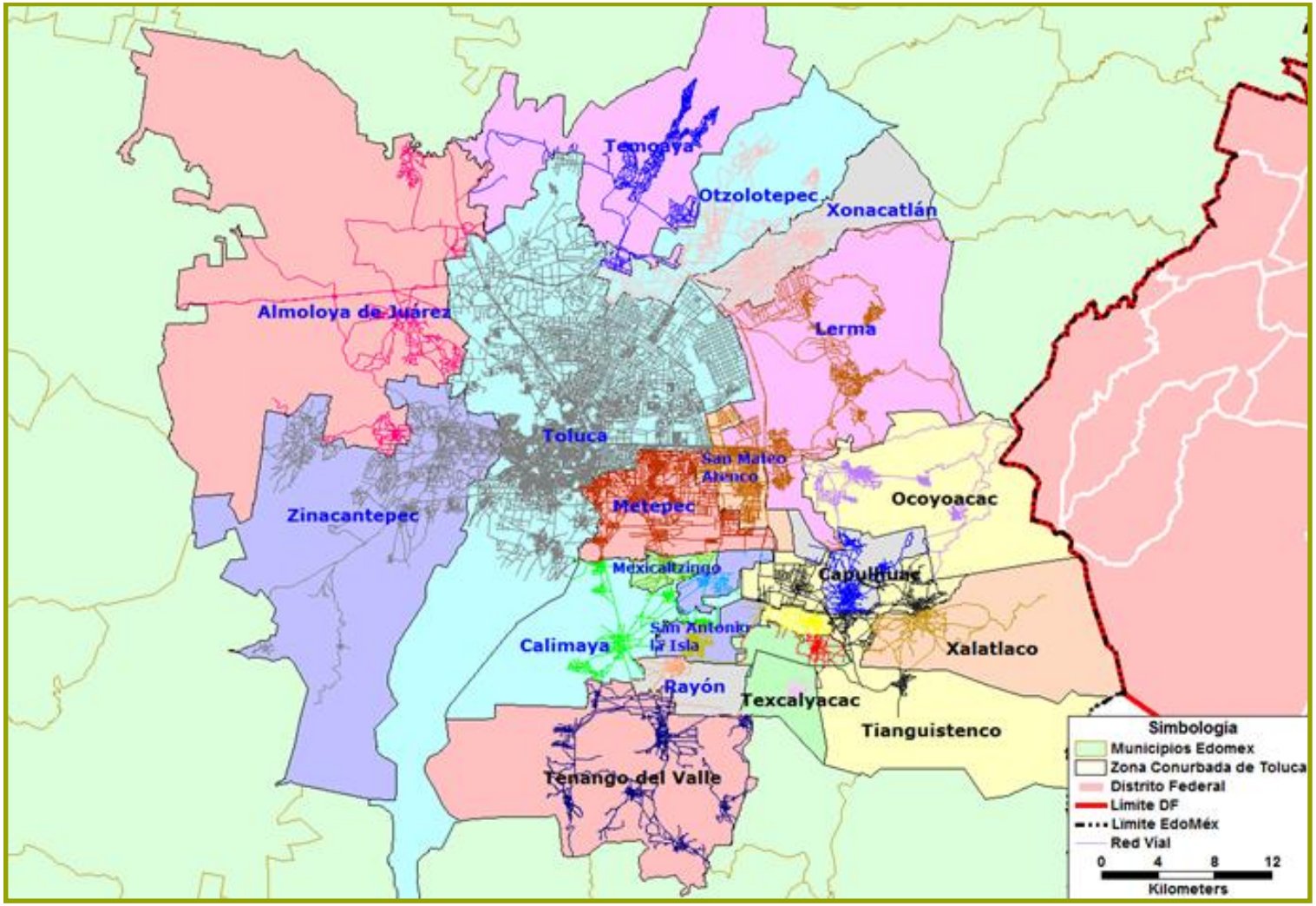
La red vial de los 22 municipios considerados por el Decreto Estatal de la ZMT se encuentra conformada por un total de 48 mil segmentos de vialidad (tramo de vialidad por cuadra o manzana), sumando en total 7 810 km (Mapa IX.1). En los 15 municipios centrales de la ZMT se concentran 89% de los segmentos viales correspondientes al 86% de la longitud total. Los municipios de mayor importancia en el funcionamiento de la ciudad por sus km de vialidad son Toluca (36.3%), Metepec (7.2%), Zinacantepec (7.7%), Lerma (6.3%), Almoloya de Juárez (4.6%) y San Mateo Atenco (3.4%). Mientras que los municipios restantes concentran solo 11% de los segmentos viales con 1,084 km de longitud, de los cuales sobresales por su participación tres Municipios: Tenango del Valle (4.7%) y Santiago Tianguistenco (3.8%) (Tabla IX.1).

Tabla IX.1:Longitud y segmentos de la red vial en la ZMT

Zona	Municipio	No. de segmentos	Porcentaje	km	Porcentaje
Municipios Conurbados	Almoloya de Juárez	1 120	2.3	359.4	4.6
	Calimaya	1 063	2.2	195.8	2.5
	Chapultepec	230	0.5	66	0.8
	Lerma de Villada	2 301	4.8	489.3	6.3
	Metepec	4 236	8.8	560.6	7.2
	Mexicaltzingo	329	0.7	69.6	0.9
	Ocoyoacac	1 354	2.8	206	2.6
	Otzolotepec	1 348	2.8	325.8	4.2
	Rayón	347	0.7	76.6	1
	San Antonio la Isla	832	1.7	124.6	1.6
	San Mateo Atenco	1 550	3.2	266.9	3.4
	Toluca	22 297	46.4	2 834.30	36.3
	Temoaya	1 321	2.8	300	3.8
	Xonacatlán	926	1.9	248.5	3.2
	Zinacantepec	3 375	7	602.9	7.7
Total		**42 629**	**89**	**6 726**	**86**
Municipios con Interacciones Funcionales	Almoloya del Río	247	0.5	74.3	1
	Atizapán	291	0.6	60.3	0.8
	Capulhuac	1 015	2.1	153.8	2
	Tenango del Valle	1 641	3.4	367	4.7
	Texcalyacac	221	0.5	32.5	0.4
	Santiago Tianguistenco	1 556	3.2	295.6	3.8
	Xalatlaco	409	0.9	100.3	1.3
Total		**5 380**	**11**	**1 084**	**14**
Total General		**48 009**	**100**	**7 810**	**100**

Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Mapa IX.1: Red vial por municipio



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

IX.2 Morfología urbana

La morfología de la ZMT se configura a partir de dos tipos de estructuración vial; malla o retícula y sistema lineal-radial.

La estructura de *Malla o Retícula*, es aquella que genera manzanas cuadradas o rectangulares, aunque pueden existir variantes al cambiar de dirección el cruce de una vialidad o al tomar formas curvas. Esta configuración facilita el crecimiento urbano, pues propicia la continuidad de calles y la generación de manzanas nuevas; asimismo, tiene cierto grado de adaptabilidad a diferentes topografías; si se saturan algunas vialidades, existen vías alternas para dosificar el tránsito denso.

No obstante, cuando las vialidades que originan la configuración de malla o retícula no están bien jerarquizadas, los cruces se tornan peligrosos, se tienden a congestionar y al mismo tiempo otras se subutilizan. De igual forma, esta configuración prioriza al tránsito de vehículos particulares más que el de los vehículos de servicio público.

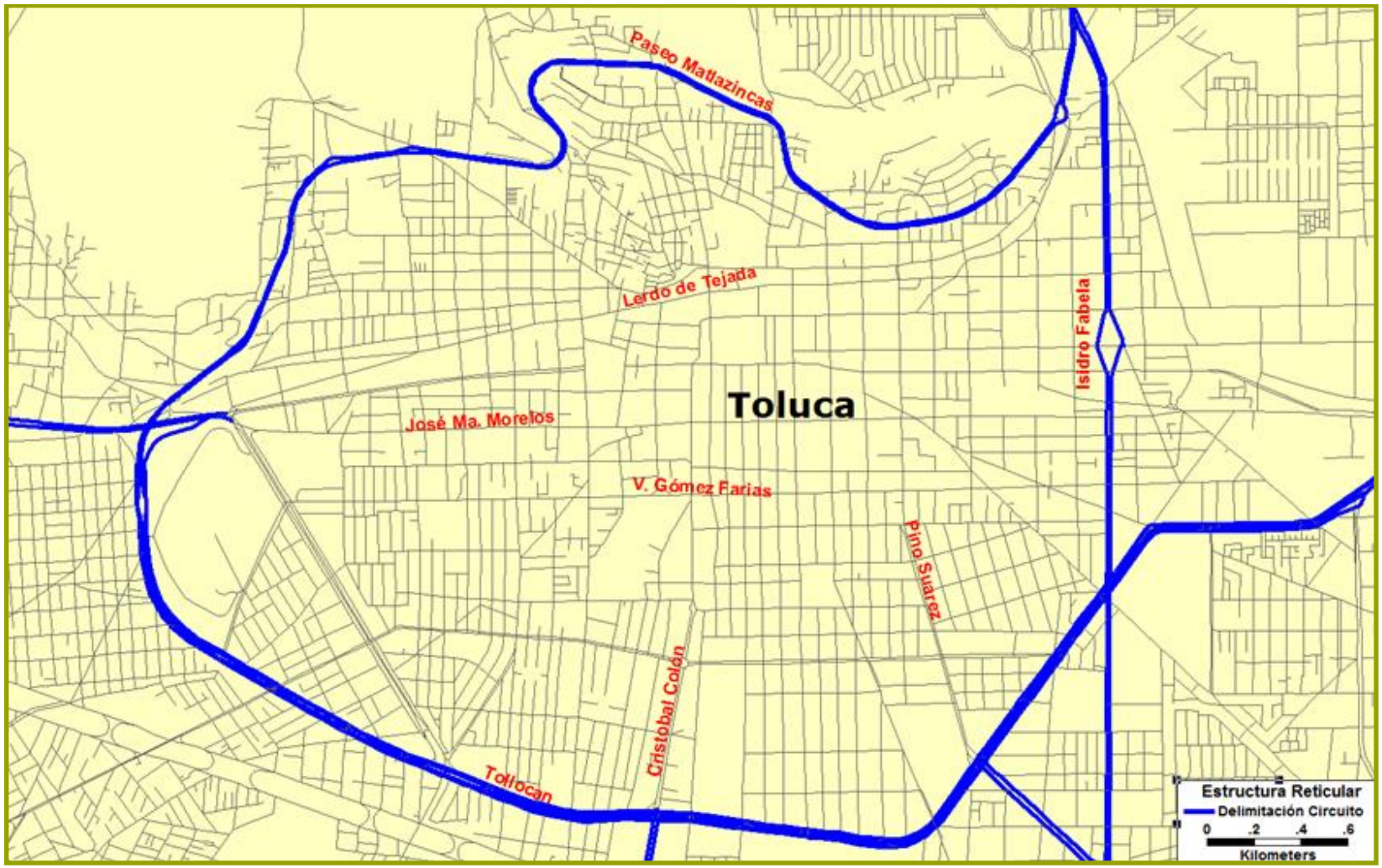
La estructura de malla o retícula es visible en el centro de la ciudad (delimitada por las vialidades de Circuito Tollocan, Paseo de los Matlazincas, Isidro Fabela y Alfredo de Mazo), cuya configuración es relativamente uniforme en manzanas cuadradas o rectangulares y en vialidades susceptibles a cambiar de dirección (Mapa IX.2)**.**

La segunda configuración es el denominado *sistema lineal-radial,* donde la estructura urbana se crea a partir de vialidades principales (avenidas o carreteras que se ramifican con vías secundarias). El sistema lineal-radial permite el crecimiento urbano, facilita la agregación de nuevos territorios y vialidades sin generar alteraciones graves. Asimismo, se adapta muy bien al transporte público y a condiciones de topografía accidentada.

Entre las dificultades que presenta el sistema lineal-radial, se encuentra la saturación o congestionamiento vehicular en las vialidades, debido a la escasez de alternativas; asimismo, al crecer linealmente, las actividades se alejan cada vez más unas de otras, incrementando con ello las distancias recorridas y la duración de los viajes en la zona.

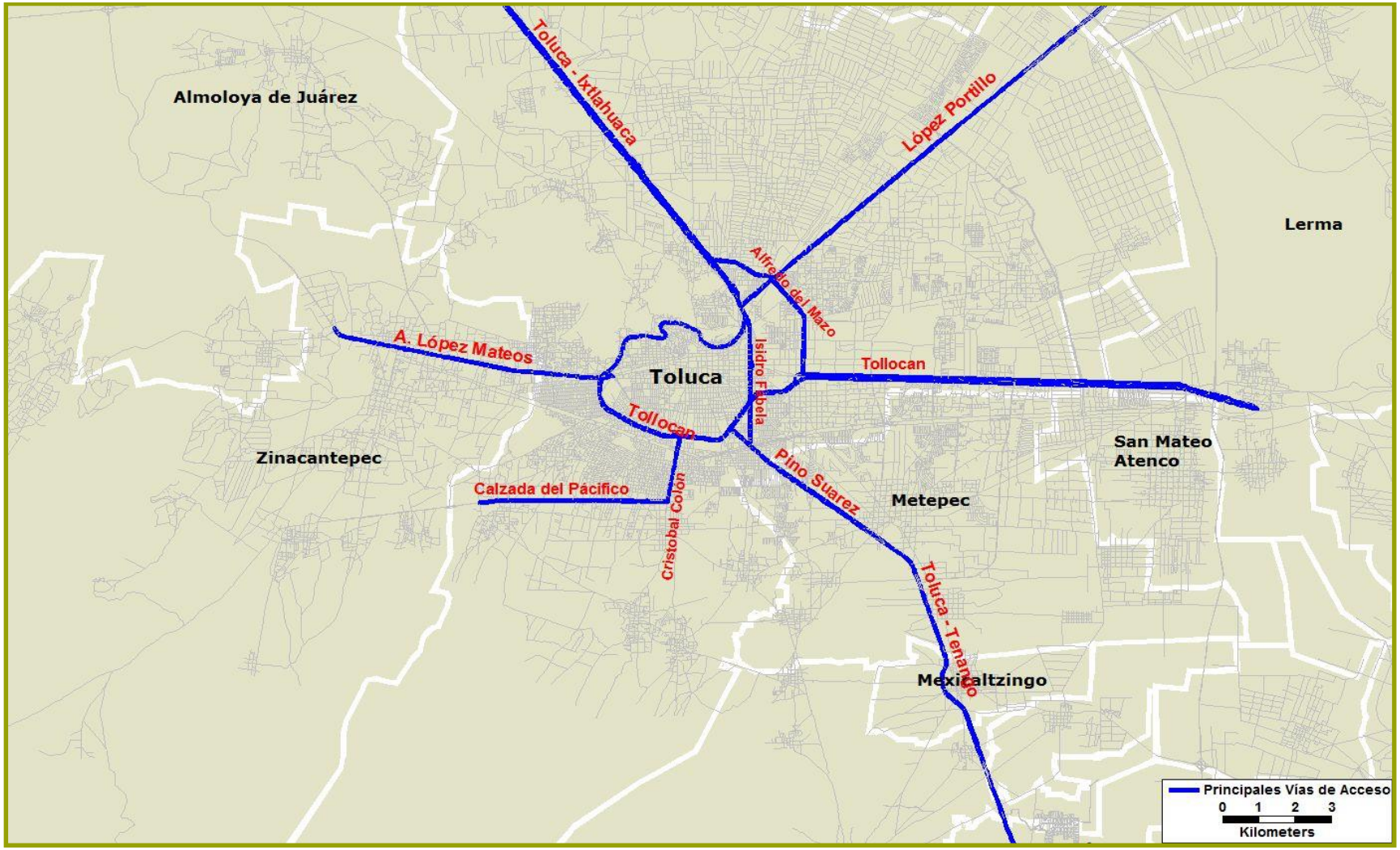
Las tendencias de un crecimiento tipo sistema lineal-radial en la ZMT, se presentan principalmente sobre las vías más importantes y que estructuran la ciudad: al Oeste, sobre el Boulevard Licenciado Adolfo López Mateos (municipio de Zinacantepec); al Norte, sobre la carretera Toluca-Atlacomulco; al Noreste, sobre la vialidad López Portillo, rumbo a Xonacatlán; al Este, sobre la vialidad Paseo Tollocan, hasta el municipio de Ocoyoacac; al Sureste, sobre la autopista Toluca-Tenango —que incorpora los municipios de Mexicaltzingo y Calimaya—; finalmente, al Sur, sobre la vialidad Calzada del Pacífico (Mapa IX.3).

Mapa IX.2: Estructura reticular en la zona centro de la ciudad



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Mapa IX.3: Estructura lineal – radial de la ZMT



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Las principales vialidades que fungen como ejes estructuradores para el funcionamiento de la ciudad de Toluca y simultáneamente orientan su crecimiento, son las siguientes (Tabla IX.2):

1. Al Oriente.
   - Av. Paseo Tollocan carril lateral con una longitud de 25 km en ambos sentidos, con inicio en la Torres Bicentenario y hasta la Cabecera Municipal del Municipio de Lerma de Villada.
   - Av. Paseo Tollocan carril central con una longitud de 25 km en ambos sentidos, con inicio en la Torres Bicentenario y hasta la Cabecera Municipal del Municipio de Lerma de Villada.

2. Al Poniente.
   - Av. Adolfo López Mateos con longitud de 16 km en ambos sentidos, con inicio en Ciudad Universitaria (CU) y hasta la desviación a Valle de Bravo.

3. Al Nororiente.
   - Av. López Portillo con longitud de 34 km en ambos sentidos, con inicio en el Monumento la Maquinita y hasta la Carretera Toluca – Naucalpan en Xonacatlán.
   - Alfredo del Mazo con longitud de 12 km, corre en ambos sentidos desde Isidro Fabela hasta la Avenida paseo Tollocan.

4. Al Norponiente.
   - Av. Isidro Fabela con una longitud de 11 km en ambos sentidos, desde la Terminal de Autobuses hasta la intersección con Av. Alfredo del Mazo.
   - Carretera Toluca – Ixtlahuaca con una longitud de 37 km en ambos sentidos, desde Av. Alfredo de Mazo hasta la intersección con el libramiento de Toluca.

5. Al Suroriente.
   - Av. Pino Suárez con una la longitud de 7 km en ambos sentidos, desde la intersección con Paseo Tollocan hasta la Plaza Comercial Galerías Metepec.
   - Vialidad Toluca – Tenango con longitud de 39 km en ambos sentidos, desde Galerías Metepec hasta el Municipio de Tenango del Valle; esta vialidad se considera como estructuradora al conectar la ciudad con el área de Tenango, la cual está en un proceso de importante crecimiento.

6. Al Centro
   - Paseo Matlazincas con longitud de 11km en ambos sentidos, desde calle Miguel Hidalgo hasta Isidro Fabela, corre completamente al interior del municipio de Toluca.
7. Al Surponiente

- Calzada del Pacífico con longitud de 11 km en ambos sentidos, desde San Juan de las Huertas en Zinacantepec hasta la Glorieta de Cristóbal Colón.
- Av. Cristóbal Colón con longitud de 4 km en ambos sentidos, dese la Glorieta en la Delegación Capultitlán en Toluca hasta la intersección con Paseo Tollocan.

Tabla IX.2: Principales ejes estructuradores de ZMVT

Nombre de la vialidad	Longitud (km)
A. López Mateos	16
Alfredo del Mazo	12
Calzada del Pacífico	11
Cristóbal Colón	4
Isidro Fabela	11
López Portillo	34
Pino Suarez	7
Tollocan central	25
Tollocan lateral	25
Toluca - Ixtlahuaca	37
Toluca - Tenango	39
Total	**223**

Fuente: ST-SIPATP, 2007.

IX.3 Clasificación funcional de las vialidades

La estructura vial, además de proporcionar la infraestructura para el transporte, permite organizar en forma adecuada el espacio urbano. Para ello, es necesario definir la función de cada vía. Aunado a lo anterior, la planeación, proyección, construcción, conservación y gestión de vialidades, requiere contar con una jerarquización de la estructura vial vigente para determinar las políticas, programas de trabajo e inversión que requiere cada uno de sus componentes. En este sentido, es necesario realizar un diagnóstico de la estructura vial urbana de la ZMT con el fin de conocer las características físicas de cada una uno de los segmentos viales. De acuerdo al análisis realizado con base en la jerarquía vial se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla IX.3).

Autopistas

Las autopistas son vías de acceso controlado, dispone de calzadas separadas para ambos sentidos por una mediana, accesos y salidas independientes, cruces o pasos en diferente nivel, y carece de acceso directo a las propiedades colindantes. Las entradas y salidas a este tipo de vías están proyectadas a manera de proporcionar una diferencia mínima entre la velocidad de la corriente principal y la velocidad del tránsito que converge o diverge (velocidad relativa) (ST-SIPATP, 2007).

En la ZMT, las autopistas representan 2.3% del total de la longitud de la vialidad (160 km en ambos sentidos). Existen tres autopistas sobre la red vial analizada:

- *Libramiento Toluca* con una longitud de 30 km, inicia en el municipio de Lerma entroncando con la carretera México – Toluca y termina en el municipio de Toluca en intersección con la carretera Toluca - Atlacomulco.
- La *Autopista Lerma – Tenango* con 20 km de longitud, inicia en el municipio de Lerma entroncando con la carretera México – Toluca y finaliza en Tenango en intersección con la carretera Toluca - Tenango.
- La *Autopista Tenango - Ixtapan de la Sal,* con una longitud de 43 km inicia en el entronque con la Carretera Toluca – Tenango y finaliza en la Av. Arturo S. Román en el municipio de Ixtapan de la Sal.

Carreteras

Se refiere a la carretera convencional que puede estar conectada a través de accesos a las propiedades colindantes. Se distinguen de un simple camino porque están especialmente concebidas para la circulación de vehículos de transporte de largo recorrido. En las áreas urbanas, las carreteras divergen a través de la ciudad y se les llama calles, teniendo un papel doble como vía de acceso y como nodo o conexión de dos centros urbanos.

Las vialidades de este tipo en la ZMT representa 3.3% de la vialidad, con una longitud de 229 km. Los municipios con más participación son: Almoloya de Juárez con 59 km, Zinacantepec con 46 km, Ocoyoacac con 40 km y Tenango del Valle con 21 km.

Vialidad primaria

Las vialidades primarias constituyen una estructura que conecta entre sí a los distintos núcleos o asentamientos que conforman la ciudad. Estas vialidades están destinadas a desplazamientos de gran longitud y a altos volúmenes de tránsito rápido, uniendo los distintos sectores de la ciudad, además el control del acceso es parcial.

Dichas vialidades tienen 546 km de longitud con una participación del 7.8% respecto al total de la red vial de la ZMT y representan los ejes que le brindan estructura. Las vialidades primarias principales son: Adolfo López Mateos (poniente), Av. Pino Suárez (suroriente), Calzada del Pacífico, Cristóbal Colón (surponiente), Paseo Tollocan (poniente), Paseo Matlazincas (centro), Alfredo del Mazo, Av. José López Portillo (nororiente), Isidro Fabela y Carretera Toluca – Ixtlahuaca (norponiente).

Vialidad secundaria

Las vialidades secundarias o colectoras son aquellas vías que ligan a las vialidades primarias con las calles locales y terciarias. Estas vías suelen ser más reducidas que las arterias. Pueden tener un tránsito intenso de corto recorrido, movimientos de vueltas, estacionamiento, ascenso y descenso de pasaje, carga y descarga de mercancías, y acceso a las propiedades colindantes, por lo general son de un solo sentido del tránsito.

Las vías de este tipo representan 9.5% de la red vial con una longitud de 664 km. Los municipios con vías secundarias de mayor extensión son: Toluca con 233 km, Lerma con 56 km, Metepec con 52 km y Zinacantepec con 29 km.

Vialidad terciaria

Las vialidades terciarias o locales se utilizan para el acceso directo a las propiedades y están ligadas a las calles colectoras. Los recorridos del tránsito son cortos y presenta volúmenes vehiculares bajos. El paso de grandes volúmenes de tránsito por estas calles demerita su función. Generalmente son de tránsito bidireccional y pueden contar con retorno en uno de sus extremos (calles cerradas). Las vialidades de este tipo tienen una participación del 11.2% en la red vial de la ZMT con una longitud de 780 km. Los municipios con más participación son: Toluca con 506 km, Zinacantepec con 83 km, Metepec con 59 km y Almoloya de Juárez con 31 km.

Calle local

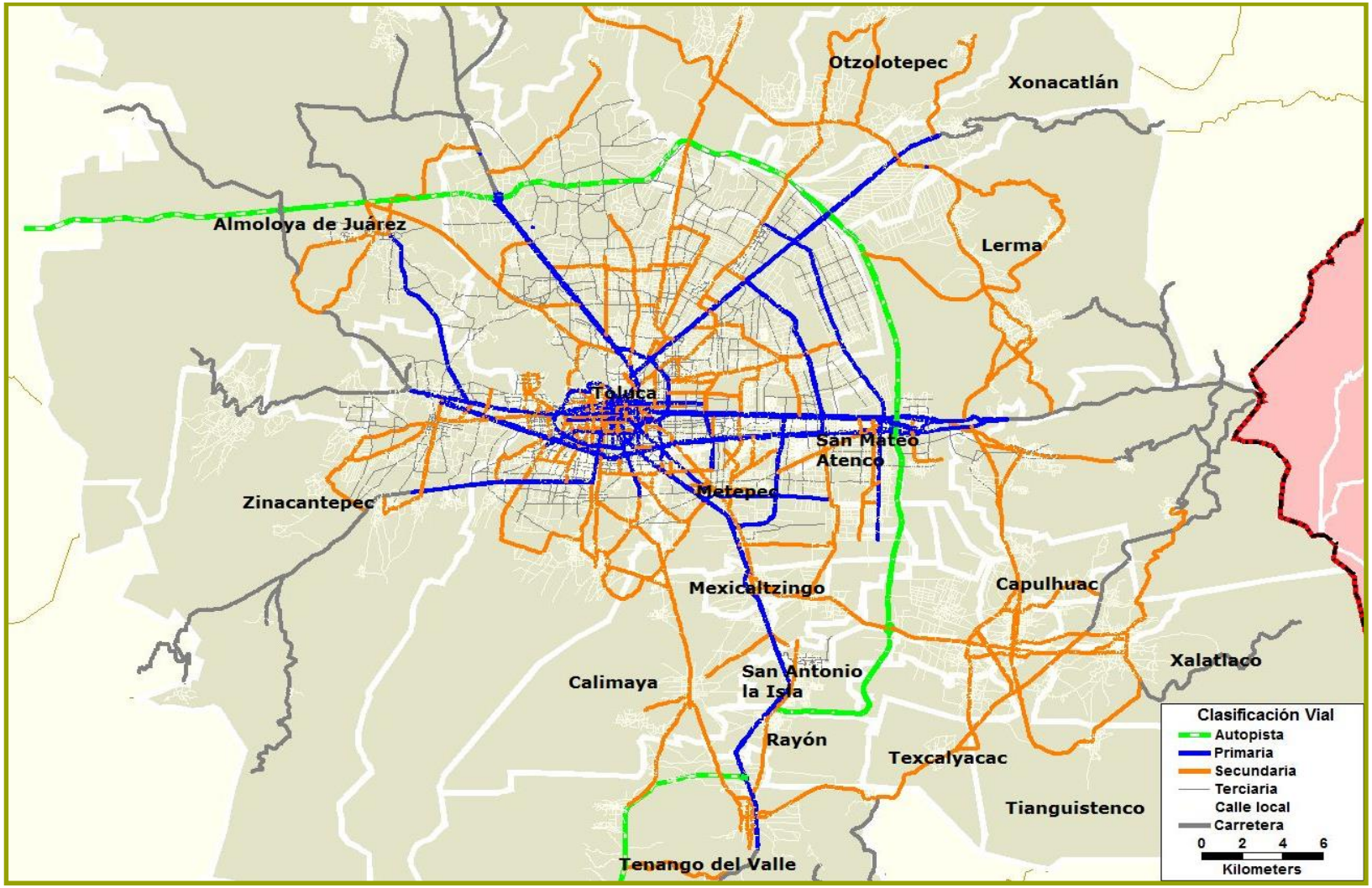
Las calles locales están destinadas para el acceso directo a las áreas habitacionales, comerciales e industriales, suministrando un servicio mayor a las propiedades colindantes que al tránsito de paso. Estas vialidades hacen referencia a más de la mitad de la red vial de la ZMT (66%) con una longitud de 4,615 km. Los municipios con más participación son: Toluca con 1 662 km, Zinacantepec 397 km, Metepec con 338 km y Lerma con 273 km.

Tabla IX.3: Clasificación funcional de la red vial por municipio

Zona	Municipio	Autopista	Calle local	Carretera	Primaria	Secundaria	Terciaria	Total	%
Municipios Conurbados	Almoloya de Juárez	44	158	80	15	28	35	359	4.6
	Calimaya	-	144	-	11	30	12	196	2.5
	Chapultepec	17	37	-	4	8	-	66	0.8
	Lerma de Villada	44	291	33	45	59	19	489	6.3
	Metepec	17	373	-	63	55	51	561	7.2
	Mexicaltzingo	-	51	-	8	10	-	70	0.9
	Ocoyoacac	-	103	58	2	26	17	206	2.6
	Otzolotepec	37	218	-	9	35	27	326	4.2
	Rayón	9	50	-	9	8	-	77	1
	San Antonio la Isla	41	66	-	8	3	7	125	1.6
	San Mateo Atenco	30	160	-	40	14	24	267	3.4
	Toluca	51	1711	8	341	240	484	2834	36.3
	Xonacatlán	23	182	15	17	9	2.7	249	3.2
	Zinacantepec	-	402	51	37	35	77	603	7.7
Municipios con Interac-ciones Funcionales	Almoloya del Río	21	49	-	0	5	-	74	1
	Atizapán	-	55	-	-	5	-	60	0.8
	Capulhuac	-	129	5	0	20	-	154	2
	Temoaya	32	218	17	-	22	11	300	3.8
	Tenango del valle	21	242	50	14	41	-	367	4.7
	Texcalyacac	-	23	-	-	9	-	33	0.4
	Tianguistenco	23	211	4	-	57	-	296	3.8
	Xalatlaco	-	75	12	0	13	-	100	1.3
	Total	**408**	**4949**	**332**	**622**	**733**	**767**	**7810**	100
	%	**5**	**63**	**4**	**8**	**9**	**10**	**100**	

Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Mapa IX.4: Clasificación funcional de la estructura vial



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

IX.3.1.1 Municipio de Toluca

La red vial en el municipio de Toluca está compuesta por 22 297 segmentos que hacen referencia a cuadra o manzanas, y una longitud total de 2 834 km clasificados de la siguiente forma (Tabla IX.4):

Tabla IX.4: Clasificación funcional de la red vial de Toluca

Tipo de Vialidad	Segmentos	Min. (km)	Máx. (km)	Promedio (km)	Total	%
Autopista	24	0.03	10	2.13	51	2
Calle local	14 221	0	5	0.12	1 711	60
Carretera	23	0	1	0.35	8	0
Primaria	2 398	0	3	0.14	341	12
Secundaria	1 943	0	3	0.12	240	8
Terciaria	3 688	0.01	3	.13	484	17
Total	22 297	0.05	10	0.13	2 834	100

Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Las principales vialidades que estructuran la movilidad de los usuarios tanto de transporte público como privado por sentido de circulación en el municipio de Toluca son las siguientes (Mapa IX.5):

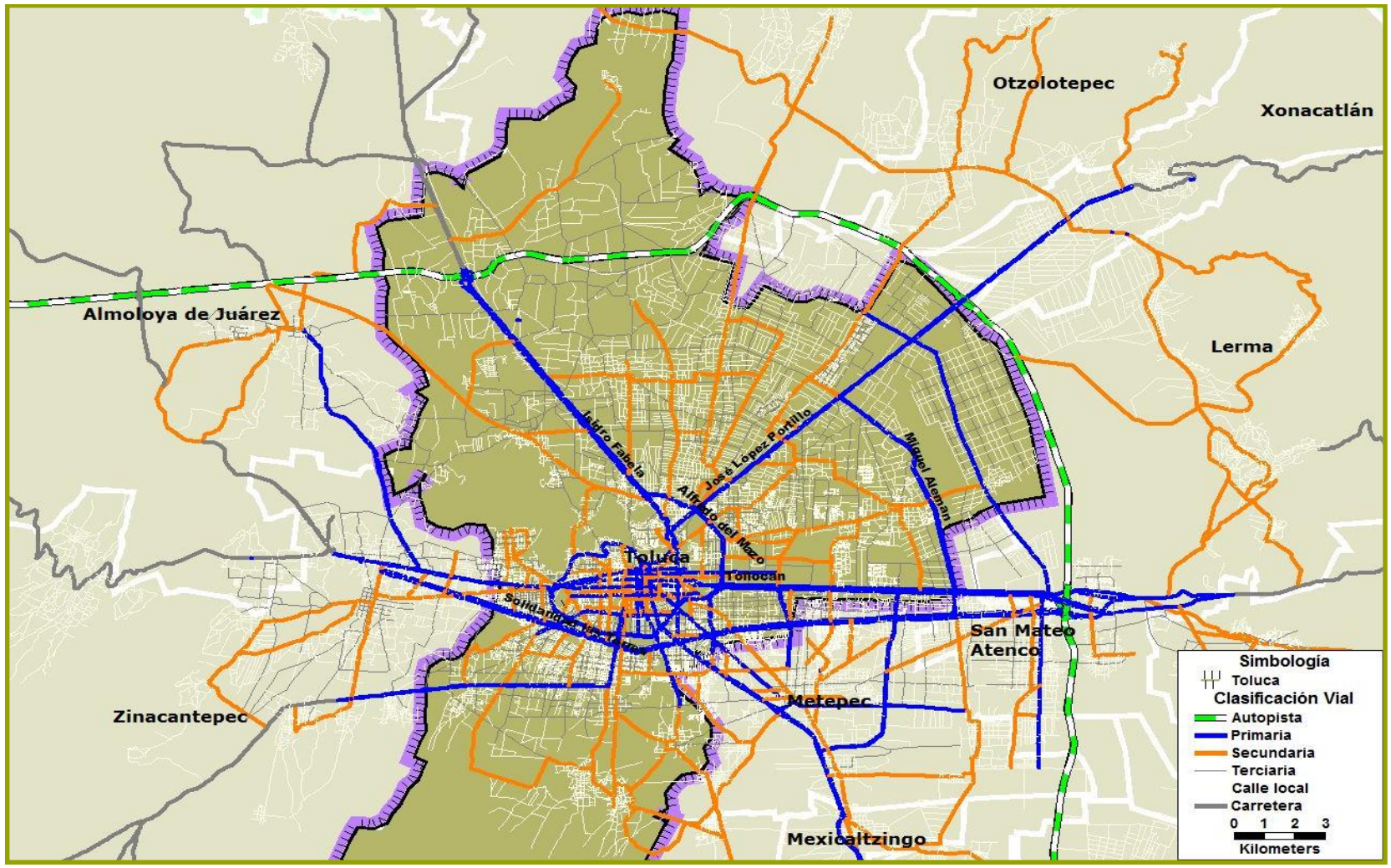
- Sentido *Oriente – Poniente*: Calle Sebastián Lerdo de Tejada, Av. Miguel Hidalgo y Costilla, Valentín Gómez Farías, Venustiano Carranza (cuenta con camellón), Paseo Tollocan (camellón), Av. Solidaridad las Torres (camellón) y Paseo Matlazincas (camellón).

- Sentido *Poniente – Oriente:* Av. Independencia, Av. José María Morelos y Pavón, Av. Venustiano Carranza (camellón), Paseo Tollocan (camellón), Av. Solidaridad las Torres (camellón) y Paseo de los Matlazincas (camellón).

- Sentido *Norte - Sur:* Av. Vicente Guerrero (camellón), Felipe Villanueva, Vicente Villada, Cristóbal Colón (camellón), Av. Benito Juárez, Av. Isidro Fabela (camellón) y Av. Alfredo del Mazo (camellón).

- Sentido *Sur - Norte: Av.* Vicente Guerrero (camellón), Andrés Quintana Roo, Jesús Carranza, Heriberto Enríquez, Ignacio López Rayón, José María Pino Suárez (camellón), Av. Isidro Fabela (camellón) y Av. Alfredo del Mazo (camellón).

Mapa IX.5: Clasificación funcional de la red vial de Toluca



Fuente: Fuente: ST-SIPATP, 2007.

IX.3.1.2 Municipio de Zinacantepec

La red vial en el municipio de Zinacantepec está compuesta por 3 375 segmentos que hacen referencia a cuadras o manzanas, y una longitud total de 603 km clasificados de acuerdo a la Tabla IX.5.

Tabla IX.5: Clasificación funcional de la red vial de Zinacantepec

Tipo de Vialidad	Segmentos	Min. (km)	Máx. (km)	Promedio (km)	Total	%
Calle local	2 415	0	3	0.17	402	67
Carretera	103	0	7	0.50	51	9
Primaria	206	0	3	0.18	37	6
Secundaria	235	0	1	0.15	35	6
Terciaria	416	0	2	0.19	77	13
Total	3 375	0	7	0.18	603	100

Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Las principales vialidades que estructuran la movilidad de los usuarios tanto de transporte público como privado por sentido de circulación son las siguientes (Mapa IX.6):

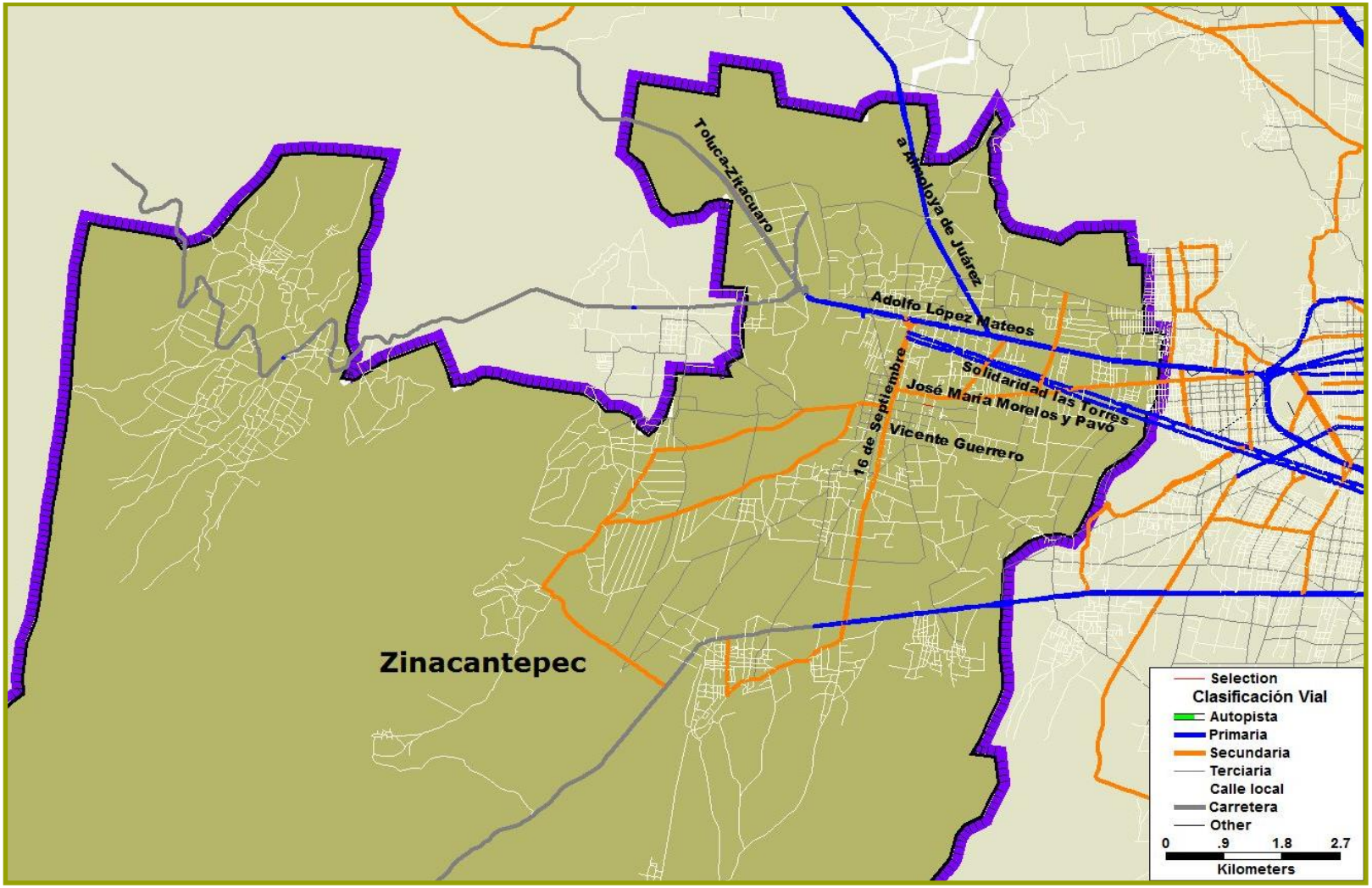
- *Sentido Oriente – Poniente*: Av. Adolfo López Mateos (camellón), Prolongación Av. Solidaridad las Torres (camellón), Av. José María Morelos y Pavón, así como calle Independencia.

- *Sentido Poniente – Oriente:* Av. Adolfo López Mateos (camellón), Prolongación Av. Solidaridad las Torres (camellón), Av. José María Morelos y Pavón, así como la calle Vicente Guerrero.

- *Sentido Norte - Sur:* Av. 16 de Septiembre (camellón), camino a Almoloya de Juárez (camellón), y carretera Toluca – Zitácuaro.

- *Sentido Sur - Norte:* Av. 16 de Septiembre (camellón), camino a Almoloya de Juárez (camellón), y carretera Toluca – Zitácuaro.

Mapa IX.6: Clasificación funcional de la red vial de Zinacantepec



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

IX.3.1.3 Municipio de Metepec

La red vial en el municipio de Metepec está compuesta por 4 236 segmentos que hacen referencia a cuadras o manzanas con una longitud total de 561 km clasificados como se muestra en la Tabla IX.6.

Tabla IX.6: Clasificación funcional de la red vial de Metepec

Tipo de Vialidad	Segmento	Mín. (km)	Máx. (km)	Promedio (km)	Total	%
Autopista	2	8	9	8.50	17	3
Calle local	3 045	0	3	0.12	373	67
Primaria	330	0	1	0.19	63	11
Secundaria	432	0	3	0.13	55	10
Terciaria	427	0	2	0.12	51	9
Total	4 236	8	9	0.13	561	100

Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Las principales vialidades que estructuran la movilidad de los usuarios tanto de transporte público como privado por sentido de circulación son las siguientes (Mapa IX.7):

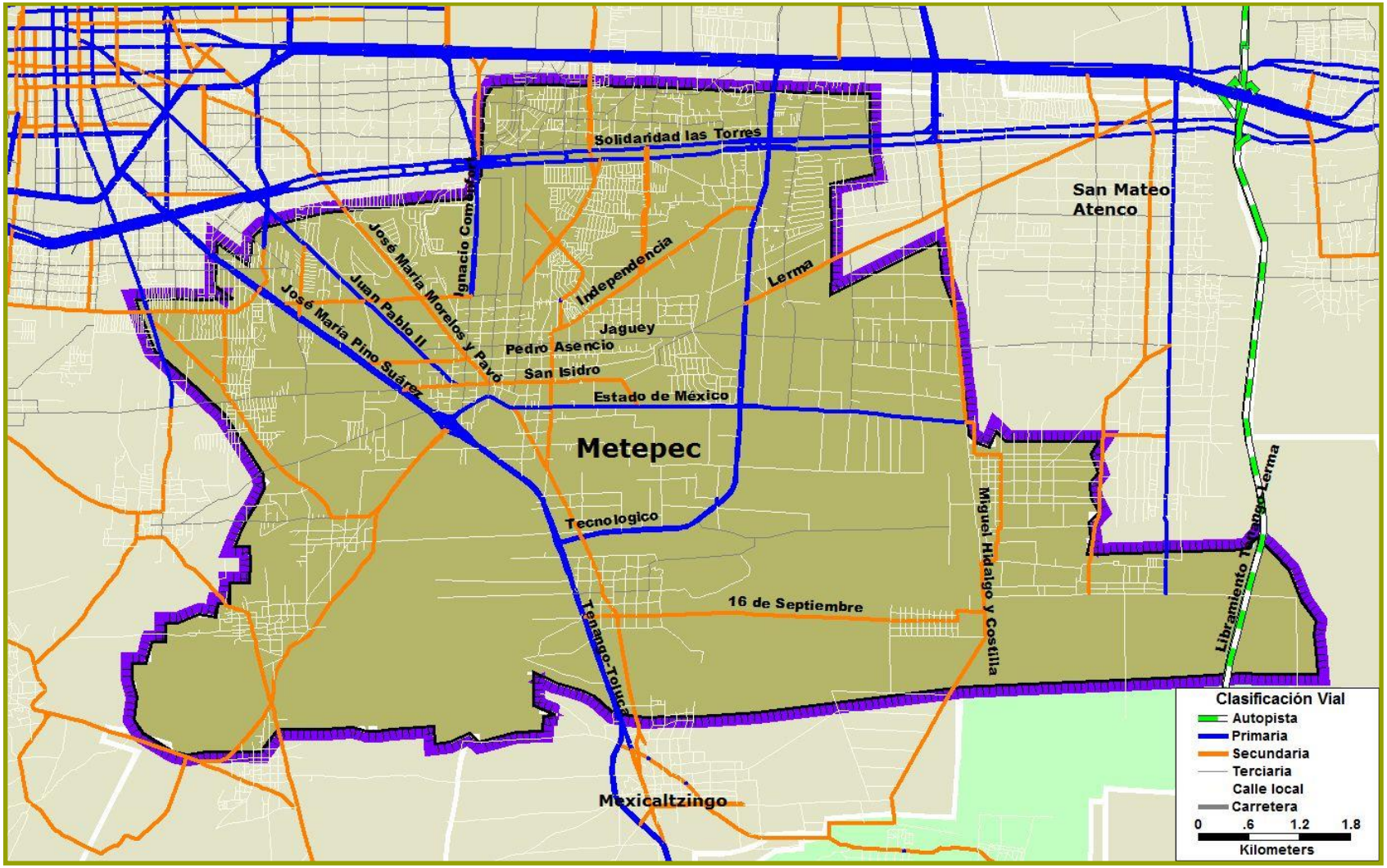
- *Sentido Oriente – Poniente*: Paseo San Isidro, Pedro Ascencio, Av. Solidaridad las Torres (camellón) y Leona Vicario.

- *Sentido Poniente – Oriente:* Av. Estado de México, Mariano Matamoros, Av. Solidaridad las Torres (camellón) y Leona Vicario.

- *Sentido Norte - Sur:* Ignacio Comonfort (camellón), Av. Tecnológico (camellón), Manuel J. Cloutier (camellón) y carretera Toluca – Tenango (camellón).

- *Sentido Sur - Norte:* Ignacio Comonfort (camellón), Av. Tecnológico (camellón), Manuel J. Cloutier (camellón) y carretera Toluca – Tenango (camellón).

Mapa IX.7: Clasificación funcional de la red vial de Metepec



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

IX.3.1.4 Municipio de Lerma de Villada

La red vial en el municipio de Lerma está compuesta por 2 301 segmentos que hacen referencia a cuadras o manzanas, y una longitud total de 489 km clasificados de la siguiente forma (Tabla IX.7):

Tabla IX.7: Clasificación funcional de la red vial de Lerma

Tipo de Vialidad	Segmentos	Mín. (km)	Máx. (km)	Promedio (km)	Total	%
Autopista	15	0	9	2.93	44	9
Calle local	1 757	0	3	0.17	291	60
Carreteras	6	2	11	5.50	33	7
Primaria	189	0	2	0.24	45	9
Secundaria	209	0	7	0.28	59	12
Terciaria	125	0	1	0.15	19	4
Total	2 301	2	11	0.21	489	100

Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Las principales vialidades que estructuran la movilidad de los usuarios tanto de transporte público como privado por sentido de circulación son las siguientes (Mapa IX.8):

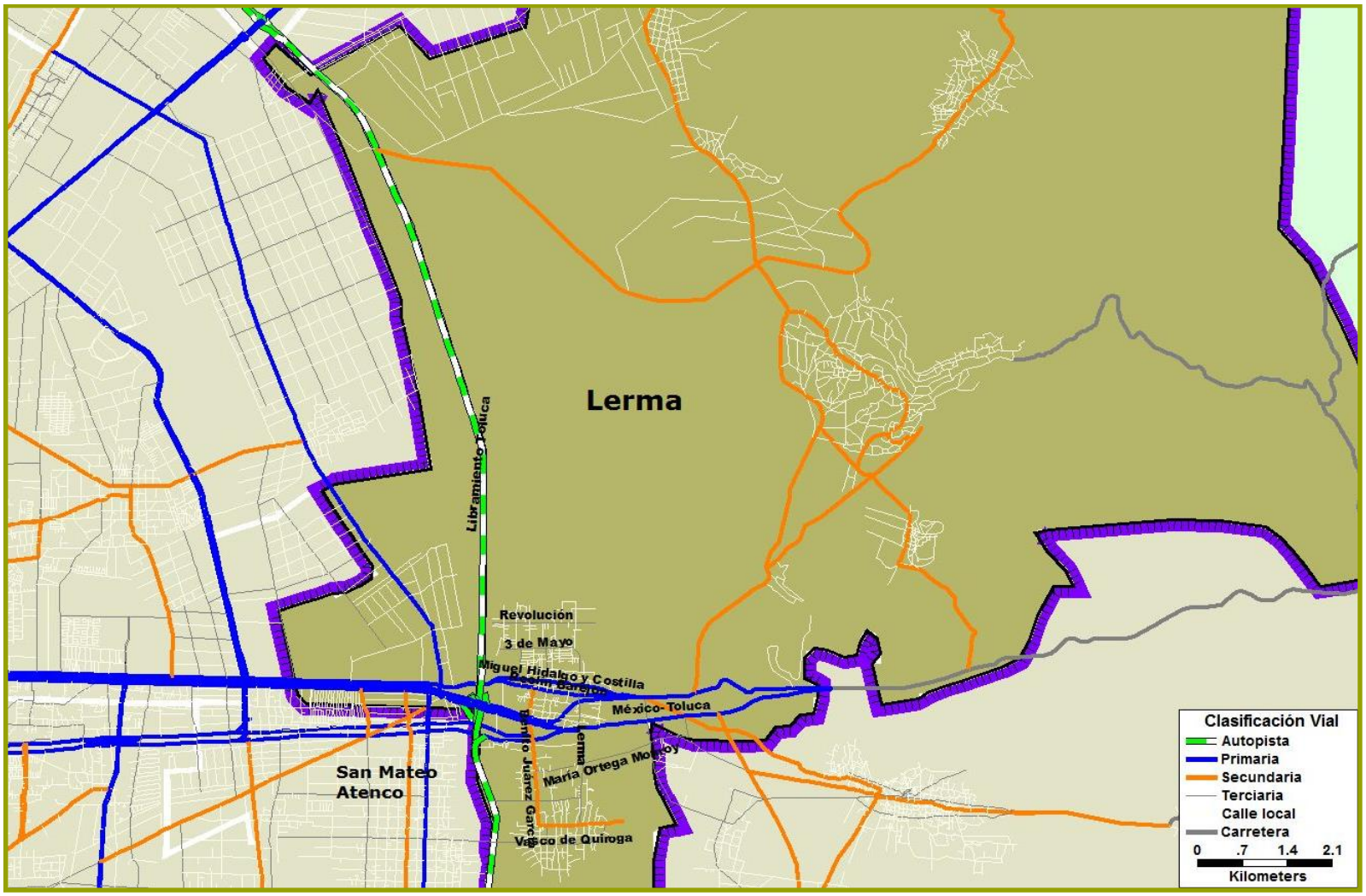
- *Sentido Oriente – Poniente*: carretera Toluca – México, Av. Miguel Hidalgo y Vasco de Quiroga.

- *Sentido Poniente – Oriente:* carretera Toluca – México, Av. Reolín de Barejón, y Vasco de Quiroga.

- *Sentido Norte - Sur:* Libramiento Toluca, Av. de las Partidas, Benito Juárez García y Autopista Lerma – Tenango.

- *Sentido Sur - Norte:* Libramiento Toluca, Av. de las Partidas, Benito Juárez García y Autopista Lerma – Tenango.

Mapa IX.8: Clasificación funcional de la red vial de Lerma



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

IX.3.1.5 Municipio de Almoloya de Juárez

La red vial en el municipio de Almoloya de Juárez está compuesta por 1 120 segmentos que hacen referencia a cuadras o manzanas, y una longitud total de 359 km clasificados como se observa en la Tabla IX.8.

Tabla IX.8: Clasificación funcional de la red vial de Almoloya de Juárez

Tipo de vialidad	Segmentos	Mín. (km)	Máx. (km)	Promedio (km)	Total	%
Autopista	17	0	10	2.59	44	12
Calle local	725	0	5	0.22	158	44
Carreteras	68	0	13	1.18	80	22
Primaria	41	0	3	0.37	15	4
Secundaria	59	0	6	0.47	28	8
Terciaria	210	0	1	0.17	35	10
Total	1120	0	17	0.32	359	100

Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Las principales vialidades que estructuran la movilidad de los usuarios tanto de transporte público como privado por sentido de circulación son las siguientes (Mapa IX.9):

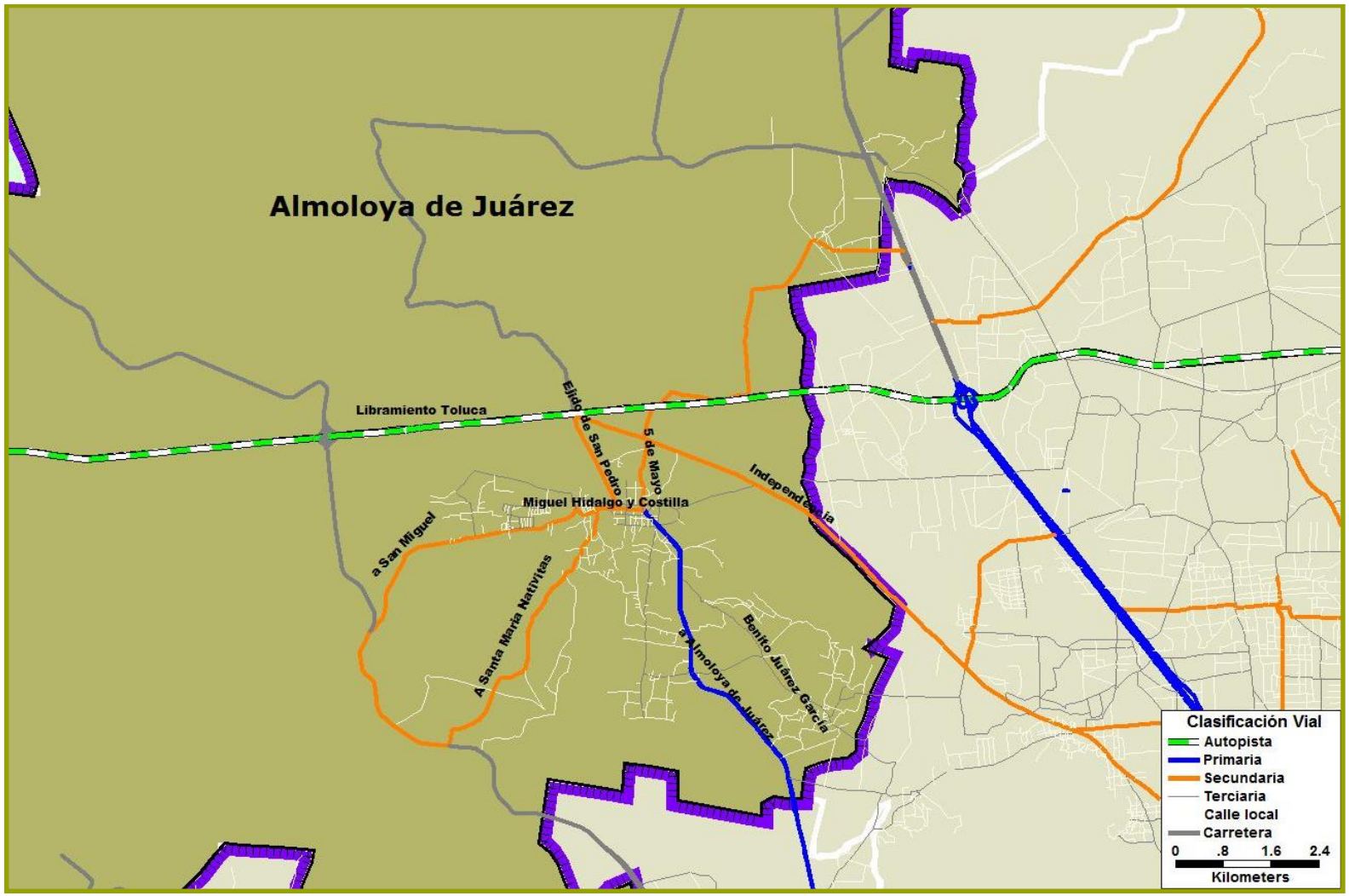
- *Sentido Oriente – Poniente*: libramiento Toluca, calle Miguel Hidalgo y Costilla, así como camino a San Miguel.

- *Sentido Poniente – Oriente:* libramiento Toluca, calle Miguel Hidalgo y Costilla, así como camino a San Miguel.

- *Sentido Norte - Sur:* carretera a Almoloya de Juárez, calle Independencia, carretera Toluca – Zitácuaro y la carretera Toluca – Ixtlahuaca.

- *Sentido Sur - Norte:* carretera a Almoloya de Juárez, calle Independencia, carretera Toluca – Zitácuaro y la carretera Toluca – Ixtlahuaca.

Mapa IX.9: Clasificación funcional de la red vial de Almoloya de Juárez



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

IX.3.1.6 Municipio de San Mateo Atenco

La red vial en el municipio de San Mateo Atenco está compuesta por 1 550 segmentos que hacen referencia a cuadras o manzanas, y una longitud total de 267 km clasificados como se observa en la Tabla IX.9.

Tabla IX.9: Clasificación funcional de la red vial de San Mateo Atenco

Tipo de Vialidad	Segmentos	Mín. (km)	Máx. (km)	Promedio (km)	Total	%
Autopista	13	0	9	2.31	30	11
Calle local	1 117	0	3	0.14	160	60
Primaria	190	0	2	0.21	40	15
Secundaria	100	0	0	0.14	14	5
Terciaria	130	0	1	0.18	24	9
Total	1 550	0	9	0.17	267	100

Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Las principales vialidades que estructuran la movilidad de los usuarios tanto de transporte público como privado por sentido de circulación son las siguientes (Mapa IX.10):

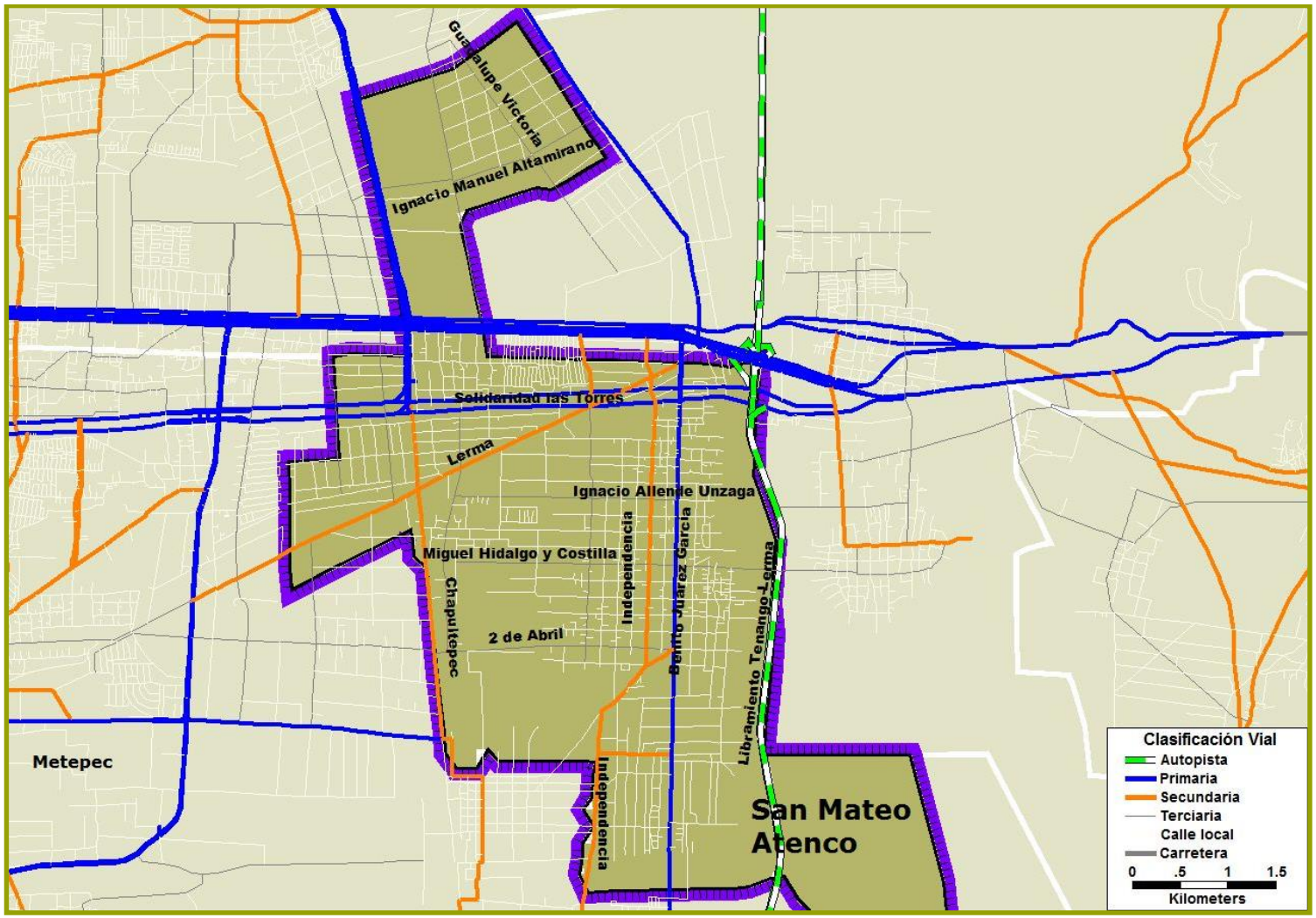
- *Sentido Oriente – Poniente*: Prolongación de Av. Solidaridad las Torres, Calle Ignacio Allende Unzaga, Miguel Hidalgo y Costilla, así como Av. 2 de Abril.

- *Sentido Poniente – Oriente:* Prolongación de Av. Solidaridad las Torres, Calle Ignacio Allende Unzaga, Miguel Hidalgo y Costilla, así como Av. 2 de Abril.

- *Sentido Norte - Sur:* Av. Benito Juárez García, calle Buenavista, 20 de Noviembre y Autopista Lerma – Tenango.

- *Sentido Sur - Norte:* Av. Independencia, calle Buenavista, 20 de Noviembre y Autopista Lerma – Tenango.

Mapa IX.10: Clasificación funcional de la red vial de San Mateo Atenco



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

IX.3.1.7 Municipio de Otzolotepec

La red vial en el municipio de Otzolotepec está compuesta por 1 348 segmentos que hacen referencia a cuadras o manzanas, y una longitud total de 326 km clasificados de la siguiente forma (Tabla IX.10):

Tabla IX.10: Clasificación funcional de la red vial de Otzolotepec

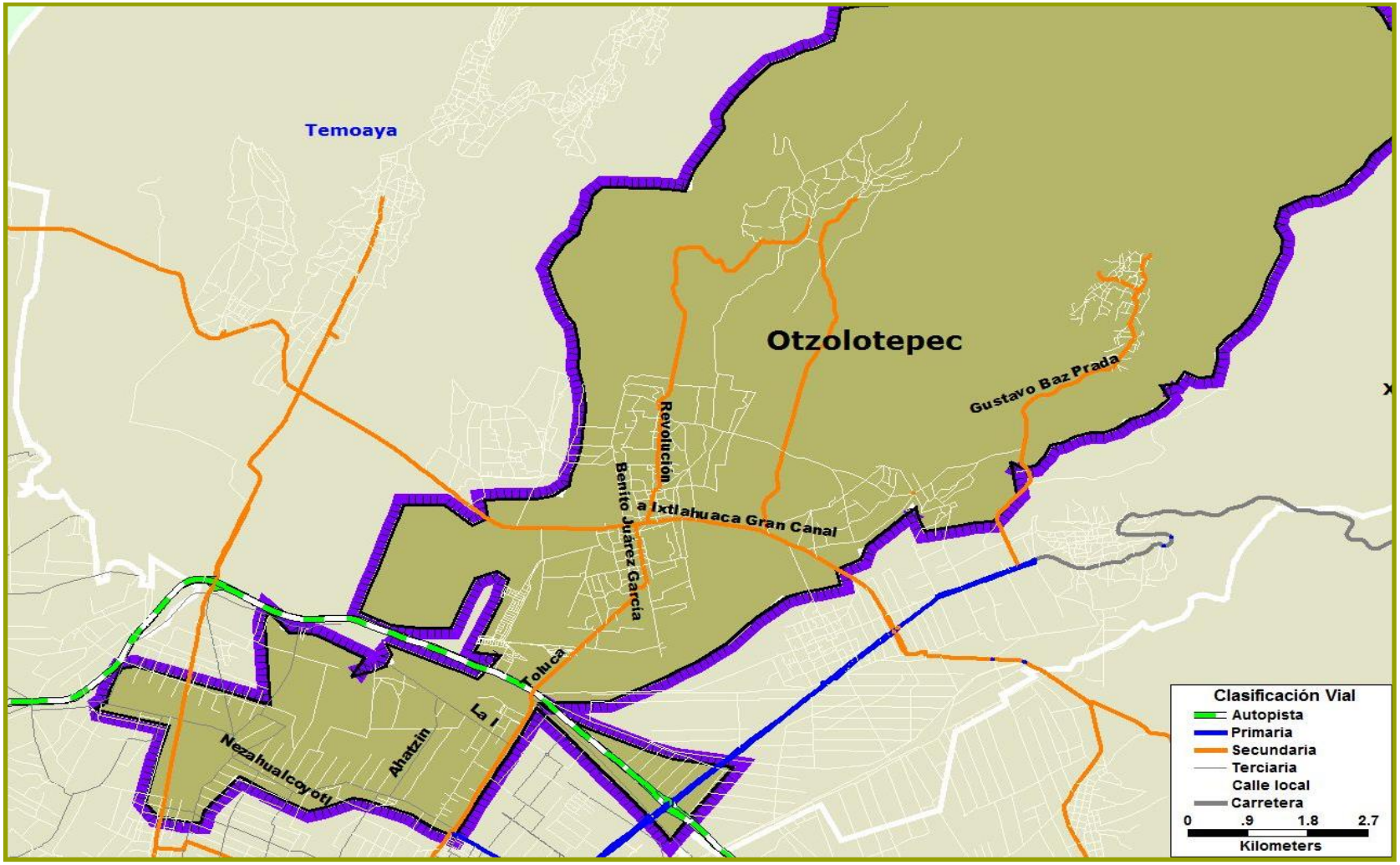
Tipo de Vialidad	Segmentos	Mín. (km)	Máx. (km)	Promedio (km)	Total	%
Autopista	16	0	7	2.31	37	11
Calle local	1 087	0	4	0.20	218	67
Primaria	15	0	2	0.60	9	3
Secundaria	144	0	4	0.24	35	11
Terciaria	86	0	3	0.31	27	8
Total	1 348	0	7	0.24	326	100

Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Las principales vialidades que estructuran la movilidad de los usuarios tanto de transporte público como privado por sentido de circulación son las siguientes (Mapa IX.11):

- *Sentido Oriente – Poniente*: a Ixtlahuaca (Av. Gran Canal).
- *Sentido Poniente – Oriente:* a Ixtlahuaca (Av. Gran Canal).
- *Sentido Norte - Sur:* Av. Toluca. Revolución y carretera a San Miguel
- *Sentido Sur - Norte:* Av. Toluca. Revolución y carretera a San Miguel

Mapa IX.11: Clasificación funcional de la red vial de Otzolotepec



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

IX.3.1.8 Municipio de Xonacatlán

La red vial en el municipio de Xonacatlán está compuesta por 926 segmentos que hacen referencia a cuadras o manzanas, y una longitud total de 249 km clasificados como se observa en la Tabla IX.11.

Tabla IX.11: Clasificación funcional de la red vial de Xonacatlán

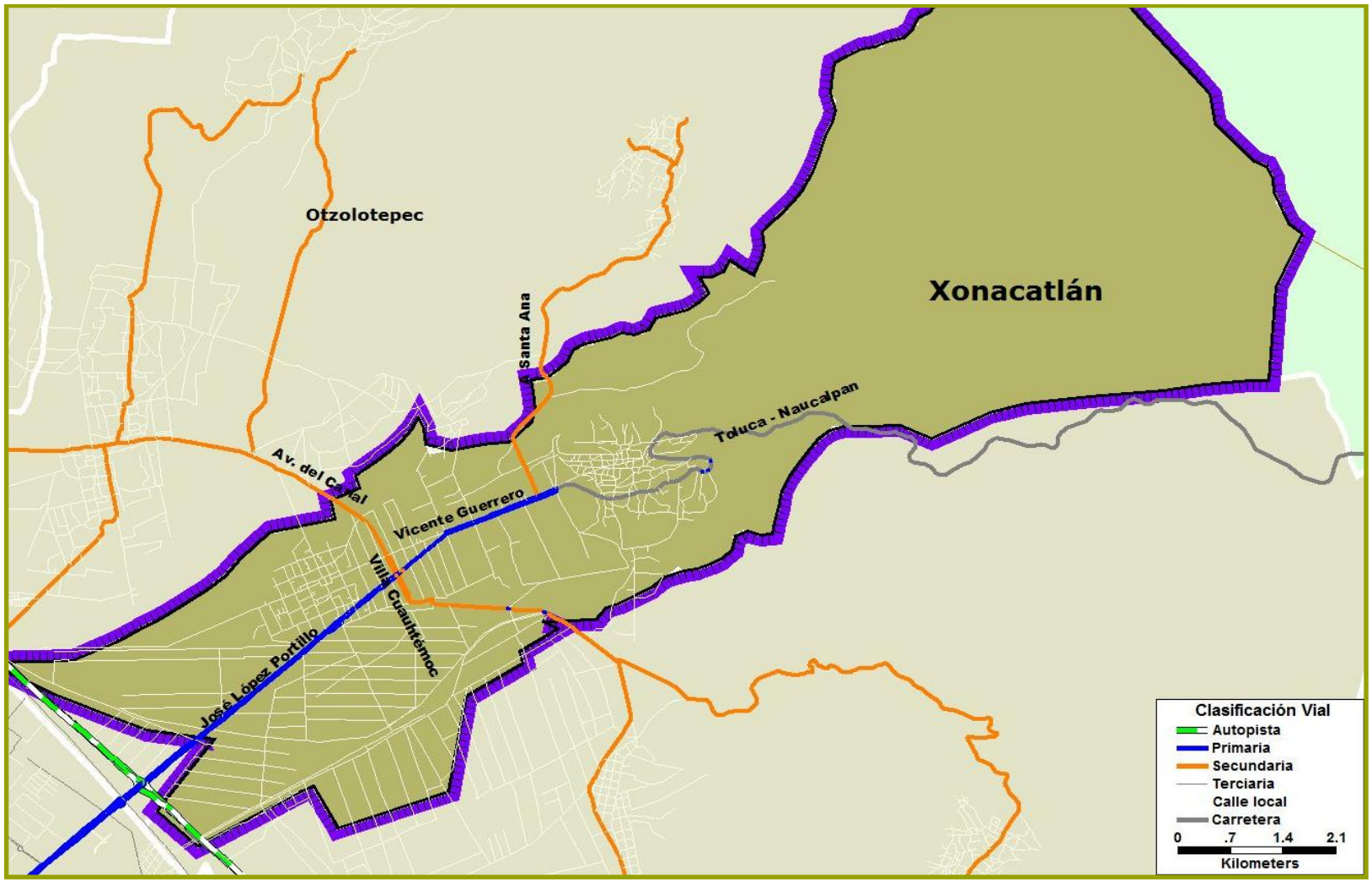
Tipo de Vialidad	Segmentos	Mín. (km)	Máx. (km)	Promedio (km)	Total	%
Autopista	14	0	7	1.64	23	9
Calle local	768	0	4	0.24	182	73
Carreteras	28	0	11	0.54	15	6
Primaria	80	0	2	0.21	17	7
Secundaria	35	0	1	0.26	9	4
Terciaria	1	3	3	3	3	1
Total	926	3	11	0.27	249	100

Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Las principales vialidades que estructuran la movilidad de los usuarios tanto de transporte público como privado por sentido de circulación son las siguientes (Mapa IX.12):

- *Sentido Oriente – Poniente*: Av. José López Portillo y carretera Toluca – Naucalpan.
- *Sentido Poniente – Oriente:* Av. José López Portillo y carretera Toluca – Naucalpan.
- *Sentido Norte – Sur:* carretera a Santa Ana Jilotzingo, Av. Del Cana y Av. Villa Cuauhtémoc.
- *Sentido Sur – Norte:* carretera a Santa Ana Jilotzingo, Av. Del Cana y Av. Villa Cuauhtémoc.

Mapa IX.12: Clasificación funcional de la red vial de Xonacatlán



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

IX.3.1.9 Municipio de Ocoyoacac

La red vial en el municipio de Ocoyoacac está compuesta por 1 354 segmentos que hacen referencia a cuadras o manzanas, y una longitud total de 206 km clasificados como se observa en la Tabla IX.12.

Tabla IX.12: Clasificación funcional de la red vial de Ocoyoacac

Tipo de Vialidad	Segmentos	Mín. (km)	Máx. (km)	Promedio (km)	Total	%
Calle local	1 075	0	1	10.44	103	50
Carreteras	24	0	7	0.41	58	28
Primaria	2	1	2	1	2	1
Secundaria	94	0	2	3.62	26	12
Terciaria	159	0	1	9.35	17	8
Total	1 354	1	7	6.67	206	100

Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Las principales vialidades que estructuran la movilidad de los usuarios tanto de transporte público como privado por sentido de circulación son las siguientes (Mapa IX.13):

- *Sentido Oriente – Poniente*: Av. Guadalupe Victoria, Martin Chimaltecatl, Ignacio Matamoros y Michoacán.

- *Sentido Poniente – Oriente:* Av. Guadalupe Victoria, Martin Chimaltecatl, Ignacio Matamoros y Michoacán.

- *Sentido Norte - Sur:* Acueducto del Alto Lerma y carretera Ocoyoacac – Santiago Tianguistenco.

- *Sentido Sur - Norte:* Acueducto del Alto Lerma y carretera Ocoyoacac – Santiago Tianguistenco.

Mapa IX.13: Clasificación funcional de la red vial de Ocoyoacac



Fuente: ST-SIPATP, 2007..

IX.3.1.10 Municipio de Calimaya

La red vial en el municipio de Calimaya está compuesta por 1 063 segmentos que hacen referencia a cuadras o manzanas, y una longitud total de 196 km clasificados como sigue (Tabla IX.13):

Tabla IX.13: Clasificación funcional de la red vial de Calimaya

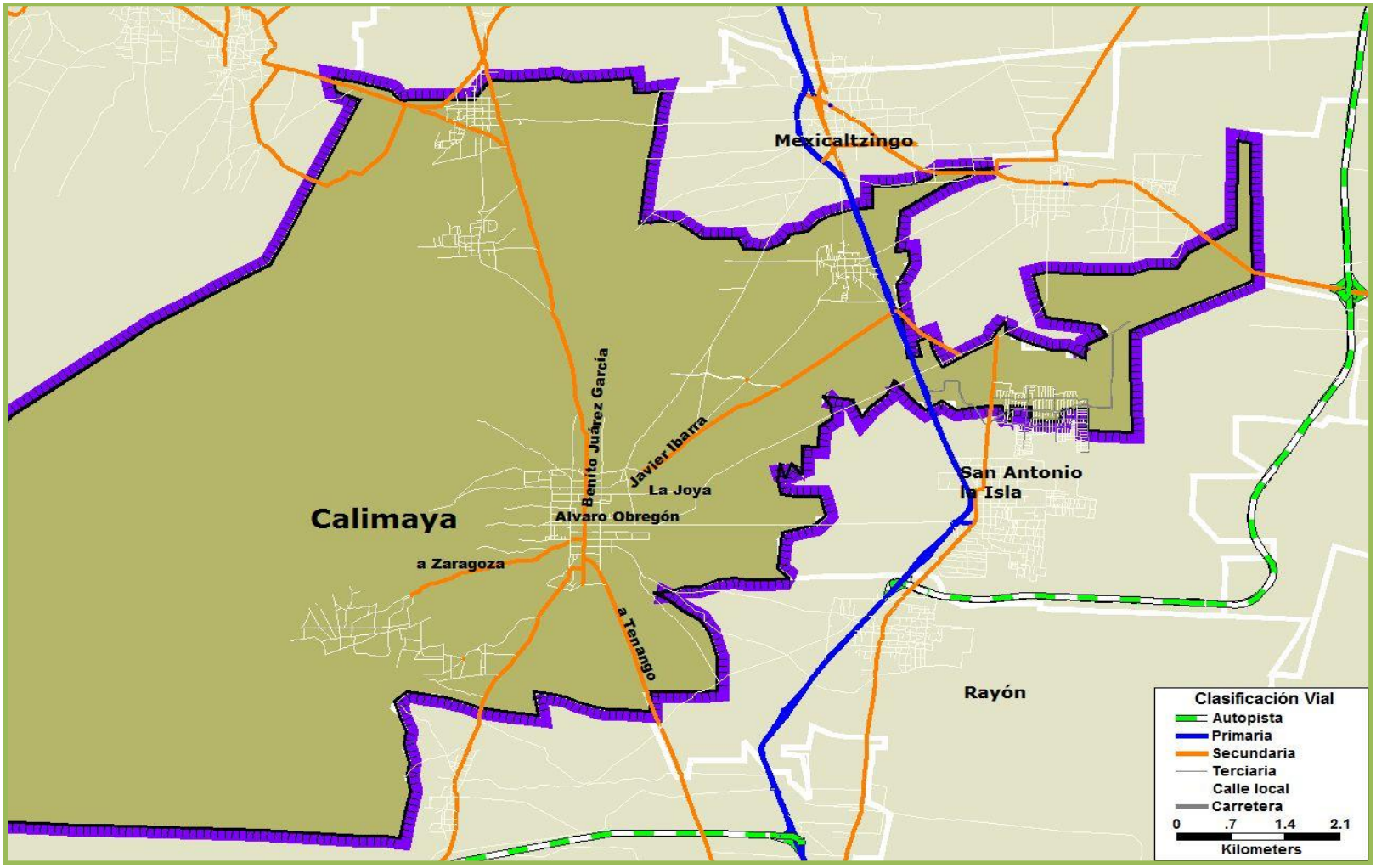
Tipo de Vialidad	Segmento	Mín. (km)	Máx. (km)	Promedio (km)	Total	%
Calle local	832	0	4	0.17	144	73
Primaria	29	0	1	0.38	11	6
Secundaria	77	0	3	0.39	30	15
Terciaria	125	0	1	0.10	12	6
Total	1 063	0	4	0.18	196	100

Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Las principales vialidades que estructuran la movilidad de los usuarios tanto de transporte público como privado por sentido de circulación son las siguientes (Mapa IX.14):

- *Sentido Oriente – Poniente*: Álvaro Obregón e Independencia.
- *Sentido Poniente – Oriente:* Álvaro Obregón e Independencia.
- *Sentido Norte - Sur:* Benito Juárez García y carretera a Tenango del Valle.
- *Sentido Sur - Norte:* Benito Juárez García y carretera a Tenango del Valle.

Mapa IX.14: Clasificación funcional de la red vial de Calimaya



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

IX.3.1.11 Municipio de San Antonio la Isla

La red vial en el municipio de San Antonio la Isla está compuesta por 832 segmentos que hacen referencia a cuadras o manzanas, y una longitud total de 125 km, clasificados de la siguiente forma (Tabla IX.14):

Tabla IX.14: Clasificación funcional de la red vial de San Antonio la Isla

Tipo de Vialidad	Segmento	Mín. (km)	Máx. (km)	Promedio (km)	Total	%
Autopista	18	0	5	2.28	41	33
Calles local	671	0	4	0.10	66	53
Primaria	31	0	1	0.26	8	6
Secundaria	31	0	1	0.10	3	3
Terciaria	81	0	1	0.09	7	6
Total	832	0	5	0.15	125	100

Fuente: ST-SIPATP, 2007.

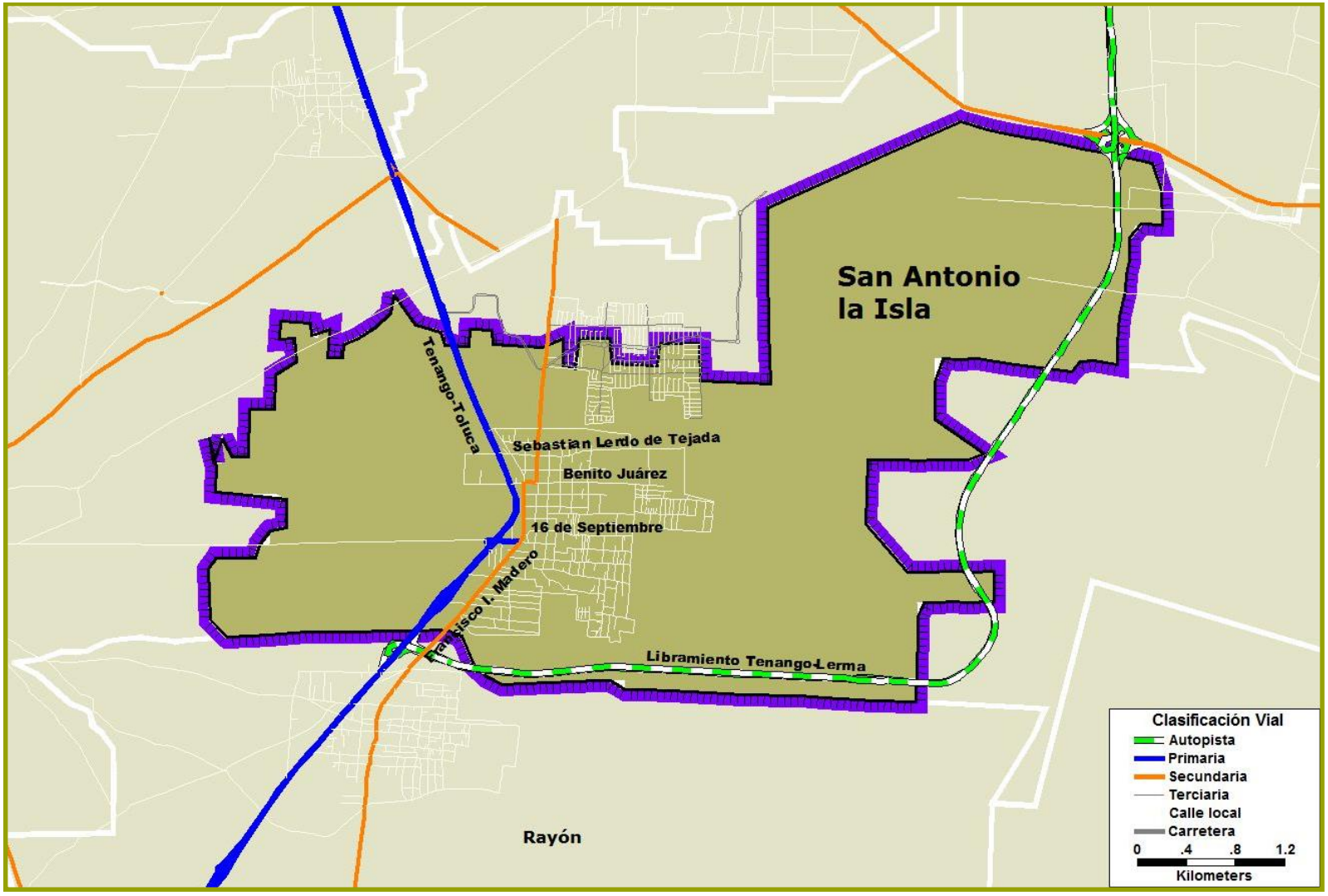
Las principales vialidades que estructuran la movilidad de los usuarios tanto de transporte público como privado por sentido de circulación son (Mapa IX.15):

- *Sentido Oriente – Poniente*: San Sebastián Lerdo de Tejada, Benito Juárez, 16 de Septiembre y Autopista Lerma – Tenango.

- *Sentido Poniente – Oriente:* San Sebastián Lerdo de Tejada, Benito Juárez, 16 de Septiembre y Autopista Lerma – Tenango.

- *Sentido Norte - Sur:* Carretera Toluca – Tenango, Francisco I. Madero y Autopista Lerma – Tenango.

Mapa IX.15: Clasificación funcional de la red vial de Mexicaltzingo



Fuente: ST-SIPATP, 2007..

IX.3.1.12 Municipio de Mexicaltzingo

La red vial en el municipio de Mexicaltzingo está compuesta por 329 segmentos que hacen referencia a cuadras o manzanas, y una longitud total de 70 km, clasificados de la siguiente forma (Tabla IX.15):

Tabla IX.15: Clasificación funcional de la red vial de Mexicaltzingo

Tipo de Vialidad	Segmentos	Mín. (km)	Máx. (km)	Promedio (km)	Total	%
Calle local	233	0	2	0.22	51	74
Primaria	28	0	1	0.29	8	11
Secundaria	68	0	1	0.15	10	15
Total	329	0	2	0.21	70	100

Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Las principales vialidades que estructuran la movilidad de los usuarios tanto de transporte público como privado por sentido de circulación son las siguientes (Mapa IX.16):

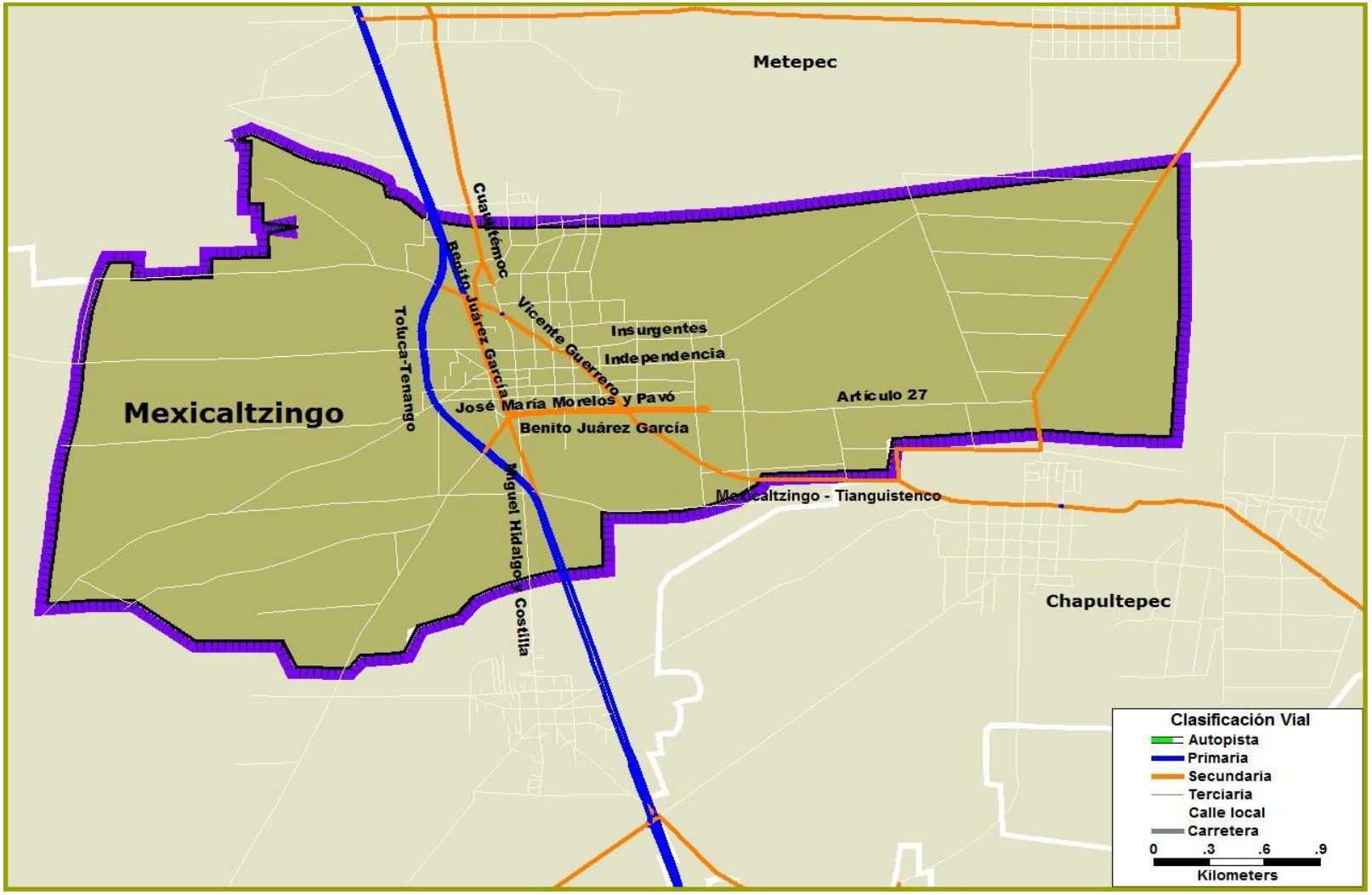
- *Sentido Oriente – Poniente*: carretera Mexicaltzingo – Santiago Tianguistenco, Narciso Mendoza e Insurgentes.

- *Sentido Poniente – Oriente:* carretera Mexicaltzingo – Santiago Tianguistenco, Narciso Mendoza e Insurgentes.

- *Sentido Norte - Sur:* Carretera Toluca – Tenango, Benito Juárez García, Josefa Ortiz de Domínguez y San Cristóbal.

- *Sentido Sur - Norte:* Carretera Toluca – Tenango, Benito Juárez García, Josefa Ortiz de Domínguez y San Cristóbal.

Mapa IX.16: Clasificación funcional de la red vial de Mexicaltzingo



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

IX.3.1.13 Municipio de Rayón

La red vial en el municipio de Rayón está compuesta por 347 segmentos que hacen referencia a cuadras o manzanas, y una longitud total de 77 km, clasificados de la siguiente forma (Tabla IX.16):

Tabla IX.16: Clasificación funcional de la red vial de Rayón

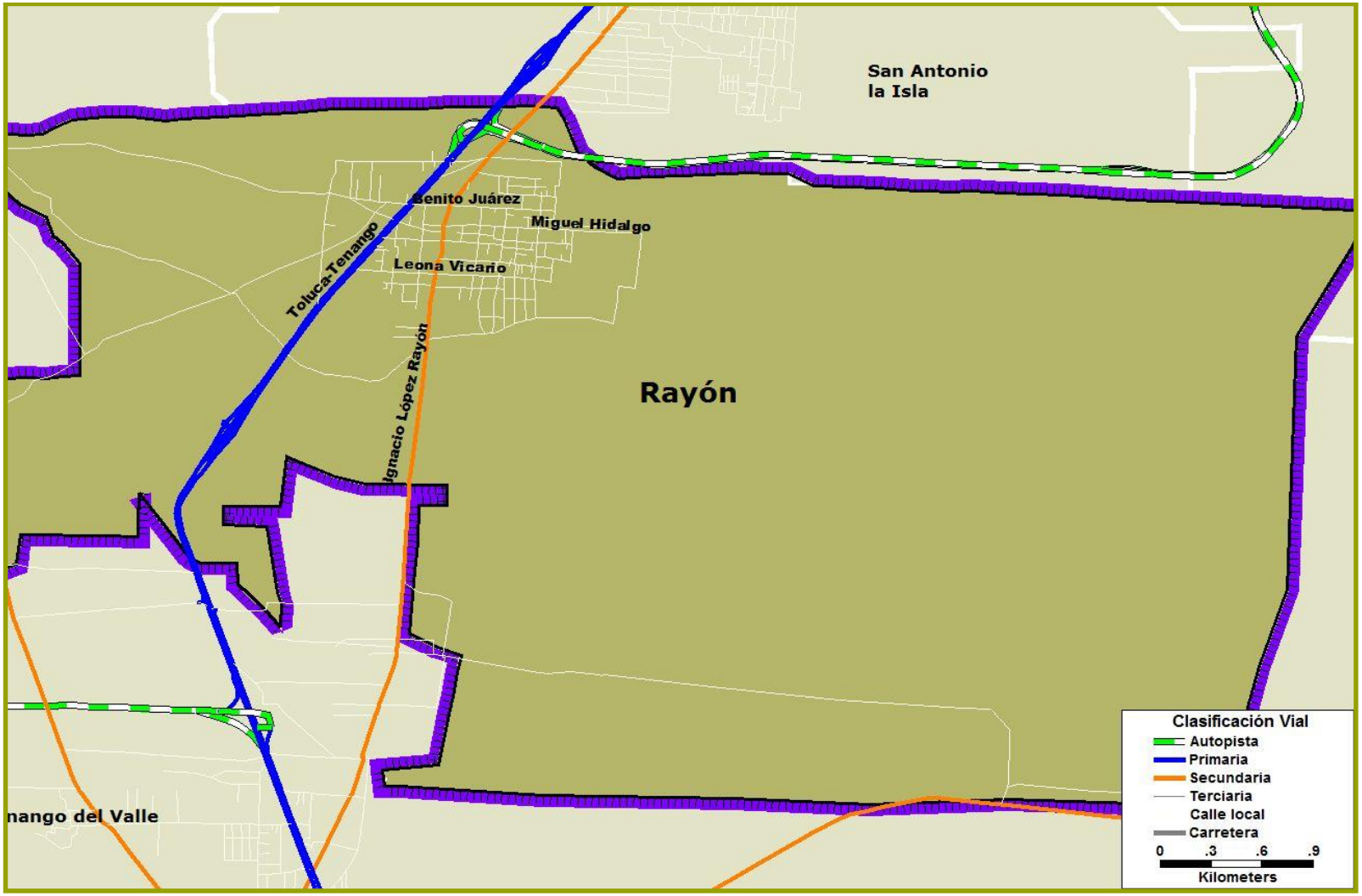
Tipo de Vialidad	Segmentos	Mín. (km)	Máx. (km)	Promedio (km)	Total	%
Autopista	6	0	3	1.50	9	11
Calle local	283	0	4	0.18	50	66
Primaria	39	0	1	0.23	9	12
Secundaria	19	0	2	0.42	8	11
Total	347	0	4	0.22	77	100

Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Las principales vialidades que estructuran la movilidad de los usuarios tanto de transporte público como privado por sentido de circulación son (Mapa IX.17):

- *Sentido Oriente – Poniente*: Benito Juárez, Miguel Hidalgo y Leona Vicario.
- *Sentido Poniente – Oriente:* Benito Juárez, Miguel Hidalgo y Leona Vicario.
- *Sentido Norte - Sur:* Carretera Toluca – Tenango e Ignacio López Rayón.
- *Sentido Sur - Norte:* Carretera Toluca – Tenango e Ignacio López Rayón.

Mapa IX.17: Clasificación funcional de la red vial de Rayón



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

IX.3.1.14 Municipio de Chapultepec

La red vial en el municipio de Chapultepec está compuesta por 230 segmentos que hacen referencia a cuadras o manzanas, y una longitud total de 66 km, clasificados de la siguiente forma (Tabla IX.17):

Tabla IX.17: Clasificación funcional de la red vial de Chapultepec

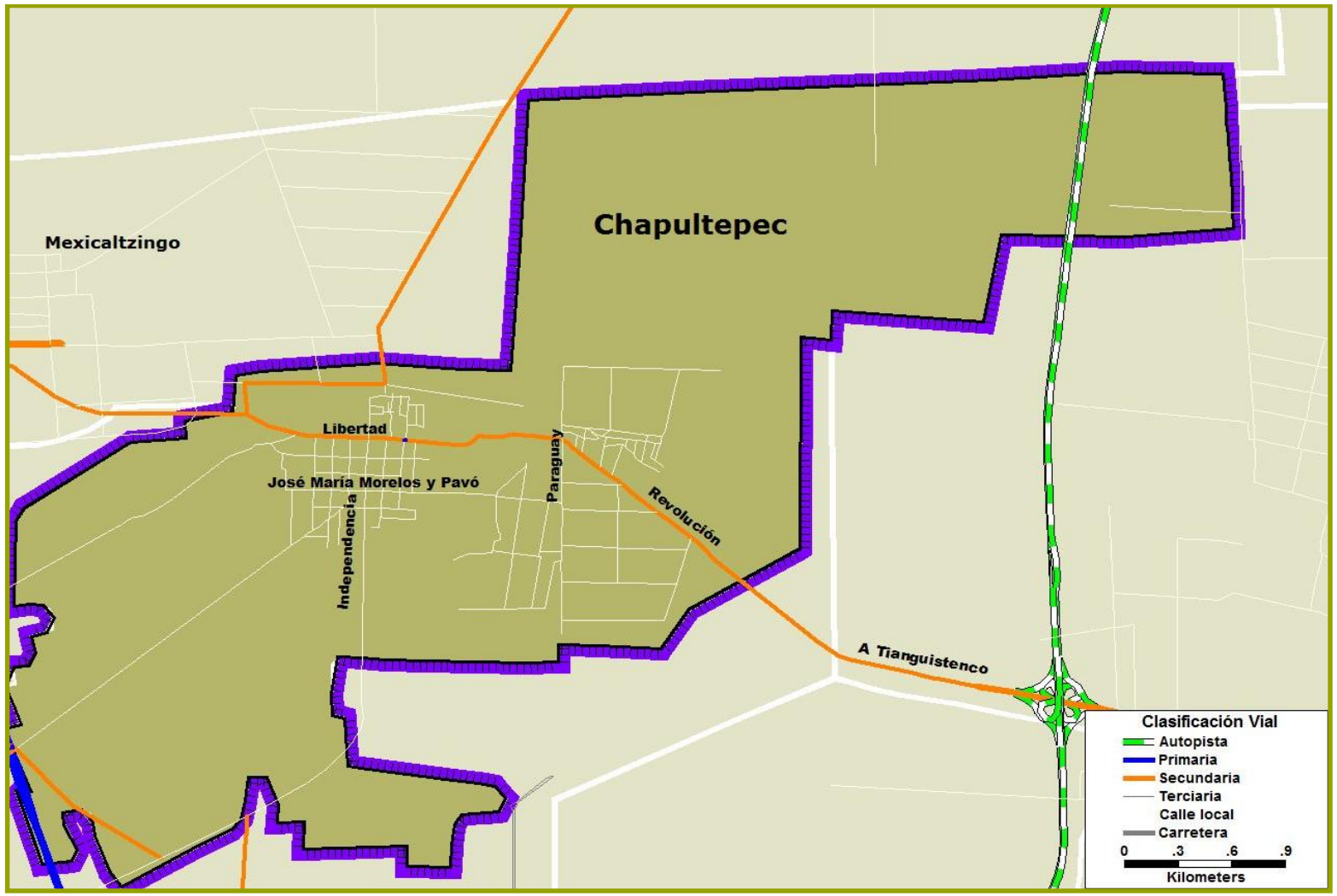
Tipo de Vialidad	Segmentos	Mín. (km)	Máx. (km)	Promedio (km)	Total	Total
Autopista	2	0	9	8.50	17	26
Calle local	194	0	2	0.19	37	56
Primaria	8	0	1	0.50	4	6
Secundaria	26	0	2	0.31	8	12
Total	230	0	9	0.29	66	100

Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Las principales vialidades que estructuran la movilidad de los usuarios tanto de transporte público como privado por sentido de circulación son (Mapa IX.18):

- *Sentido Oriente – Poniente*: Libertad, carretera a Santiago Tianguistenco y José María Morelos y Pavón.
- *Sentido Poniente – Oriente:* Libertad, carretera a Santiago Tianguistenco y José María Morelos y Pavón.
- *Sentido Norte - Sur:* Independencia y Paraguay.
- *Sentido Sur - Norte:* Independencia y Paraguay.

Mapa IX.18: Clasificación funcional de la red vial de Chapultepec



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

IX.4 Velocidades de operación de la red vial

Las vialidades con información de tiempo de recorrido corresponden a vías importantes a nivel metropolitano, que fungen como vía de acceso o relevancia considerable en el funcionamiento interno de la ciudad. Dichas vialidades son consideradas de orden primario y secundario en la estructura vial de la ZMT (Ayuntamiento de Toluca de Lerdo 2013).

La velocidad media de operación (Tabla IX.18) corresponde a la Hora de Máxima Demanda (HMD), que es la hora crítica en el flujo de la movilidad de la ciudad, en este periodo se tiene una velocidad promedio de 38 km/h en las vialidades analizadas; dicho dato indica que las condiciones de circulación comienzan a manifestar factores de congestión elevados, con el subsecuente incremento en el tiempo de recorrido para los usuarios del transporte privado y público.

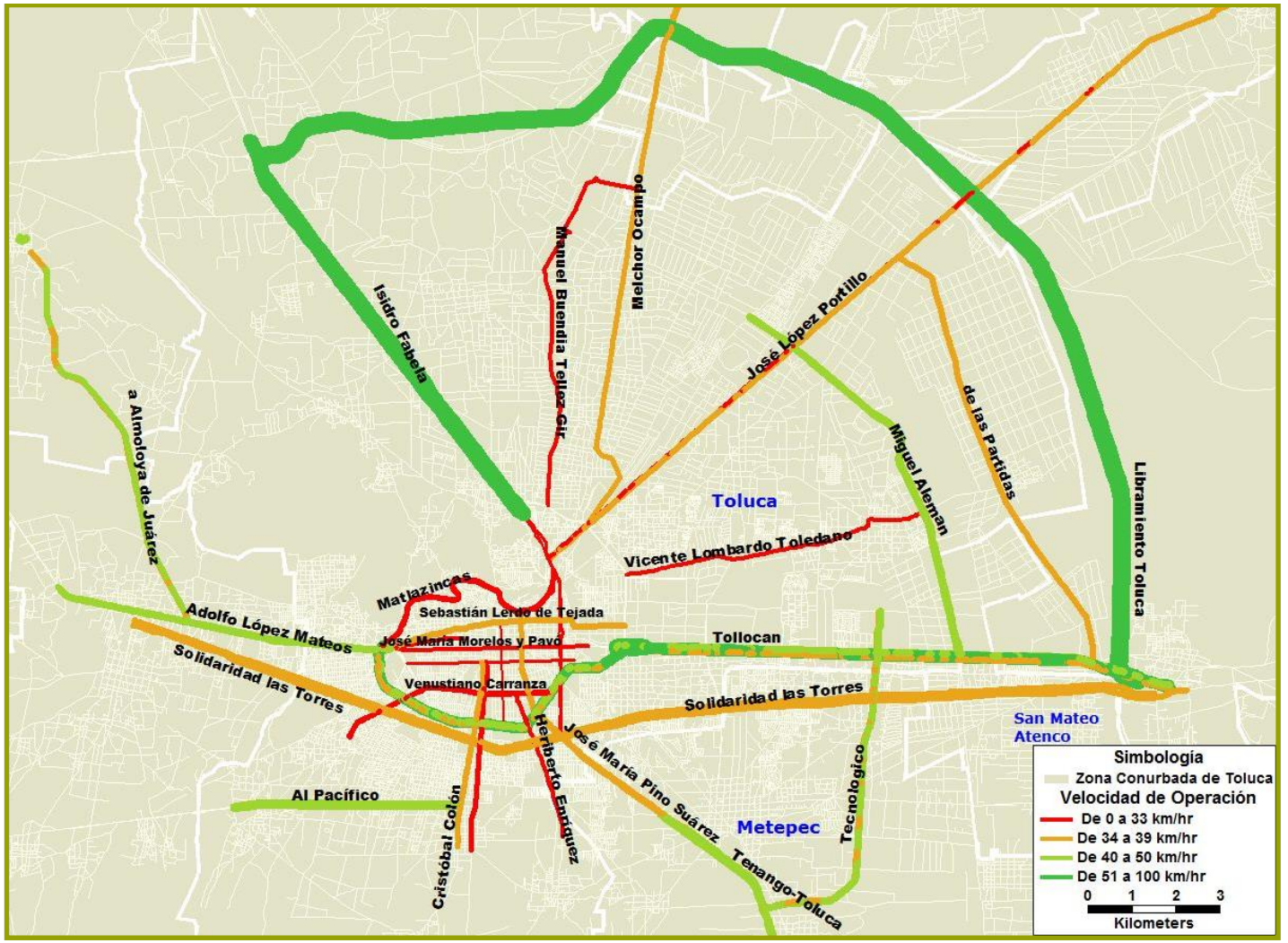
La vialidad con mayor velocidad registrada es el “Libramiento de Toluca” con 82 km/h, esta situación obedece a su naturaleza de eje vial de alta velocidad que funge como libramiento de los viajes de largo recorrido y evitar cruzar la ciudad. La vialidad con menor velocidad registrada es la Avenida “Benito Juárez” con 18 km/h por su cercanía al centro de la ciudad. Además del uso de suelo intenso en actividades terciarias que lo convierten en un eje comercial de importancia relevante. En el Mapa IX.19 se muestra la localización de las vialidades con información de velocidades medias de operación.

Tabla IX.18: Velocidades de circulación en hora de máxima demanda

Nombre de la vialidad	Velocidad promedio en hora pico	Nombre de la vialidad	Velocidad promedio en hora pico
A. Almoloya	38	Lerdo de Tejada	37
A. López Mateos	45	Libramiento Toluca	82
Av. de las Partidas	36	Manuel Buen Día	27
Av. Tecnológico	40	Paseo Matlazincas	32
Benito Juárez	18	Pino Suarez	35
Blvd. Aeropuerto	41	Tollocan Alta	59
Calzada del Pacífico	50	Tollocan Baja	39
Cristóbal Colón	35	Toluca - Ixtlahuaca	71
Heriberto Enríquez	28	Toluca - Naucalpan	37
Hidalgo	28	Toluca - Temoaya	35
Isidro Fabela	20	Toluca - Tenango	48
Jesús Carranza	32	Valentín Gómez Farías	24
José Ma. Morelos	28	Vicente Lombardo Toledano	28
López Portillo	33	Venustiano Carranza	33
Las Torres	39		

Fuente: Elaboración propia con base al Estudio de Movilidad de Transporte Privado ZMCT, 2013.

Mapa IX.19: Velocidades de operación en vías primarias



Fuente: Elaboración propia con base al Estudio de Movilidad de Transporte Privado ZMCT, 2013.

IX.5 Congestionamiento y accidentabilidad vial

Los problemas de congestionamiento vial son producto de uso intensivo de infraestructura para vehículos automotores. Volúmenes excesivos de automovilistas que intentan hacer uso de ella repercute en la disminución de velocidad media de operación.

La zona urbana de estudio no queda exenta de este tipo fenómenos. En el municipio de Toluca, se encuentra mayor número de tramos de vía congestionados, de los cuales, Paseo Tollocan es una vialidad que presenta este inconveniente principalmente; Zinacantepec y Metepec son otros de los municipios que integran la ZMT que muestran congestionamiento en sus vialidades principales, tales como Avenida las Torres, Adolfo López Mateos y 16 de Septiembre. En el Anexo 3 se enlistan los tramos de vías que presentan congestionamiento durante un día promedio.

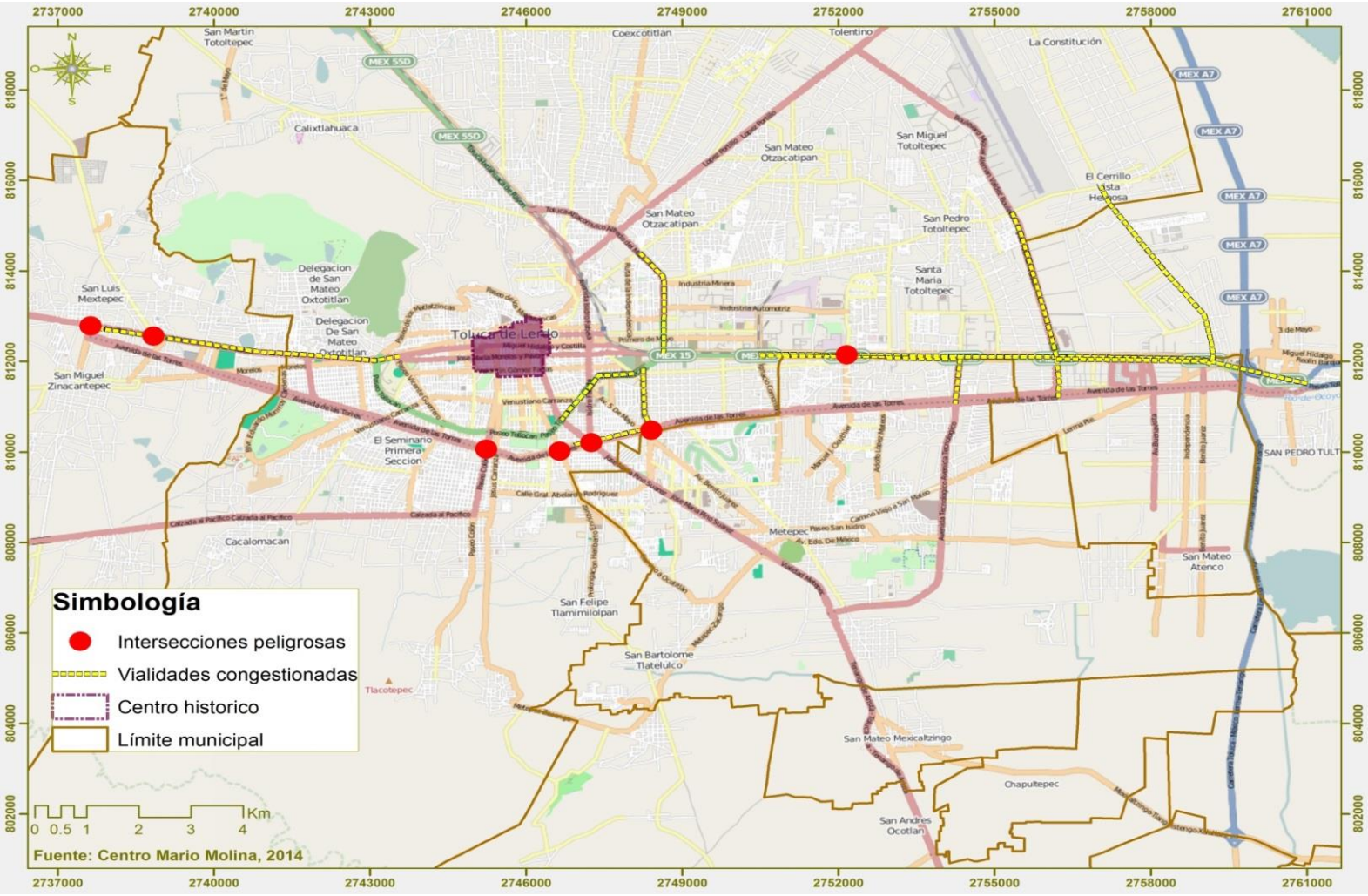
En cuanto accidentabilidad, de acuerdo a información de la Secretaría de Seguridad Ciudadana del Estado de México, el municipio de Toluca es el que presenta la tasa de accidentes más alta con un promedio de 40 accidentes registrados semanalmente, seguido de Metepec con 10 accidentes por semana y Zinacantepec con siete.

En concordancia, el municipio de Toluca, Metepec y Zinacantepec también presentan el mayor número de intersecciones consideradas peligrosas dentro de la ZMVT; 16, 4 y 5 intersecciones respectivamente (Anexo 3).

El congestionamiento y la inseguridad vial son externalidades derivadas de los patrones de movilidad de la población de toda ciudad, por una parte, el congestionamiento no solo produce pérdidas significativas en tiempo para la realización de actividades, además el uso prolongado de los vehículos automotores genera altas emisiones de gases efecto invernadero y gases contaminantes que afectan la salud pública. Por otra parte, la inseguridad vial es el producto de los desaciertos en los diseños de infraestructura vial que repercuten en la pobre integración de las diferentes modalidades de transporte y el incremento de la probabilidad de que se presenten accidentes.

La formulación e implementación de estrategias y medidas que desincentiven el uso excesivo de los vehículos particulares toma importancia para poder mitigar el congestionamiento vial y garantizar la integridad física de la población que trata de satisfacer sus necesidades de movilidad.

Mapa IX.20: Principales vialidades congestionadas e intersecciones peligrosas



IX.6 Estructura de la red de transporte público

La red de Transporte público en la Zona Metropolitana de Toluca está conformada por 22 empresas, listadas en la Tabla IX.19, que brindan el servicio de transporte público a través de 222 rutas distribuidas en toda la ciudad. Por su participación en el número de rutas, la empresa Servicios Urbanos y Suburbanos Xinantécatl S.A. de C.V. es la más importante con 25 rutas, equivalentes a una cuota de mercado de 11%. Por el contrario, las empresas Autotransportes Urbanos de Toluca y Zona Conurbada S.A. de C.V., Línea de Turismos Toluca – Tenango Estrella de Oro S.A. de C.V., Autotransportes Ala de Oro S.A. de C.V., Autotransportes del Valle de Toluca S.A. de C.V. y Autotransportes Primero de Mayo, son las que concentran menor número de rutas (solo 4), y su cuota de mercado es equivalente al 2% por empresa. Considerando la totalidad de empresas en operación, el promedio de rutas por empresa es de diez rutas.

Tabla IX.19: Rutas de transporte público en la ZMT

Empresa	Número de rutas	Participación porcentual
Autobuses Flecha Blanca de Toluca S.A. de C.V.	11	5.0%
Autotransportes Colón Nacional S.A. de C.V.	10	4.5%
Autotransportes México-Toluca-Zinacantepec y Ramales S.A. de C.V.	12	5.4%
Autotransportes Suburbanos de Toluca y Zona Industrial S.A. de C.V.	11	5.0%
Autotransportes Toluca-Capultitlán Triangulo Rojo S.A. de C.V.	18	8.1%
Autotransportes Urbanos de Toluca y Zona Conurbada S.A. de C.V.	4	1.8%
Autotransportes Urbanos y Suburbanos Tollotzin, S.A. de C.V.	8	3.6%
Autotransportes Urbanos y Zona Conurbada del Valle de Toluca Adolfo López Mateos, S.A. de C.V.	9	4.1%
Línea de Turismos Toluca - Tenango Estrella de Oro S.A. de C.V.	4	1.8%
Red de Transporte Publico S.A. de C.V.	8	3.6%
Servicios Intermetropolitano de Transporte S.A. de C.V.	11	5.0%
Servicios Urbanos y Suburbanos Xinantécatl S.A. de C.V.	25	11.3%
Sistema de Transporte Urbano y Suburbano de la Ciudad de Toluca, S.A. de C.V.	13	5.9%
Transportes Urbanos y Suburbanos Tollocan S.A. de C.V.	11	5.0%
Autobuses Estrella del Noreste, S.A. de C.V.	17	7.7%
Autobuses Toluca Tlachaloya y Ramales S.A. de C.V	7	3.2%
Autotransportes Ala de Oro, S.A. de C.V.	4	1.8%
Autotransportes del Valle de Toluca S.A. de C.V	4	1.8%
Autotransportes Primero de Mayo S.A. de C.V	4	1.8%
Autotransportes Temoayenses S.A. de C.V	12	5.4%

Empresa	Número de rutas	Participación porcentual
Autotransportes Urbanos y Suburbanos Corsarios del Norte S.A. de C.V.	8	3.6%
Transportes de Pasajeros de Segunda Clase Flecha de Oro, S.A. de C.V.	11	5.0%
Total	**222**	**100%**

Fuente: ST-SIPATP, 2007.

De acuerdo al Reglamento de Transporte Público y Servicios Conexos del Estado de México el servicio de transporte público se clasifica en dos tipos:

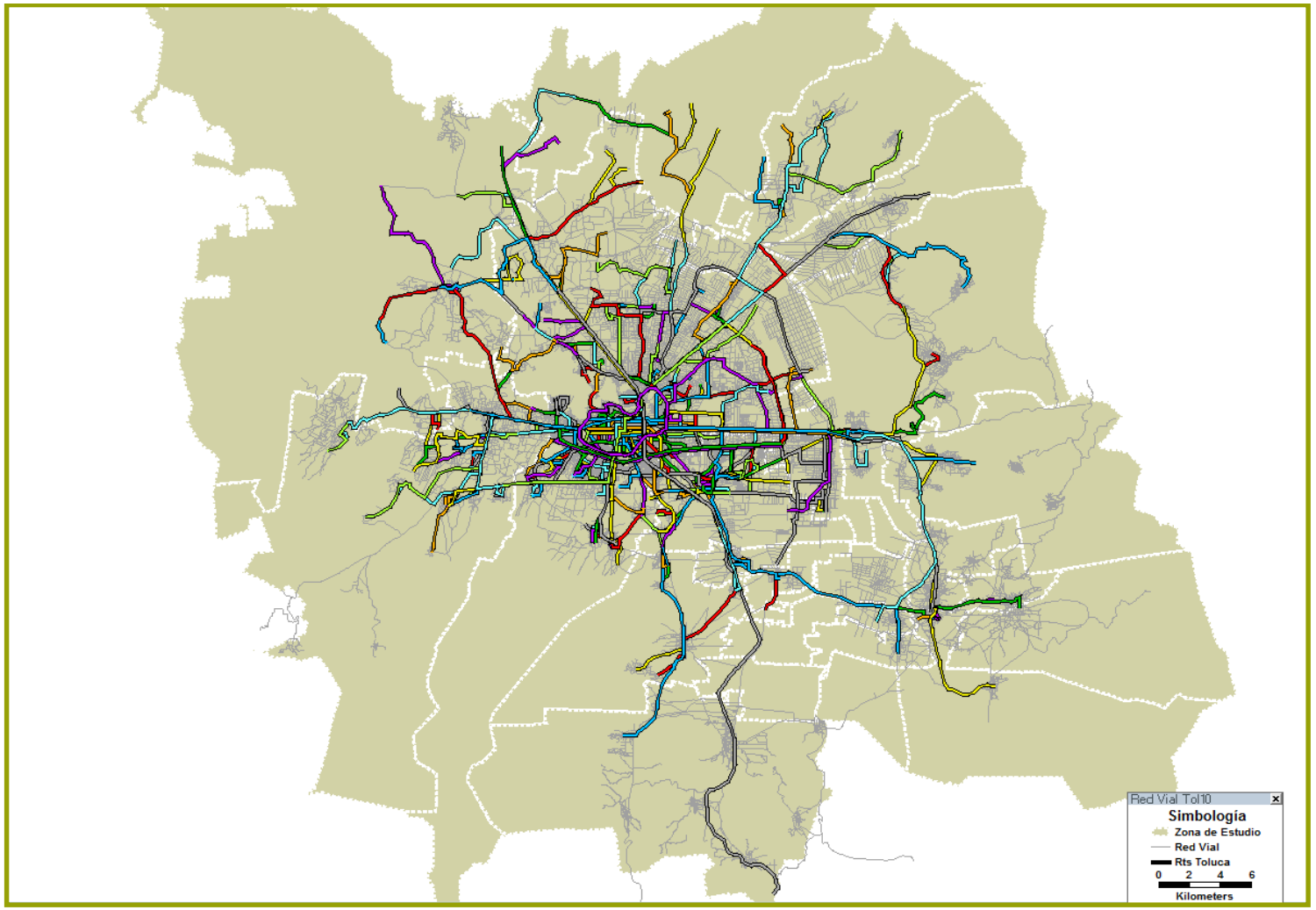
I. *Intraurbano (Servicios Urbanos),* el que se presta dentro de los límites de un centro urbano determinado o en áreas geográficamente conurbadas dentro del territorio del Estado.

II. *Interurbano (Servicios Suburbanos),* el que se presta entre dos centros urbanos no conurbados. Este servicio no podrá autorizarse para vehículos de propulsión no mecánica.

Los servicios de transporte tipo urbano operan en 155 rutas y representan 70% del total de las rutas de transporte público en la ciudad; los servicios suburbanos operan 67 rutas con una participación del 30% (Tabla IX.20).

En el Mapa IX.21 se observa la red de transporte público que contempla rutas urbanas y suburbanas.

Mapa IX.21: Red de transporte público ZMT



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Tabla IX.20: Rutas de transporte público en la ZMT por tipo de servicio

Tipo	Empresa	Total de rutas	Participación porcentual
Urbana	Autobuses Flecha Blanca de Toluca S.A. de C.V.	11	5.0%
	Autotransportes Colón Nacional S.A. de C.V.	10	4.5%
	Autotransportes México-Toluca-Zinacantepec y Ramales S.A. de C.V.	12	5.4%
	Autotransportes Suburbanos de Toluca y Zona Industrial S.A. de C.V.	11	5.0%
	Autotransportes Toluca-Capultitlán Triangulo Rojo S.A. de C.V.	18	8.1%
	Autotransportes Urbanos de Toluca y Zona Conurbada S.A. de C.V.	4	1.8%
	Autotransportes Urbanos y Suburbanos Tollotzin, S.A. de C.V.	8	3.6%
	Autotransportes Urbanos y Zona Conurbada del Valle de Toluca Adolfo López Mateos, S.A. de C.V.	9	4.1%
	Línea de Turismos Toluca - Tenango Estrella de Oro S.A. de C.V.	4	1.8%
	Red de Transporte Público S.A. de C.V.	8	3.6%
	Servicios Intermetropolitano de Transporte S.A. de C.V.	11	5.0%
	Servicios Urbanos y Suburbanos Xinantécatl S.A. de C.V.	25	11.3%
	Sistema de Transporte Urbano y Suburbano de la Ciudad de Toluca, S.A. de C.V.	13	5.9%
	Transportes Urbanos y Suburbanos Tollocan S.A. de C.V.	11	5.0%
Total Urbana		**155**	**69.8**%
Suburbana	Autobuses Estrella del Noreste, S.A. de C.V.	17	7.7%
	Autobuses Toluca Tlachaloya y Ramales S.A. de C.V	7	3.2%
	Autotransportes Ala de Oro, S.A. de C.V.	4	1.8%
	Autotransportes del Valle de Toluca S.A. de C.V	4	1.8%
	Autotransportes Primero de Mayo S.A. de C.V	4	1.8%
	Autotransportes Temoayenses S.A. de C.V	12	5.4%
	Autotransportes Urbanos y Suburbanos Corsarios del Norte S.A. de C.V.	8	3.6%
	Transportes de Pasajeros de Segunda Clase Flecha de Oro, S.A. de C.V.	11	5.0%
Total Suburbana		**67**	**30.2**%
Total General		**222**	**100**%

Fuente: ST-SIPATP, 2007.

IX.6.1 Rutas de transporte urbano

Las 155 rutas de transporte público del tipo urbano se caracterizan por brindar servicio en los municipios conurbados en la ciudad (Toluca, Metepec, Zinacantepec, Almoloya de Juárez, Lerma de Villada y San Mate Atenco), siendo las empresas más importantes las siguientes:

- Servicios Urbanos y Suburbanos Xinantécatl S.A. de C.V. con 25,
- Sistema de Transporte Urbano y Suburbano de la Ciudad de Toluca S.A. de C.V. con 13 rutas,
- México – Toluca, Zinacantepec y Ramales S.A. de C.V. con 12 servicios,
- Autobuses Flecha Blanca de Toluca S.A. de C.V., Autobuses Suburbanos de Toluca y Zona Industrial S.A. de C.V., Servicios Intermetropolitanos de Transporte S.A. de C.V., y Transportes Urbanos y Suburbanos de Tollocan S.A. de C.V. con 11 rutas cada una.

En el Mapa IX.22 se observan el trazado de las rutas urbanas en la ZMT.

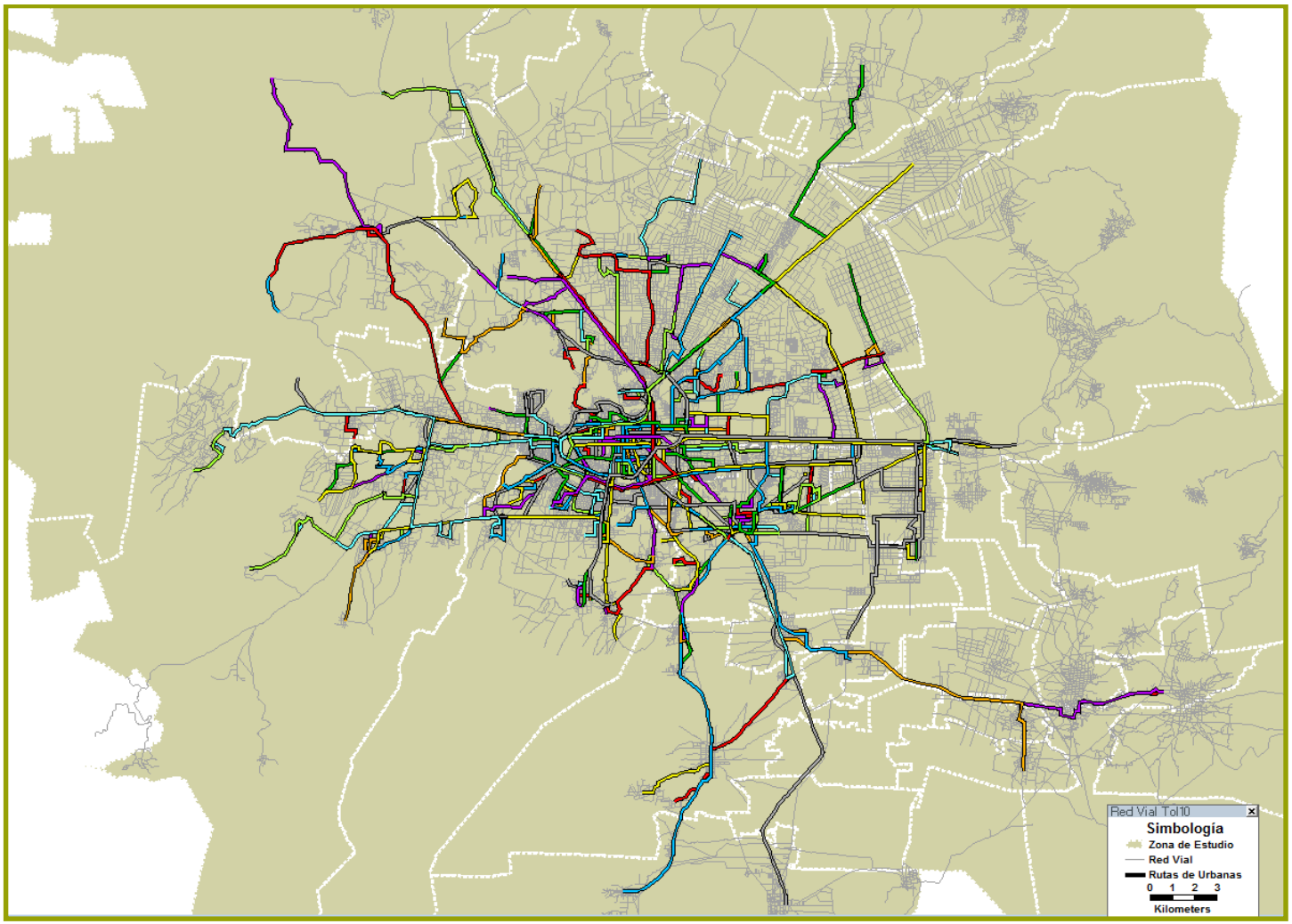
IX.6.2 Rutas de transporte suburbanas

Las 67 rutas de transporte público del tipo suburbano se caracterizan por brindar servicio a usuarios de largo recorrido uniendo municipios que aún no presentan continuidad física a la ciudad central, estos municipios son Ocoyoacac, Tenango del Valle, Santiago Tianguistenco y Temoaya. Las empresas más importantes son:

- Autobuses Estrella del Noreste S.A. de C.V. con 17 rutas.
- Autotransportes Temoayenses S.A. de C.V. con 12 rutas.
- Transportes de Pasajeros de Segunda Clase Flecha de Oro S.A. de C.V. con 11 servicios.
- Autotransportes Urbanos y Suburbanos Corsarios del Norte S.A. de C.V. con 8 rutas cada una.
- Autobuses Toluca – Tlachaloya y Ramales S.A. de C.V. con 7 servicios.

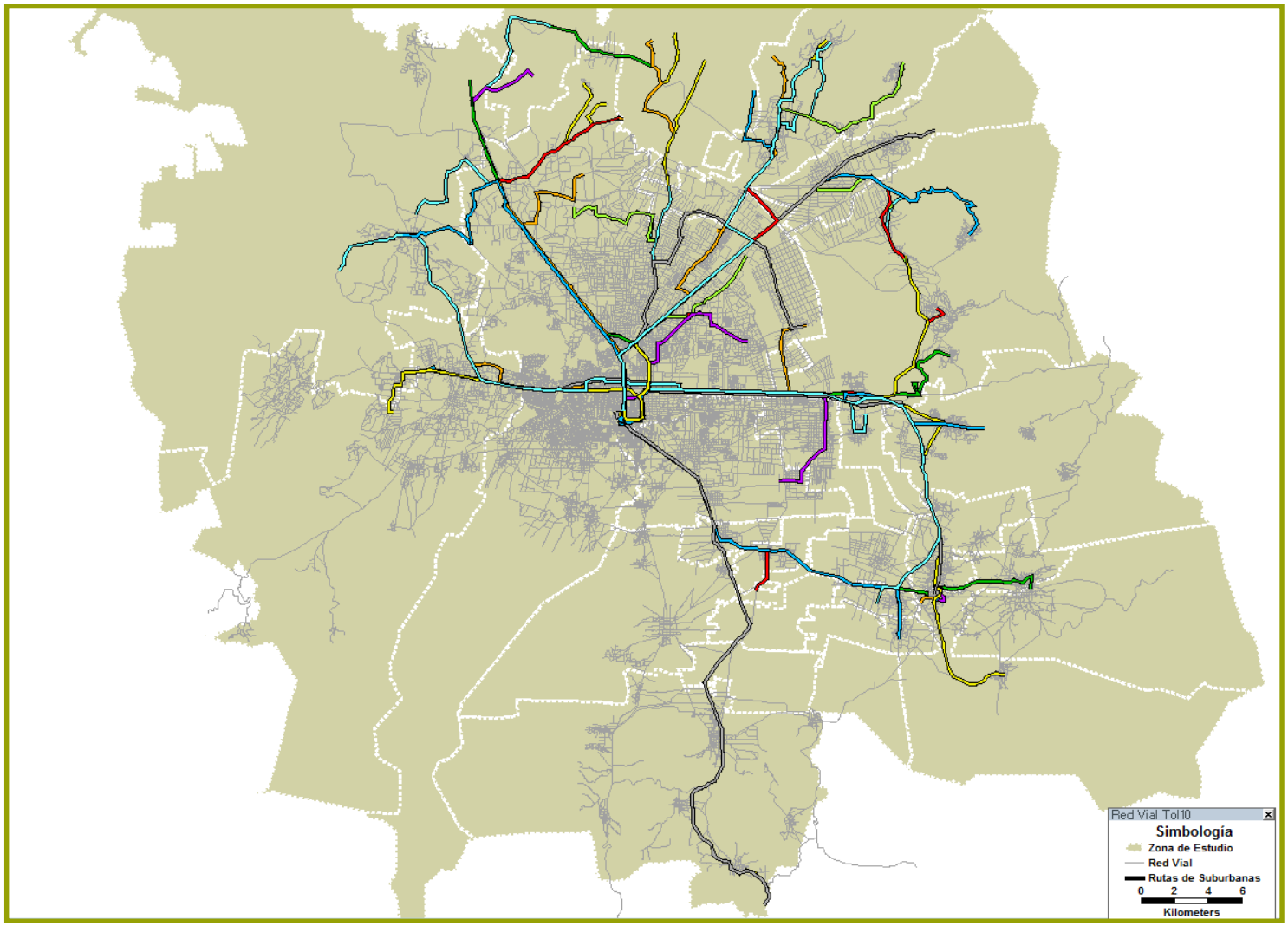
En el Mapa IX.23 se observan el trazado de las rutas suburbanas en la ZMT.

Mapa IX.22: Rutas urbanas de transporte público



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Mapa IX.23: Rutas suburbanas de transporte público



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

IX.6.3 Tipología de rutas

Las rutas de transporte público de acuerdo a su estructura física se clasifican en cuatro tipos; radiales, diametrales, tangenciales y circulares.

Las rutas radiales conectan el centro de actividades o centro histórico de la ciudad, con sus extremos o su periferia. Estas rutas comienzan a ser ineficientes cuando la ciudad inicia un proceso de expansión física; ya que sus recorridos tienen como paso obligado el centro de actividades, ocasionando un proceso de congestionamiento en dicho lugar. Por su estructura física, estas rutas absorben en sus extremos un número considerable de pasajeros, quienes comienzan a descender con forme se acercan al centro histórico.

Las rutas diametrales surgen cuando la ciudad ha crecido considerablemente y es necesario realizar adecuaciones a las rutas de transporte existentes. El primer ajuste que se realiza consiste en unir dos rutas radiales, lo cual genera una ruta que pasa por el centro de la ciudad y además conecta dos extremos opuestos de la ciudad.

Mediante este tipo de rutas, se evita la concentración de estaciones terminales o paraderos fijos en los centros históricos de las ciudades. Los usuarios son atraídos en gran número en los extremos opuestos, presentándose el tramo de máxima demanda antes y al llegar al centro histórico, donde desciende una gran porción de pasajeros y asciende otra nuevamente para ser distribuida a lo largo de la ruta.

Las rutas tangenciales son aquellas que pasan por un costado del centro y unen dos extremos opuestos de una ciudad. Son recomendadas para las grandes ciudades cuyo centro de actividades requiere ser descongestionado. La captación de usuarios en este tipo de rutas se comporta de manera similar a la de las rutas diametrales.

Las rutas circulares sirven como conectores para las rutas radiales y diametrales, pueden presentarse en forma de arcos o segmentos de círculos que no cruzan el centro de la ciudad. En cuanto a ascensos y descensos de pasajeros, las rutas circulares mantienen una carga uniforme a lo largo de todo su recorrido.

La mayoría de rutas de transporte público son líneas radiales y diametrales hacia el centro de la ciudad; no obstante, presentan desventajas tanto para los usuarios como para los operadores. Por ejemplo: los usuarios que quieren ir de un extremo a otro de la ciudad, forzosamente deben atravesar por el centro, situación que en muchos casos significa un desvío importante. Ante este tipo de situaciones, aparece como alternativa implementar rutas circulares, lo cual beneficia al usuario proporcionándole una elección de itinerarios más amplia.

Para realizar el análisis tipológico de las rutas de transporte púbico se dividió al territorio de la ciudad de Toluca en las siguientes cinco zonas por cuadrantes (Mapa IX.23):

- Centro, se encuentra delimitada por la vialidad de Paseo Tollocan y Paseo Matlazincas y contiene el casco urbano de la ciudad.

- Cuadrante 1, zona nororiente de Toluca junto con los municipios de Lerma, Temoaya, Xonacatlán y Otzolotepec.

- Cuadrante 2, zona suroriente de Toluca donde se encuentran los municipios de Metepec, San Mateo Atenco, Ocoyoacac, Mexicaltzingo, Chapultepec, Capulhuac, Santiago Tianguistenco, Xalatlaco, Almoloya del Río, Santa Cruz Atizapán, Rayón, San Antonio la Isla, Calima y Tenango del Valle.

- Cuadrante 3, comprende la zona surponiente, donde se localizan los municipios de Toluca y Zinacantepec.

- Cuadrante 4, refiere la parte norponiente de la ZMT, comprende el norte del municipio de Zinacantepec, el norponiente de Toluca y el municipio de Almoloya de Juárez.

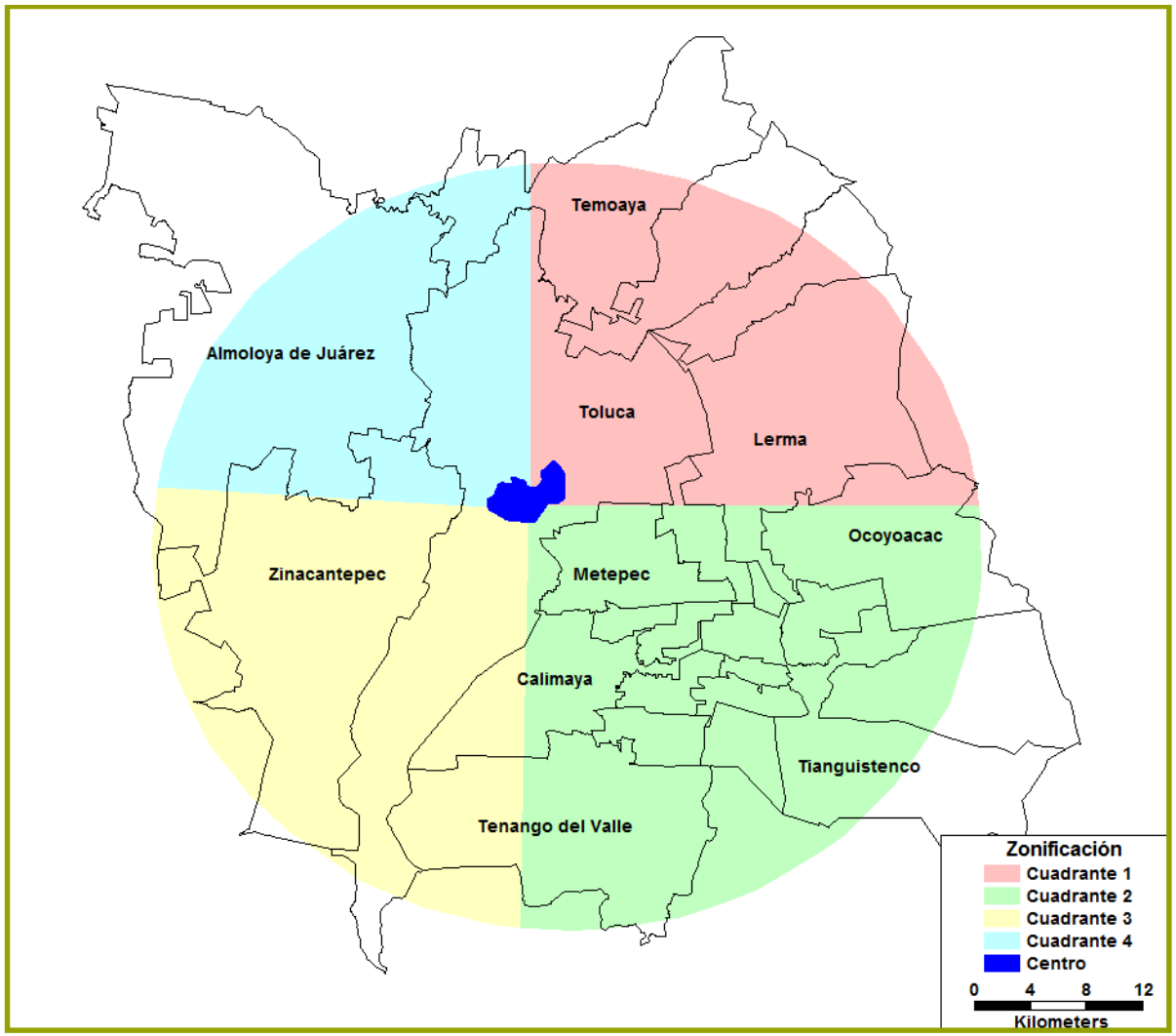
La estructura de la red de transporte público es predominantemente radial (Tabla IX.21), ya que 182 de 222 rutas son de este tipo (82%) (Mapa IX.25), 14 de las rutas son tangenciales (Mapa IX.26), 23 son diametrales (Mapa IX.27), y 3 circulares (Mapa IX.28).

Tabla IX.21: Tipología de las rutas

Tipología	Número de rutas	Porcentaje
Circular	3	1.4%
Diametral	23	10.4%
Radial	182	82%
Tangencial	14	6.2%
Total	**222**	**100**%

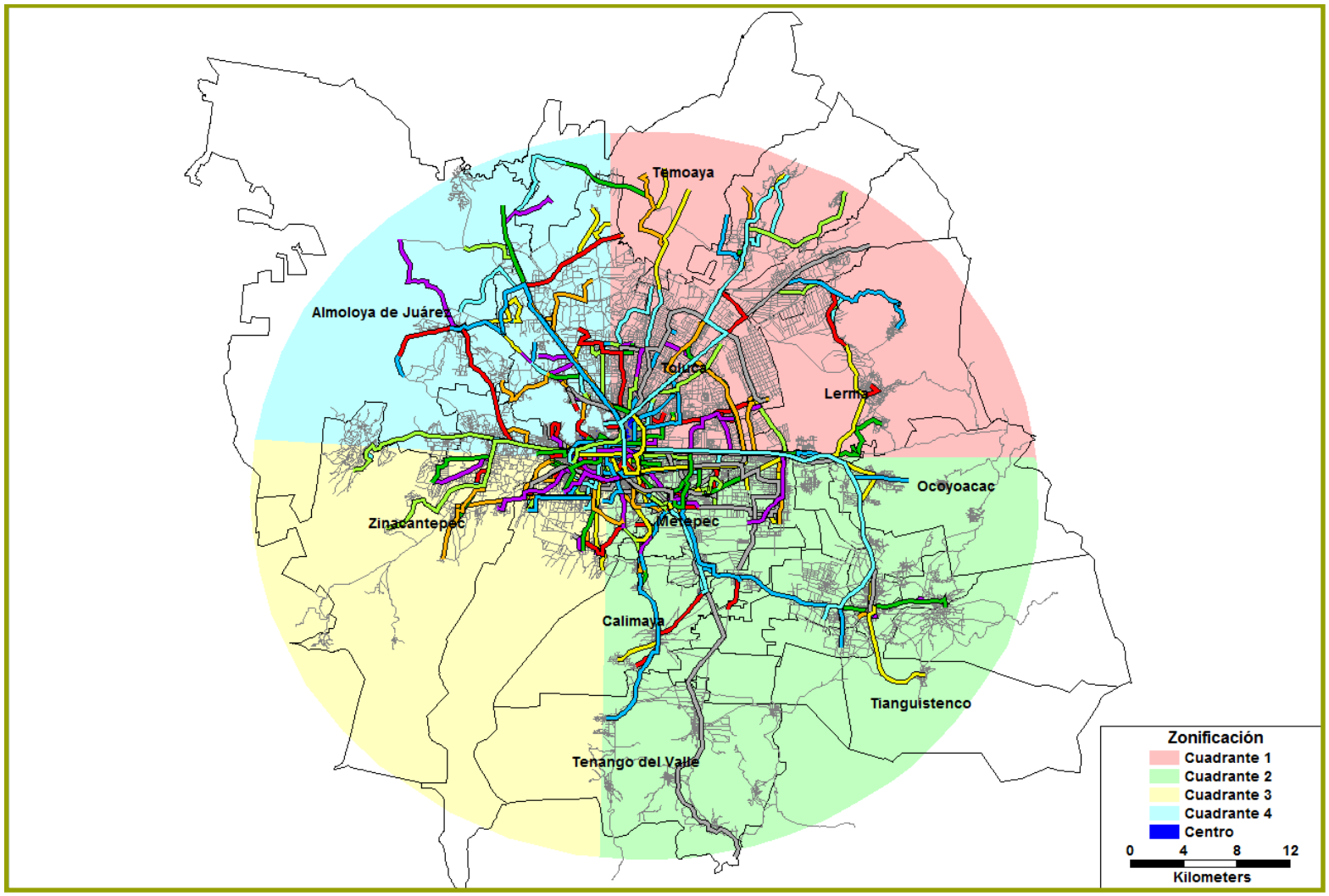
Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Mapa IX.24: Zonificación por cuadrante



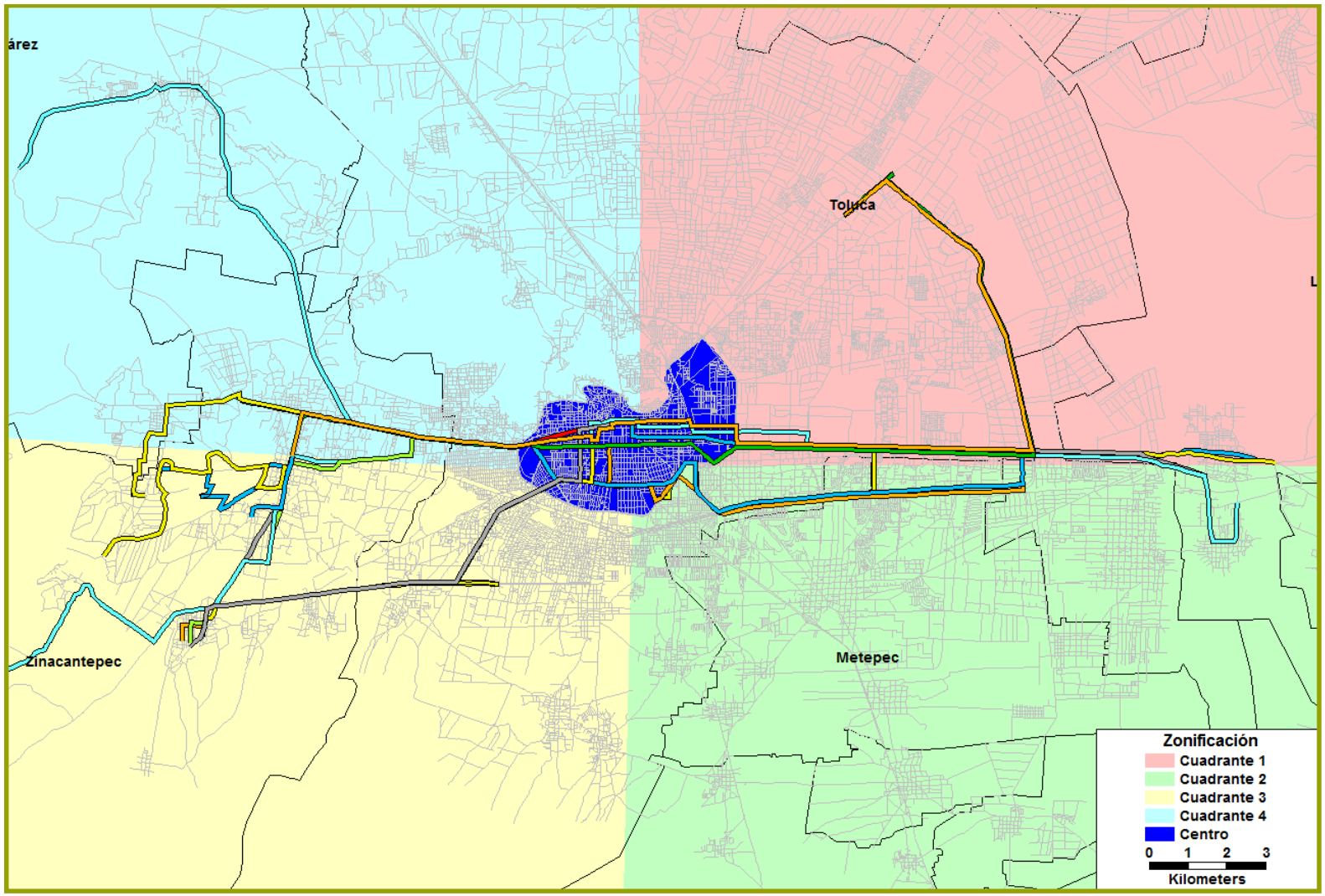
Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Mapa IX.25: Rutas radiales



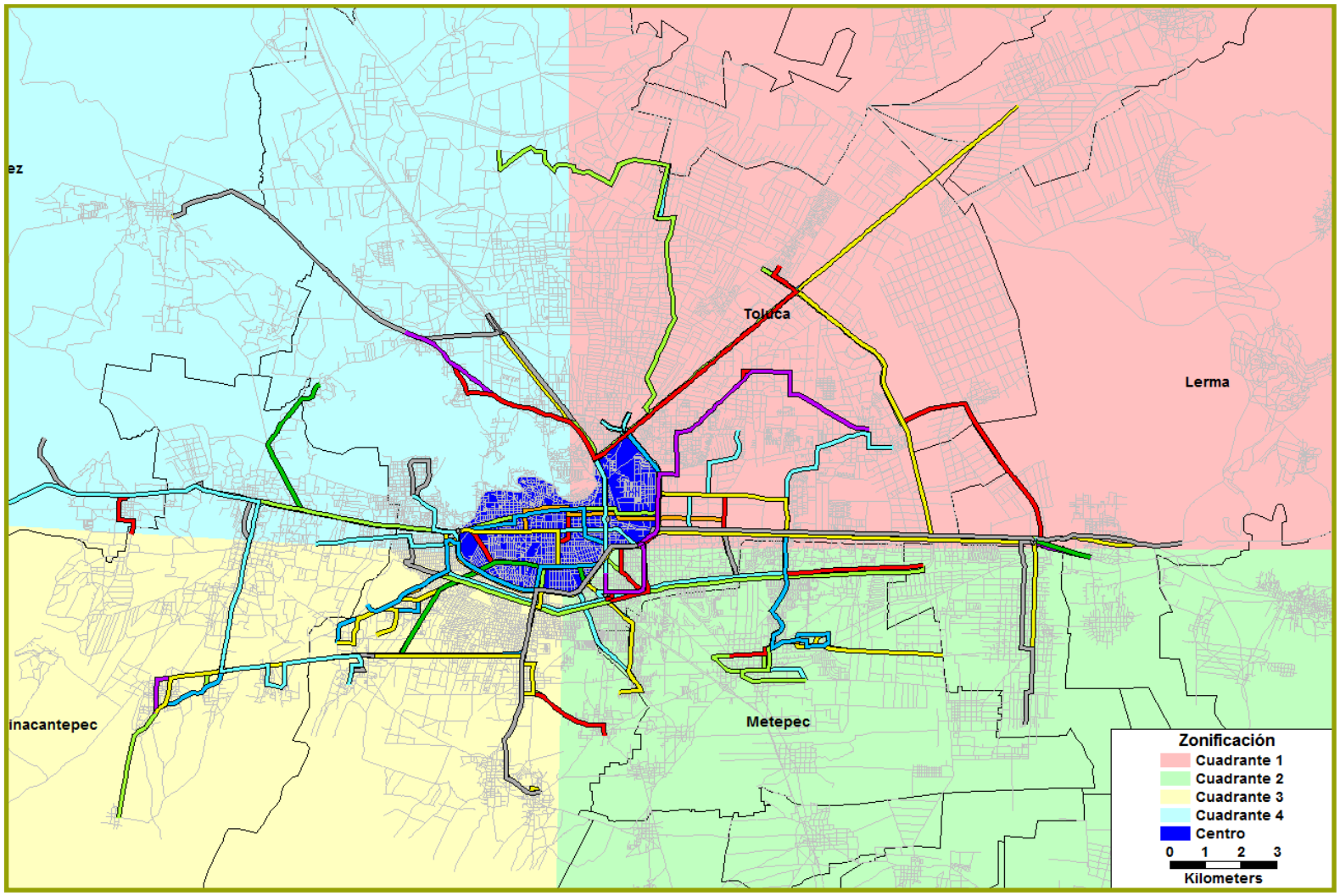
Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Mapa IX.26: Rutas tangenciales



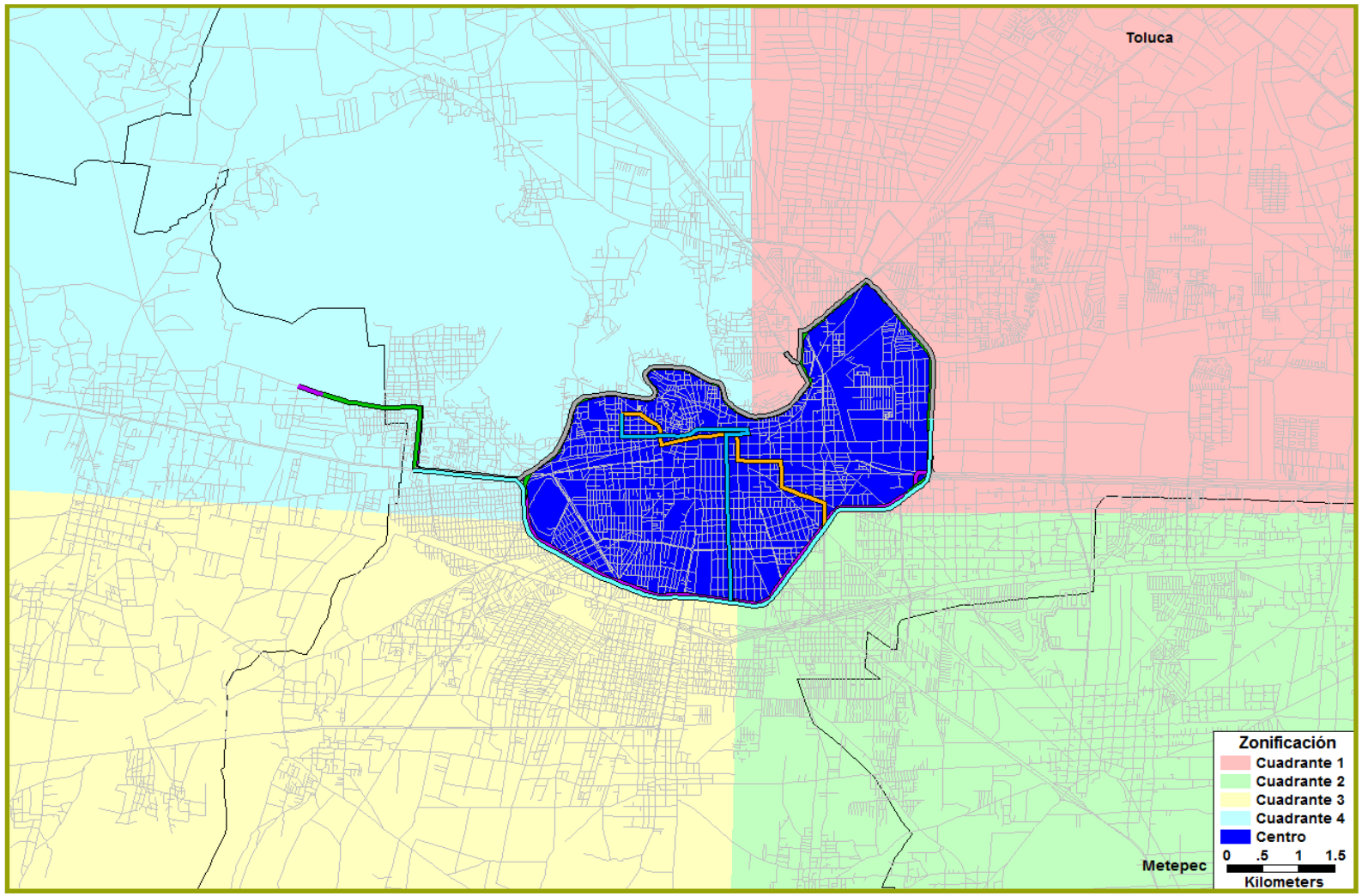
Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Mapa IX.27: Rutas diametrales



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Mapa IX.28: Rutas circulares



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

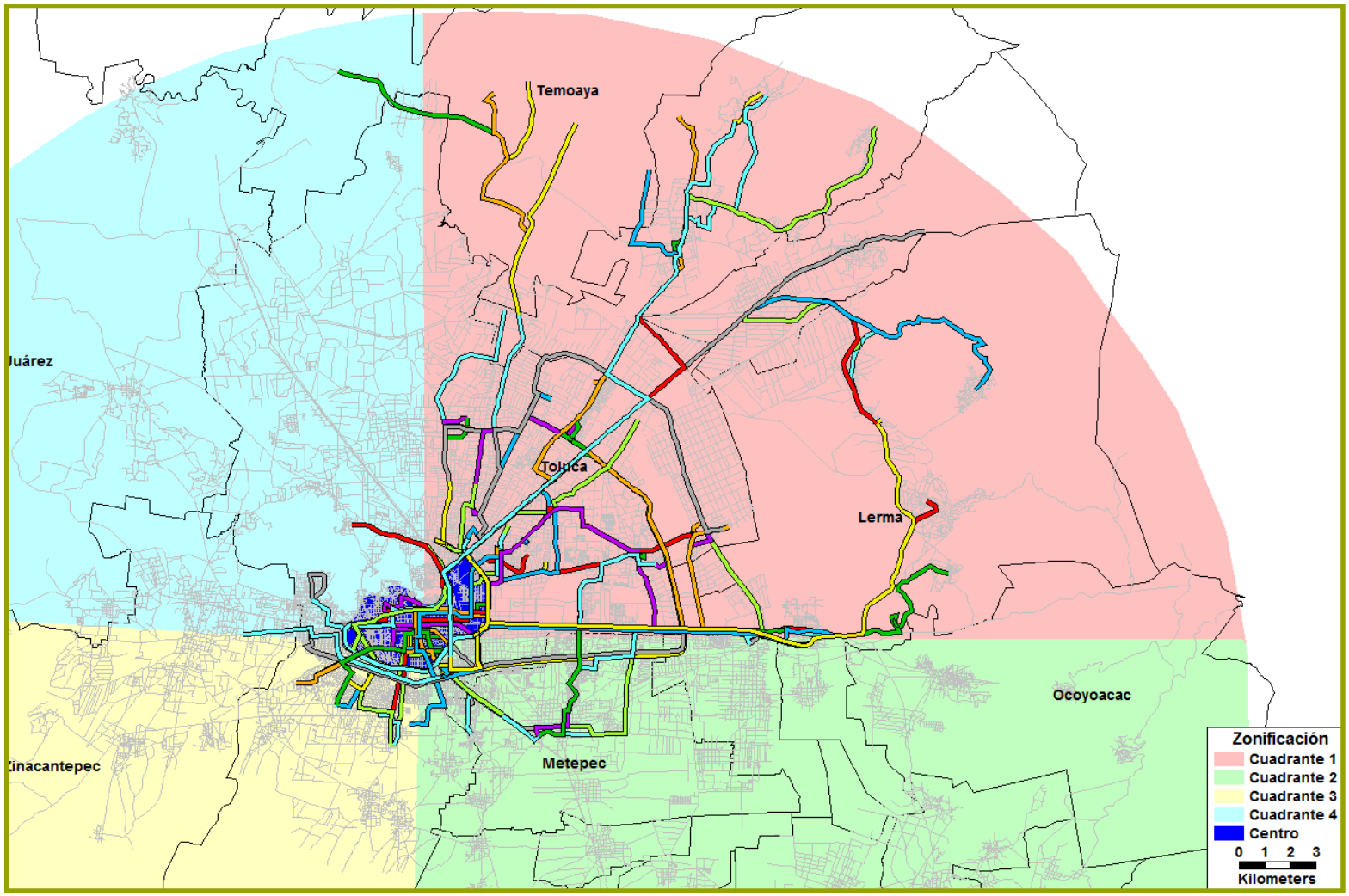
Para entender la distribución espacial de las rutas en la ciudad, la Tabla IX.22 muestra el cuadrante donde inician los servicios ofertados por las empresas operadoras. En el cuadrante uno tienen su punto de partida 67 rutas que representan 30% de las rutas ofertadas (Mapa IX.29); en el cuadrante dos se inician 60 rutas (27%) (Mapa IX.30); en el cuadrante tres se originan 33 rutas (15%) (Mapa IX.31); en el cuadrante cuatro, 61 rutas (27.5%) (Mapa IX.32); y en el centro inicia una sola ruta (0.5%).

Tabla IX.22: Tipología de las rutas por cuadrante

Tipología	Cuadrante 1	Cuadrante 2	Cuadrante 3	Cuadrante 4	Centro	Total	Porcentaje
Circular	-	-	-	2	1	3	1%
Diametral	4	6	6	7	-	23	11%
Radial	63	54	17	48	-	182	82%
Tangencial	-	-	10	4	-	14	6%
Total	**67**	**60**	**33**	**61**	**1**	**222**	**100%**
Porcentaje	**30%**	**27%**	**15%**	**27.5%**	**0.5%**	**100%**	

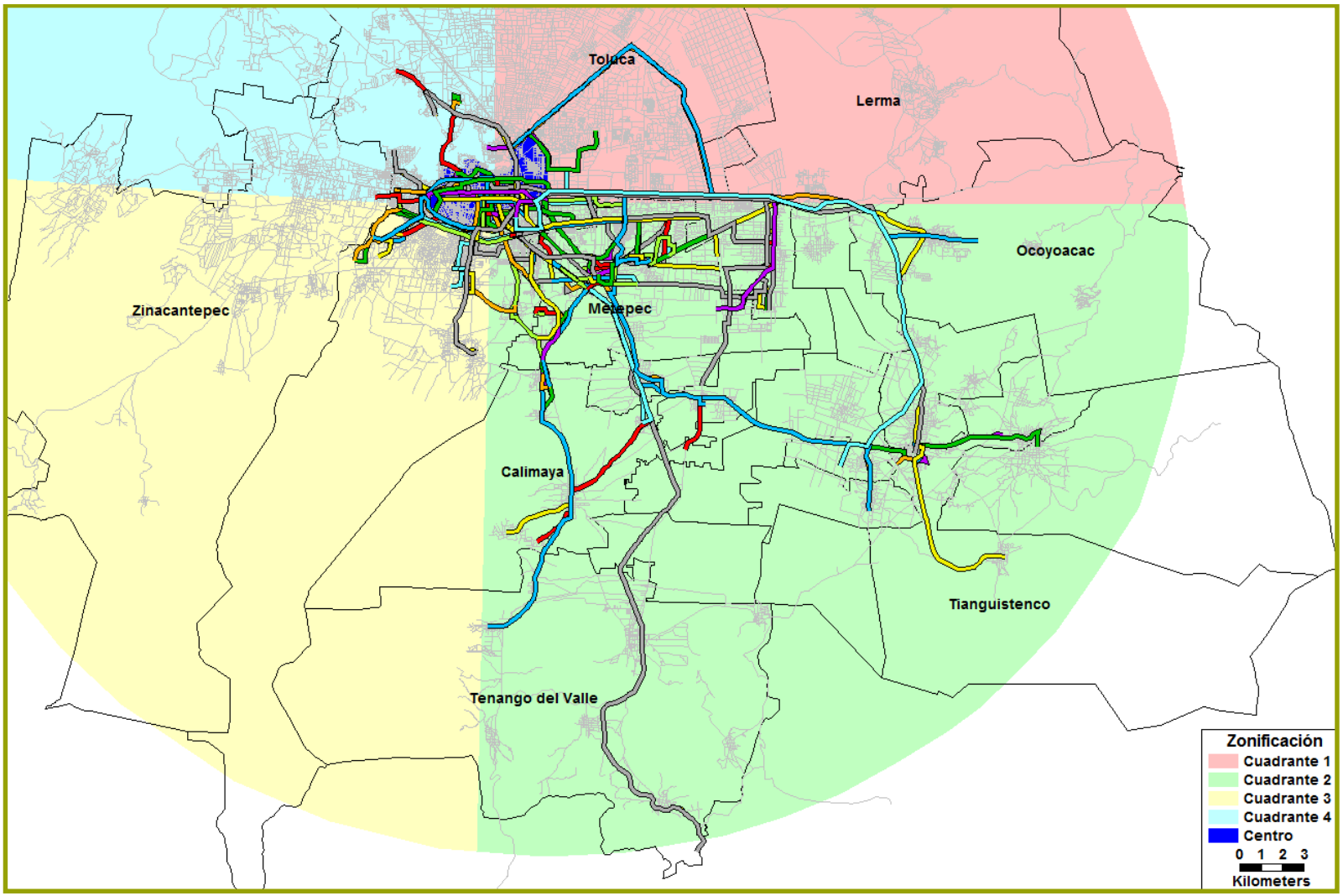
Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Mapa IX.29: Rutas en el cuadrante 1



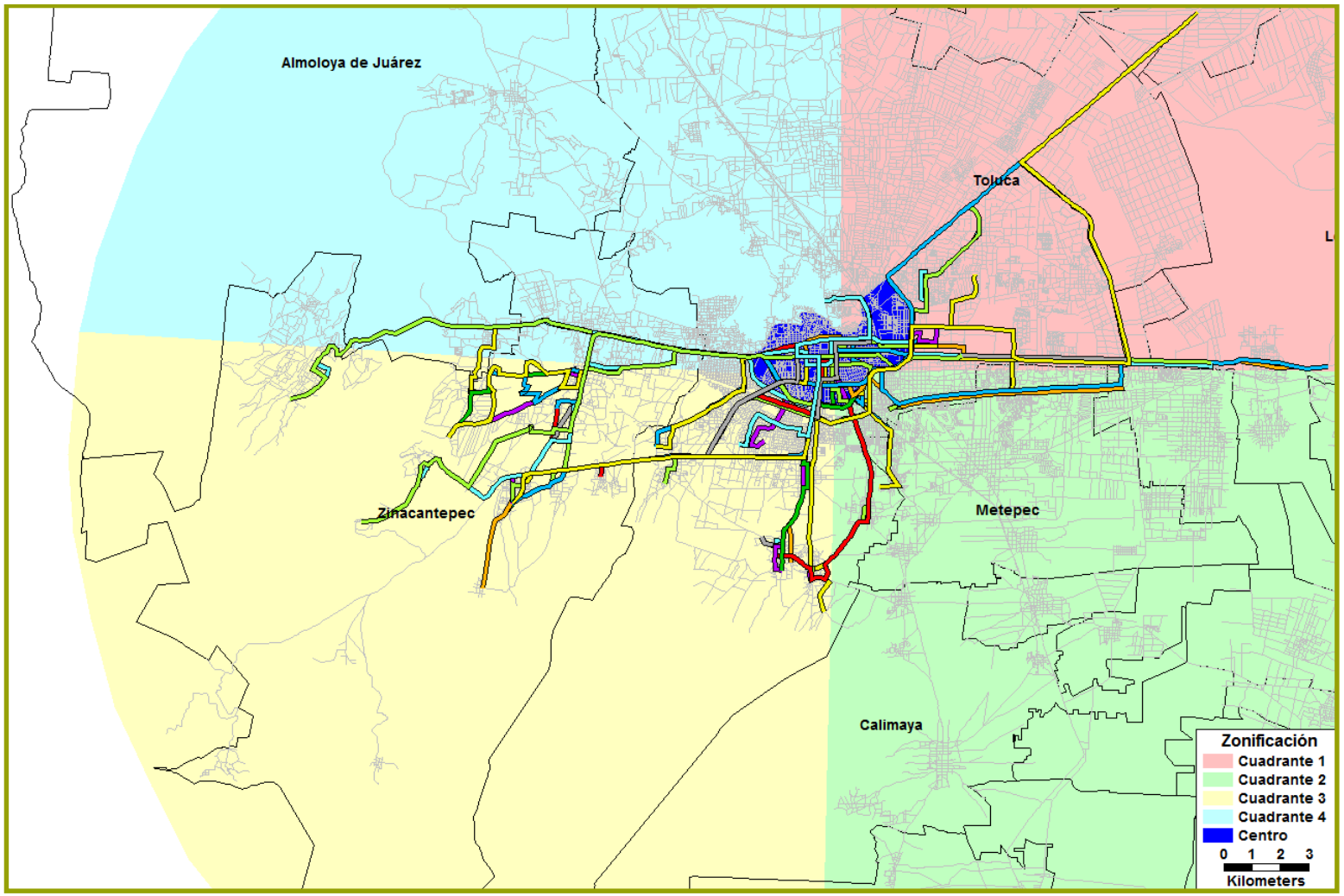
Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Mapa IX.30: Rutas en el cuadrante 2



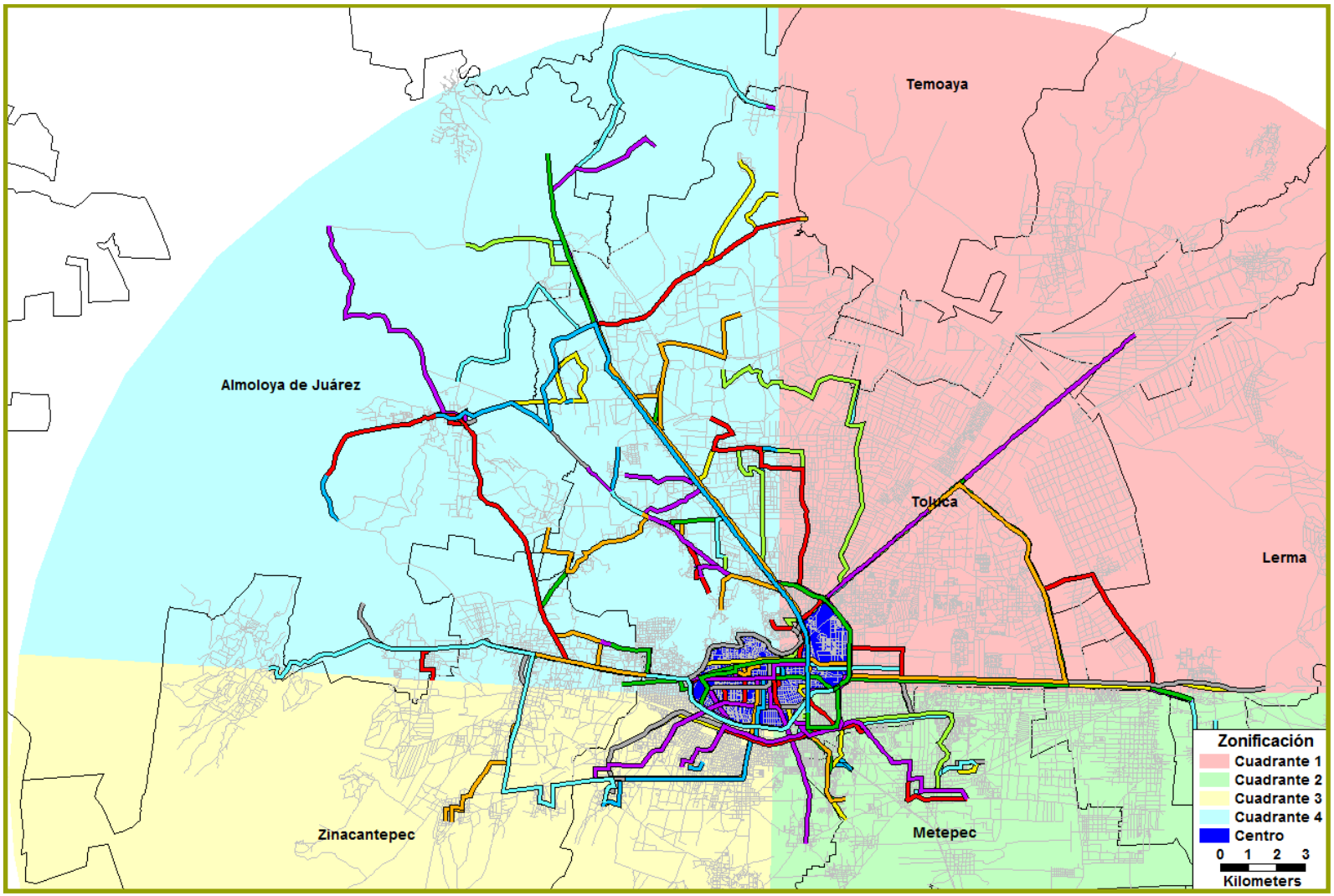
Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Mapa IX.31: Rutas en el cuadrante 3



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Mapa IX.32: Rutas en el cuadrante 4



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

IX.6.4 Rutas por ejes estructuradores

Una de las opciones existentes para mejorar la calidad los servicios de transporte en las ciudades mexicanas es la reorganización de los derroteros de transporte público en cuanto al trazado de la rutas (reestructuración), tomando en cuenta la mejora en los horarios de servicios, así como la optimización de las frecuencias y el número de unidades que deben circular, pretendiendo en la medida de los posible, contar con un sistema de transporte cuya prioridad radique en corregir las distorsiones atribuibles a la desregulación existente en la mayoría de las zonas urbanas.

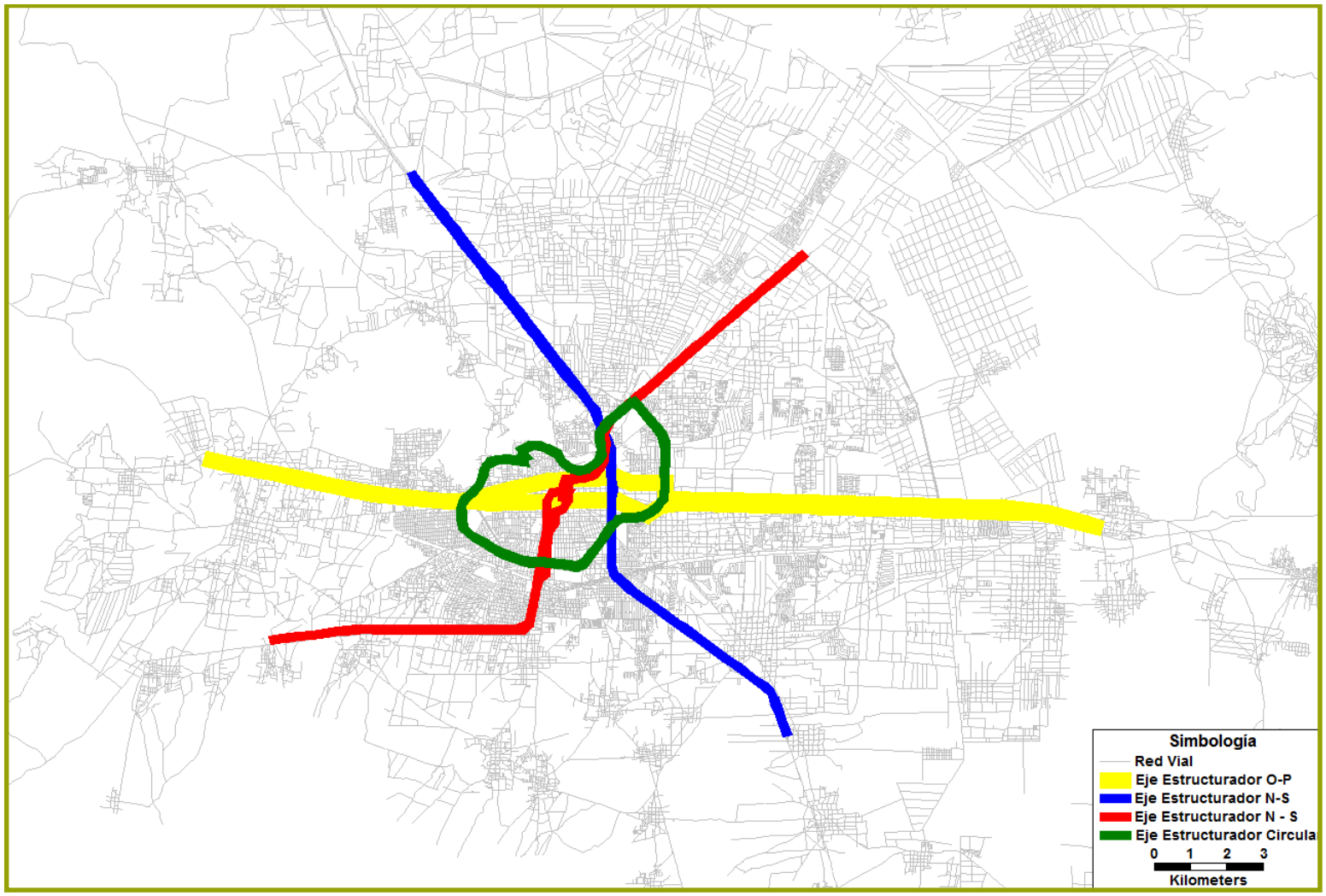
Al respecto, hay una tendencia en América Latina y los países en desarrollo por reestructurar la redes de transporte público. La reestructuración de una red transporte púbico se hace de forma parcial cuando se ha detectado que parte de ella presenta deficiencias importantes, como en el caso del Metrobús de la ciudad de México). Sin embargo, es probable que los problemas locales sean síntomas de un problemática que se encuentre extendida en toda la red, resultando por lo tanto, más conveniente reestructurar la red en su totalidad. Para definir el grado de reestructuración de una red es pertinente realizar un diagnóstico considerando tres aspectos clave; el nivel de servicio ofertado a los usuarios (corto plazo), la eficiencia del sistema en su conjunto (mediano plazo) y la coherencia entre el sistema de transporte y el crecimiento de la ciudad (largo plazo).

Atendiendo a este enfoque de mejora de los servicios de transporte en la ZMT se hace necesario analizar la red de transporte público con base en corredores naturales, por ello a continuación se presenta el análisis de dicha red para definir rutas susceptibles de ser integradas en corredores de transporte. Para este análisis se definieron cuatro ejes o vialidades de la ZMT, las cuales estructuran la ciudad en los distintos sentidos (Mapa IX.33):

1. Eje estructurador Oriente – Poniente y viceversa, pasando por el centro de la ciudad con un par vial en Av. Morelos y Lerdo,
2. Eje estructurador Norponiente – Suroriente pasando por la terminal de autobuses,
3. Eje estructurador Nororiente – Surponiente pasando por el centro de la ciudad,
4. Eje estructurador Circular delimitado por las vialidades de Paseo Tollocan, Paseo Matlazincas, López Portillo y Alfredo del Mazo.

En la revisión de las rutas sobre los ejes estructuradores se identifican los siguientes dos tipos: a) rutas con influencia directa, ya que realizan recorridos extensos sobre los ejes establecidos y pueden formar corredores de transporte masivo que mejoren la movilidad de la ciudad; y b) rutas con poca influencia que pueden ser modificadas ante una estrategia de reestructuración de rutas.

Mapa IX.33: Ejes estructuradores



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

IX.6.4.1 Eje Estructurador Oriente – Poniente

Las rutas con influencia directa sobre el eje estructurador Oriente – Poniente que pueden ser consideradas en una propuesta de reestructuración de rutas son 35 (Tabla IX.23). Estas rutas ocupan segmentos considerables del corredor oriente-poniente, ya que recorren sobre el mismo un promedio de 27 km. Por el contrario, 21 rutas son consideradas de poca influencia ya que recorren en promedio 12 km sobre este eje estructurador, por lo que se recomienda modificar su ruta para alimentar al corredor a consolidar.

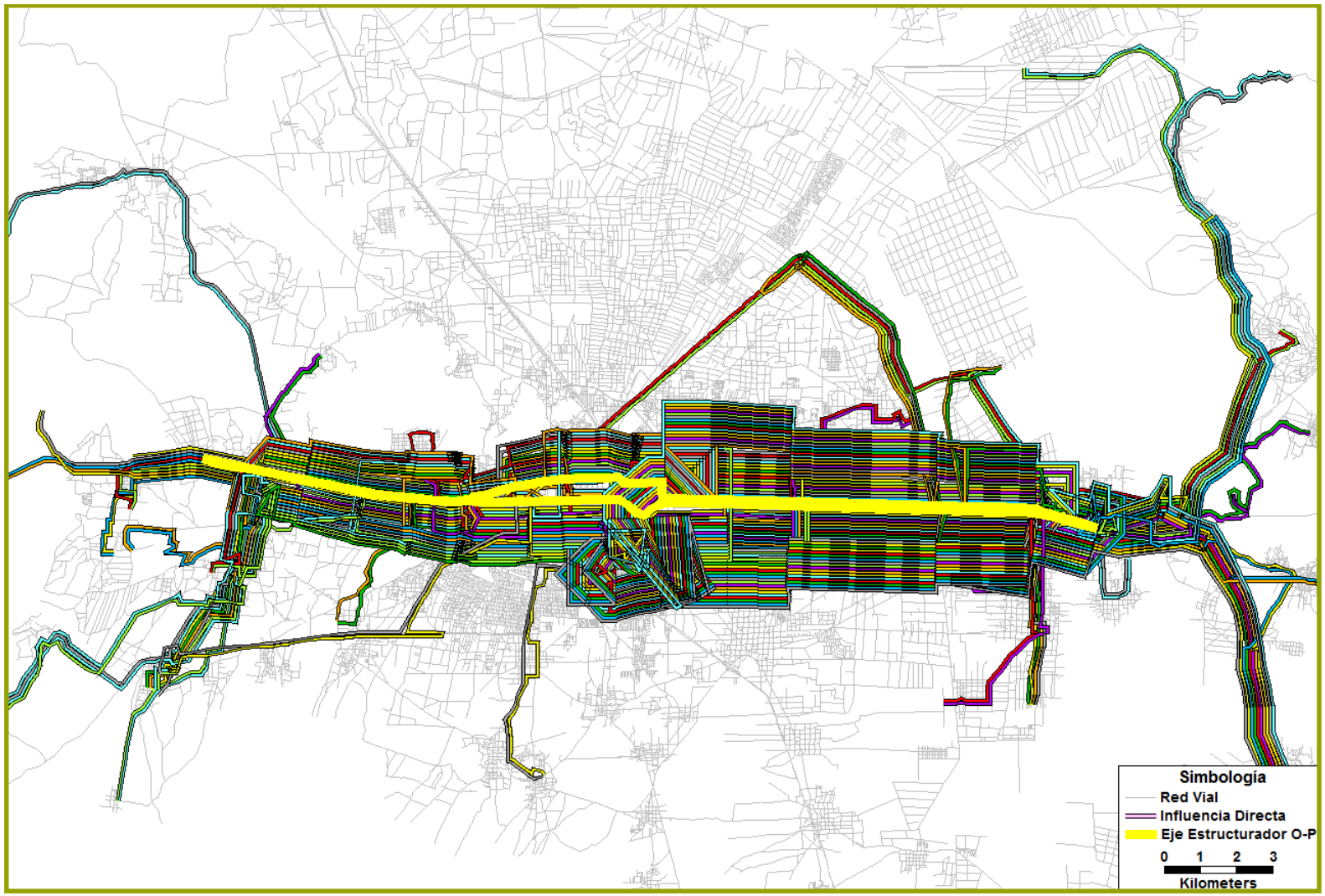
Tabla IX.23: Rutas en el eje oriente – poniente

Tipo de ruta	Empresa	Número de rutas
Influencia directa	Autobuses Estrella del Noreste, S.A. de C.V.	13
	Autotransportes del Valle de Toluca S.A. de C.V	2
	Autotransportes México-Toluca-Zinacantepec y Ramales S.A. de C.V.	5
	Autotransportes Suburbanos de Toluca y Zona Industrial S.A. de C.V.	1
	Autotransportes Urbanos y Suburbanos Tollotzin, S.A. de C.V.	1
	Red de Transporte Publico S.A. de C.V.	1
	Servicios Intermetropolitano de Transporte S.A. de C.V.	2
	Servicios Urbanos y Suburbanos Xinantécatl S.A. de C.V.	10
Total influencia directa		**35**
Poca influencia	Autotransportes Colon Nacional S.A. de C.V.	1
	Autotransportes del Valle de Toluca S.A. de C.V	2
	Autotransportes México-Toluca-Zinacantepec y Ramales S.A. de C.V.	3
	Autotransportes Suburbanos de Toluca y Zona Industrial S.A. de C.V.	2
	Autotransportes Urbanos y Suburbanos Tollotzin, S.A. de C.V.	1
	Autotransportes Urbanos y Zona Conurbada del Valle de Toluca Adolfo López Mateos, S.A. de C.V.	1
	Red de Transporte Publico S.A. de C.V.	2
	Servicios Urbanos y Suburbanos Xinantécatl S.A. de C.V.	5
	Sistema de Transporte Urbano y Suburbano de la Ciudad de Toluca, S.A. De C.V.	4
Total poca Influencia		**21**
Total general		**56**

Fuente: ST-SIPATP, 2007.

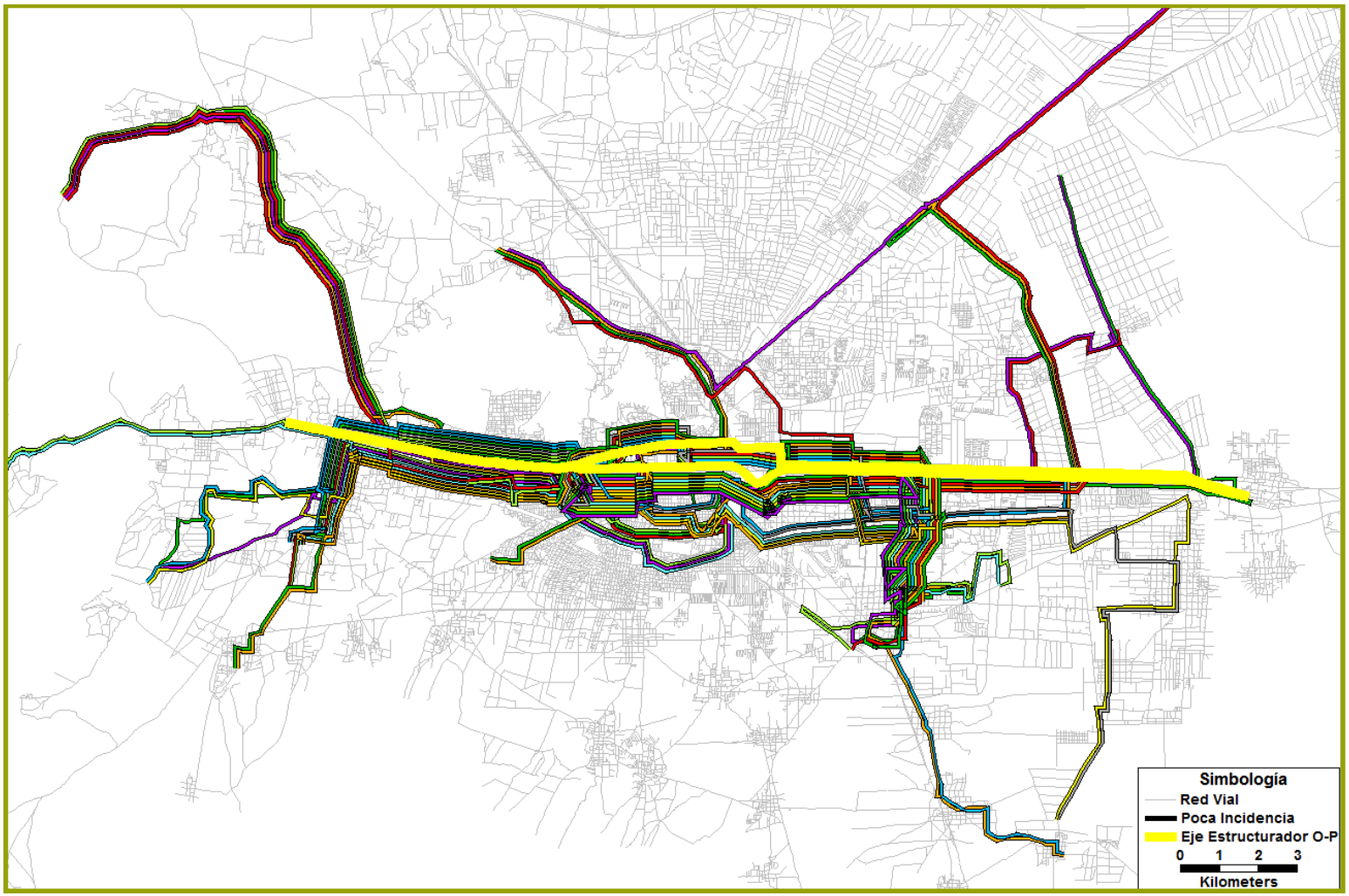
Como se puede apreciar en el Mapa IX.34 las rutas con incidencia directa ocupan gran parte del corredor definido en sentido oriente–poniente, en tanto que en el Mapa IX.35 se observan las rutas menos extensas de aquellas con poca influencia sobre el corredor.

Mapa IX.34: Rutas con influencia directa eje oriente – poniente



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Mapa IX.35: Rutas con poca incidencia eje oriente – poniente



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

La Tabla IX.24 muestra la longitud total de las rutas de transporte y la longitud que ocupan en el corredor en base al cual se definieron rutas con incidencia directa y rutas con poca influencia.

Tabla IX.24: Longitud en las rutas con incidencia en el eje oriente – poniente

Tipo	Ruta	Longitud Total (km)	Longitud en el corredor (km)
Influencia directa	Acahualco - Testerazo - Centro - Pilares	45.7	18.4
	Acazulco-Toluca	49.5	24.6
	Aeropuerto - Centro - San Francisco	80.9	18.8
	Almalaya-Toluca	67.0	22.8
	Atarasquillo-Toluca	52.1	23.3
	Barrio De Guadalupe-San Mateo Atenco-Centro-Centro Cultural-San Antonio Buena Vista-ENEF	61.2	32.4
	Cerrillo - Parque Industrial - Toluca	42.7	23.3
	El Charco-Toluca	76.7	23.3
	Lerma - Centro - Santa María	73.0	32.6
	Olimpo-Toluca Centro-San Mateo Oxtotitlán	39.4	14.9
	San Cristóbal Tecolit - Terminal - por La Veracruz - por Torres - Pilares	44.4	24.8
	San Cristóbal Tecolit -Toluca Centro - Pilares	37.1	30.2
	San Francisco Tlalcilalcalpan-Lerma	64.6	47.0
	San Francisco Tlalcilalcalpan-Toluca Centro-Puente Pilares	38.0	23.8
	San Juan De Las Huertas -Toluca Centro -Puerta Tollotzin	23.0	8.1
	San Juan De Las Huertas-Toluca Centro	50.9	23.7
	San Juan Tilapa-Terminal Toluca-San Mateo Atenco	54.4	21.6
	San Lorenzo Cuahutenco-San Pedro Tultepec	83.4	28.9
	San Mateo Atenco-San Gaspar-Tlalhuelilpan	43.2	21.2
	San Pedro Tejalpa-Pureta Tollotzin- por San Juan de las Huertas-Zinacantepec Toluca	56.1	18.3
	Tecax - Centro - Zapata	53.7	44.9
	Toluca-Cerrillo	42.8	21.3
	Toluca-Chalma	83.4	22.8
	Toluca-San Miguel Ameyalco	54.3	25.1
	Toluca-San Nicolás Peralta	58.0	23.3
	Toluca-Santa María Zolotepec	71.0	22.9
	Toluca-Santiago Tianguistenco	130.0	45.6
	Toluca-Tultepec-Cholula	61.9	24.6

Tipo	Ruta	Longitud Total (km)	Longitud en el corredor (km)
	Unidad Habitacional Hank González-Terminal-C.U.	43.1	30.9
	Zapata - Centro - San Juan - Ojo De Agua	65.2	43.8
	Zapata - Centro San Francisco - La Cañada	66.9	47.0
	Zinacantepec -Central De Abasto Por Blvd. Miguel Alemán	34.4	12.1
	Zinacantepec-Central De Abasto-Por Boulevard Miguel Alemán	60.6	30.2
	Ruta urbana	113.8	57
Total influencia directa		**1 908.4**	**876.2**
Poca influencia	Mexicalzingo-CODAGEM-Ciudad Universitaria	48.0	9.3
	Aeropuerto - Terminal - San Buenaventura	27.4	7.5
	Almoloya - Ex-Cama De Piedra X Las Cruces	46.6	13.8
	Calixtlahuaca-Parque Industrial 2000	35.1	5.8
	Calixtlahuaca-San Marcos Yachihuacaltepec-Independencia-San Juan De Las Huertas	51.9	17.1
	Colonia Nueva Progreso-Metepec Por Toluca Centro	41.5	12.7
	Constitución Totoltepec - San Pedro - Terminal Toluca	33.9	14.7
	Contadero-San Juan-Centro-Pila	53.2	11.3
	El Estanco-Santamaría Del Monte-Terminal Toluca	49.5	14.5
	INFONAVIT San Francisco-C.U.	28.1	17.5
	La Constitución - Metepec	46.6	15.8
	La Pilita-Casa Blanca-Centro-C.U.	31.9	14.8
	La Pilita-Pilares-Toluca Centro-C.U.	38.0	12.7
	Metepec-INFONAVIT San Francisco-C.U.	31.5	17.2
	San Buenaventura - Terminal - Aeropuerto	26.0	8.3
	San Cristóbal Tecolit-Terminal-Puente Pilares Por Torres	42.6	13.8
	San Felipe-Tlalmimilolpan-Preparatoria 5-Toluca Centro	49.3	13.8
	San Mateo-Centro-Comonfort	59.4	9.3
	San Miguel Almoloya-Toluca-Por Zamarrero	34.6	9.2
	Toluca-Almoloya-San Miguel	43.8	11.0
	Zinacantepec-Acahualco-Toluca Terminal	36.8	11.3
	Zinacantepec-San Cristóbal-Toluca Terminal	31.8	11.3
Total poca influencia		**887.3**	**272.7**
Total general		**2 795.7**	**1 148.9**

Fuente: ST-SIPATP, 2007.

IX.6.4.2 Eje Estructurador Norponiente – Suroriente

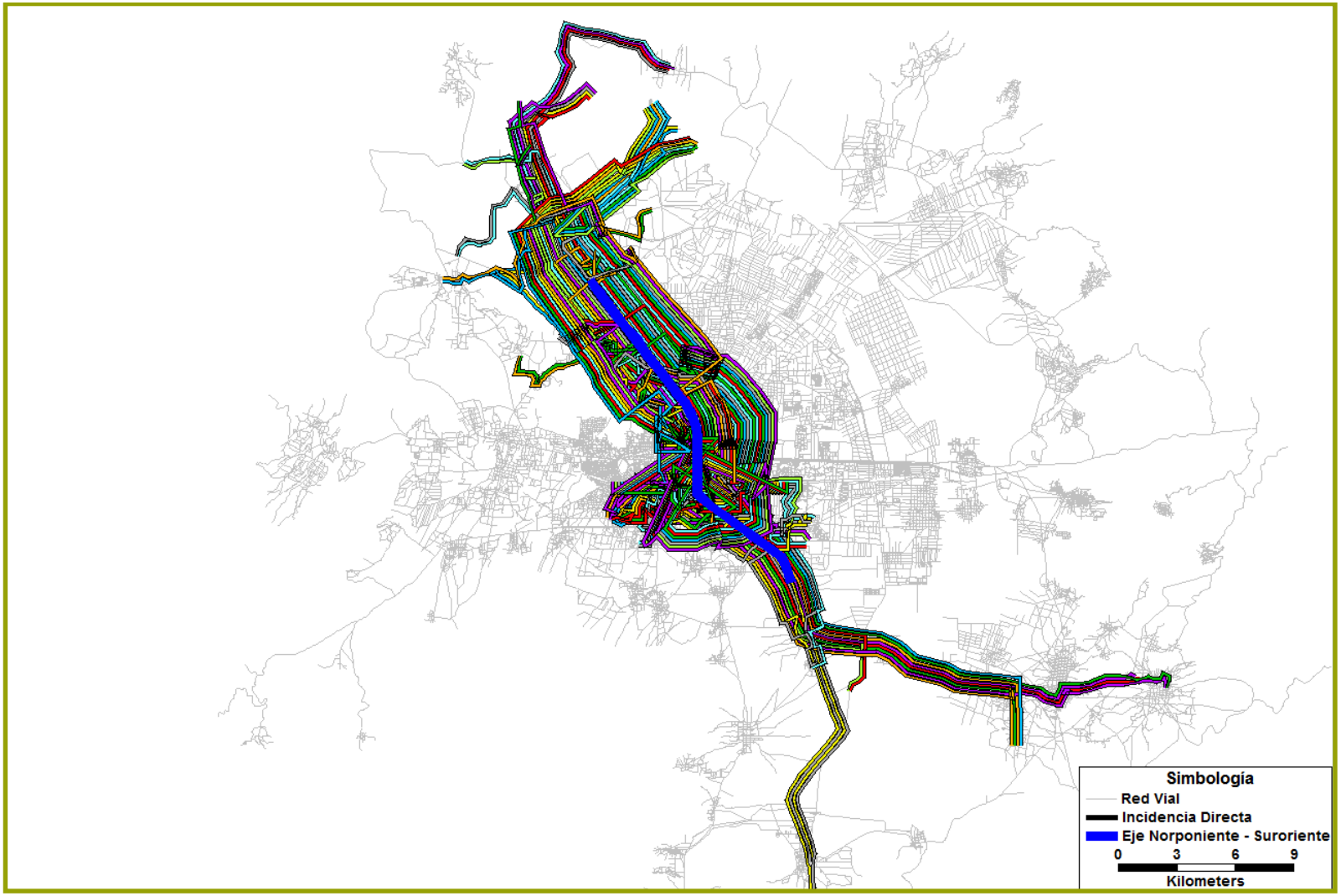
Las rutas con influencia directa sobre el eje estructurador norponiente - suroriente son 36, mismas que pueden consideradas en una propuesta de reestructuración de rutas para la conformación de un corredor de transporte masivo por ocupar segmentos mayores a 10 km dentro del mismo. Las rutas de influencia poca influencia o con menos de 10 km dentro del eje estructurador son 27 servicios (Tabla IX.25).

Tabla IX.25: Rutas en el eje norponiente - suroriente

Tipo de ruta	Empresa	Número de rutas
Influencia directa	Autobuses Flecha Blanca de Toluca S.A. de C.V.	2
	Autobuses Toluca Tlachaloya y Ramales S.A. de C.V	7
	Autotransportes Colon Nacional S.A. de C.V.	3
	Autotransportes Primero de Mayo S.A. de C.V	4
	Autotransportes Toluca-Capultitlán Triangulo Rojo S.A. de C.V.	1
	Autotransportes Urbanos y Suburbanos Corsarios del Norte S.A. de C.V.	8
	Autotransportes Urbanos y Zona Conurbada del Valle de Toluca Adolfo López Mateos, S.A. de C.V.	2
	Línea de Turismos Toluca - Tenango Estrella de Oro S.A. de C.V.	3
	Servicios Urbanos y Suburbanos Xinantécatl S.A. de C.V.	1
	Transportes Urbanos y Suburbanos Tollocan S.A. de C.V.	5
Total influencia directa		**36**
Poca influencia	Autobuses Flecha Blanca de Toluca S.A. de C.V.	8
	Autotransportes Ala de Oro, S.A. de C.V.	3
	Autotransportes Temoayenses S.A. de C.V	1
	Autotransportes Toluca-Capultitlán Triangulo Rojo S.A. de C.V.	5
	Autotransportes Urbanos y Zona Conurbada del Valle de Toluca Adolfo López Mateos, S.A. de C.V.	2
	Línea de Turismos Toluca - Tenango Estrella de Oro S.A. de C.V.	1
	Red de Transporte Publico S.A. de C.V.	1
	Servicios Intermetropolitano de Transporte S.A. de C.V.	1
	Servicios Urbanos y Suburbanos Xinantécatl S.A. de C.V.	1
	Transportes de Pasajeros de Segunda Clase Flecha de Oro, S.A. de C.V.	2
	Transportes Urbanos y Suburbanos Tollocan S.A. de C.V.	2
Total poca influencia		**27**
Total general		**63**

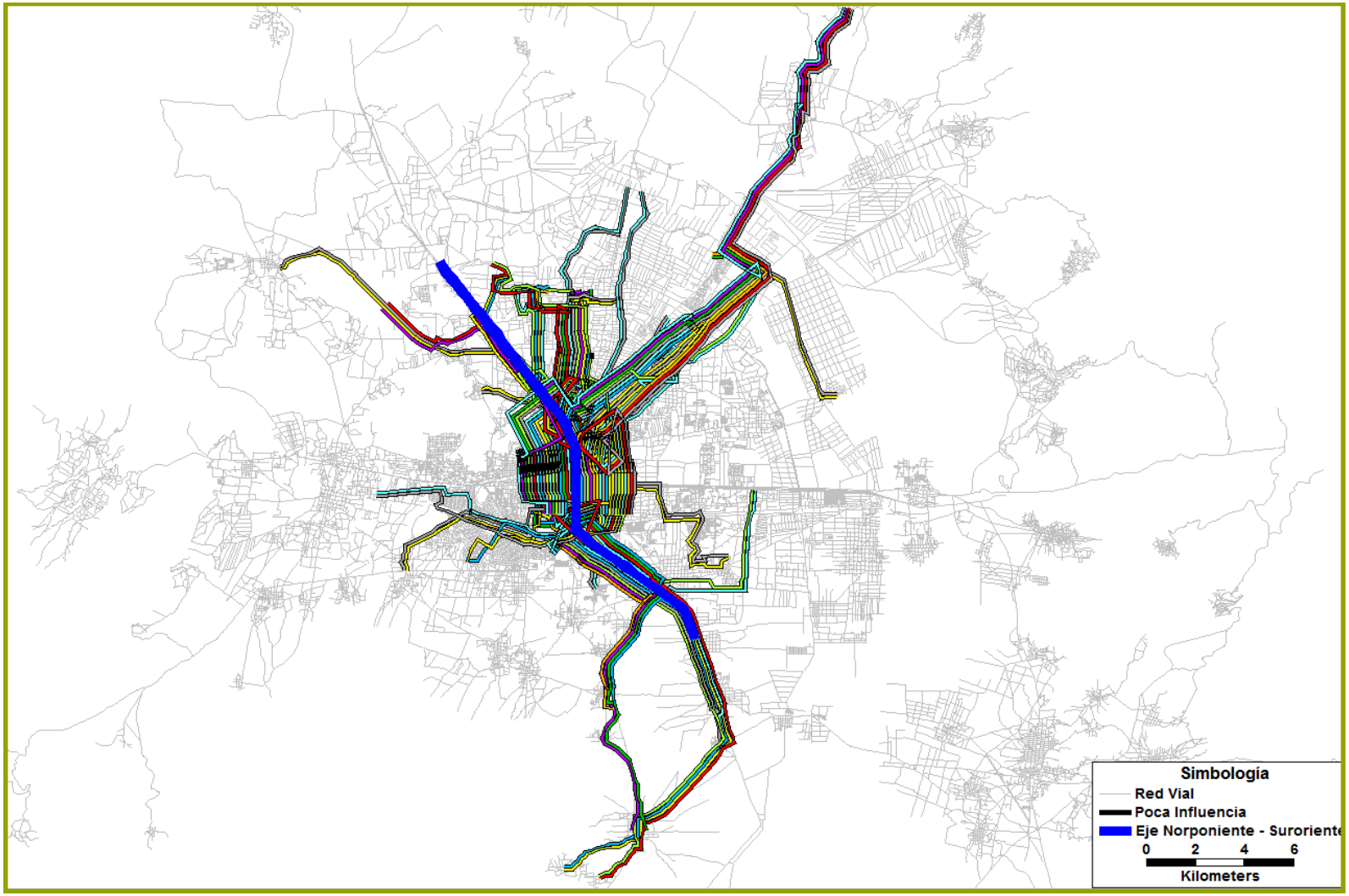
En el Mapa IX.36 y Mapa IX.37 se observan las rutas con incidencia directa y las de poca incidencia sobre el corredor definido en sentido norponiente - suroriente, respectivamente.

Mapa IX.36: Rutas con incidencia directa eje Norponiente – Suroriente



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Mapa IX.37: Rutas con poca influencia eje Norponiente – Suroriente



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

La Tabla IX.26 muestra la longitud total de las rutas de transporte y la longitud que ocupan en el corredor norponiente – suroriente, con base en la cual se definieron rutas con incidencia directa y rutas con poca influencia.

Tabla IX.26: Longitud en las rutas con incidencia en el eje norponiente - suroriente

Tipo	Ruta	Longitud Total (km)	Longitud en el corredor (km)
Influencia directa	Almoloya del Río - Terminal Toluca por Chapultepec	49.4	14.3
	Almoloya del Río - Toluca	49.4	13.6
	Barrio de Balbuena - Terminal Toluca	58.7	13.6
	Barrio de Balbuena-Terminal Toluca	57.0	13.6
	Calixtlahuaca-Seminario-Centro-Teresona	30.8	9.0
	Calixtlahuaca-Terminal-Seminario	40.2	9.4
	Calixtlahuaca-Terminal-Toluca por Gasolinera Aga	25.1	12.2
	Capultitlán-San Andrés Ocotlán	37.3	10.8
	Col. San Isidro-El Capulín-Las Palmas-Almoloya de Juárez-Calixtlahuaca-Terminal-Seminario-por Isidro Fabela	58.8	10.3
	La Concepción -San Bartolito - Chapultepec - Toluca	31.8	13.6
	Mina México - Santa Juana - Toluca	51.4	13.6
	Palmillas-Terminal-Seminario	37.4	15.6
	Ranchería San Carlos Tlachaloya - Terminal Toluca	74.2	13.6
	Ranchería San Carlos-Tlachaloya-Terminal Toluca	57.8	13.6
	San Carlos - Terminal Toluca	37.6	13.9
	San José de la Costa - Terminal Toluca	58.1	13.6
	San José de la Costa-Centro	57.5	13.6
	San Lorenzo Ejido - Terminal Toluca	49.8	13.6
	San Marcos Yachihuacaltepec-Hortaliza-Metepec	33.5	8.5
	San Marcos-CONALEP-Isidro Fabela-Las Torres-Metepec	37.6	9.1
	San Marcos-La Pila-por Plaza Las Américas	38.1	9.1
	San Martin-Calixtlahuaca-La Pila	42.7	9.8
	Santiago Tlaxomulco-Por Isidro Fabela-Mercado Juárez-Las Margaritas	24.0	7.5
	Taborda - Terminal Toluca	59.1	13.6
	Taborda-Terminal Toluca	58.7	13.6
	Tecaxic-Terminal-Seminario	44.2	10.3
	Terminal - PRI - Facultades - Tlachaloya	58.2	13.6
	Terminal Toluca-San Lorenzo Toxico	52.3	13.6
	Tlachaloya 2a. Sección - Terminal Toluca	73.9	13.6
	Tlachaloya-Terminal Toluca	57.7	13.6

Tipo	Ruta	Longitud Total (km)	Longitud en el corredor (km)
	Toluca - Santiago Tianguistenco	57.9	14.3
	Toluca - Tenango	47.0	14.3
	Toluca Terminal-Almoloya de Juárez-Por Mina México	56.6	13.7
	Toluca Terminal-Fracc. Colinas del Sol-Almoloya de Juárez-Salitre de Mañones	51.8	20.0
	Toluca-San Pedro Zictepec - Zepayautla por San Juan Xochiaca	74.4	13.6
	Xalatlaco - Toluca - vía Santiago Tilapa	62.8	13.6
Total influencia directa		**1 792.4**	**457.2**
Poca influencia	Almoloya de Juárez-Col. Colinas del Sol-San Isidro-Calixtlahuaca-La Pilita	59.4	8.1
	Calimaya-Centro Toluca	38.2	8.0
	CBTYS - Tecnológico de San Pablo - Terminal Toluca por El Tejocote.	29.6	6.8
	Cerrillo-Vista Hermosa-Terminal Toluca- por El Arbolito	40.1	6.5
	Colonia Hidalgo-Central de Abasto	42.6	7.8
	Fabrica María-Villa Cuauhtémoc-Terminal Toluca Por Isidro Fabela-por Parque Industrial 2000	55.3	6.5
	Fabrica María-Villa Cuauhtémoc-Terminal Toluca por Isidro Fabela-Villa Santin	55.5	6.5
	La Palma - El Salitre -Terminal Toluca	38.1	4.9
	La Providencia - Terminal Toluca	29.1	6.4
	San Andrés Cuexcontitlán - Terminal Toluca Por La Maquinita.	27.0	6.8
	San Cristóbal Huichochitlan-Terminal Toluca	16.3	6.8
	San Diego de Los Padres-Terminal Toluca	32.3	6.6
	San Marcos Yachihuacaltepec - Centro Cultural	33.7	7.2
	San Mateo Otzacatipan - La Cruz Comalco-Terminal Las Margaritas	33.7	4.7
	San Nicolás Tolentino-Terminal Toluca-X San Mateo Oxtzacatipan	27.2	6.5
	San Pablo Autopan-Terminal Toluca	33.7	6.7
	Seminario-Central de Abastos-Hospital Nicolás-Por Central Camionera	35.1	7.7
	Termina Toluca-San Andrés Ocotlán	12.2	4.1
	Terminal Toluca - San Cristóbal	25.4	6.8
	Terminal Toluca-La Huerta	40.6	8.7
	Terminal Toluca-San Andrés Ocotlán	11.8	4.7
	Terminal Toluca-Zaragoza	42.3	8.7
	Toluca - CBTYS por La Maquinita - Palmillas	29.1	8.5

Tipo	Ruta	Longitud Total (km)	Longitud en el corredor (km)
	Toluca - Metepec - Crisa	29.2	7.6
	Toluca - San Diego Linares Por Villa Seca, Municipio de Otzolotepec	35.8	6.8
	Toluca - San Pablo Autopan Por San Cristóbal Terminal Toluca	26.3	6.8
	Toluca - San Pablo por San Cristóbal	27.7	6.8
	Toluca Centro-Santa María Nativitas	26.3	8.0
Total poca influencia		**933.6**	**191.5**
Total general		**2 726.0**	**648.7**

Fuente: ST-SIPATP, 2007.

IX.6.4.3 Eje Estructurador Nororiente - Surponiente

Las rutas con influencia directa sobre el eje estructurador nororiente - surponiente que pueden ser consideradas en una propuesta de reestructuración de rutas son 26 (Tabla IX.27). Estas rutas ocupan segmentos considerables de este eje, ya que recorren sobre el mismo un promedio de 13 km. Por el contrario, 10 rutas son consideradas de poca influencia ya que recorren en promedio 7 km sobre este eje, por lo que se recomienda modificar su ruta para alimentar al corredor a consolidar.

Tabla IX.27: Rutas en el eje nororiente - surponiente

Tipo de ruta	Empresa	Número de rutas
Incidencia directa	Autobuses Estrella del Noreste, S.A. de C.V.	4
	Autotransportes Ala de Oro, S.A. de C.V.	2
	Autotransportes México-Toluca-Zinacantepec y Ramales S.A. de C.V.	2
	Autotransportes Suburbanos de Toluca y Zona Industrial S.A. de C.V.	1
	Servicios Urbanos y Suburbanos Xinantécatl S.A. de C.V.	4
	Transportes de Pasajeros de Segunda Clase Flecha de Oro, S.A. de C.V.	9
	Transportes Urbanos y Suburbanos Tollocan S.A. de C.V.	4
Total influencia directa		**26**
Poca influencia	Autotransportes Ala de Oro, S.A. de C.V.	1
	Autotransportes Colón Nacional S.A. de C.V.	1
	Autotransportes Urbanos de Toluca y Zona Conurbada S.A. de C.V.	1
	Red de Transporte Público S.A. de C.V.	1

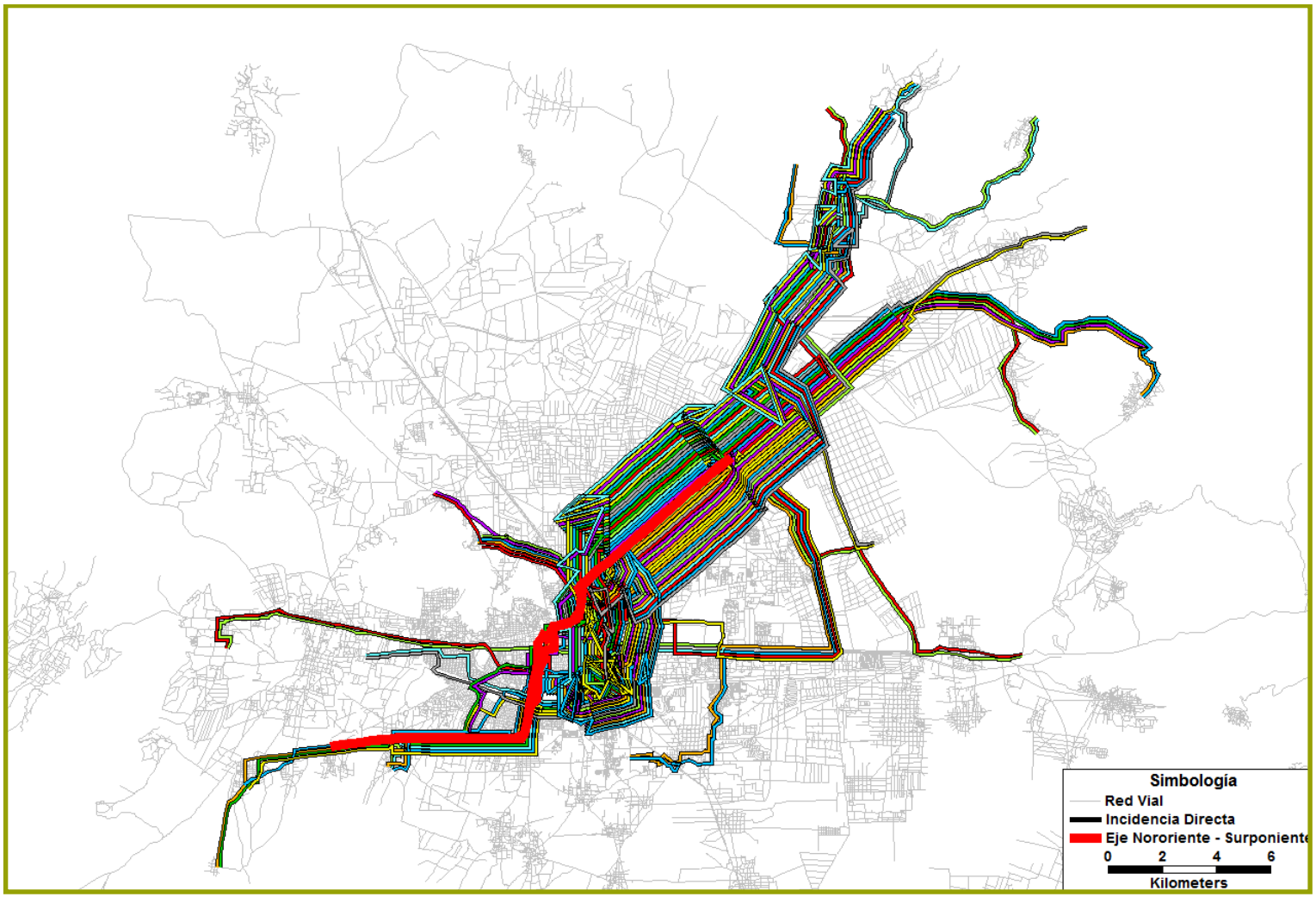
Tipo de ruta	Empresa	Número de rutas
	Servicios Urbanos y Suburbanos Xinantécatl S.A. de C.V.	3
	Sistema de Transporte Urbano y Suburbano de la Ciudad de Toluca, S.A. de C.V.	1
	Transportes de Pasajeros de Segunda Clase Flecha de Oro, S.A. de C.V.	2
Total poca influencia		**10**
Tota general		**36**

Fuente: ST-SIPATP, 2007.

En el Mapa IX.38 y Mapa IX.39 se observan las rutas con incidencia directa y las de poca incidencia sobre el corredor definido en sentido norponiente - suroriente, respectivamente.

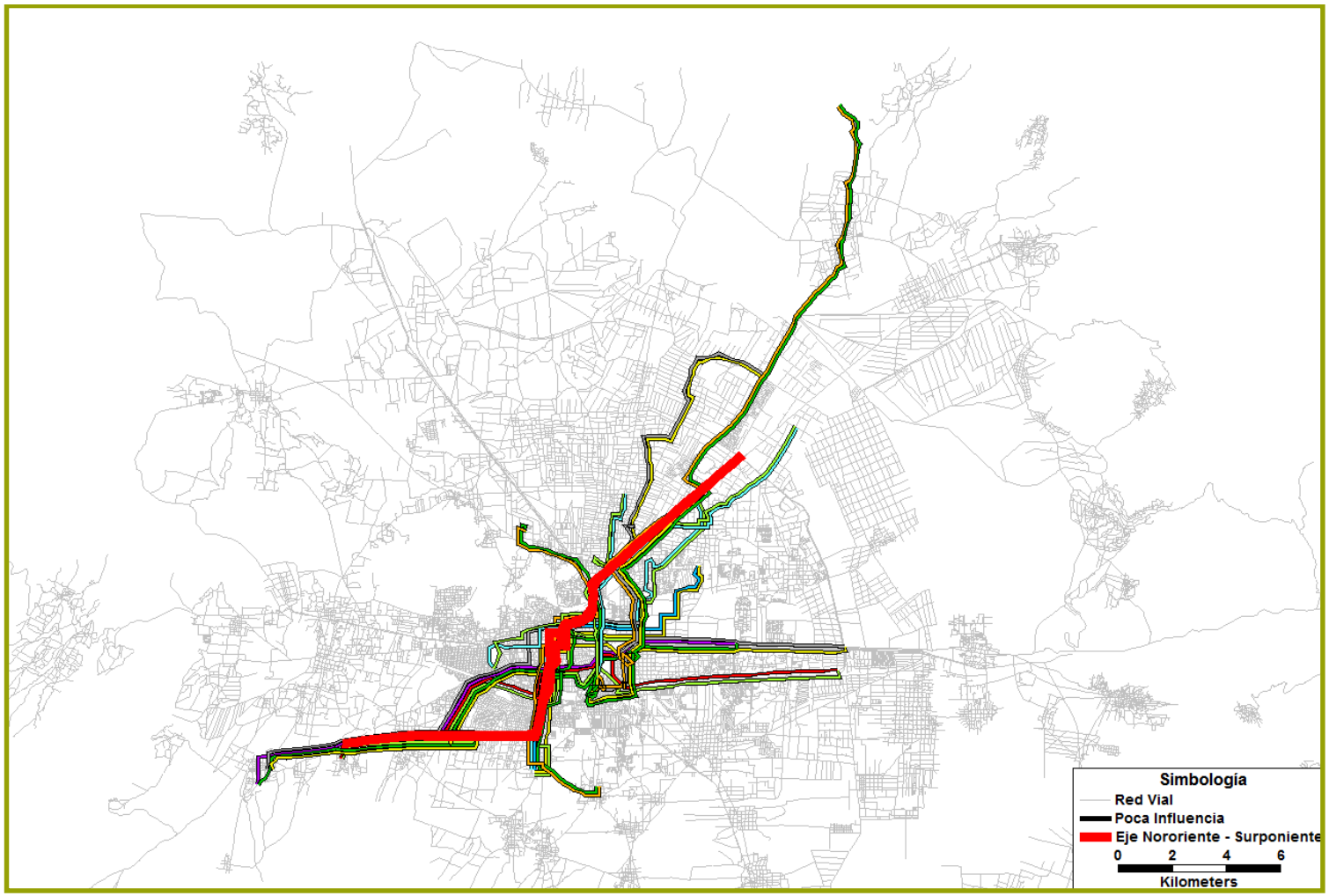
La Tabla IX.28 muestra la longitud total de las rutas de transporte y la longitud que ocupan en el corredor en base al cual se definieron rutas con influencia directa y rutas con poca influencia.

Mapa IX.38: Rutas con incidencia directa eje nororiente - surponiente



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Mapa IX.39: Rutas con poca influencia eje nororiente - surponiente



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Tabla IX.28: Longitud en las rutas con incidencia en el eje nororiente - surponiente

Tipo	Ruta	Longitud Total (km)	Longitud en el corredor (km)
Influencia directa	Aeropuerto - Centro - San Francisco	80.9	14.5
	Cacalomacán - Centro- San Marcos	37.0	15.2
	Cacalomacán - Puente Pilares	33.7	15.5
	Calixtlahuaca-Parque Industrial 2000	35.1	1.1
	Cerrillo-Vista Hermosa-Terminal Toluca-X El Arbolito	40.1	14.5
	Colonia Hidalgo-Central De Abasto	42.6	12.2
	Fabrica María-Villa Cuauhtémoc-Terminal Toluca Por Isidro Fabela-Por Parque Industrial 2000	55.3	15.2
	Fabrica María-Villa Cuauhtémoc-Terminal Toluca Por Isidro Fabela-Villa Santin	55.5	14.5
	Maquinita - Metepec Por Blvd. Aeropuerto	56.1	14.6
	San Diego De Los Padres-Terminal Toluca	32.3	14.9
	San Juan De Las Huertas-Parque Industrial Toluca 2000	77.5	14.7
	San Lorenzo-San Pedro Huitzizilapan-Toluca	64.7	12.2
	San Marcos Yachihuacaltepec-Central De Abastos Fracc. Los Sauces-Parque Industrial Toluca 2000	26.2	14.6
	San Mateo Capulhuac Por La Concepción De Hidalgo-Toluca	68.7	12.2
	San Mateo Capulhuac-Terminal Toluca-Por Fabrica María	64.5	12.2
	San Nicolás Peralta-Xonacatlán-Toluca	61.4	12.2
	San Pedro Arriba-Centro De San Lorenzo Oyamel-Toluca	58.7	12.2
	Santa Ana Jilotzingo-Villa Cuauhtémoc-Terminal Toluca	73.6	12.2
	Seminario-Central De Abastos-Hospital Nicolás-por Central Camionera	35.1	12.4
	Seminario-Centro-Sauces	37.9	15.2
	Terminal San Juan De Las Huertas	37.0	17.5
	Toluca-Fabrica María-Terminal Toluca X Parque Industrial 2000	60.2	12.2
	Toluca-Fábrica María-Terminal-Toluca Por Villas Santin	61.4	12.2
	Toluca-Metro Toreo	58.5	12.2
	Toluca-Xonacatlán-Cl Charco-San Francisco Xochicuauhtla	70.0	12.2
	Villa Cuauhtémoc-Terminal Toluca	48.2	12.2
Total influencia directa		**1 371.9**	**340.5**
	Capultitlán-San Mateo Otzacatipan	31.4	6.1

Tipo	Ruta	Longitud Total (km)	Longitud en el corredor (km)
Poca Influencia	La Crespa-Toluca Centro-Capultitlán	26.0	4.9
	Revolución-San Diego De Los Padres-Terminal Toluca	46.5	4.4
	San Cristóbal Huichochitlan-C.U.-Por Morelos	22.6	4.6
	San Felipe Tlalmimilolpan-Toluca Centro-Conalep	31.3	6.1
	San Juan De Las Huertas - Puente Pilares Por Terminal Toluca.	42.8	8.5
	San Juan De Las Huertas-Toluca Centro	50.9	8.5
	San Nicolás Tolentino-Terminal Toluca-X San Mateo Oxtzacatipan	27.2	7.3
	Santa Cruz Cuauhtenco - Colon - 5 De Mayo - San Jerónimo - X Torres - Pilares	46.8	8.5
	Villa Cuauhtémoc-Terminal Toluca Por El Antiguo Camino	57.7	8.7
Total poca influencia		**383.09**	**67.5**
Total general		**1 755.0**	**408.0**

Fuente: ST-SIPATP, 2007.

IX.6.4.4 Eje Estructurador Circular

Las rutas con influencia directa sobre el eje estructurador Circular son 7 (Tabla IX.29), como se puede apreciar en el Mapa IX.40 las rutas con incidencia directa ocupan gran parte del corredor circular, mismas que deben ser consideradas en una propuesta de reestructuración de rutas para la conformación de un corredor de transporte masivo.

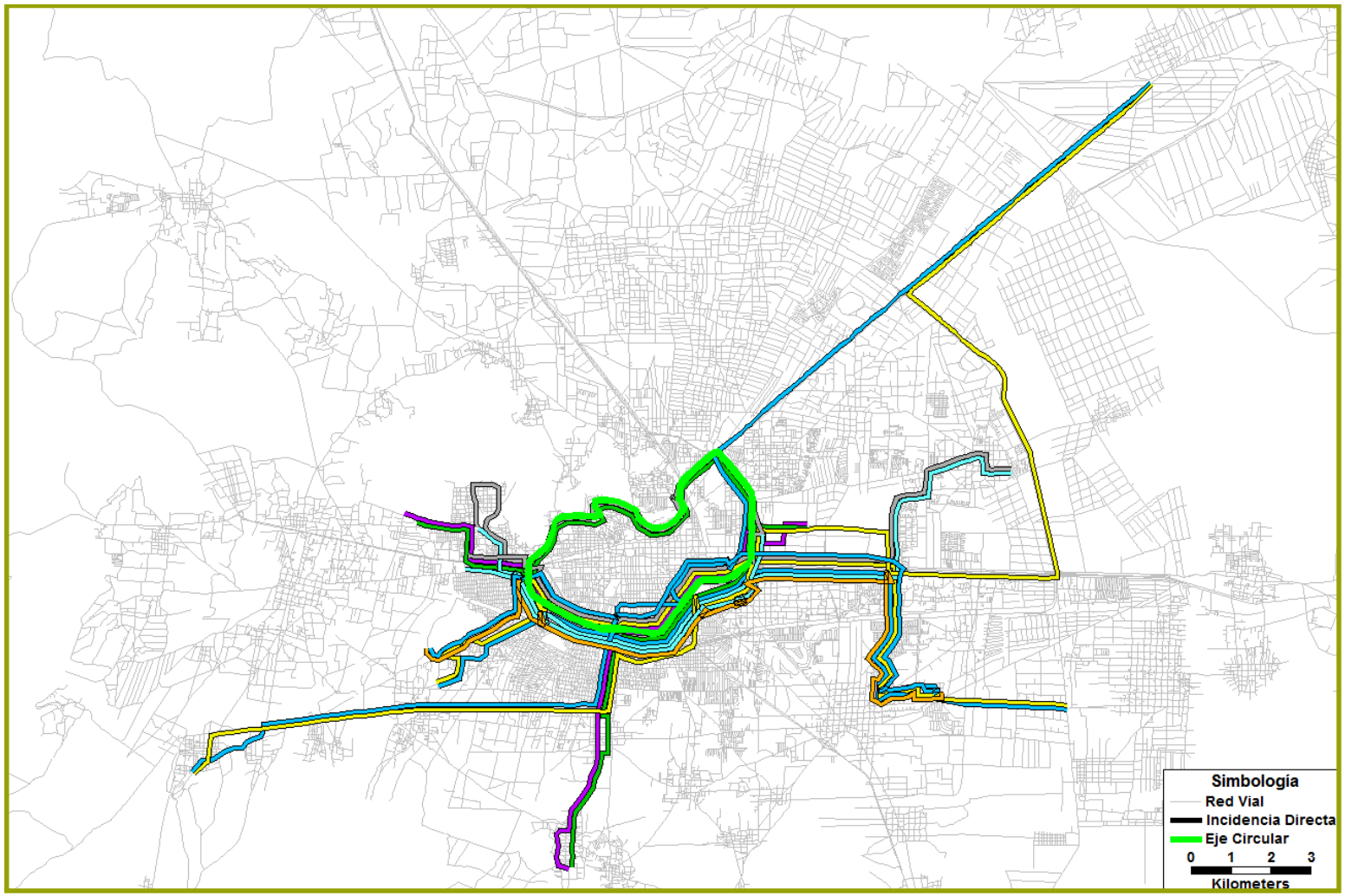
Tabla IX.29: Rutas en el circular

Tipo de ruta	Empresa	Número de rutas
Incidencia Directa	Autotransportes Toluca-Caputitlán Triángulo Rojo S.A. de C.V.	1
	Autotransportes Urbanos y Suburbanos Tollotzin, S.A. de C.V.	2
	Red de Transporte Público S.A. de C.V.	2
	Servicios Intermetropolitano de Transporte S.A. de C.V.	1
	Servicios Urbanos Y Suburbanos Xinantécatl S.A. de C.V.	1
Total influencia directa		**7**

Fuente: ST-SIPATP, 2007.

La Tabla IX.30 muestra la longitud total de las rutas de transporte y la longitud que ocupan en el corredor con base en el cual se definieron rutas con influencia directa y rutas con poca influencia.

Mapa IX.40: Rutas con incidencia directa eje circular



Fuente: ST-SIPATP, 2007.

Tabla IX.30: Longitud en las rutas con incidencia en el eje circular

Tipo	Ruta	Longitud Total (km)	Longitud en el corredor (km)
Incidencia Directa	Circuito Tollocan Norte-Vía Mercado-Zamarrero	26.8	11.2
	Circuito Tollocan por Monumento A Colón	21.9	13.7
	General Motors-Tlacotepec	26.6	10.1
	La Pilita -INFONAVIT San Francisco -Tollocan - Carranza - San Buenaventura	46.8	6.8
	La Pilita-Tollocan-Centro Cultural	40.1	13.5
	San Juan de las Huertas-Parque Industrial Toluca 2000	77.5	7.9
	Santa María Totoltepec-por Paseo Tollocan-Ciudad Universitaria-San Mateo Oxtotitlán	39.4	7.0
Total influencia directa		**279.1**	**70.1**

Fuente: ST-SIPATP, 2007.

IX.6.5 Disponibilidad de transporte público

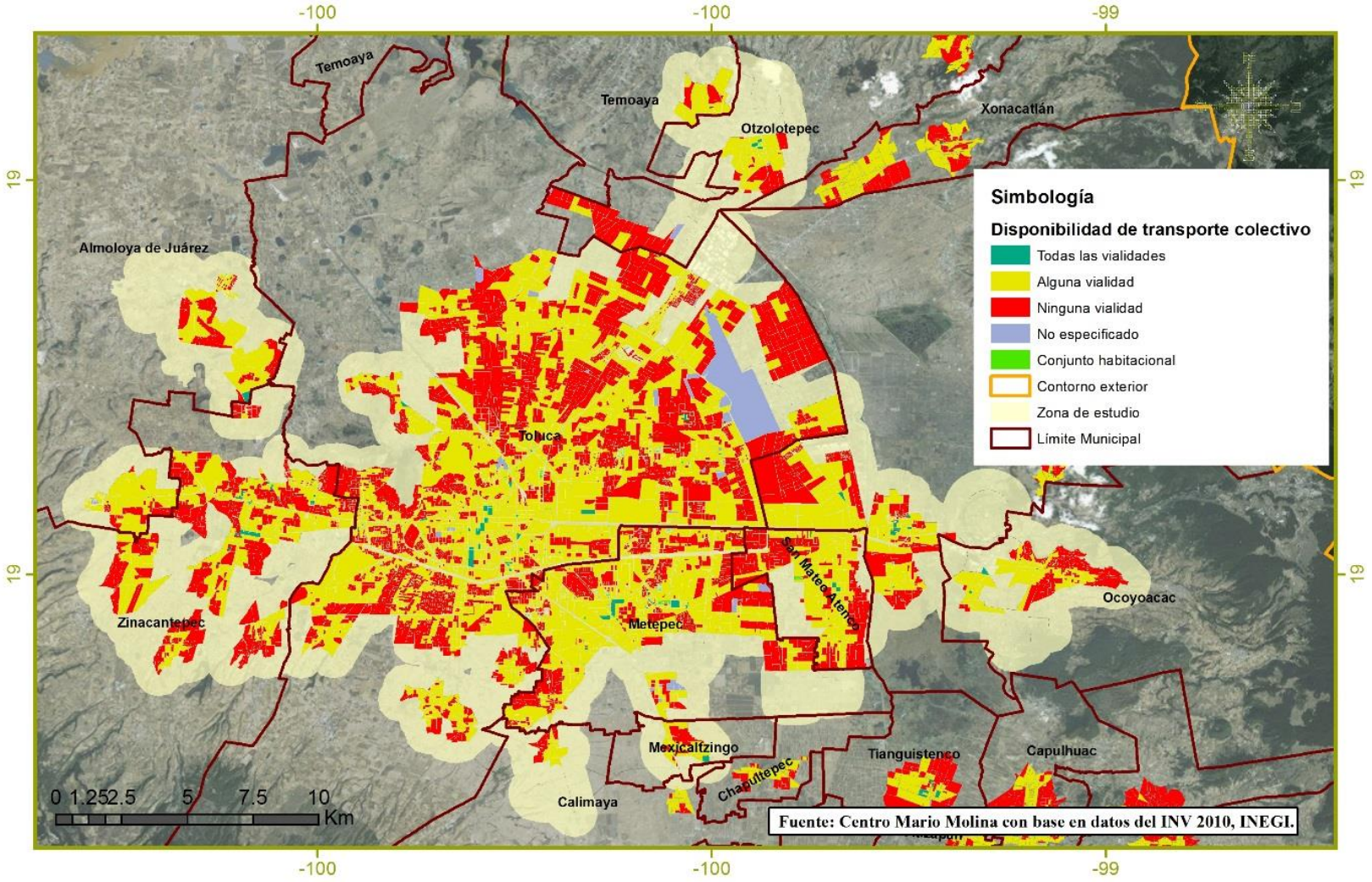
Un aspecto clave de la oferta del transporte público es la accesibilidad al mismo, la cual refiere no sólo cercanía o proximidad a la vivienda y equipamientos atractores, es decir, los orígenes y destinos, sino además la posibilidad para cualquier habitante, independientemente de su condición física o edad, para utilizar el transporte público.

Con base en datos generados por el Inventario Nacional de Vivienda elaborado por el INEGI, a continuación se muestran la cobertura del transporte público en la ZMT. Sin ahondar en las distancias máximas recomendadas para incentivar el uso del transporte público[19], los datos muestran que un total de 5 159 manzanas cuentan con disponibilidad total o parcial de servicio de transporte público. Este dato representa 44% del total de manzanas en la zona de estudio. Por el contrario, 51% de las manzanas o disponen de servicio de transporte público en ninguna de sus vialidades (5 997 manzanas), y el resto de ellas (5%) no cuenta con información al respecto.

En términos espaciales la disponibilidad se concentra en la zona central, sobre el eje Tollocan y vialidades próximas que convergen radialmente al centro de Toluca (Mapa IX.41).

[19] La accesibilidad peatonal de las estaciones de transporte público se supuso en alrededor de 400 metros.

Mapa IX.41: Disponibilidad de transporte público



IX.6.6 Operación del servicio de transporte público

IX.6.6.1 Horarios de servicio

De acuerdo al Estudio Técnico para la Reestructuración de la Red de Transporte Público y Dimensionamiento del Sistema de Prepago en la Zona Metropolitana Conurbada del Valle de Toluca del 2007, la mayoría de los servicios de transporte público tienen un horario de operación de 4:00 am a 22:00 pm (Tabla IX.31). Las rutas urbanas que operan en este horario representaban el 94 y 68% de los servicios urbanos y suburbanos, respectivamente (ALG Consultores 2007).

Tabla IX.31: Horarios de servicio de transporte público

Servicios Urbanos		
Horario	Total	%
04:00 A 20:00	2	1%
04:00 A 22:00	146	94%
05:00 A 22:00	6	4%
06:00 A 22:00	1	1%
S/H	1	1%
Total general	156	100%

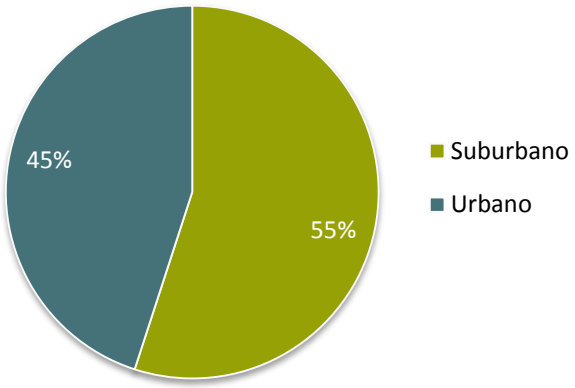
Servicios Suburbanos		
Horario	Total	%
04.00 A 22:00	3	2%
04:00 A 21:00	1	1%
04:00 A 22:00	128	68%
04:00 A 23:00	2	1%
04:30 A 22:00	12	6%
04:30 A 22:30	2	1%
05:00 A 21:00	1	1%
05:00 A 22:00	1	1%
06:00 A 22:00	38	20%
S/H	1	1%
Total general	189	100%

Nota: S/H Sin Horario definido por la Dirección General de Operación del Transporte Zona 1.
Fuente: ALG Consultores, 2007.

IX.6.6.2 Derroteros, paradas y nodos habituales

Se identifican 345 derroteros autorizados en la ZMT para el año 2007, de las cuales 45% se distribuyen a lo largo de las rutas urbanas y 55% en las suburbanas, con una distribución entre variantes de servicio relativamente balanceada (Figura IX.1).

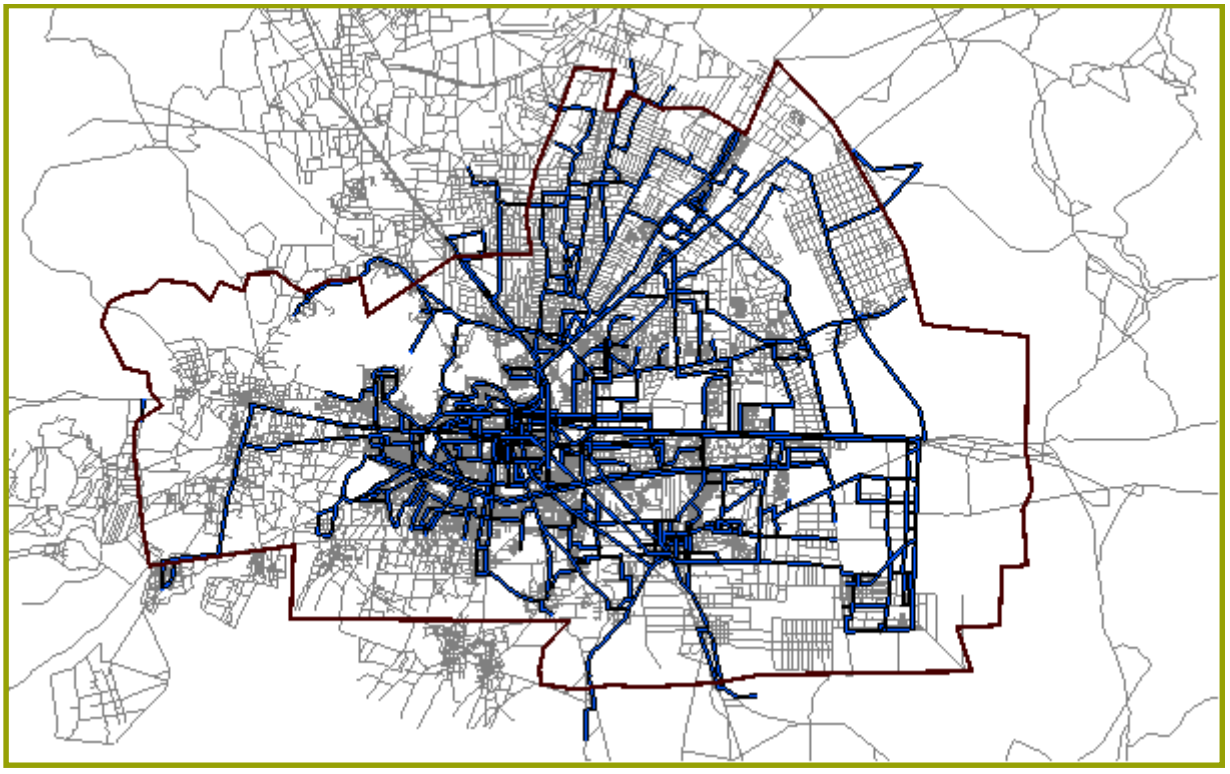
Figura IX.1: Distribución de derroteros por tipo de cobertura



Fuente: ALG Consultores, 2007.

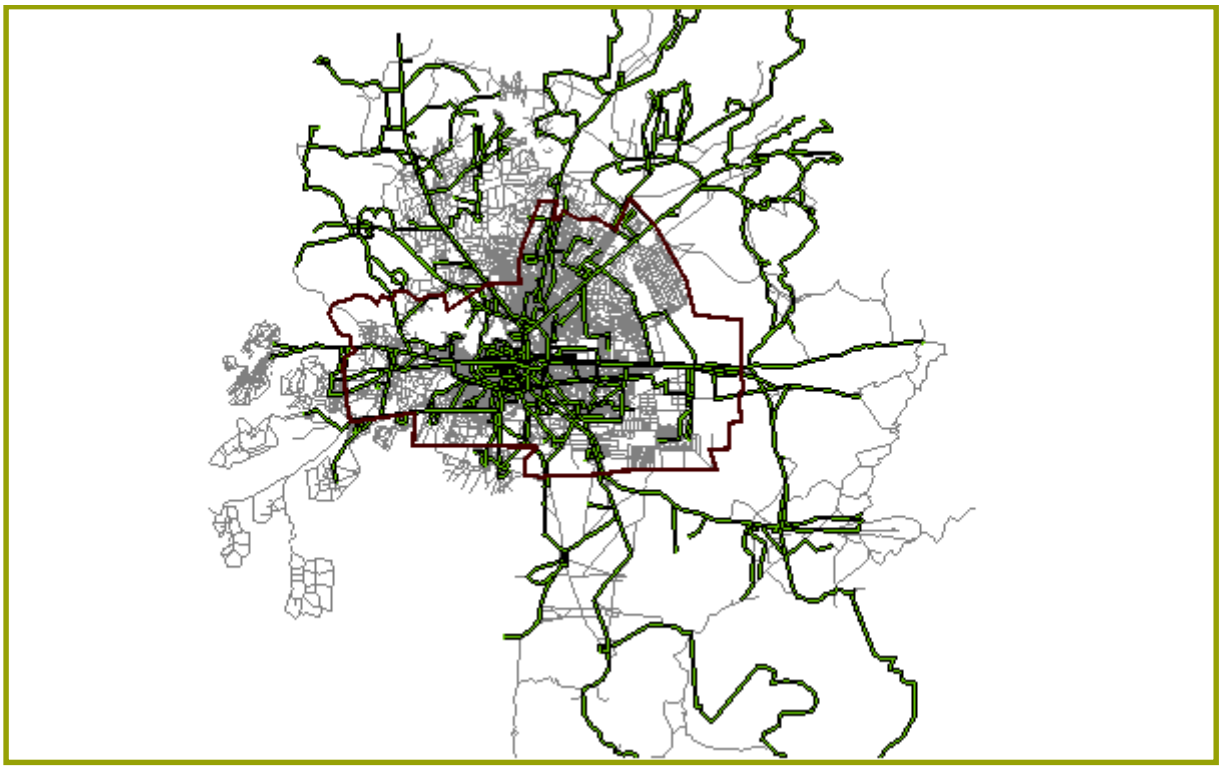
Los derroteros se clasifican de acuerdo a su cobertura, en el Mapa IX.42 se observan los derroteros urbanos delimitados por un perímetro en color rojo que delimita su extensión. Los derroteros que traspasan dicho perímetro de manera significativa son considerados como parte de los servicios suburbanos de transporte, los cuales se observan en el Mapa IX.43.

Mapa IX.42: Representación de derroteros urbanos



Fuente: ALG Consultores, 2007.

Mapa IX.43: Representación de derroteros suburbanos



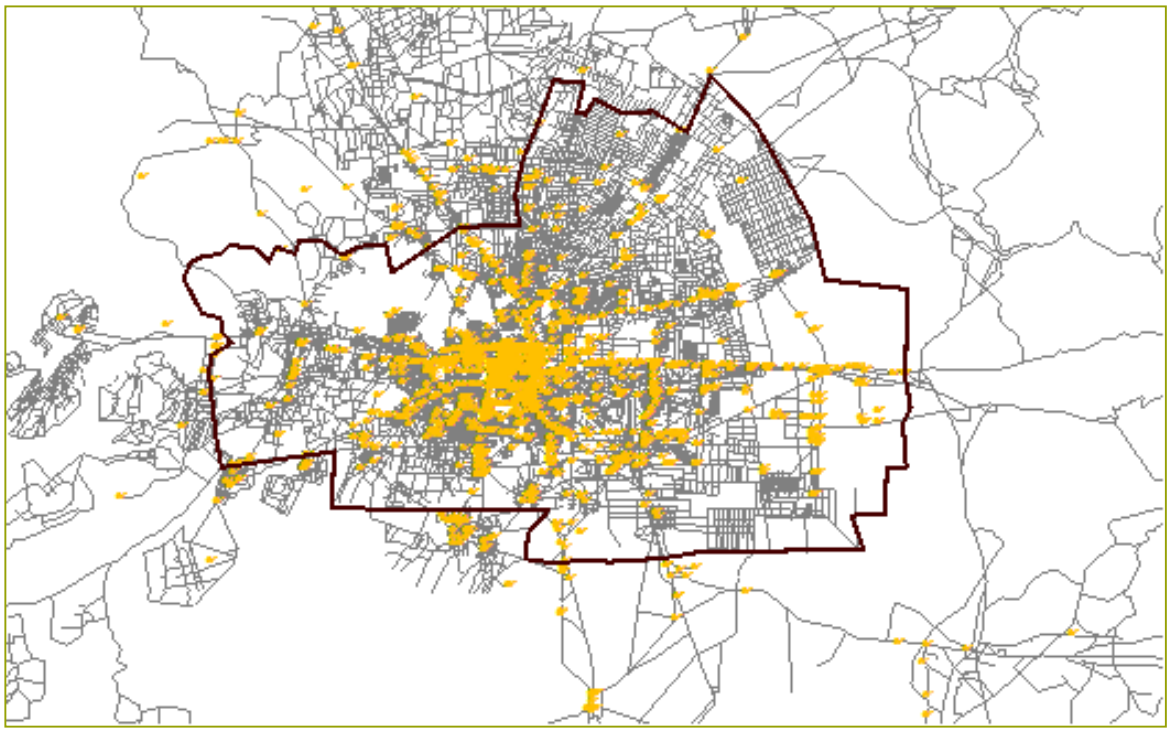
Fuente: ALG Consultores, 2007.

En relación a las paradas o estaciones de transporte público, ALG Consultores (2007) estima un total de 19 910 paradas registradas (Mapa IX.44). Sin embargo, la operación real en la zona urbana de Toluca refleja diferencias operativas con respecto a la aseveración anterior. Los recorridos realizados por el equipo del CMM, revelan la práctica anárquica de los operadores para seleccionar puntos no autorizados o señalizados para permitir el ascenso y descenso de usuarios a lo largo de los recorridos.

Esta observación es confirmada también a través de otros estudios como el de Sánchez (2013), que a partir de una encuesta de origen y destino aplicada en 2010 a bordo de aproximadamente 25 mil unidades, generó un mapa de las prácticas de los operadores de servicio de transporte público, identificando puntos de ascenso y descenso del pasaje. En el Mapa IX.45 se identifican los puntos de ascenso y descenso obtenidos durante estos trabajos.

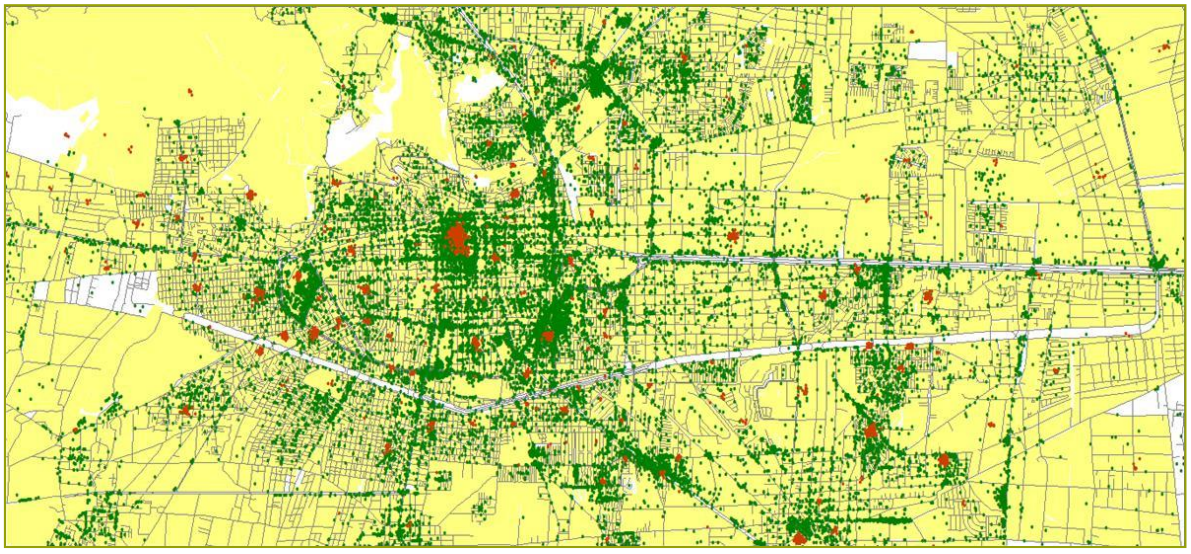
La imagen confirma la existencia de puntos de ascenso y descenso no autorizados o registrados por la Secretaría de Transporte del Estado de México, los cuales son seleccionados por los usuarios y operadores del vehículo que brinda los servicios de transporte. De esta forma las zonas de color verse identifican a las múltiples paradas de ascenso de pasaje, y las de color rojo a las principales zonas de descenso. Ambos categorías pueden definirse como los nodos habituales establecidos por los habitantes y operadores del servicio.

Mapa IX.44: Localización de paradas de las rutas de servicios de transporte público



Fuente: ALG Consultores, 2007.

Mapa IX.45: Sitios de ascenso y descenso de unidades de servicio público de transporte registrados en operación (nodos habituales)



Fuente: (Sánchez 2013).

Este fenómeno es resultado del modelo organizacional y de negocio generalizado en los servicios de transporte público en la ciudad conocida como “chofer-camión” u “hombre-camión”, bajo el cual el propietario es conductor de su propio vehículo o bien bajo la figura

del conductor subcontratado que participa sin mayores vinculaciones laborales u operacionales con la empresa.

Los operadores o “choferes” perciben ingresos de dos formas posibles, con base en un porcentaje de lo recolectado por el concesionario en el día en la que el chofer subcontratado arrenda el vehículo para su explotación o, un salario fijo. En ambos esquemas las empresas concesionarias delegan casi toda la responsabilidad del vehículo al conductor, el cual no garantiza una operación adecuada, ya que el esquema de incentivos no se sustenta en la calidad del servicio, sino en el volumen de pasajeros transportados.

Este ambiente obliga al conductor a no cumplir con las paradas convenidas, apresurar a los usuarios al ascender y descender de la unidad, aumentar la velocidad de operación o inclusive detenerse en algunos puntos con el único objetivo de poder recolectar mayor cantidad de pasajeros y competir con el resto de los operadores se encuentran en un contexto equivalente.

Por lo tanto, el esquema organizacional y de negocio “hombre-camión”, además de tener consecuencias perjudiciales en las capacidades física y psicológica del conductor, también demerita la calidad del servicio, incrementa los costos operativos de la unidad y del sistema de transporte en general.

IX.6.7 Infraestructura de transporte público

IX.6.7.1 Centros de Transferencia Modal (CETRAM)

> *Los Centros de Transferencia Modal (CETRAM) son nodos de coincidencia de dos o más tipos de modo de transporte público, vistos como excelentes puntos de partida para una evolución que superan los problemas urbanos de la actualidad. Estos espacios, articuladores de la traza urbana, permiten el cruce de personas, intereses, transacciones, destinos y momentos. Son acumuladores de prácticas sociales, conectores de sistemas urbanos que representan centralidades dentro de la urbe. Sin embargo, administrativamente no se les ha prestado la atención que merecen, por lo que en la actualidad tienen problemáticas que van desde la informalidad e inseguridad, hasta influencia negativa sobre las vialidades y modos de transporte que los constituyen (ITDP, 2014, p.8).*

Bajo la anterior definición de ITDP (2014), el desarrollo urbano y la movilidad en la zona metropolitana de Toluca plantean retos y áreas de oportunidad multifactoriales que van desde la gestión eficiente de la movilidad a las características de la infraestructura que la soportan. Uno de los grandes desafíos tiene que ver con la infraestructura de transporte orientada a facilitar adecuadamente la intermodalidad a nivel de la metrópoli y facilitar la estructuración del espacio urbano a través de nodos que le den organización y jerarquía.

En otras palabras, actualmente la ciudad de Toluca carece de espacios físicos que promuevan la confluencia ordenada y jerarquizada de dos o más modos de transporte y que

además le den articulación al espacio urbano mediante una red de nodos o centralidades distribuidas de forma equilibrada.

En términos estrictos, la ciudad de Toluca[20] no cuenta con ninguna infraestructura que pueda ser definida como CETRAM. Únicamente existen dos Centrales de Autobuses donde confluye transporte urbano, suburbano y foráneo.

IX.6.7.1.1 Central de Autobuses de Toluca

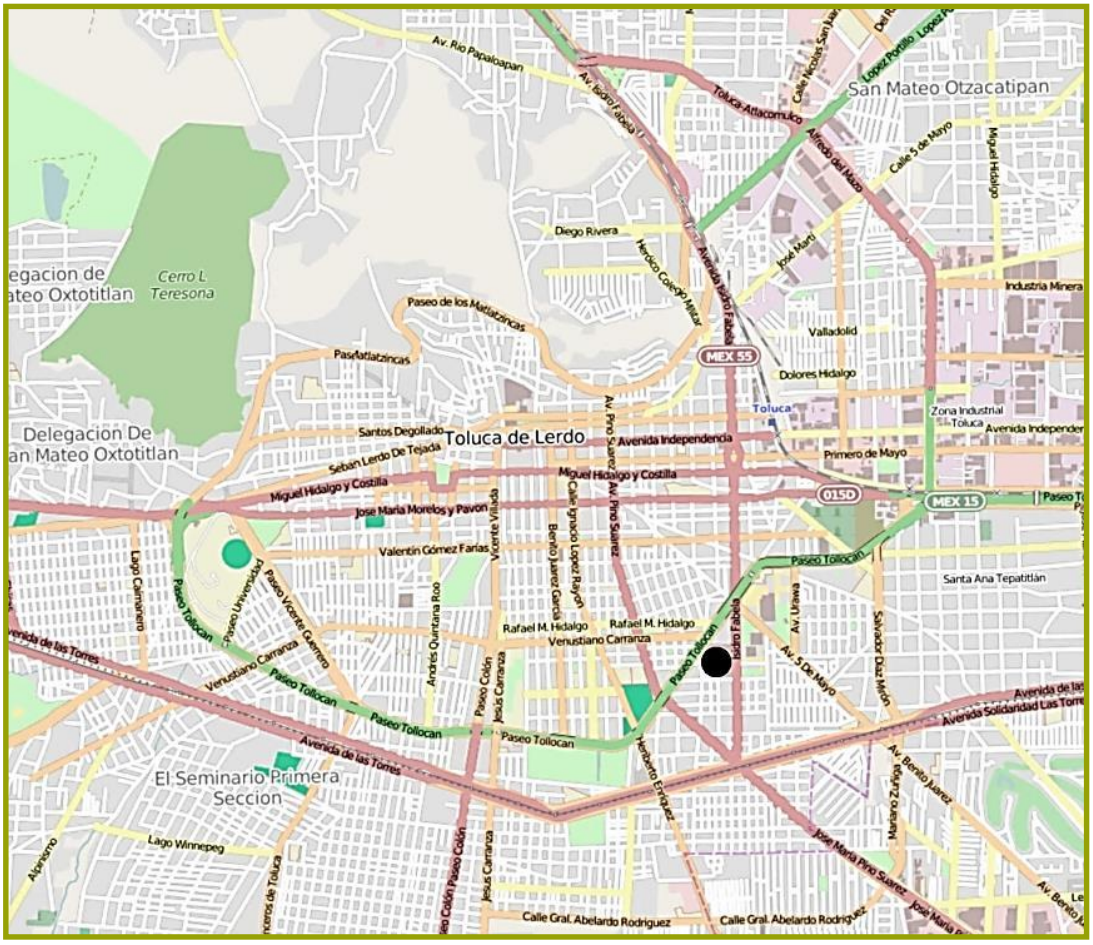
Localizada en la zona centro oriente de la zona metropolitana, la también denominada Terminal Toluca, es el único espacio ubicado dentro de la ciudad que funciona, aunque con muchas limitaciones, de forma similar a un CETRAM.

Sin embargo, conviene hacer algunas precisiones:

- Se trata de un espacio donde convergen modos de transporte de escala urbana, suburbana e inter urbana (foráneos). Sin embargo, no existe intermodalidad al solo confluir autobuses como modo de transporte dominante.
- Al localizarse en la zona central de la ciudad, la circulación de los vehículos foráneos genera congestionamiento y saturación de las vías aledañas.
- Se trata de una infraestructura que no ha sido modernizada, sus instalaciones son obsoletas y limitan la intermodalidad.
- Las vías de acceso principales se encuentran dominadas por taxis individuales, taxis colectivos y autobuses de transporte público.
- Los cruces y accesos peatonales a la misma son inseguros debido a que se carece de la infraestructura peatonal adecuada (Figura IX.3). La infraestructura ciclista es inexistente.
- El entorno urbano inmediato no se encuentra integrado a la terminal, existe una invasión del espacio público por comercio informal (Figura IX.4).
- La terminal se encuentra rodeada de equipamientos de alto impacto como un mercado de abasto, situación que incrementa los flujos de personas y de vehículos en la zona generando un punto de conflicto importante.
- El ser la única terminal de Autobuses determina que a nivel metropolitano exista una única centralidad dominante en términos de intermodalidad, situación que deriva en problemáticas asociadas con la saturación de rutas de transporte público en la zona y todos los problemas urbanos asociados en las inmediaciones de la zona.
- A pesar de lo anterior, este espacio funciona como una centralidad atractora y generadora de viajes.

[20] Entiéndase zona metropolitana de Toluca.

Figura IX.2: Localización de la Terminal de Autobuses de Toluca



Fuente: CMM con datos de GoogleMaps, 2014.

Figura IX.3: Infraestructura peatonal insuficiente en una zona de intenso flujo vehicular, inmediaciones de la Terminal Toluca





Fotografías: Google Earth, 2014.

Las problemáticas descritas anteriormente, ponen en evidencia la necesidad de modernizar la actual terminal y considerar su reconversión hacia un CETRAM de escala urbana que dote de cobertura a la zona urbana y periurbana de la metrópoli.

Figura IX.4: Invasión del espacio público por sitios de taxis y comercio informal, inmediaciones de la Terminal Toluca



Fotografías: Google Earth, 2014.

IX.6.7.1.2 Central de autobuses de San Mateo Atenco

Sobre la Avenida Paseo Tollocan, en el acceso oriente de la ciudad, dentro del municipio de San Mateo Atenco se ubica una pequeña estación terminal de autobuses urbanos, suburbanos y foráneos (Figura IX.5). Ocupa una superficie aproximada de 9,000 m² y se encuentra bardeada en todo su perímetro por lo que carece de integración urbana además, no ofrece ningún tipo de servicio intermodal (Figura IX.6).

Su localización es el factor más estratégico. Sin embargo, carece de las condiciones adecuadas para fungir como un centro de transferencia modal, tanto por lo reducido de sus dimensiones como por su infraestructura limitada y sin consideraciones de integración urbana y de apoyo a la movilidad no motorizada y de carácter universal. Además, no ofrece opciones de intermodalidad.

Su localización le confiere cierto potencial en un escenario futuro de generación de CETRAM a escala metropolitana. No obstante, habría que considerar la próxima puesta en operación de la estación del tren de alta velocidad en el municipio de Lerma, la cual sin duda se visualiza como la mejor opción de intervención.

Figura IX.5: Localización de la Terminal de Autobuses de San Mateo Atenco



Fuente: CMM con datos de GoogleMaps, 2014.

Figura IX.6: Instalaciones exteriores, Terminal de Autobuses de San Mateo Atenco



Fotografías: Google Earth, 2014.

IX.6.7.1.3 Posibles alternativas de intervención

Como posibles alternativas de solución a la problemáticas ya enunciadas, existen diversos escenarios que pueden ser considerados como líneas de acción en el corto, mediano y largo plazo a fin de generar nuevas centralidades a partir de espacios de confluencia de diversos modos de transporte:

1. Reconvertir la actual terminal de autobuses bajo criterios basados en un verdadero esquema de CETRAM, situación que implicaría la construcción de una nueva terminal de autobuses foránea en una nueva ubicación a fin de aliviar la saturación que padece la actual Terminal Toluca.
2. Lo anterior implicaría la modernización física de las actuales instalaciones, bahías y paraderos, máximo aprovechamiento de espacio residuales o desaprovechados y reordenamiento del espacio público inmediato y construcción de infraestructura que facilite el arribo de modos alternativos.

3. Uno de los aspectos fundamentales será la reconfiguración de los usos del suelo en el entorno inmediato a fin de ordenar su uso y aprovechamiento bajo un esquema de *desarrollo orientado al transporte* (Modelos DOT) que facilite la integración del CETRAM con el entorno.

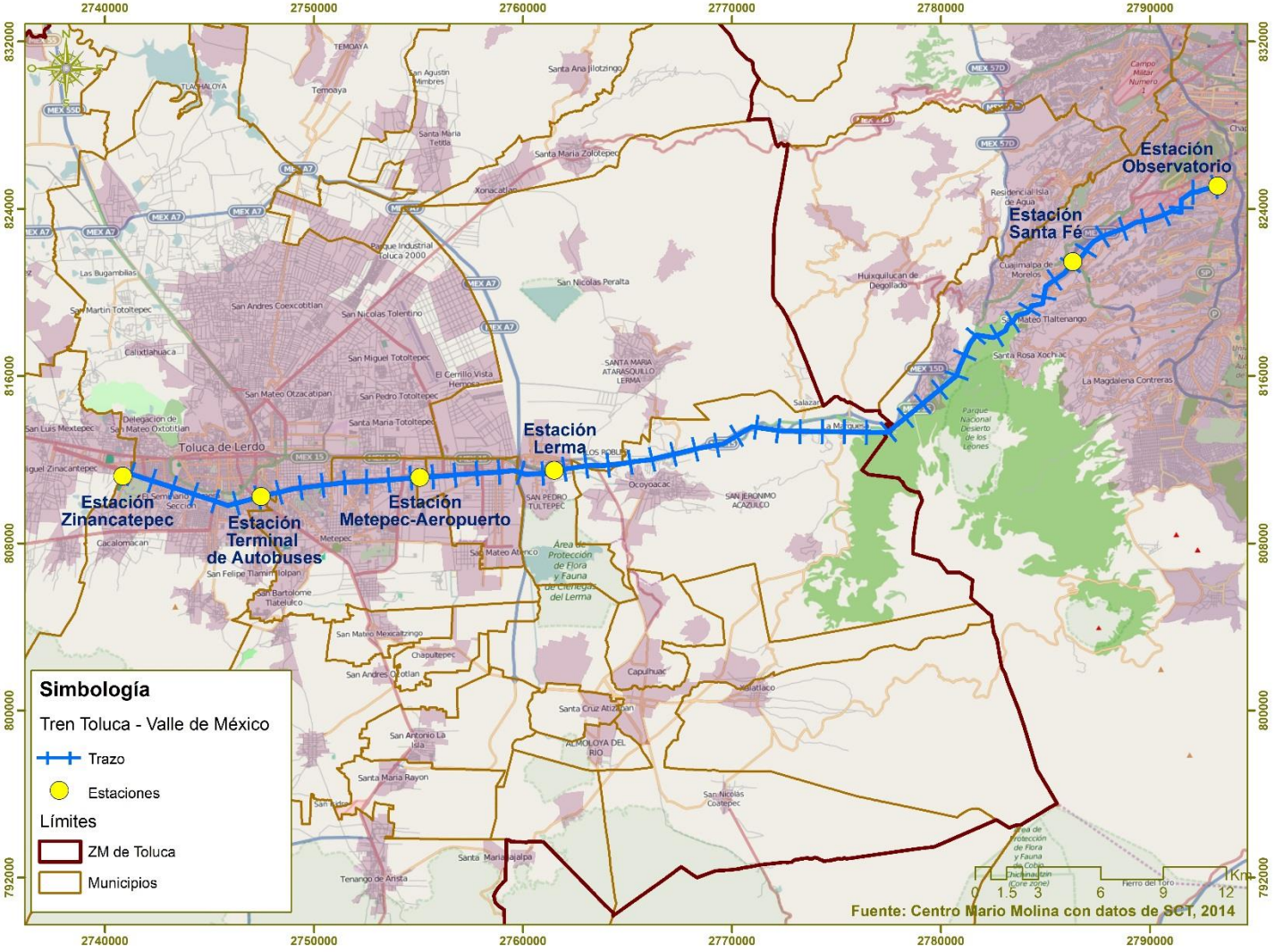
4. El punto anterior implica la necesidad de establecer criterios o lineamientos generales de movilidad sustentable dentro un radio de influencia definido por los 400 a 800 metros considerados como zona de influencia caminable o por un viaje corto en bicicleta de 2 km (ITDP 2014).

5. Considerar la construcción de un nuevo CETRAM en la zona del aeropuerto. Esto daría pie a generar las condiciones para el desarrollo de un centro tanto de distribución logística como de personas. Se debe aprovechar el crecimiento que ha experimentado la terminal aérea en los últimos años y vincular el aeropuerto con el resto de la zona urbana.

6. La inminente puesta en operación del tren México-Toluca coadyuvará a la consolidación y creación de nuevas centralidades en los puntos intermedios y terminales; Lerma, Metepec, Toluca y Zinacantepec. Este escenario debe propiciar análisis más detallados para evaluar la posibilidad de construir nuevos CETRAM acordes al contexto urbano de cada estación y la afluencia diaria potencial (Mapa IX.46).

7. El inicio de operaciones del corredor Toluca-Tenango mediante un sistema de autobuses estructurado deberá ser un detonador de la intermodalidad en la actual terminal, esto representa una ventana de oportunidad muy importante.

Mapa IX.46: Puntos potenciales para la generación de nuevos CETRAM, ZMT



8. Se debe considerar la opción de generar un CETRAM en el Municipio de Almoloya de Juárez de acuerdo a las condiciones de demanda actual y futuras a fin de establecer una red de nodos metropolitanos equilibrada.

9. En un escenario de generación de nuevos CETRAM metropolitanos, será esencial garantizar la alimentación y conexión ordenada de rutas alimentadoras al nuevo tren, estableciendo esquemas de gestión y operación consensados entre todos los actores involucrados.

IX.7 Generación y atracción de viajes intermunicipales

En la ZMT, de acuerdo a una actualización de los datos del SIPAPT, se estima que 2014 se generaron alrededor de un millón de viajes intermunicipales (Tabla IX.32). El acelerado crecimiento poblacional que ha presentado la ZMT hacia sus territorios circundantes, principalmente al norte, noreste y suroeste, permite deducir que la dinámica de movilidad persigue una estructura centralizada en torno al núcleo del municipio de Toluca.

En síntesis, Toluca es el principal municipio generador y atractor de viajes, ya que concentra la mayor cantidad de empleos y a la vez de vivienda periférica. Por la presencia de fuentes de trabajo, el municipio de Toluca atrae más de 650 mil viajes diarios, alrededor de tres cuartas partes de los viajes atraídos por los 22 municipios metropolitanos en su conjunto. Por otro lado, la concentración de vivienda y el fenómeno de expansión urbana por la acelerada construcción de vivienda en el municipio, provocan que en esta demarcación se genere 65% de los viajes metropolitanos (Mapas IX.47 y IX.48).

Tabla IX.32: Estimación de generación y atracción de viajes al día por municipio, 2014

Nombre Municipio	Generación		Atracción	
	Viajes día	%	Viajes día	%
Almoloya de Juárez	21,840	2%	14,284	2%
Almoloya del Rio	990	0%	237	0%
Atizapán	338	0%	513	0%
Calimaya	10,287	1%	9,487	1%
Capulhuac	1,253	0%	101	0%
Chapultepec	2,184	0%	2,584	0%
Xalatlaco	22	0%	111	0%
Lerma	12,809	1%	16,390	2%
Metepec	137,243	15%	112,990	12%
Mexicaltzingo	6,346	1%	4,883	1%
Ocoyoacac	6,002	1%	7,062	1%
Otzolotepec	21,106	2%	15,424	2%
Rayón	146	0%	875	0%
San Antonio la Isla	1,585	0%	228	0%
San Mateo Atenco	36,318	4%	26,755	3%
Temoaya	2,258	0%	1,931	0%
Tenango del Valle	2,228	0%	1,676	0%

Nombre Municipio	Generación		Atracción	
	Viajes día	%	Viajes día	%
Tianguistenco	4,796	1%	2,404	0%
Toluca	605,275	65%	656,691	70%
Xonacatlán	9,957	1%	6,669	1%
Zinacantepec	51,282	6%	52,971	6%
Total	934,265	100%	934,265	100%

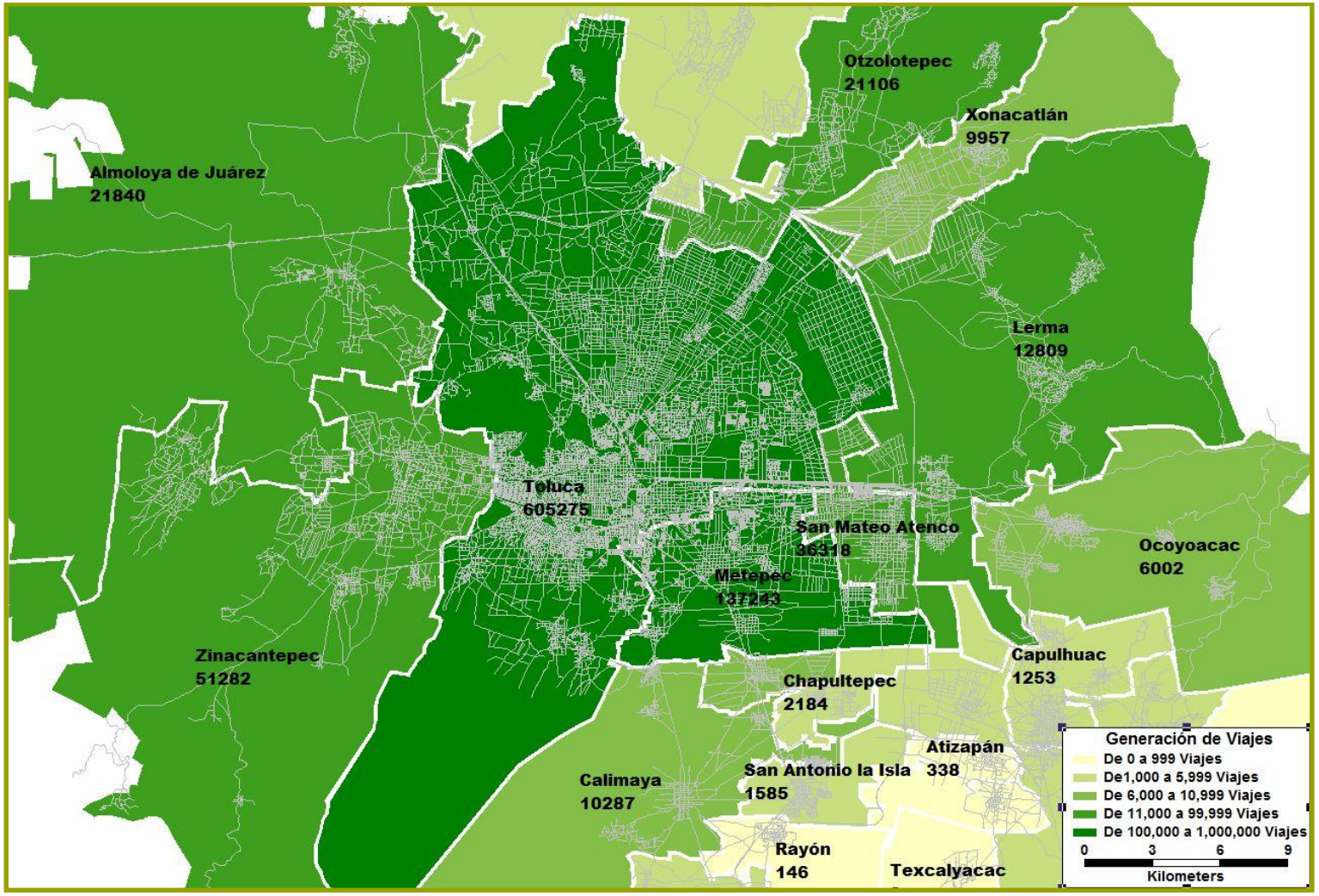
Fuente: Elaboración propia con actualización de datos de (ST-SIPATP 2007).

Como se ha precisado en estudios anteriores, el modelo mononuclear radial que presenta la ZMT, o si acaso, binicular radial que incluye los centros de los municipios de Toluca y Metepec (CentroEure 2011), no es el adecuado para la gestión correcta del suelo, caracterizado en los bajos niveles de densidad en la mayoría del territorio, y sobre todo acarrea serias dificultades para la gestión de la movilidad. La estructura urbana de la ciudad solo promueve los desplazamientos masivos desde la periferia, donde se concentra la mayor cantidad de viviendas, hacia el centro de la ciudad (en su mayoría), y por lo tanto es propenso a la constante saturación de vías principales, particularmente debido a incremento en el automóvil privado como principal modo de transporte.

Asimismo, ya se ha indicado que derivado del bajo aprovechamiento del suelo dentro de la ZMT y en general en todo el país, la política federal de desarrollo urbano y vivienda, encabezada por CONAVI y SEDATU, se expresa, entre otras medidas, en la definición de polígonos de contención urbana, como una medida orientada a evitar que la el área urbana se siga expandiendo. Sin embargo, la revisión de las estrategias en materia de gestión de suelo a nivel municipal, indica que esta medida de restricción aún no encuentra su equivalente en los instrumentos de planeación local o regionales. En particular para el caso de la ZMT no existen estrategias para prevenir los largos desplazamientos, ni sistemas de transporte público confiables y eficientes adecuados a las posibilidades económicas de la población residente.

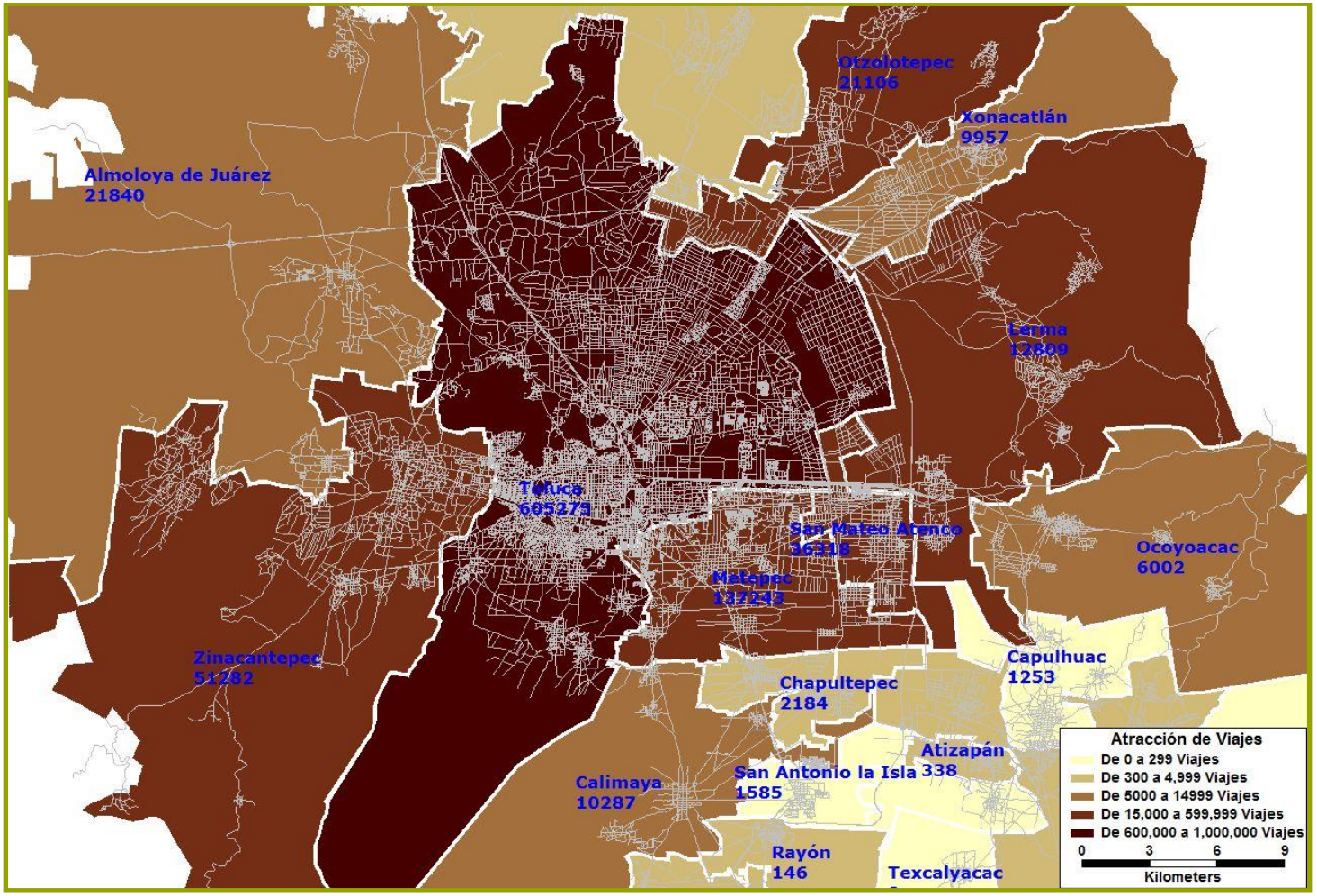
Por el contrario, el análisis derivado de la revisión de los PMDU de los municipios pertenecientes a la ZMT, identifica que la política vigente para la gestión de movilidad está encaminada a proveer el desarrollo de infraestructura vial privilegiando el uso del automóvil particular. La alta tasa de crecimiento de la flota vehicular con respecto a la poblacional en los últimos diez años (en especial en los municipios de Toluca y Metepec), explica los constantes incrementos de problemas de congestionamiento vial y por lo tanto el incremento de emisiones contaminantes.

Mapa IX.47: Generación de viajes por municipio, estimación al 2014



Fuente: Elaboración propia con actualización de datos de (ST-SIPATP 2007).

Mapa IX.48: Atracción de viajes por municipio, estimación al 2014



Fuente: Elaboración propia con actualización de datos de (ST-SIPATP 2007).

IX.8 Volúmenes de demanda de transporte público

La caracterización de la demanda permite representar las necesidades de movilidad, los perfiles socioeconómicos y las preferencias de elección de las personas que se desplazan en un área de estudio fija. Con tal objeto, generalmente, se define y obtiene la distribución espacial y temporal de los desplazamientos a través de una matriz origen-destino referida a un periodo determinado del día y hora de máxima demanda para los procesos de diseño de nuevos servicios. En tal sentido el análisis de la movilidad de los usuarios en la ZMT hace referencia a una matriz de viajes en ruta fija de transporte público con un total de 934,000 viajes al día de los cuáles 85 mil son realizados en las horas de máxima demanda (HMD).

La matriz de viajes referida se realizó mediante diferentes estudios de campo, principalmente Encuestas Origen – Destino (EOD), donde sus resultados fueron expandidos con los volúmenes de viaje obtenido a través del estudio de ascenso – descenso del total de las rutas que operan en la red de transporte en la ciudad.

Los viajes fueron actualizados al año 2014 para obtener una radiografía reciente de la movilidad en la ZMT. Originalmente para la obtención de la matriz se consideró el siguiente proceso de revisión e integración de información recaba en campo en el año 2010.

Se integró una matriz a partir de 20,000 EOD realizadas a bordo de las unidades en las 220 rutas de transporte público en un horario comprendido de 6 de la mañana a 8 de la noche. Esto permitió capturar los patrones de movilidad de las personas no solo a lo largo del día sino en todo el recorrido de la ruta, ya que los encuestadores subían y bajaban en el punto de inicio del derrotero de la ruta estudiada. El nivel de agregación física que se usó para obtener el origen y el destino de las personas fue la Colonia permitiendo tener un mayor nivel de detalle para la determinación de las principales relaciones funcionales. Las encuestas son una muestra de la movilidad total de los usuarios, por lo que se requirió expandir los viajes totales diarios obtenidos del estudio de ascensos – descensos.

A partir de la consulta de la información del Sistema Integral de Planeación Administrativa del Transporte Público de la Secretaría del Transporte, realizado a bordo de las unidades en horario de las 6 de la mañana a 8 de la noche, se obtuvo el volumen total de demanda del transporte público, así como los principales puntos de ascenso y descenso de los pasajeros. La información corresponde a las 222 rutas registradas, y se cotejó con la EOD para obtener la matriz de viajes de la ZMT, replicando la movilidad de los habitantes en un día hábil entre semana (Tabla IX.33).

Tabla IX.33: Viajes por municipio en la ZMT, 2010.

Nombre Municipio	Viajes al Día	Viajes al HMD	Participación porcentual de viajes al día
Almoloya de Juárez	21,840	1,985	2%
Almoloya del Rio	990	90	0%
Atizapán	338	31	0%
Calimaya	10,287	935	1%
Capulhuac	1,253	114	0%
Chapultepec	2,184	199	0%
Xalatlaco	22	2	0%
Lerma	12,809	1,164	1%
Metepec	137,243	12,477	15%
Mexicaltzingo	6,346	577	1%
Ocoyoacac	6,002	546	1%
Otzolotepec	21,106	1,919	2%
Rayón	146	13	0%
San Antonio la Isla	1,585	144	0%
San Mateo Atenco	36,318	3,302	4%
Temoaya	2,258	205	0%
Tenango del Valle	2,228	203	0%
Tianguistenco	4,796	436	1%
Toluca	605,275	55,025	65%
Xonacatlán	9,957	905	1%
Zinacantepec	51,282	4,662	6%
Total	934,265	84,934	100%

Fuente: Elaboración propia con actualización de datos de (ST-SIPATP 2007).

Dada la importancia sobre el resto de los municipios de la zona metropolitana, Toluca concentra 65% de los viajes realizados en transporte público, mientras que Metepec es el segundo municipio con un número importante de viajes con 15% del total. Este volumen considerable de viajes en ambos municipios centrales responde a la oferta de fuentes de trabajo y educación, los cuáles se identifican como los principales motivos de viaje.

IX.9 Demanda y líneas de deseo

La demanda del servicio del transporte público es el deseo de los usuarios o consumidores del servicio para utilizar determinado modo y así satisfacer sus necesidades de desplazamiento. Su elección estará en función de sus posibilidades y lo que ofrece cada modo de transporte en específico. La relación que guía la elección del modo de transporte es la de ingreso-tarifa, y en segundo lugar se considera la cobertura del modo de transporte, es decir su proximidad con el destino del usuario. Cuando la demanda de los usuarios coincide en un volumen considerado con el mismo origen-destino se dice que existe una línea de deseo. Estas líneas de deseo son una herramienta importante para la planeación del transporte público.

IX.9.1 Líneas de deseo por colonia

El estudio de movilidad de la ZMT considero como una primera escala el nivel de agregación espacial por colonia de los 12 municipios de la Zona Metropolitana. La colonia es una delimitación político-administrativa a una escala menor; su conformación en las zonas centrales se origina tanto por relaciones funcionales derivadas de los usos de suelo a nivel manzana o por límites administrativos. Sin embargo, las nuevas colonias en las periferias surgen de los asentamientos humanos de reciente conformación.

De los 12 municipios considerados en el estudio de origen-destino se tiene un total de 422 colonias de las cuales 49% se localizan en el municipio de Toluca al ser el municipio originario de la ciudad.

Mientras que los municipios centrales concentran el mayor número de colonias (tabla IX.34), el surgimiento de nuevos asentamientos humanos derivado del proceso de conurbación se ha dado principalmente en los municipios periféricos con menor conectividad, en particular con la ciudad central, incrementando así la demanda de transporte e infraestructura (Mapa IX.49).

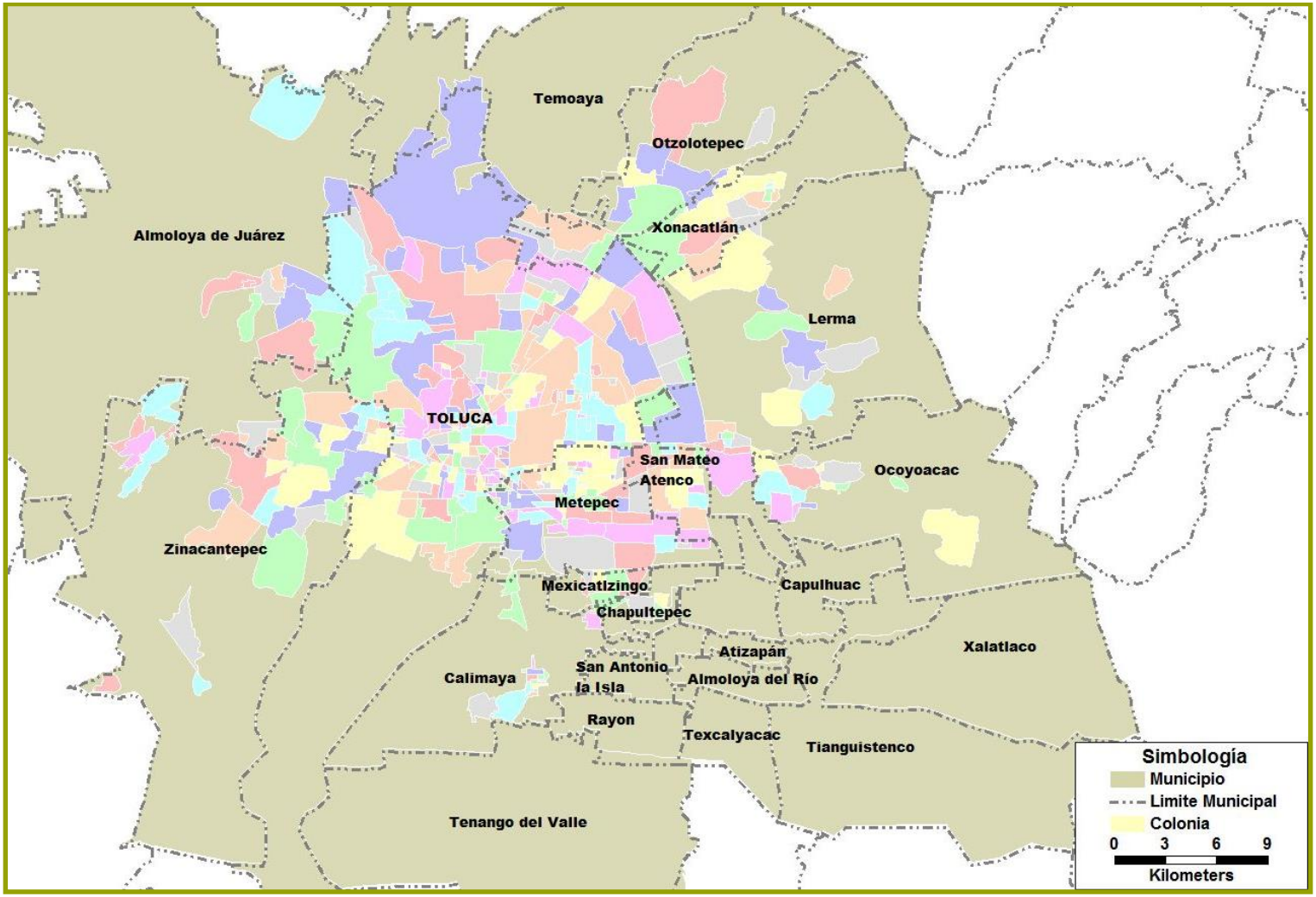
Tabla IX.34. Colonias por municipio

Nombre Municipio	Número de Colonias	Porcentaje
Almoloya de Juárez	13	3%
Calimaya	19	5%
Chapultepec	3	1%
Lerma	23	5%
Metepec	74	18%
Mexicaltzingo	7	2%
Ocoyoacac	14	3%
Otzolotepec	8	2%
San Mateo Atenco	15	4%
Toluca	205	49%
Xonacatlán	8	2%
Zinacantepec	33	8%
TOTAL	422	100%

Fuente: Elaboración propia con base al Estudio de Movilidad de la ZMCT, 2010.

Las principales relaciones funcionales de la movilidad se concentran en colonias de los municipios de Toluca y Metepec. Es importante aclarar que el cálculo de los viajes se realizó mediante la expansión de la información obtenida en campo, es decir, corresponde a un modelo estadístico.

Mapa IX.49: Colonias por municipio



Fuente: Elaboración propia con base al Estudio de Movilidad de la ZMCT, 2010.

Tabla IX.35: Principales relaciones por colonia

Municipio Origen	Colonia Origen	Municipio Destino	Colonia Destino	Viajes Día	%
Metepec	Infonavit San Francisco	Metepec	San Jerónimo Chicahualco	5 680	0.61%
Metepec	Pilares	Toluca	Unidad Victoria	5 680	0.61%
Toluca	Colonia ampliación Lázaro Cárdenas	Toluca	Reforma y ferrocarriles nacionales (Barrio de san juan bautista)	5 680	0.61%
Toluca	El Carmen Totoltepec	Toluca	Barrio de Zopilocalco sur	5 680	0.61%
Toluca	La Vega	Toluca	San Pablo Autopan	5 680	0.61%
Toluca	Lomas Altas	Toluca	Barrio de Zopilocalco sur	5 680	0.61%
Toluca	San Cayetano Morelos	Toluca	Santa cruz Atzcapotzaltongo	5 680	0.61%
Toluca	San Juan de la Cruz	Toluca	U.H. Jardines de la Crespa	5 680	0.61%
Toluca	San Lorenzo Tepatitlán	Toluca	San Pablo Autopan	5 680	0.61%
Toluca	Santa Ana Tlapaltitlán	Toluca	Jicaltepec Autopan	5 680	0.61%
Toluca	Santa Cruz Atzcapotzaltongo	Toluca	San Juan de la Cruz	5 680	0.61%
Toluca	U.H. Jardines de la Crespa	Toluca	Barrio de Santa Clara	5 680	0.61%
Toluca	Unidad Victoria	Toluca	Colonias Valle Verde y Terminal	5 680	0.61%
Toluca	El Coecillo	Toluca	Colonias Valle Verde y Terminal	5 438	0.58%
Metepec	La Providencia	Toluca	Santa Ana Tlapaltitlán	5 207	0.56%
Toluca	Parques Nacionales	Toluca	Ex-hacienda San Jorge	5 011	0.54%

Municipio Origen	Colonia Origen	Municipio Destino	Colonia Destino	Viajes Día	%
Toluca	San Lorenzo Tepatitlán	Toluca	Independencia, Meteoro y San Juan Buenavista	4 931	0.53%
Toluca	Centro	Toluca	Colonia electricistas locales	4 852	0.52%
Toluca	Américas	Toluca	Lomas altas	4 673	0.50%
Toluca	San juan de la cruz	Toluca	Reforma y ferrocarriles nacionales (Barrio de San Juan Bautista)	4 547	0.49%
Toluca	San Lorenzo Tepatitlán	Toluca	Colonia Izcalli IPIEM	4 545	0.49%
Toluca	Barrio de san Sebastián y fraccionamiento Vértice	Toluca	5 de Mayo	4 402	0.47%
San Mateo Atenco	Francisco I. Madero	Toluca	Colonias Valle Verde y Terminal	4 149	0.44%
Toluca	El PRI	Toluca	Tlacopa	4 085	0.44%
Toluca	Unidad Habitacional Jardines de la Crespa	Toluca	Unidad victoria	4 043	0.43%
Toluca	Rincón de san Lorenzo	Toluca	Misiones de Santa Esperanza	3 985	0.43%
Metepec	Infonavit san francisco	Toluca	Santa Ana Tlapaltitlán	3 619	0.39%
Toluca	San pablo Autopan	Toluca	Santa Cruz Atzcapotzaltongo	3 604	0.39%
Otzolotepec	Villa Cuauhtémoc	Toluca	Residencial las Flores	3 592	0.38%
A. de Juárez	San francisco Tlalcilalcalpan	Zinacantepec	Zinacantepec	3 556	0.38%
Resto relaciones				786 186	84.15%
Total				934 265	100%

Fuente: Elaboración propia con base al Estudio de Movilidad de la ZMCT, 2010.

IX.9.2 Líneas de deseo municipales

Identificar los patrones de movilidad permite visualizar las principales relaciones funcionales con la ciudad central, con ello se determinan las demarcaciones municipales generadoras y atractoras de viajes, así como la identificación de las principales líneas de deseo de la región (Tabla IX.36 y Mapa IX.50). Sin considerar los viajes intramunicipales, la línea de deseo predominante la ocupa Metepec-Toluca con 8%, seguida por la par de Toluca-Metepec con el 5%, esto permite reafirmar la importancia que tienen estos dos municipios a nivel metropolitano, derivado de su oferta y diversidad de actividades económicas y de servicios. En el Mapa IX.51 se observan las líneas de deseo y las rutas existentes.

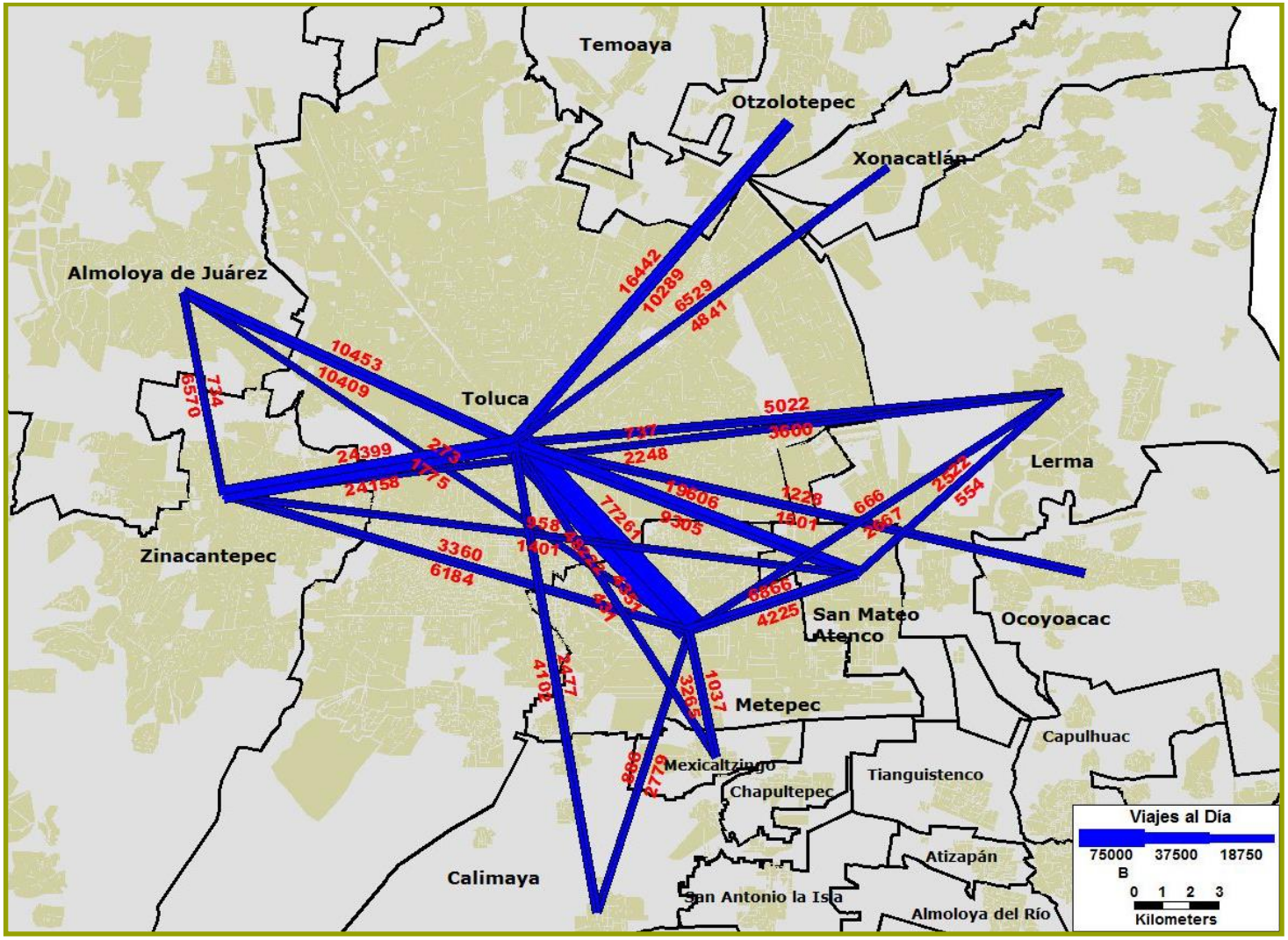
Tabla IX.36: Líneas de deseo inter e intramunicipales

Municipio de origen	Municipio de destino	Viajes al día	Porcentaje
Toluca	Toluca	485 938	52%
Metepec	Toluca	77 263	8%
Toluca	Metepec	48 223	5%
Metepec	Metepec	42 133	5%
Toluca	Zinacantepec	24 399	3%
Zinacantepec	Toluca	24 158	3%
San Mateo Atenco	Toluca	19 607	2%
Otzolotepec	Toluca	16 443	2%
Zinacantepec	Zinacantepec	16 128	2%
Toluca	Almoloya de Juárez	10 453	1%
Almoloya de Juárez	Toluca	10 410	1%
Toluca	Otzolotepec	10 290	1%
Toluca	San Mateo Atenco	9 306	1%
San Mateo Atenco	San Mateo Atenco	7 001	1%
San Mateo Atenco	Metepec	6 867	1%
Almoloya de Juárez	Zinacantepec	6 570	1%
Xonacatlán	Toluca	6 529	1%
Zinacantepec	Metepec	6 185	1%
Lerma	Toluca	5 022	1%
Toluca	Xonacatlán	4 841	1%
Resto de las relaciones		**96 499**	**10%**
Total		**934 265**	**100%**

Fuente: Elaboración propia con actualización de datos de (ST-SIPATP 2007).

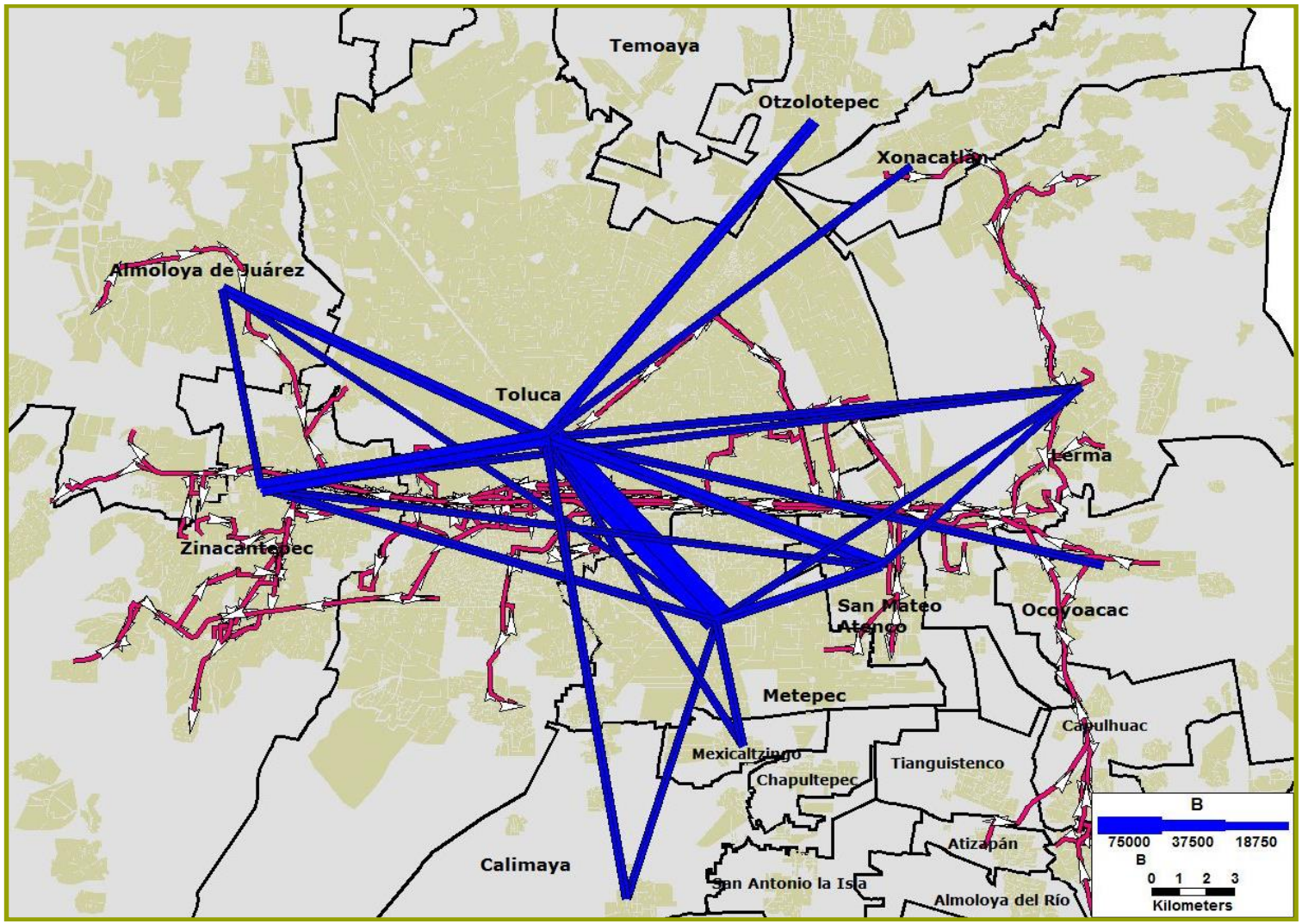
Durante el desarrollo del presente estudio se identificaron los municipios de Toluca, Metepec y Zinacantepec como los principales atractores de viajes. Por este motivo se describe a continuación, para cada uno de ellos, las líneas de deseo identificadas.

Mapa IX.50: Principales líneas de deseo en la ZMT



Fuente: Elaboración propia con actualización de datos de (ST-SIPATP 2007).

Mapa IX.51: Relación entre las líneas de deseo y las rutas de transporte público



Fuente: Elaboración propia con actualización de datos de (ST-SIPATP 2007).

IX.9.2.1.1 Líneas de deseo del municipio de Toluca de Lerdo

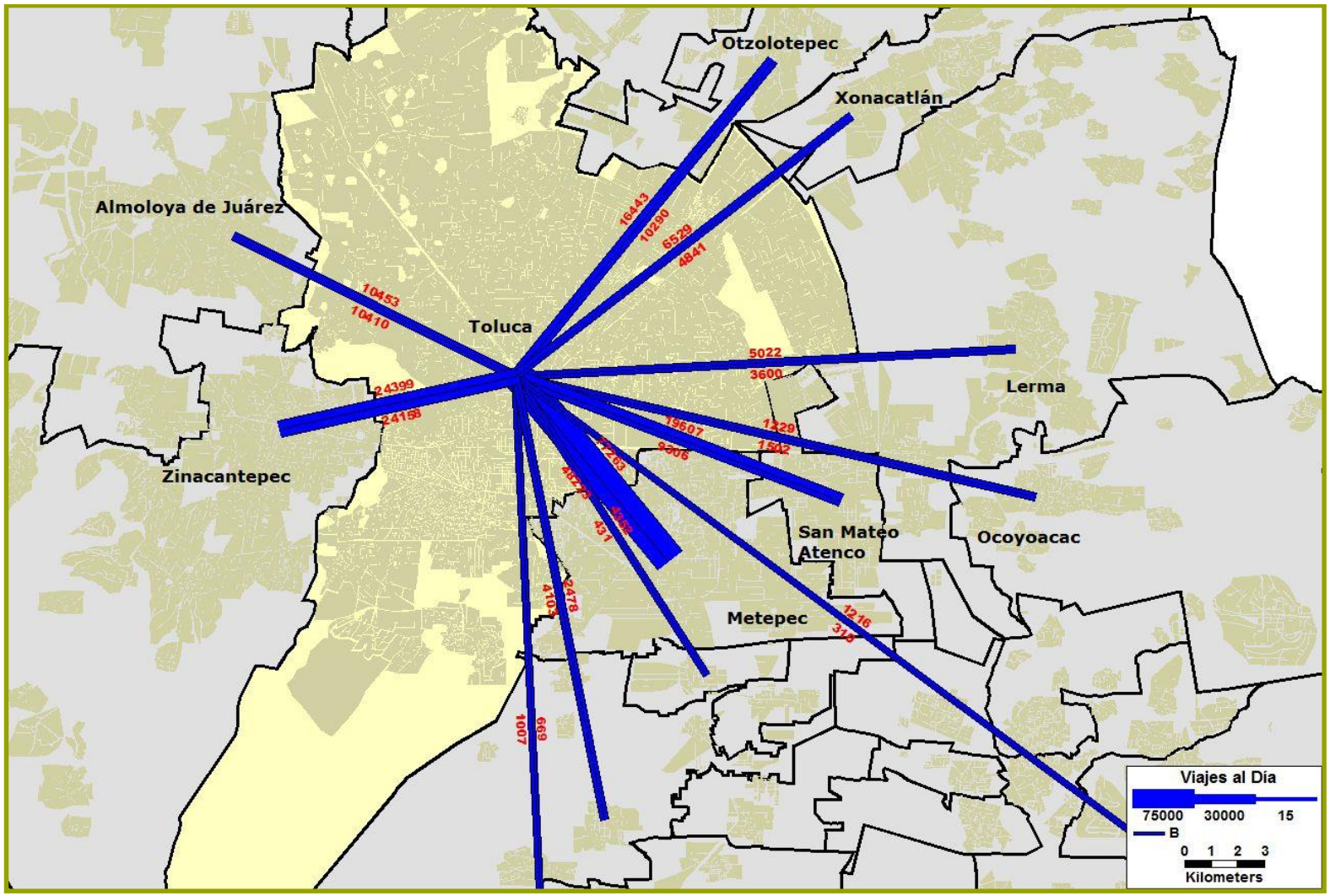
El municipio de Toluca el número de viajes atraídos por día es de aproximadamente 168 707, de los cuáles poco más de 77 mil se originan en el municipio de Metepec, sin embargo, la relación entre ambos municipios ocurre de igual forma en el sentido opuesto al producir el municipio de Toluca alrededor de 48 223 viajes con destino en Metepec. Esta fuerte relación funcional puede responder en primer lugar a la cercanía entre ambos municipios, y en segundo lugar a la oferta de servicios que ofrece este último (Tabla IX.37 y Mapa IX.52).

Tabla IX.37: Líneas de deseo Municipio de Toluca

Municipio de Origen	Municipio de Destino	Viajes al día	Porcentaje
Almoloya de Juárez	Toluca	10 410	1.1%
Calimaya		2 478	0.3%
Lerma		5 022	0.5%
Metepec		77 263	8.3%
Mexicaltzingo		4 352	0.5%
Ocoyoacac		1 229	0.1%
Otzolotepec		16 443	1.8%
San Mateo Atenco		19 607	2.1%
Tianguistenco		1 216	0.1%
Xonacatlán		6 529	0.7%
Zinacantepec		24 158	2.6%
		485 938	52.0%
Toluca	Metepec	48 223	5.2%
	Zinacantepec	24 399	2.6%
	Almoloya de Juárez	10 453	1.1%
	Otzolotepec	10 290	1.1%
	San Mateo Atenco	9 306	1.0%
	Xonacatlán	4 841	0.5%
	Calimaya	4 103	0.4%
	Lerma	3 600	0.4%
	Ocoyoacac	1 502	0.2%
	Tenango del Valle	1 007	0.1%
Resto de las relaciones		161 895	17.3%
Matriz Total		**934 265**	100%

Fuente: Elaboración propia con actualización de datos de (ST-SIPATP 2007).

Mapa IX.52: Líneas de deseo del Municipio de Toluca



Fuente: Elaboración propia con actualización de datos de (ST-SIPATP 2007).

IX.9.2.1.2 Líneas de deseo del Municipio de Metepec

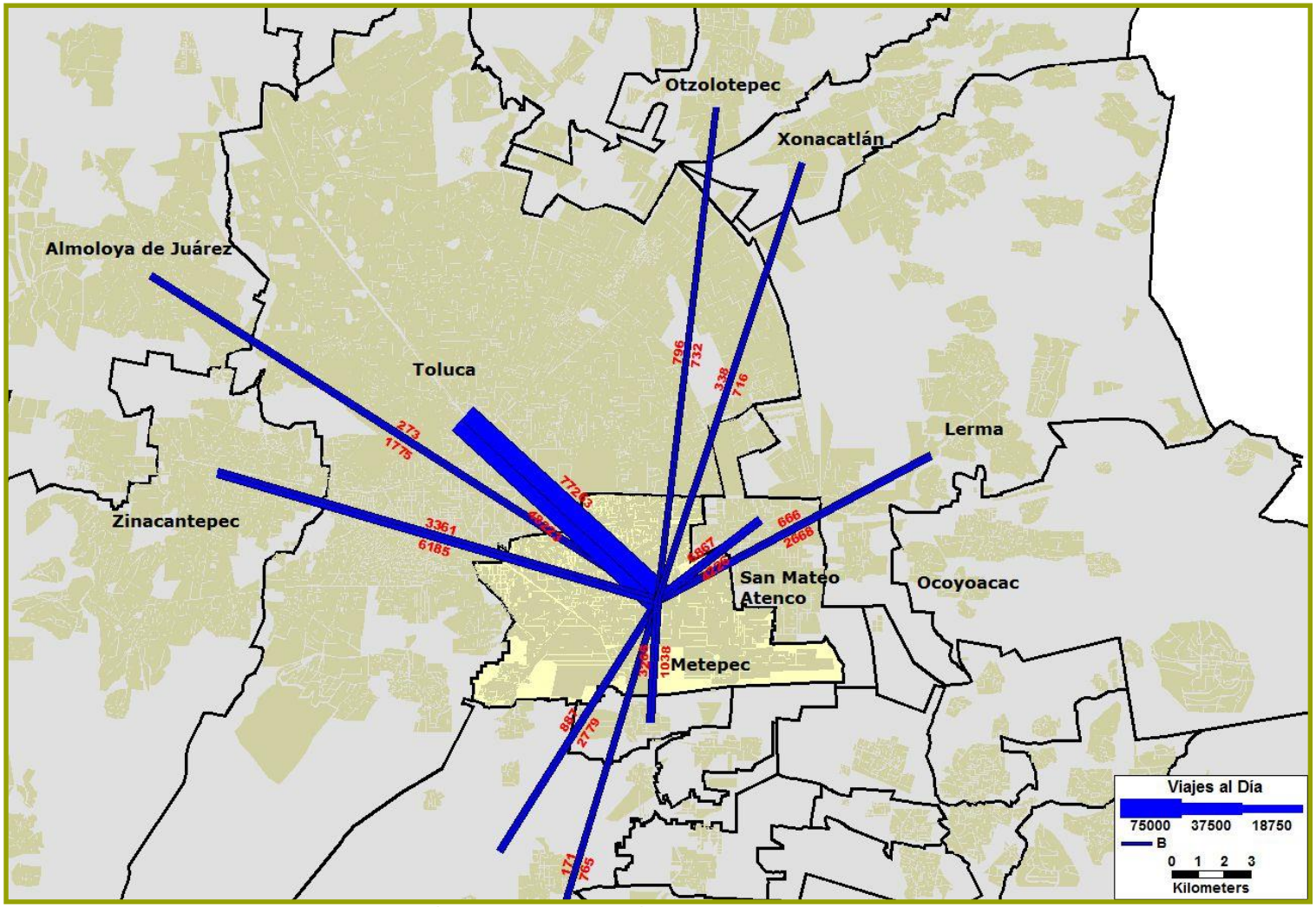
El municipio de Metepec se ha distinguido por la preservación de su imagen tradicional, su nombramiento como Ciudad Típica en la década de los 90, su distinción en 2009 como Pueblo con Encanto, así como el nombramiento de Pueblo Mágico en 2012, han sido un incentivo para buscar su lugar entre los principales municipios de la región. Por este motivo, Metepec ha aprovechado las ventajas de contar con estos títulos para impulsar su desarrollo económico y la generación de importantes fuentes de ejemplo; en dicho municipio se concentra una cantidad significativa de servicio comerciales, lo que se traduce en un gran número de viajes atraídos, principalmente originarios de los municipios de Toluca, San Mateo Atenco y Zinacantepec. Por el contrario, su generación de viajes tiene como principal destino, el municipio de Toluca aunque existe una relación importante con los municipios de Zinacantepec y San Mateo Atenco, con más de 6 mil viajes atraídos para cada uno de ellos (Tabla IX.38 y Mapa IX.53).

Tabla IX.38: Líneas de deseo Municipio de Metepec

Municipio de Origen	Municipio de Destino	Viajes al día	Porcentaje
Almoloya de Juárez	Metepec	1 775	0.2%
Calimaya		2 779	0.3%
Lerma		666	0.1%
Mexicaltzingo		1 038	0.1%
Otzolotepec		796	0.1%
San Mateo Atenco		6 867	0.7%
Tenango del Valle		765	0.1%
Toluca		48 223	5.2%
Zinacantepec		6 185	0.7%
		82 266	4.5%
Metepec	Toluca	77 263	8.3%
	San Mateo Atenco	4 226	0.5%
	Zinacantepec	3 361	0.4%
	Mexicaltzingo	3 266	0.3%
	Lerma	2 668	0.3%
	Calimaya	887	0.1%
	Otzolotepec	732	0.1%
	Xonacatlán	716	0.1%
	Ocoyoacac	561	0.1%
Resto de las relaciones		687 225	73.6%
Matriz Total		**934 265**	**100%**

Fuente: Elaboración propia con actualización de datos de (ST-SIPATP 2007).

Mapa IX.53: Líneas de deseo del Municipio de Metepec



Fuente: Elaboración propia con actualización de datos de (ST-SIPATP 2007).

IX.9.2.1.3 Líneas de deseo del Municipio de Zinacantepec

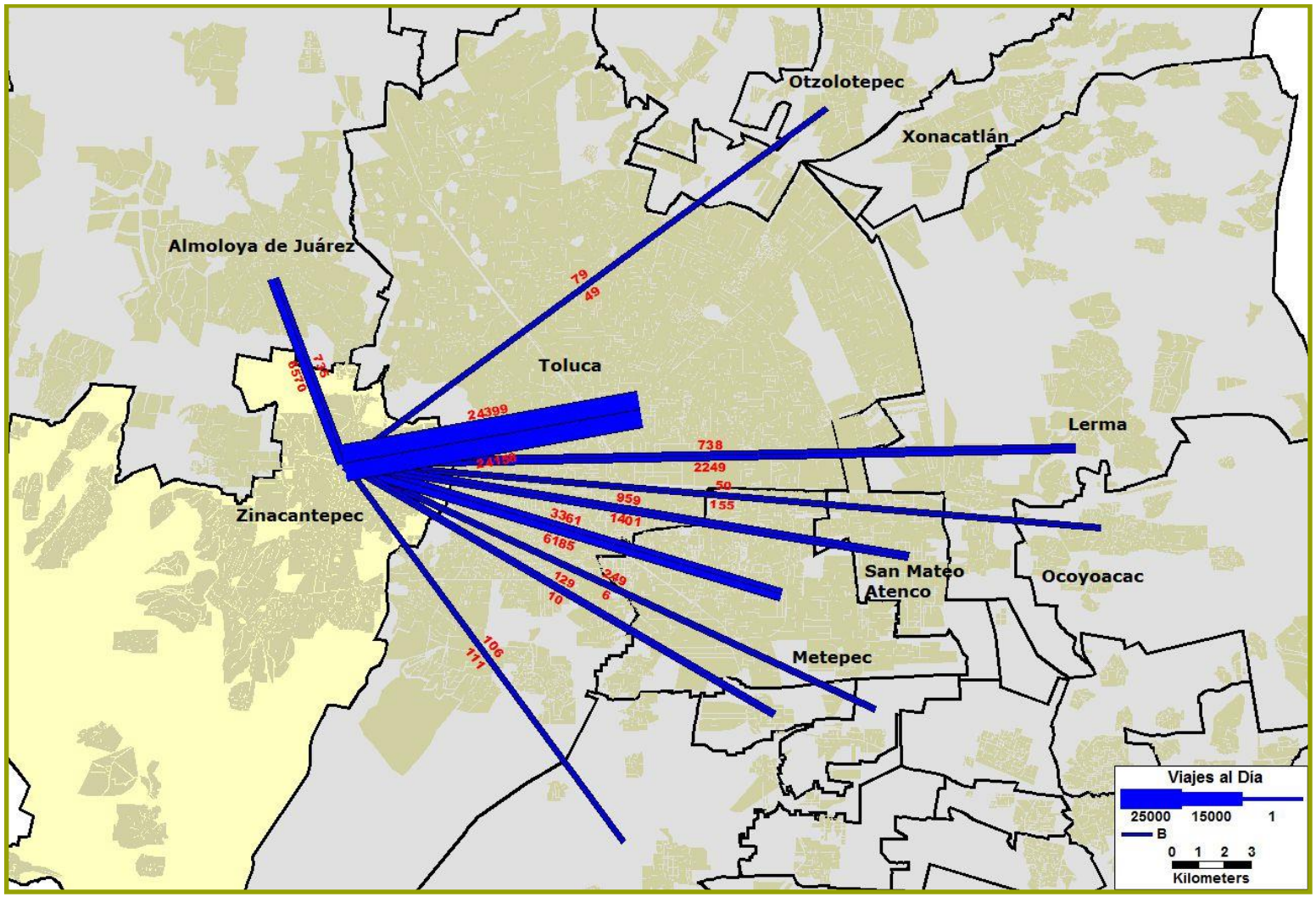
Zinacantepec se ubica al poniente del municipio de Toluca y es uno de los principales municipios que conforman la ciudad central y el límite de ésta. Dada su importante localización fue elegido para contener dentro de su territorio la terminal del Tren México–Toluca, lo que generará un incremento en su relación tanto con los municipios que integran la zona metropolitana como con el Valle de México. Este municipio recibe todos los días casi 7 mil viajes provenientes principalmente de Almoloya de Juárez y Metepec. Mientras que su producción de viajes tiene como destino principal los municipios de Toluca (24 mil) y Metepec (6 mil). Esta interacción con los principales municipios del área urbana ha fomentado el crecimiento y desarrollo del mismo (Tabla IX.39 y Mapa IX.54).

Tabla IX.39: Líneas de deseo Municipio de Zinacantepec

Municipio de Origen	Municipio de Destino	Viajes al día	Porcentaje
Almoloya de Juárez	Zinacantepec	6 570	1%
Calimaya		106	0%
Chapultepec		249	0%
Lerma		738	0%
Metepec		3 361	0%
Mexicaltzingo		129	0%
Ocoyoacac		50	0%
Otzolotepec		79	0%
San Mateo Atenco		959	0%
Tianguistenco		104	0%
Toluca		24 399	3%
Zinacantepec		32 256	3%
Zinacantepec	Toluca	24 158	3%
Zinacantepec	Metepec	6 185	1%
Zinacantepec	Lerma	2 249	0%
Zinacantepec	San Mateo Atenco	1 401	0%
Zinacantepec	Almoloya de Juárez	735	0%
Zinacantepec	Ocoyoacac	155	0%
Zinacantepec	Calimaya	111	0%
Resto de las relaciones		830 271	89%
Matriz Total		934 265	100%

Fuente: Elaboración propia con actualización de datos de (ST-SIPATP 2007).

Mapa IX.54: Líneas de deseo Municipio de Zinacantepec



Fuente: Elaboración propia con actualización de datos de (ST-SIPATP 2007).

IX.9.3 Líneas de deseo por macrozonas

Este nivel de agregación permite visualizar los patrones de movilidad más recurrentes de los usuarios en la zona metropolitana, mismos que deben ser atendidos mediante la reestructuración de las rutas de transporte.

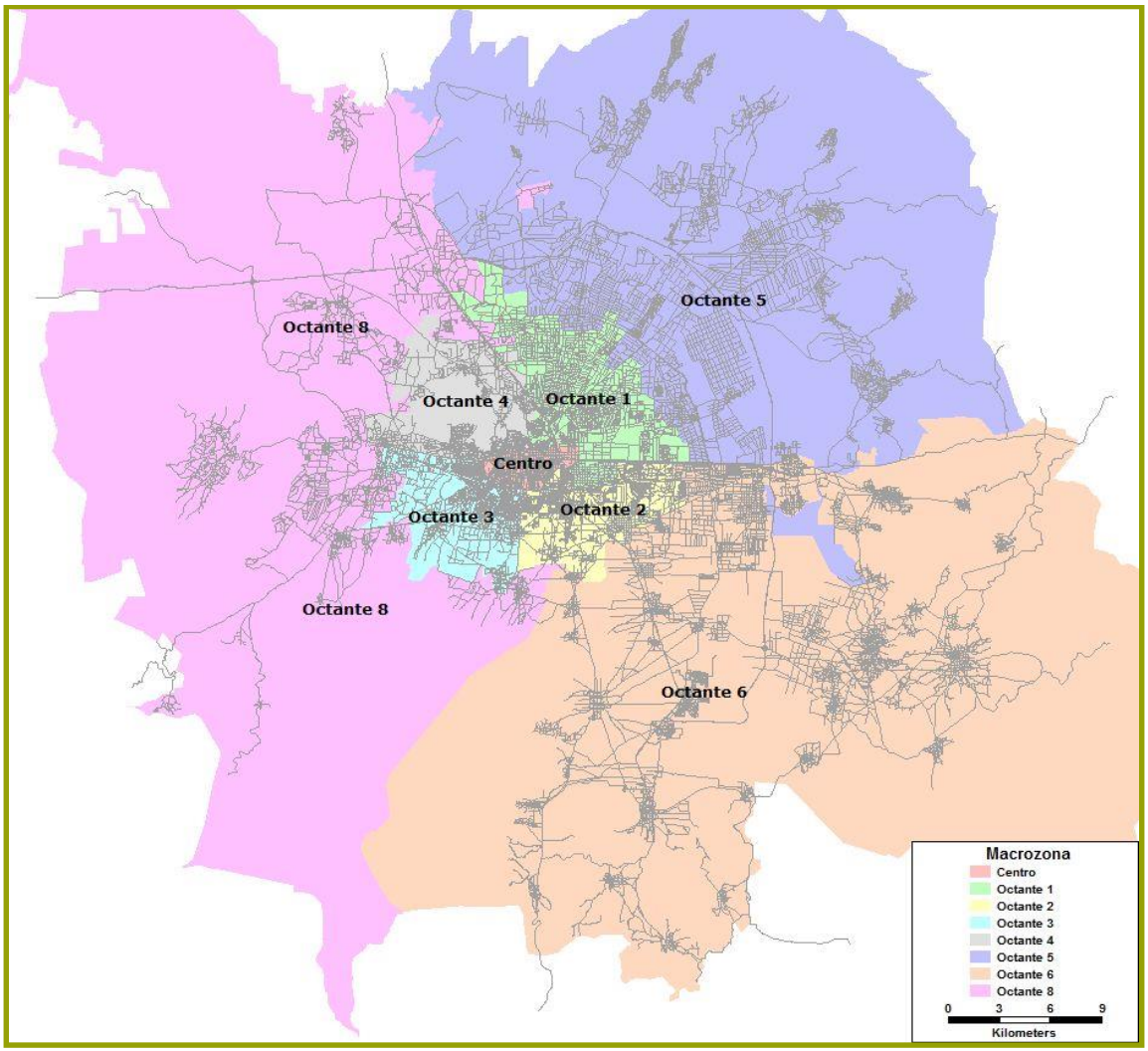
Esta zonificación consiste en integrar áreas de grandes dimensiones del territorio (macrozonas) (Mapa IX.55), las cuales se denominarán en adelante como octantes y zona centro, en relación al número de fracciones en las que se dividió la ZMT, considerando como punto de referencia el centro urbano de la ciudad. El ejercicio de fraccionamiento tiene la finalidad de cuantificar el número de viajes producidos y atraídos para cada zona (Tabla IX.40) y de ese modo, identificar las líneas de deseo predominante a nivel metropolitano.

Tabla IX.40: Matriz de viajes por macrozona

Origen / Destino	Centro	Octante 1	Octante 2	Octante 3	Octante 4	Octante 5	Octante 6	Octante 7	Octante 8	Total
Centro	27,205	16,700	12,421	12,008	9,254	2,393	6,280	9,722	1,803	**97,786**
Octante 1	32,490	77,687	33,259	4,248	21,926	30,167	6,235	1,957	10,039	**218,008**
Octante 2	35,756	27,389	65,194	8,454	8,872	11,874	16,402	2,861	1,960	**178,762**
Octante 3	25,017	5,544	9,681	10,640	11,372	1,331	2,729	4,363	1,336	**72,013**
Octante 4	8,940	28,713	11,374	6,890	11,182	6,487	3,361	3,150	2,829	**82,926**
Octante 5	6,188	28,695	22,128	1,749	6,212	31,249	14,094	968	377	**111,660**
Octante 6	13,731	9,315	15,430	2,696	5,052	8,131	31,785	1,786	532	**88,458**
Octante 7	9,837	3,302	5,343	6,147	4,155	2,218	2,766	12,511	489	**46,768**
Octante 8	2,720	7,627	3,318	586	14,460	1,668	436	1,590	5,479	**37,884**
Total	**161,884**	**204,972**	**178,148**	**53,418**	**92,485**	**95,518**	**84,088**	**38,908**	**24,844**	**934,265**

Fuente: Elaboración propia con base al Estudio de Movilidad de la ZMCT, 2010

Mapa IX.55: Zonificación por macrozona



Fuente: Elaboración propia con base al Estudio de Movilidad de la ZMCT, 2010..

De la matriz presentada (Tabla IX.40) se puede identificar lo siguiente:

- Octante 1: Es el de mayor participación al atraer y producir la mayor cantidad de viajes en la ZMT con 22 y 23% respectivamente. Esto se debe a la concentración de importantes zonas habitacionales, así como parques industriales de influencia metropolitana.

- Octante 2: Se presenta como el segundo en importancia con 19% de viajes atraídos, respondiendo a la lógica de la concentración de grandes zonas habitacionales de los municipios de Toluca y Metepec, los cuales reúnen el mayor número de habitantes metropolitanos. Además, por el volumen de servicios y comercio localizado en ambos municipios, 19% de viajes atraídos se dan en esta zona.

- Centro: Se localiza en el tercer nivel de importancia ya que al ofrecer un mayor nivel de especialización y oferta de servicios atrae 17% del total de los viajes que se dan en el área metropolitana. Contrario al resto de las macrozonas definidas, la zona centro es la única que no es proporcional la cantidad de viajes atraídos y producidos. Ya que esta región produce tan sólo el 11% respecto al total de viajes.

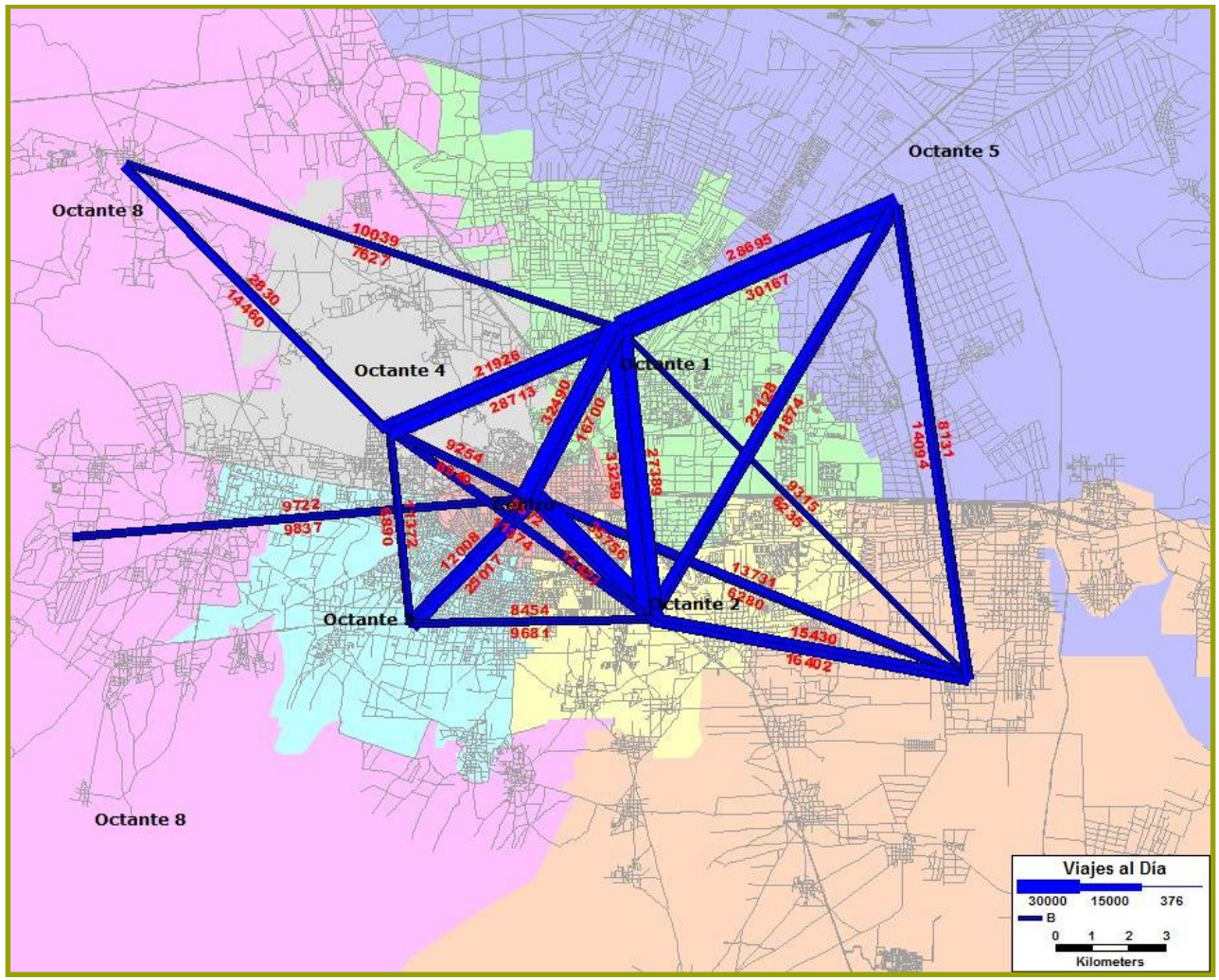
- Octante 5: Su relevancia reside en la atracción de viajes al concentrar 12% de los mismos. Como principales centros atractores sobresale una parte importante de la industria, el aeropuerto, la central de abasto así como el plantel de la Universidad Autónoma Metropolitana – Lerma.

Como resultado de la matriz se obtienen las principales líneas de deseo que permiten conocer a gran escala los patrones de movilidad de la población (Figura IX.7). Esta información es una herramienta para definir dos puntos importantes:

1. Áreas prioritarias de intervención, debido a que la construcción de un sistema de transporte es gradual, se deben atender de manera prioritaria las zonas con un mayor volumen de demanda.

2. Modo de transporte acorde a la demanda, ya que el volumen de la demanda determina la capacidad y tecnología que debe implementarse para cubrir las necesidades de la población.

Figura IX.7: Líneas de deseo por macrozona



Fuente: Elaboración propia con base al Estudio de Movilidad de la ZMCT, 2010.

IX.9.3.1 Proyección de viajes (demanda futura)

Dada la escasez de información desagregada para la generación de un pronóstico más robusto de viajes, se decidió realizar la estimación con un modelo simple que relaciona la cantidad de viajes con el tamaño de población y la cantidad de vehículos en circulación en la ZMT. El modelo resulta ser una expresión lineal múltiple como la siguiente:

$$V_i = \alpha P_i + \beta Ve_i$$

Dónde:

V_i=Número de viajes diarios en el año i

P_i=Población en el año i

Ve_i=Número vehículos de motor registrados en circulación para el año i

α y β son parámetros a calibrar.

Para la proyección de viajes resulta necesario ajustar los parámetros pertinentes a cada variable a un año base y posteriormente usar la ecuación con las proyecciones de población y de vehículos de motor en circulación para el escenario futuro.

La gaceta oficial del estado de México publicada en Toluca de Lerdo el día jueves 22 de noviembre del 2007, afirma un estimado de 1.02 millones de viajes diarios realizados en la ZMVT. Para ese mismo año de acuerdo a los registro de INEGI, existen poco más de 385 mil vehículos de motor registrados y para el 2005 poco más de 1.6 millones habitantes en la misma agregación territorial.

Con esos datos se construye el vector de año base y se calibran los coeficientes alpha y beta de tal forma que la diferencia de viajes declarados y los calculados por el modelo sea la mínima.

El resultado de calibración se expresa en la Tabla IX.41:

Tabla IX.41: Parámetros calibrados para la función de pronóstico

α	β	Variación [21]
0.5527	0.3044	-0.93

Fuente: Elaboración propia.

Para la estimación a 2025 se utilizaron las proyecciones de población de CONAPO y el resultado del modelo de pronóstico para vehículos de motor registrados en circulación generado en secciones anteriores. Los resultados se expresan en la Tabla IX.42.

[21] Diferencia entre el dato declarado por el documento oficial y el valor calculado a través del modelo.

Tabla IX.42: Resultados de proyección

V_{2025} (Viajes diarios)	P_{2025} (Habitantes)	Ve_{2025} (Vehículos de motor registrados en circulación)
1,977,796	2,822,180	1,373,120

Fuente: Elaboración propia.

Para el año 2025 en ZMVT los viajes ascenderán a casi 2 millones a diario con una tasa de crecimiento medio anual de 3.3%.

IX.10 Factibilidad para la creación infraestructura peatonal y ciclista, restricción vehicular y peatonalización de calles

IX.10.1.1 Infraestructura peatonal

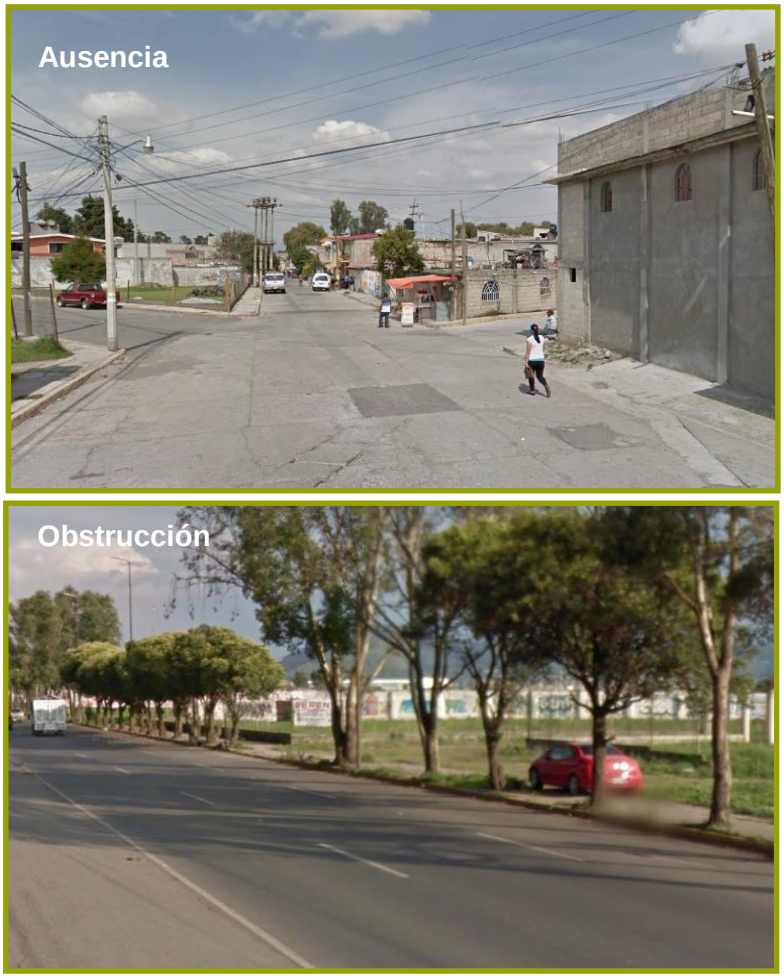
La movilidad peatonal surge de una decisión individual de las personas de desplazarse de un lado a otro utilizando únicamente su cuerpo como medio de transporte. Este modo resulta ser más económico y con grandes beneficios de salud, sin embargo, resulta el más peligroso al ser el de mayor vulnerabilidad a sufrir consecuencias fatales en caso de que ocurra un accidente de tránsito. Es por ello que se requiere la infraestructura necesaria para realizar los desplazamientos. Los andadores, calles peatonales y banquetas son espacios diseñados para este fin, privilegian la movilidad peatonal sobre otros modos.

El insumo principal para los desplazamientos peatonales son las banquetas, a pesar de ser el espacio destinado para que los individuos puedan desplazarse de forma rápida, cómoda y segura, existe en la zona urbana una clara deficiencia de esta infraestructura. De acuerdo al Inventario Nacional de las Viviendas realizado por INEGI en 2010, se observa que únicamente las manzanas ubicadas en la zona central de la ciudad cuentan banquetas disponibles en todos sus lados, por el contrario, conforme se va alejando del centro, la ausencia de banquetas es mayor (Mapa IX. 56).

La información geo referenciada y desagregada a nivel de manzana considera los once municipios delimitados como zona de estudio y comprende un total de 11 817 manzanas distribuidas en la superficie urbana los mismos. De casi 12 mil manzanas consideradas, 77% de ellas cuentan con cobertura total o parcial de banquetas. De dicho total, sólo la tercera parte, aproximadamente tres mil manzanas, tienen presencia de banquetas en todas sus vialidades, mientras que en las restantes seis mil solo existen banquetas en al menos una vialidad.

Además de la ausencia de banquetas, existen otros los problemas relacionados a la infraestructura peatonal, por ejemplo, el mal estado en el que se encuentra, su tamaño reducido, la obstrucción por vehículos o por comercio y la falta de iluminación, son limitantes que frenan la movilidad peatonal (Figura IX.8).

Figura IX.8: Problemáticas identificadas en infraestructura pestonal

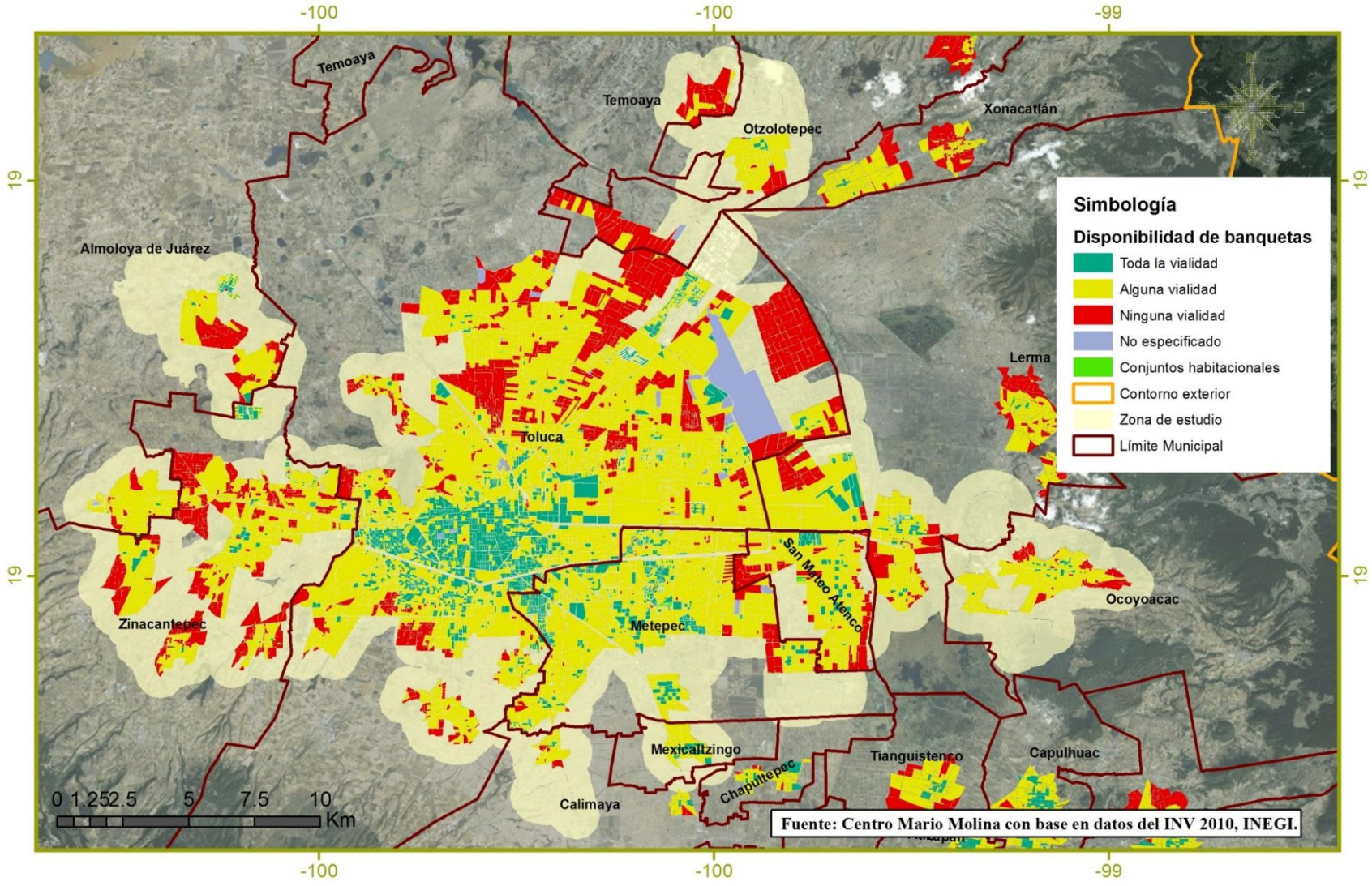


Fotografías: Google Earth, 2014.

Por otra parte, no solo las banquetas satisfacen la necesidad de desplazamiento individual de las personas, de igual modo la peatonalización de las calles, así como la pacificación del tránsito cumplen con esta función. Dicha medida se aplica normalmente en los centros históricos, sin embargo no son exclusivos de estas zonas y pueden adaptarse algunas vialidades en zonas tanto habitacionales, escolares o comerciales, con la finalidad de incentivar los desplazamientos a pie.

Los centros históricos por excelencia, debido a su amplia oferta de actividades y servicios, son importantes zonas atractoras de viaje. Al interior del área urbana en la ZMT se localizan importantes centros históricos donde, además la concentración de actividades económicas, se preservan tradiciones y promueve la cultura. Sin embargo, el apoderamiento de los transportes en las vialidades que los rodean disminuye el flujo peatonal y aumenta la posibilidad de ocurrencia de un accidente de tránsito.

Mapa IX.56:Disponibilidad de banquetas a nivel manzana en la zona urbana de la ZMT



Tan sólo en los municipios de Toluca (calle Constitución) y Metepec (una sección de la calle Niños Héroes y la calle Portal), se identificaron vialidades para tránsito exclusivo de peatones. Sin embargo, actualmente se desarrollan estudios de factibilidad por parte del Instituto de Planeación de Toluca para implementar más infraestructura de este tipo (Figura IX.9).

Figura IX.9: Localización calles peatonales en los municipios de Toluca (izquierdo) y Metepec (Derecho)



Fuente: Google Earth, 2014.

La carencia de infraestructura exclusiva para el tránsito de peatones y la construcción de más infraestructura vial, se traduce en una priorización de los automóviles sobre los modos de transporte no motorizados.

Para revertir la priorización de este modo, es necesario dotar a la ciudad de calles peatonales, así como la ampliación, construcción y mejoramiento de banquetas. Las ventajas de medidas de este tipo impactan de forma positiva en la dinámica urbana, desincentivando el uso del automóvil, reactivan la economía de la zona donde se implementa, además de reducir las emisiones contaminantes del sector transporte.

La peatonalización de calles, así como la pacificación del tránsito a través del uso de elementos de diseño urbano, son medidas que surgieron en ciudades europeas con la finalidad de disminuir la presencia de accidentes viales, y se consideran estratégicas para una planeación urbana que incentiva cambios en la conducta del automovilista. Un ejemplo cercano es el Distrito Federal que en 2009, apostó por la peatonalización de uno de los principales accesos al zócalo capitalino. Esta obra fue desaprobada por diferentes actores, principalmente por los comerciantes que se vieron afectados durante el desarrollo de la misma. Sin embargo, una vez que se terminó la obra, los comerciantes del corredor incrementaron sus ventas de forma importante, además, se ha convertido en un corredor cultural donde diariamente es recorrido millones de personas nacionales y extranjeras.

Una de las ventajas de mejorar la infraestructura peatonal es incrementar la seguridad en las calles, disminuyendo al transeúnte la probabilidad de sufrir un accidente, así como de ser víctima de la delincuencia. Al mismo tiempo, la ciudad se revitaliza, se vuelve caminable,

lo que se traduce en mejoras en la calidad de vida de las personas y en una economía dinámica. La prioridad en la definición de políticas públicas en una ciudad deben ser las personas, es por ello la necesidad de cambiar el paradigma tradicional y poner en la cima al peatón en temas de movilidad.

La experiencia de otras ciudades alrededor del mundo en la búsqueda por alcanzar una ciudad competitiva y sustentable, indica un cambio de paradigma que destaca la importancia de implementar estrategias de desarrollo urbano que fomenten una movilidad incluyente y equitativa, al dejar atrás un modelo de ciudad que prioriza el uso del vehículo particular como forma primordial de transporte. En particular, la gestión del espacio público a favor de peatones y ciclistas modifica la percepción de las vialidades como un lugar inhóspito, contaminado, ruidoso, inseguro, poco atractivo y excluyente.

En México, las políticas de transporte se han orientado a atender la velocidad del tráfico vehicular y la demora por congestión a través de la expansión de vialidades, desplazando la priorización de otras modalidades de transporte como los viajes en bicicleta y los desplazamientos a pie. En este contexto, el tránsito urbano automotor ha generado graves impactos en la sustentabilidad en su esfera económica, social y ambiental; la calidad de vida de los habitantes de las ciudades mexicanas está comprometida ya que cada vez las ciudades registran niveles de contaminación atmosférica más altos, accidentes viales, congestión vehicular y ruido.

De acuerdo a la información proporcionada por INEGI, a través del Sistema de Consulta de Información Censal (SCINCE), en el año 2012, la zona urbana de Toluca contaba con 13.6 km de andadores urbanos, que representa solo 0.2% de la red vial, mientras que el resto se destina principalmente a la infraestructura para la circulación del vehículo. No obstante, el espacio clasificado como andador urbano resulta de un proceso de urbanización fragmentado, que no facilita la movilidad peatonal.

Además, es necesario considerar la infraestructura destinada a la accesibilidad universal para aquellas personas con capacidad limitada de desplazamiento, ya sea de forma permanente o temporal. Con base en datos generados por el Inventario Nacional de Vivienda elaborado por el INEGI, se muestran resultados de la cobertura de rampas, donde solo 10% cuenta con disponibilidad total o parcial de ellas. Por el contrario, casi 10 mil manzanas no tienen disponibilidad de rampas, lo que representa 84% del total. El porcentaje restante no cuenta con información al respecto (6%).

Espacialmente la disponibilidad de rampas se encuentra focalizada en la zona central de la zona de estudio, destacando el centro de Toluca y algunas manzanas distribuidas de forma fragmentada en toda la zona urbana. Lo anterior ejemplifica la urgente necesidad de reforzar está variable como aspecto fundamental hacia la reconfiguración de la infraestructura peatonal actual (Mapa IX.57).

En cuanto a la presencia de nomenclatura vial como un elemento clave de la movilidad en general. De las casi 12 mil manzanas existentes en la zona de estudio, poco más de ocho mil cuentan con nomenclatura, lo anterior representa una cobertura de 69%. En contra

sentido, tres mil manzanas no cuentan este elemento, cifra que representa 26% del total de manzanas. El porcentaje restante no está especificado o se localiza dentro de fraccionamientos habitacionales (5%).

Espacialmente se aprecia un patrón altamente fragmentado donde la mayor parte del territorio tiene una disponibilidad parcial de nomenclatura en sus vialidades. Los centros de Toluca y Metepec resaltan con los mejores niveles de disponibilidad de nomenclatura (Mapa IX.58).

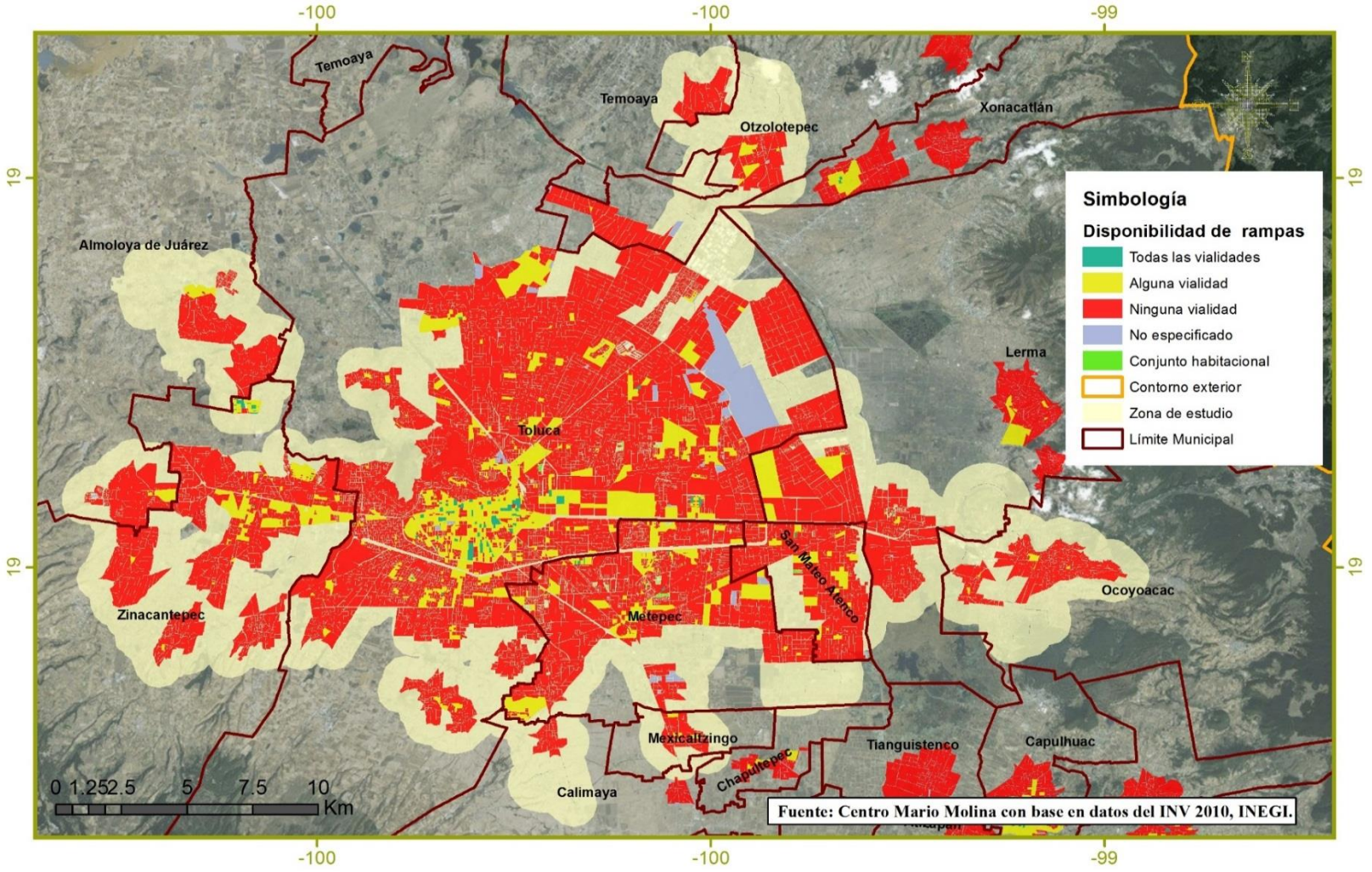
IX.10.1.2 Infraestructura ciclista

La infraestructura ciclista ha comenzado a tomar importancia en la ZMT, se han identificado grupos importantes de ciclista que actualmente se dispone de 14 km, la cual se divide en tres vías con uso exclusivo para bicicletas. Las dos primeras se ubican en el municipio de Toluca, en las avenidas Miguel Hidalgo y Gral. Vicente Guerrero[22] Otra sección se encuentra en Paseo Tollocan, que a la vez se fragmenta en tres secciones que suman 5.2 km, conectando el centro de la ciudad hasta antes de llegar a la carretera México- Toluca. Además, la avenida López Portillo posee vialidad ciclista con 6 km de longitud. Finalmente, en San Mateo Atenco, la avenida Benito Juárez cuenta con una vialidad cuya extensión es de 3.5 km.

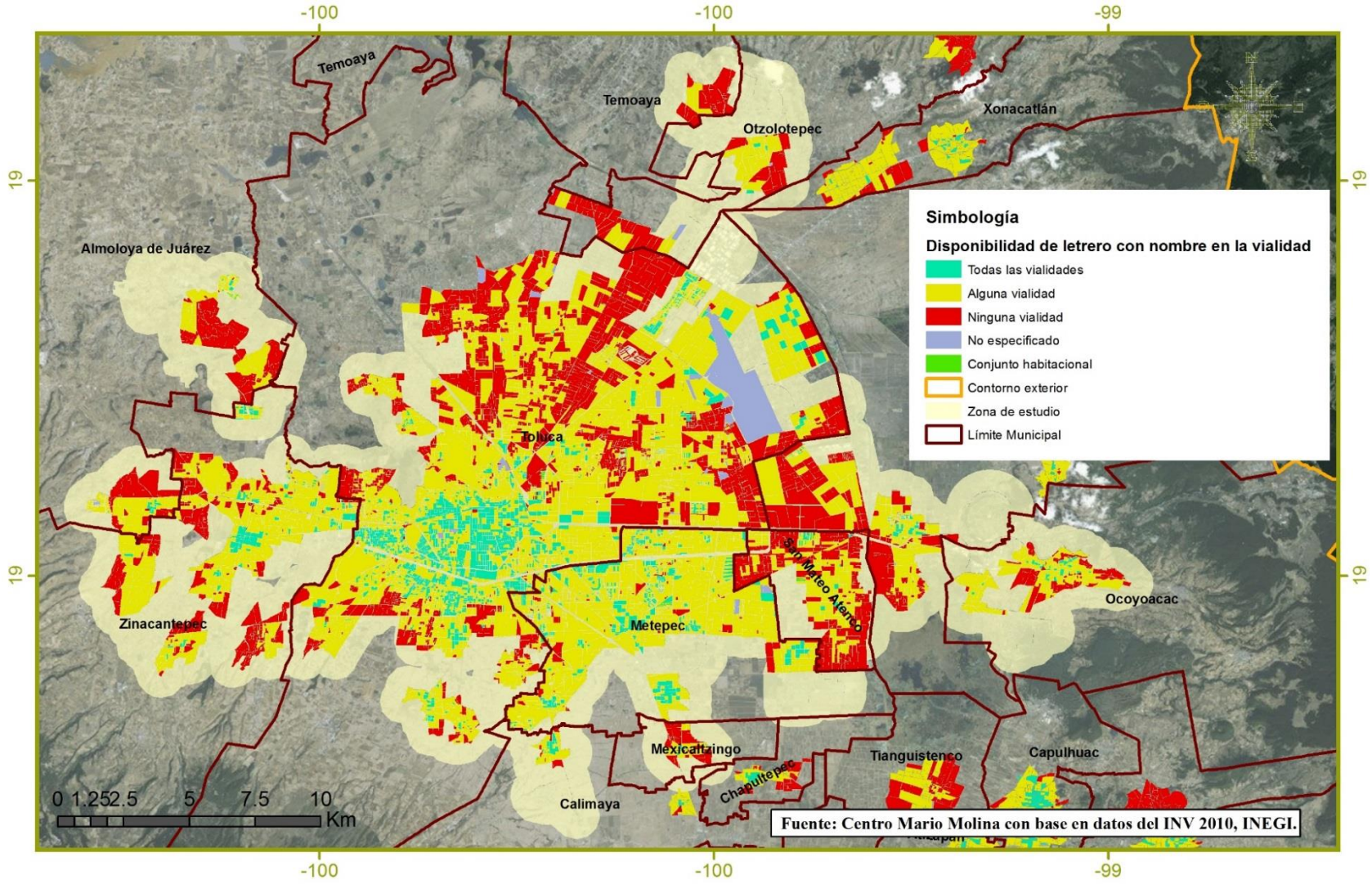
Aunado a lo anterior, existen propuestas para la creación de infraestructura ciclista en el municipio de San Mateo Atenco sobre la avenida Independencia y también en Toluca, en las calles Isidro Fabela, 1ro de mayo y Paseo Colón que en suma agregarían otros 13 km a la red. El Mapa IX.59 ilustra la localización de las vías y propuestas mencionadas, como se observa no existe actualmente una red d infraestructura ciclista que permita la realización de viajes por toda la ciudad de forma segura. En muchos casos, como en Paseo Tollocan y en la Av. López Portillo, las ciclovías se encuentran fragmentadas por pasos vehiculare e incluso la construcción de distribuidores viales que inhiben su uso y con ello la transición hacia una movilidad sustentable.

[22] Las avenidas conectan las instalaciones de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) con el centro de la ciudad cerca del parque Cuauhtémoc.

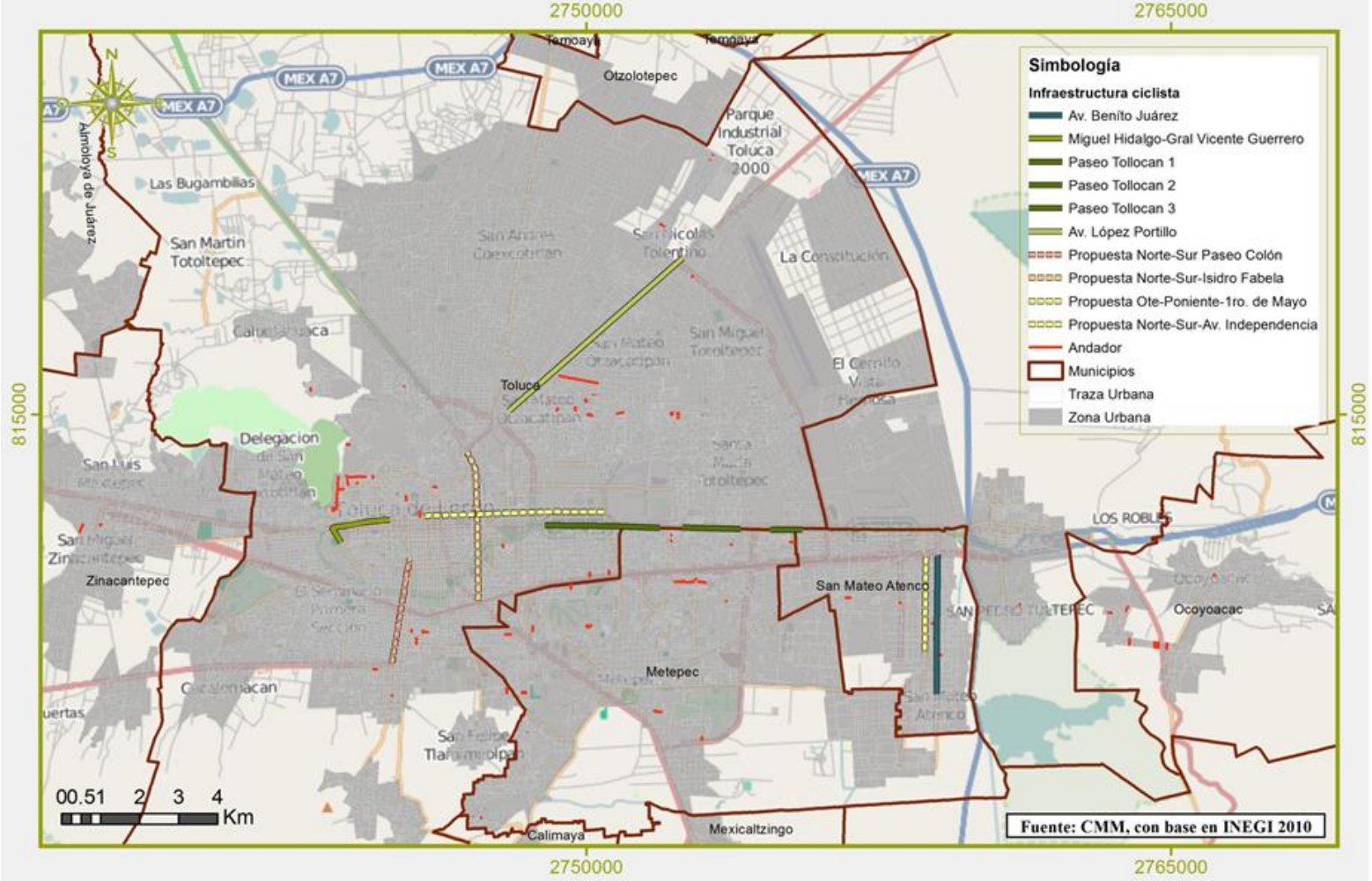
Mapa IX.57: Disponibiliad de rampas



Mapa IX.58: Disponibilidad de letrero con nombre en la vialidad



Mapa IX.59: Andadores e infraestructura ciclista en la zona urbana de Toluca



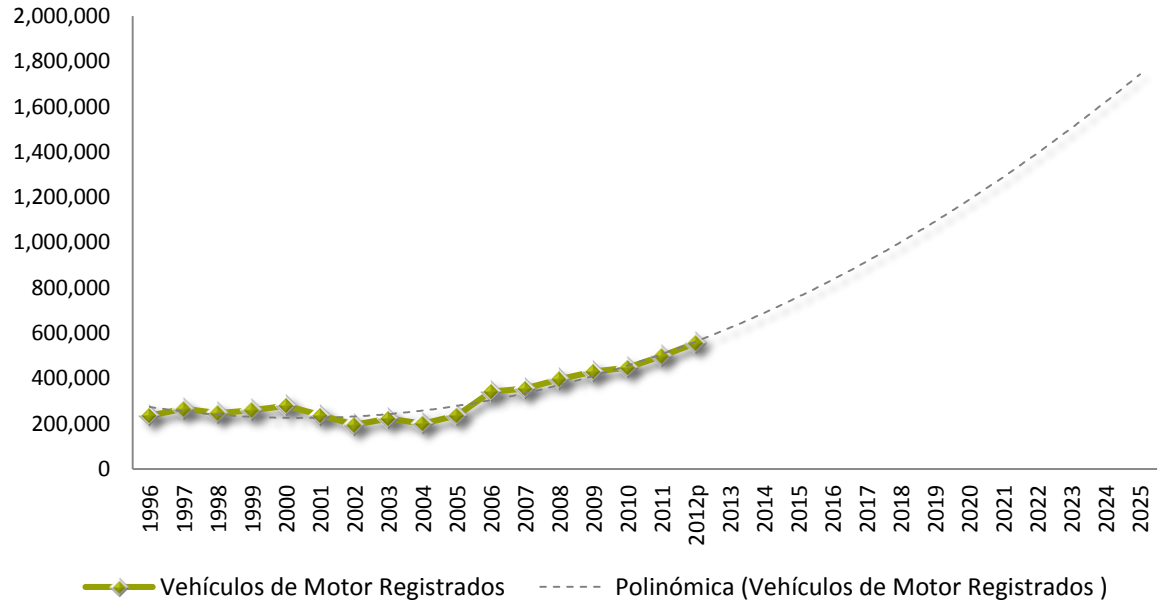
IX.11 Flota vehicular

IX.11.1 Tendencias de crecimiento

La estadística de vehículos de motor registrados en circulación (VMRC) que genera el INEGI, brinda información sobre la evolución del parque vehicular que circula por el territorio nacional con el fin de generar información para influir en políticas para el desarrollo del sector transporte (INEGI 2009)[23].

La Figura IX.10 presenta la dinámica de crecimiento del número de vehículos en los once municipios que comprenden el polígono de contención urbana de la ciudad de Toluca. Se observan tres periodos relevantes, el primero comprende un crecimiento de 4% anual entre el año 1996 y el año 2000. A este primer ciclo siguió una tendencia de decrecimiento entre el 2000 y 2004 de -8% anual. Finalmente, un tercer ciclo de crecimiento acelerado de la flota vehicular se observa a partir del año 2004 y hasta 2012, periodo en el que se registran tasas de crecimiento de 18% promedio anual.

Figura IX.10: Comportamiento tendencial de la flota vehicular en la ZMT



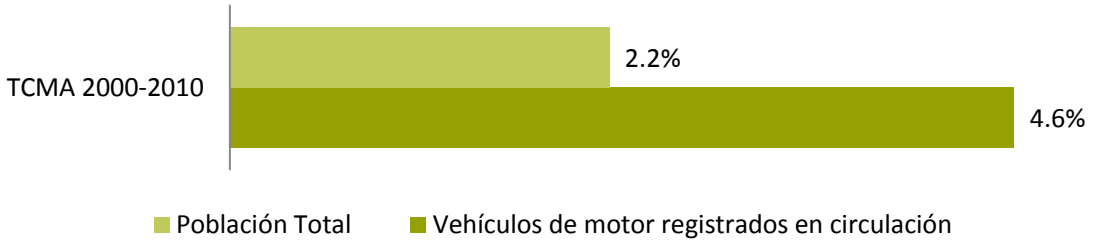
Fuente: CMM con datos de INEGI, 2012.

[23] Es importante mencionar que entre especialistas del sector automotriz, la información proporcionada por INEGI es ampliamente debatible pues está sobreestimada debido a que posee vacíos de información respecto a las bajas de automóviles, robos y pérdidas totales. Es por eso que para realizar algunos análisis, con indicadores como el índice de motorización, se recomienda interpretarse con cierto nivel de prudencia. No obstante, la información de INEGI es útil para conocer tendencias de crecimiento.

De acuerdo a cifras del INEGI, al año 2012 se registra una flota vehicular de alrededor de 556 mil de vehículos. Según la curva tendencial[24], para el año 2025 se espera tener una flota vehicular del orden de entre 1.6 y 1.8 millones de vehículos. Lo anterior, implica un crecimiento medio anual[25] de 10% en los próximos diez años.

Un dato interesante resulta de la comparación entre el crecimiento medio anual de la población y el de los vehículos de motor registrados. Durante el periodo que comprende del año 2000 al año 2010, la tasa de crecimiento media anual para los vehículos registrados en los once municipios que comprenden el polígono de contención urbana de la ciudad, fue prácticamente el doble con respecto a la tasa de crecimiento media anual de la población residente (Figura IX.11).

Figura IX.11: TCMA poblacional y de vehículos de motor registrados en circulación en la ZMT, 2000-2010



Fuente: CMM con datos de INEGI, 2010 y 2012.

En cuanto a la composición de la flota vehicular para el año 2012, la participación del automóvil es superior a 78%, mientras que el resto está compuesta mayoritariamente por camiones y camionetas de carga (19%), seguido por motocicletas (2.8%) y buses para pasajeros. Este último con una participación casi despreciable de 0.2% con respecto al total de vehículos en circulación (Figura IX.11).

La flota vehicular a nivel municipal presenta una composición similar a la metropolitana, particularmente en cuanto a la participación del automóvil que en todos los casos es al superior a 55%. Sin embargo, en municipios como Temoaya y Mexicaltzingo, la participación de los vehículos de autotransporte de carga, se incrementa significativamente, 45 y 44%, respectivamente (Tabla IX.43 y Mapa IX.60).

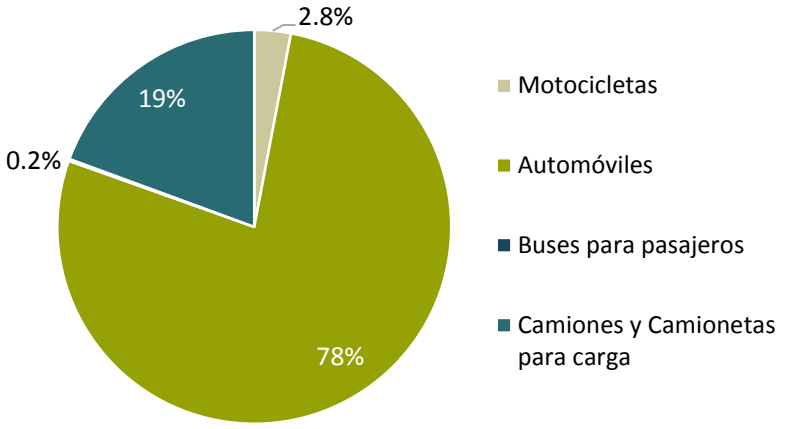
[24] Esta tendencia es de naturaleza polinómica de grado 2 cuya expresión de regresión es la siguiente:

$$VMRC = 2505.6t^2 - 26988t + 297671$$

Dónde:
VMR=Vehículos de motor registrados
t=periodos de tiempo transcurridos en años)
con un coeficiente R^2=0.9218
Se seleccionó esta curva pues presentó mayor coeficienteR^2 con respecto a regresiones exponenciales, lineales y logarítmicas.

[25] El crecimiento medio anual vehicular fue calculado de forma análoga que la TCMA para la población.

Figura IX.12: Composición del parque vehicular en la ZMT, 2012



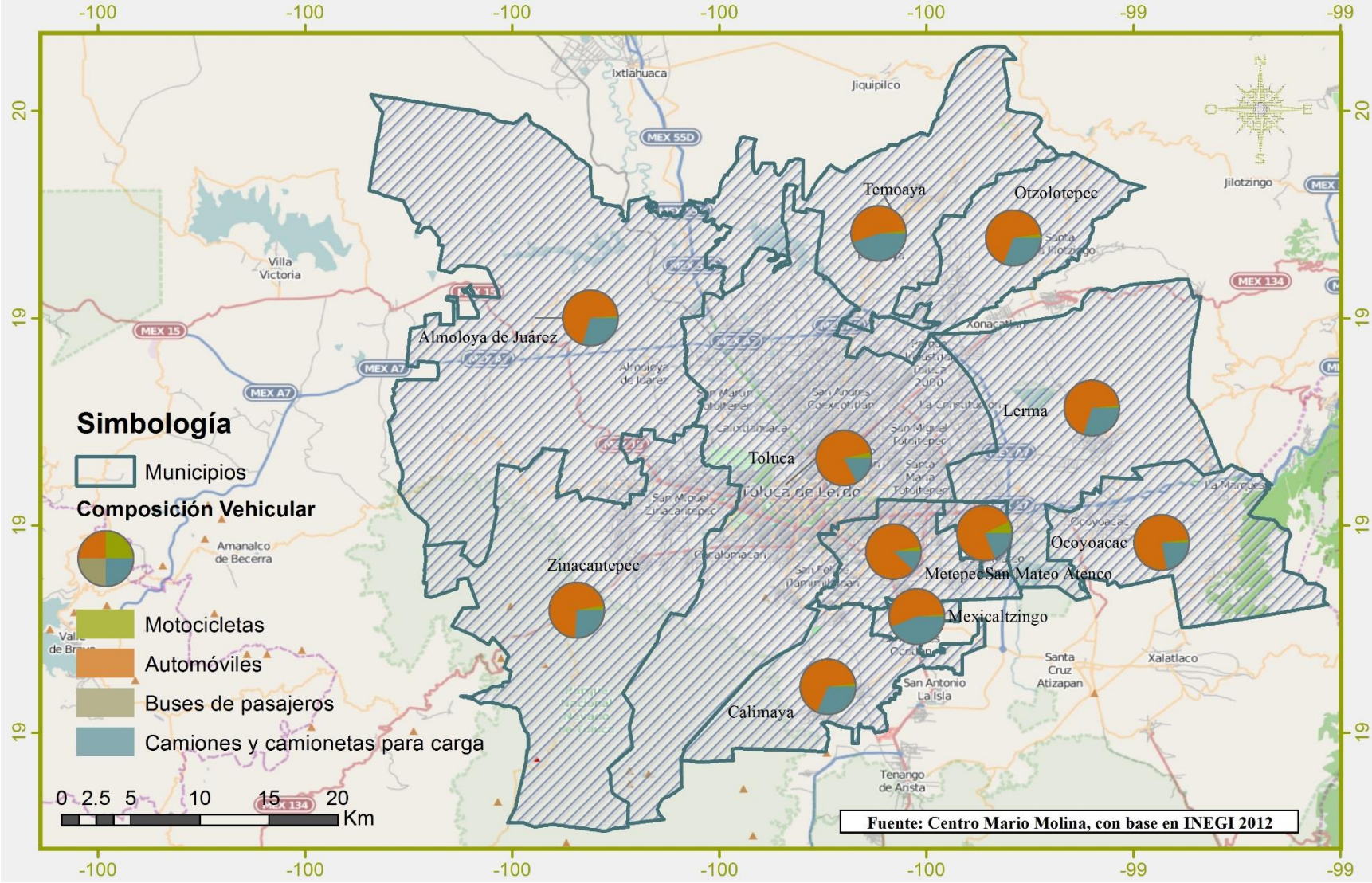
Fuente: CMM con datos de INEGI, 2012.

Tabla IX.43: Composición vehicular por municipio de la ZMT

Municipio	Motocicletas	Automóviles	Buses para pasajeros	Camiones y camionetas para carga	Total
Almoloya de Juárez	1.30%	69.00%	0.07%	29.63%	100%
Calimaya	1.90%	67.00%	0.01%	31.09%	100%
Lerma	1.60%	68.00%	0.10%	30.30%	100%
Metepec	2.90%	85.00%	0.04%	12.06%	100%
Mexicaltzingo	1.30%	55.00%	0.03%	43.67%	100%
Ocoyoacac	1.80%	76.00%	0.06%	22.14%	100%
Otzolotepec	2.30%	67.00%	0.20%	30.50%	100%
San Mateo Atenco	7.18%	74.00%	0.02%	18.80%	100%
Temoaya	1.20%	54.00%	0.03%	44.77%	100%
Toluca	3.20%	79.00%	0.20%	17.60%	100%
Zinacantepec	2.70%	71.00%	0.06%	26.24%	100%

Fuente: CMM con datos de (INEGI 2012).

Mapa IX.60: Composición vehicular por municipio de la ZMT

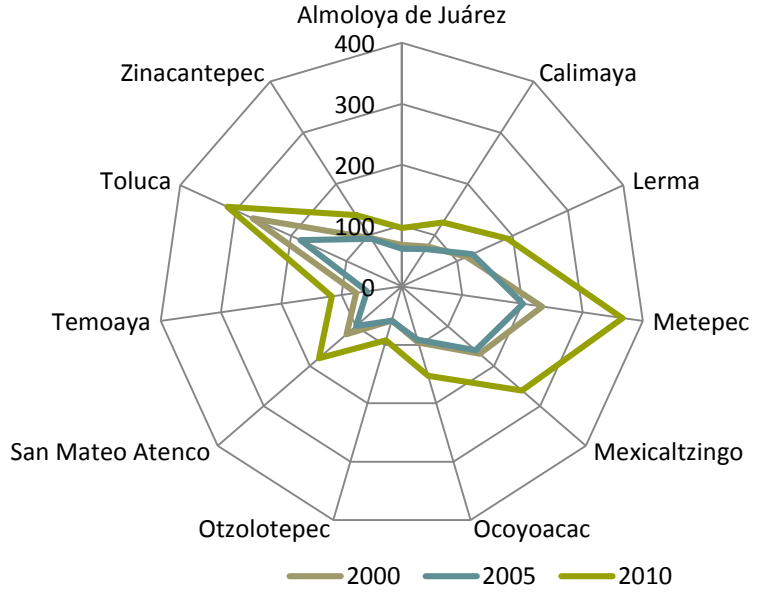


IX.11.2 Índice de motorización

El índice de motorización (IMOTOR) permite conocer el número de vehículos por habitante o, como lo expresa INEGI, los vehículos por cada mil habitantes (Veh/1000 hab)[26]. En la Figura IX.13 se presenta la variación de este indicador por municipio a través del tiempo. Se observa que entre 2000 y 2005 el IMOTOR experimentó reducciones en los municipios de Toluca, Metepec, San Mateo Atenco, Mexicaltzingo y Temoaya. En tanto que en el resto de los once municipios el IMOTOR prácticamente no presentó variaciones. Sin embargo entre 2005 y 2010 el indicador creció en todo el territorio metropolitano de Toluca.

Para el año 2010, los municipios con mayor índice de motorización son claramente Metepec, Toluca y Mexicaltzingo con 366, 315 y 261 Veh/1000hab respectivamente. En Metepec, existen por lo menos y tres vehículos por cada 10 habitantes y para la ZMT en general, 243 Veh/1000 hab, es decir, alrededor de dos vehículos por cada 10 habitantes o uno por familia.

Figura IX.13: Índice de motorización municipal, 2000-2010 (Veh/1000 hab)



Fuente: CMM con datos de INEGI 2012.

[26] El índice de motorización es el resultado de la siguiente formulación matemática:

$$IMOTOR = \frac{Vehículos\ de\ motor\ registrados\ en\ circulación_k}{Población\ total_k} * 1000$$

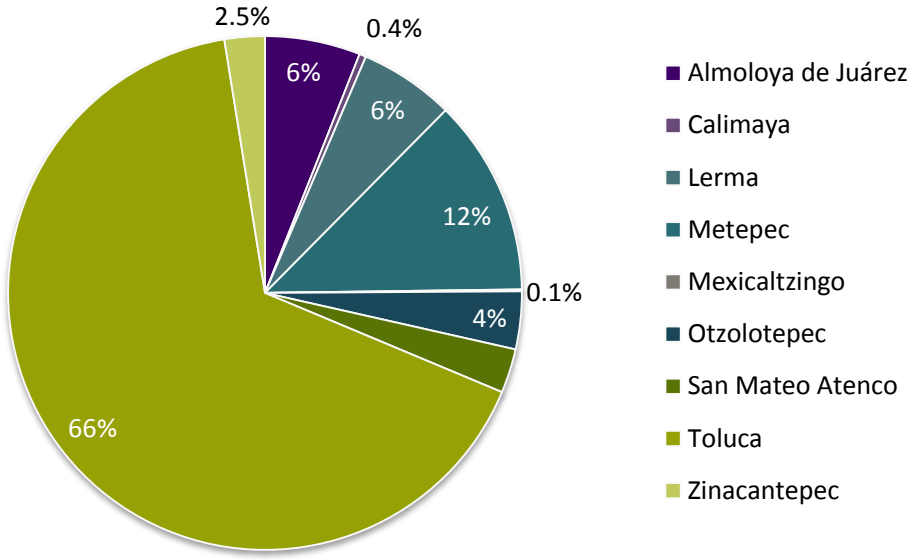
Dónde:
K=municipio de referencia.

IX.11.3 Caracterización ambiental de la flota vehicular de transporte público

De acuerdo a la información de la Dirección General del Registro Estatal de Transporte Público de la Secretaría de Transporte del Estado de México, en nueve de los municipios que conforman el área conurbada de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (Almoloya de Juárez, Calimaya, Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Otzolotepec, San Mateo Atenco, Toluca y Zinacantepec), se encuentran en circulación 28 789 vehículos que prestan el servicio de transporte público.

La flota registrada en el municipio de Toluca es la más representativa de la ZMT, ya que concentra 66% de la misma, seguida por Metepec y Almoloya de Juárez con 12% y 6% respectivamente (Figura IX.14).

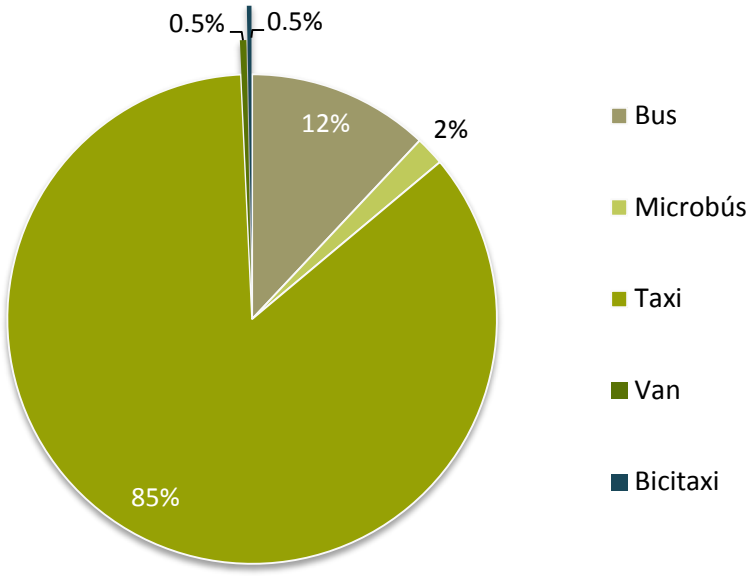
Figura IX.14: Flota de transporte público



Fuente: CMM con datos de la Secretaría de Transporte del Estado de México, 2014.

En lo que respecta a la distribución por tipo de vehículo, 85% corresponde a concesiones de taxis, mientras que los autobuses o microbuses convencionales representan únicamente 14%, lo anterior refleja la subutilización de modos de transporte de mayor eficiencia operativa y consumo de espacio público (Figura IX.15).

Figura IX.15: Distribución de la flota vehicular por tipo de vehículo



Fuente: CMM con datos de la Secretaría de Transporte del Estado de México, 2014.

Al analizar la capacidad vehicular acumulada[27] por tipo de vehículo se observa que no obstante el volumen de taxis, la capacidad vehicular acumulada de los servicios de buses y microbuses es superior en 27% (Tabla IX.44y Figura IX. 16).

Tabla IX.44: Capacidad vehicular acumulada por tipo de automotor

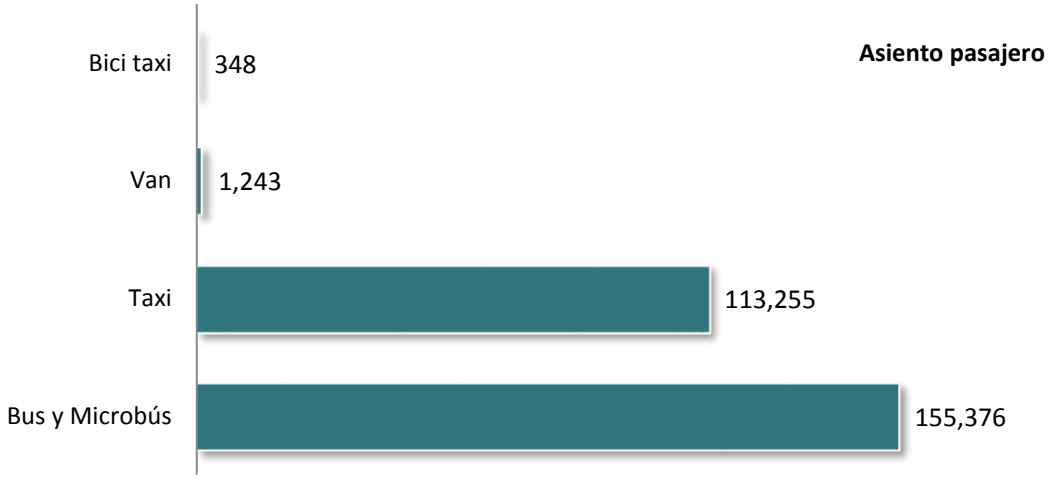
Tipo de vehículo	Capacidad vehicular acumulada (pasajeros)
Bus y Microbús[28]	155 376
Taxi	113 255
Van	1 243
Bici taxi	348

Fuente: CMM con datos de la Secretaría de Transporte del Estado de México, 2014.

[27]La capacidad vehicular acumulada es la suma del máximo número de pasajeros que es posible transportar por tipo de vehículo, por lo tanto, este dato no debe confundirse con capacidad de sistema de transporte, medida en pasajeros por hora (pax/h) que es aplicable solo para sistemas que cuentan con alguna programación de servicio e itinerario, lo cual implica una frecuencia de paso "regular" por un punto específico.

[28]Estos dos tipos de vehículos se agruparon pues ambos ya son considerados como vehículos pesados cuya capacidad vehicular oscila entre 25 y 45 pasajeros sentados por unidad.

Figura IX.16: Capacidad vehicular acumulada por tipo de vehículo



Fuente: CMM con datos de la Secretaría de Transporte del Estado de México, 2014.

Con base en las dimensiones por tipo de vehículo se puede estimar el uso del espacio urbano público por modo de transporte. Los taxis ocupan aproximadamente 31 hectáreas[29] del suelo urbano, mientras que los buses aproximadamente 13 hectáreas[30]. Es decir, los taxis registrados en los municipios aquí analizados, ocupan 2.4 veces más espacio que los buses y microbuses en conjunto.

En otras palabras y de forma particular, si un autobús es capaz de movilizar a 45 personas sentadas en 33 m^2, serían necesarios 11 taxis a su máxima capacidad[31] para transportar al mismo número de persones, y ocuparía cerca de 136 m^2; cuatro veces el espacio de un autobús.

Por lo tanto, la relación del espacio ocupado por los vehículos ligeros es mayor respecto al espacio ocupado por un autobús. Además, el uso no racionalizado de vehículos de baja capacidad es un factor determinante en el congestionamiento de la red vial.

[29] Bajo la generalización de que un vehículo ligero ocupa aproximadamente 12.41 m^2 según las dimensiones de un vehículo de proyecto geométrico de carreteras, de acuerdo al documento "Recomendaciones de Actualización de Algunos Elementos del Proyecto Geométrico de Carreteras" del Instituto Mexicano del Transporte (2004).

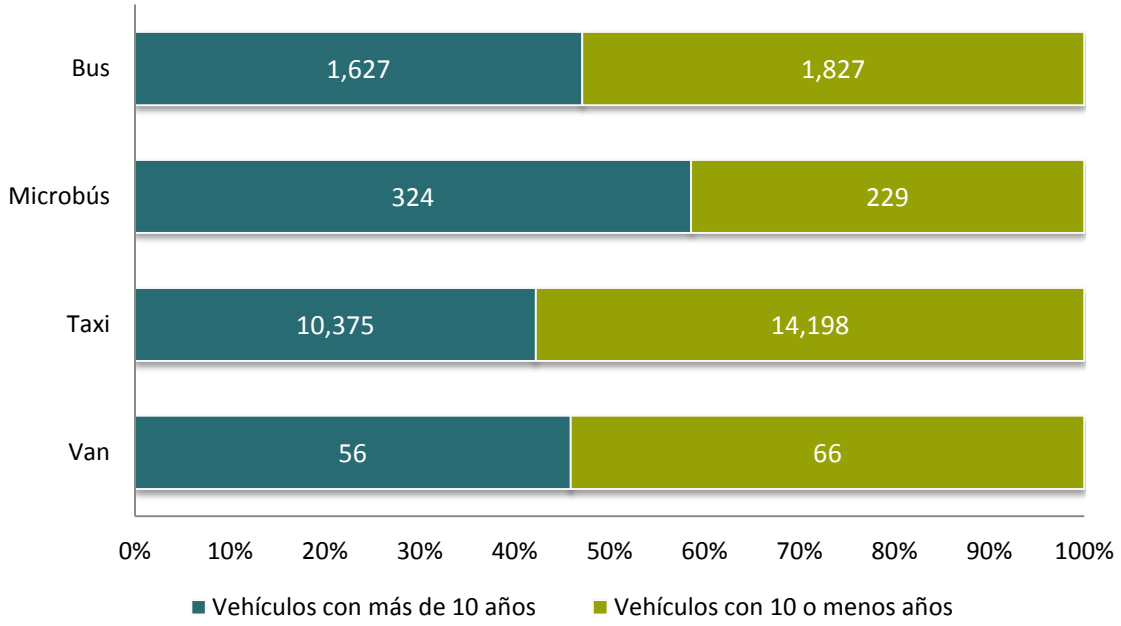
[30] De igual forma, un autobús de proyecto según las recomendaciones del IMT (2004) en promedio, ocupa 32.89 m^2. (1Ha=0.001 m^2).

[31] Con cuatro lugares disponibles en cada vehículo de servicio tipo taxi.

IX.11.4 Edad de la flota vehicular de transporte público

La flota vehicular de transporte público tiene una edad media de 12 años. Del total del parque vehicular dedicado al transporte público, 43% tiene una antigüedad superior a los 10 años. Los microbuses son el tipo más antiguo ya que 59% tiene más de 10 años de antigüedad; mientras que el 58% de los taxis tienen menos de 10 años (Figura IX.17).

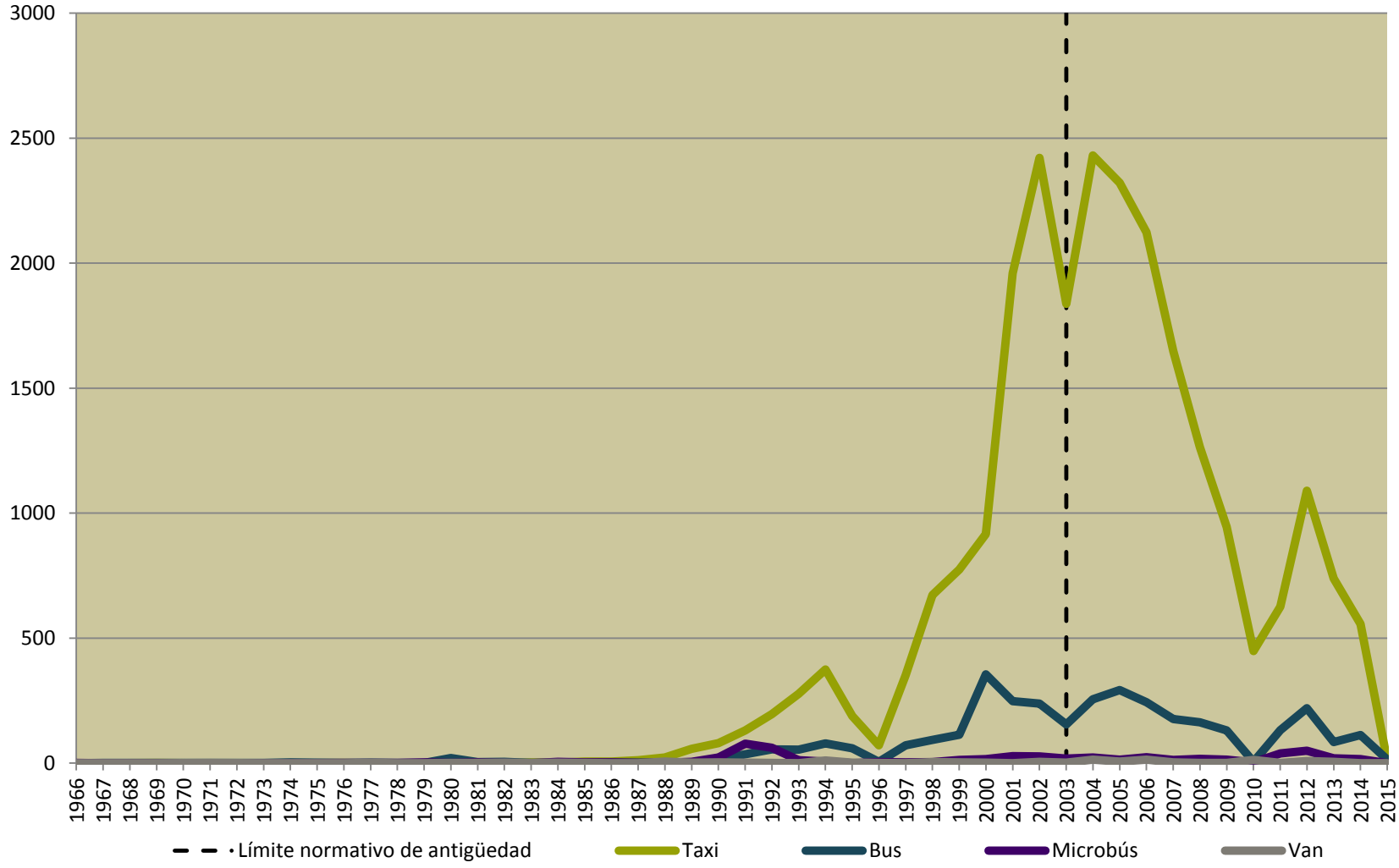
Figura IX.17: Edad de la flota vehicular de transporte público, 2014



Fuente: CMM con datos de la Secretaría de Transporte del Estado de México, 2014.

En la Figura XI.18 se observa la distribución del parque vehicular de transporte público por año modelo.

Figura IX.18: Perfil de edad de la flota por tipo de vehículo y año modelo



Fuente: CMM con datos de la Secretaría de Transporte del Estado de México, 2014.

X CALIDAD DEL AIRE

El aire que se inhala determina la salud de nuestros pulmones y la pureza de nuestra sangre; en la actualidad, en las grandes urbes representa un problema que atañe al interés público y conocimiento de nuestras sociedades y autoridades. Aun cuando se conoce que la contaminación del aire es originada primordialmente por actividades humanas, los esfuerzos han sido insuficientes, las medidas que deben tomarse para mejorar la calidad del aire, son responsabilidad del gobierno en conjunto con la participación ciudadana, mismos que requieren de una planificación integral, apoyados en la creación de instrumentos estratégicos tales como los inventarios de emisiones, monitoreo atmosférico y el análisis que incluya las variables económicas y sociales.

En esta sección se efectúa el análisis atmosférico de la ZMT, o bien, de la calidad del aire que presenta actualmente la cuenca atmosférica de Toluca. Una cuenca atmosférica se define como un "Espacio geográfico delimitado parcial o totalmente por elevaciones montañosas u otros atributos naturales ocupado por un volumen de aire con características similares" (COFEMER 2010). Se ha observado que en muchas ocasiones los impactos de la contaminación del aire se dan en lugares alejados a las fuentes de emisión. Por esta razón el transporte de los contaminantes hace que existan cuencas atmosféricas independientemente de que en su interior haya contaminación de origen antropogénico.

Las cuencas prioritarias con fines de gestión de la calidad del aire, son aquellas que albergan centros urbanos y/o actividades industriales de gran intensidad energética y productiva como la ciudad de Toluca. La cuenca atmosférica de Toluca, delimitada mediante el empleo de criterios geográficos, además de parteaguas en las cordilleras y montañas más importantes, está integrada por los municipios de Almoloya, Atizapán, Atlacomulco, Atenco, Capulhuac, Chapultepec, Jiquipilco, Jocotitlán, Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, Ocuilán, Otzolotepec, Rayón, San Antonio, San Felipe, Temoaya, Texcalyacac, Toluca, Victoria, Xonacatlán y Zinacantepec. Se trata de una cuenca cerrada con una extensión de 6,763 km^2.

X.1 Sistema de Monitoreo de la calidad del aire en la ZMT

El monitoreo atmosférico de la ZMT cuenta con diecisiete años de experiencia; inició sus operaciones en 1975 de manera manual y fue en 1993 que comenzó de manera formal el monitoreo mediante un sistema automático, a cargo del Gobierno del Estado de México, a través de la Secretaría de Ecología (SEEM).

De acuerdo al estudio *Diagnóstico de la Medición de la Calidad del Aire en México* del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) publicado en el año 2012, en términos de diseño, infraestructura, administración y control y aseguramiento de la información, la ponderación global del Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire (SMCA) de Toluca se ubica, hasta el año 2010 en un nivel de *básico,* con una evaluación de 3 junto

con veinte sistemas[32]; por debajo del promedio nacional de 5 puntos. Siete SMCA se ubican en un nivel intermedio con seis y siete de evaluación y únicamente tres redes del país (Zona Metropolitana del Valle de México, Salamanca, Zona Metropolitana de Monterrey) poseen una evaluación total de nueve (Tabla X.1).

Tabla X.1: Evaluación de los Sistemas de Monitoreo de Calidad del Aire en México

Entidad	Sistema de Monitoreo de Calidad del Aire	Evaluación
Aguascalientes	Aguascalientes	2
Baja California	Mexicali	8
Baja California	Rosarito	7
Baja California	Tecate	7
Baja California	Tijuana	8
Baja California Sur	La Paz	4
Chiapas	Tuxtla Gutiérrez	4
Chihuahua	Ciudad Juárez	5
Chihuahua	Chihuahua	5
Coahuila	Torreón	1
Distrito Federal	ZMVM	9
Durango	Gómez Palacio	3
Durango	Durango	5
Durango	Lerdo	2
Guanajuato	Salamanca	9
Guanajuato	Irapuato	7
Guanajuato	Celaya	7
Guanajuato	León	7
Guanajuato	Silao	6
Hidalgo	Tula	4
Hidalgo	Atitalaquia	4
Hidalgo	Pachuca	3
Jalisco	ZMG	8
México	ZMT	3
Michoacán	Morelia	2
Morelos	Cuernavaca	2
Morelos	Ocuituco	2
Morelos	Cuautla	2
Morelos	Zacatepec	2
Nuevo León	ZMM	9
Puebla	Puebla	6

[32] Aguascalientes (Aguascalientes); Tuxtla Gutiérrez (Chiapas); Ciudad Juárez (Chihuahua); Chihuahua (Chihuahua); Torreón (Coahuila); Gómez Palacio (Durango); Durango (Durango); Lerdo (Durango); Tula (Hidalgo); Atitalaquia (Hidalgo);Pachuca (Hidalgo); Valle de Toluca (México); Puebla (Puebla); San Luis Potosí (San Luis Potosí); Villahermosa (Tabasco).

Entidad	Sistema de Monitoreo de Calidad del Aire	Evaluación
San Luis Potosí	San Luis Potosí	3
Tabasco	Villahermosa	2
	Promedio	**5**

Experto	Avanzado	Intermedio	Básico

Fuente: Elaboración propia con datos del INECC, 2012.

Si bien el diagnóstico evidencia que la Zona Metropolitana del Valle de Toluca enfrenta grandes retos en cuanto a su sistema de monitoreo de calidad del aire, el estudio al que se hace referencia no considera la reconversión tecnológica realizada al SMCA del Valle de Toluca, realizada en el año 2010. Por lo tanto, no refleja la realidad actual del mismo. No obstante, aún enfrenta retos en cuanto a la cobertura y ubicación de sus sistemas.

El sistema de la ZMT ha sido renovado únicamente en una ocasión (en 1995). En este sentido, destaca el sistema de monitoreo de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), ya que es el único que cuenta con tres renovaciones desde su inicio de operación en 1985, lo que podría aportar experiencias fundamentales para actualizar, modernizar y mejorar el actual sistema que opera en la ZMT.

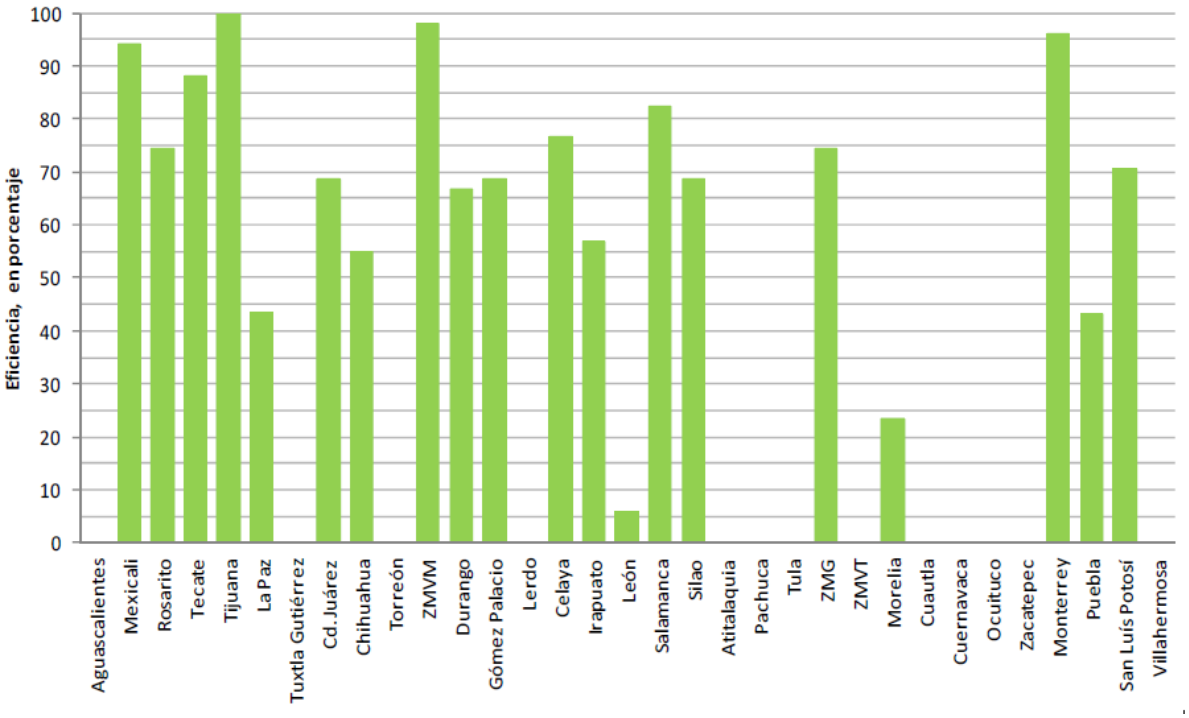
En relación al tipo de infraestructura o tecnología empleada para las mediciones, así como la eficiencia en la transmisión de datos al Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (SINAICA)[33], el SMCA de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMT), no transmite datos a SINAICA. En contraposición, destaca Tijuana con el 100%, el Valle de México con el 98% y Monterrey con el 95% (Figura X.1).

En la Figura X.2, se puede observar que, las doce localidades que no transmiten información (entre ellas el Valle de Toluca) tampoco pueden emplear los datos generados para las tendencias anuales. Únicamente seis SMCA (Rosarito, Tecate, Tijuana, ZMVM, Silao y ZMM) de cuatro entidades (Baja California, Distrito Federal, Guanajuato y Nuevo León) cumplen con más del 75% de la información mínima requerida, para generar tendencias anuales.

El diagnóstico evidencia que la ZMT enfrenta grandes retos en cuanto a su sistema de monitoreo de calidad del aire se refiere. A pesar de que la contaminación atmosférica es uno de los temas de mayor preocupación para la comunidad científica y los tomadores de decisiones a nivel internacional por su impacto en la salud pública, se puede observar que en el Valle de Toluca los esfuerzos son incipientes y sumamente limitados. Se destaca que existen grandes áreas de oportunidad para la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA) de monitoreo en temas de la distribución de sus sistemas; la capacitación de sus recursos humanos y la transmisión de datos por mencionar algunos.

[33] Programa del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático que difunde los datos generados por las principales redes automáticas de monitoreo atmosférico del país. A largo plazo se busca posicionarlo como el medio institucional que integre la información del monitoreo atmosférico a nivel nacional.

Figura X.1: Eficiencia en la transmisión de datos a SINAICA

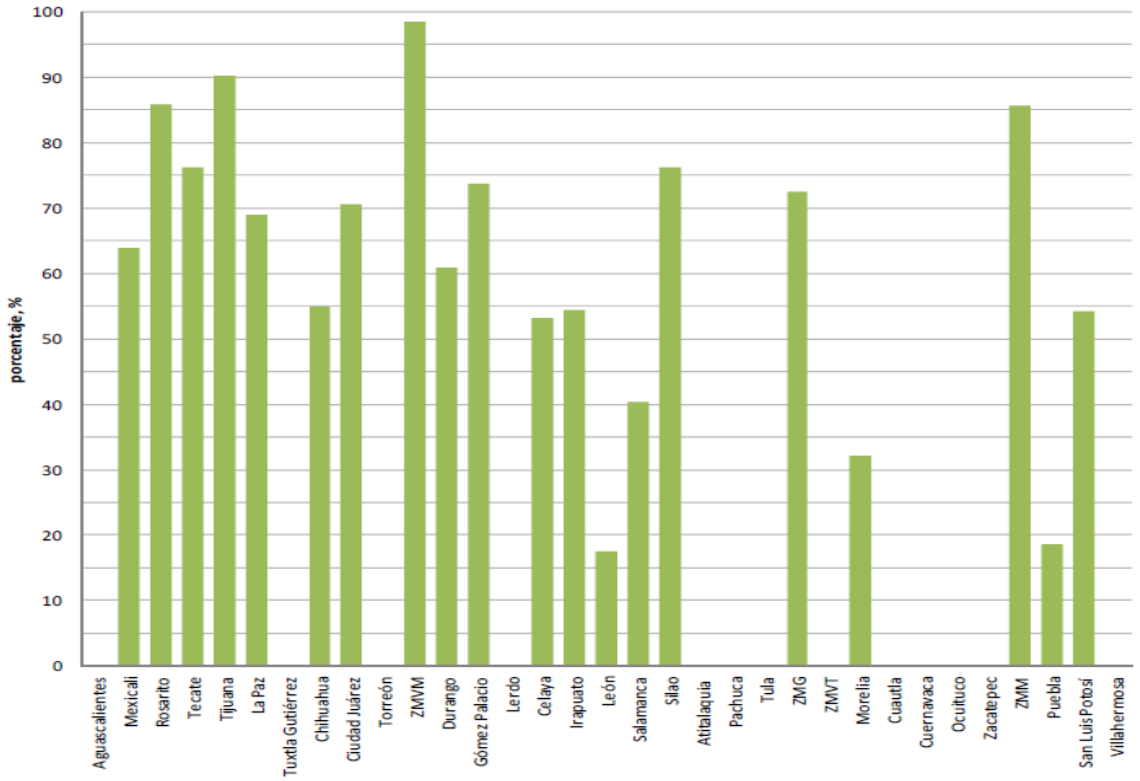


Fuente: INECC, 2012.

La RAMA-ZMT cuenta con un centro de control, siete estaciones de monitoreo distribuidas en la zona metropolitana y está integrada por tres subsistemas operativos: 1) Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA); 2) Red Manual de Monitoreo Atmosférico (REDMA) y 3) Red Meteorológica (RETMET). En el Mapa X.1 se ilustra la localización espacial de las estaciones y su distribución por zonas dentro de la mancha urbana (SMAGEM 2012).

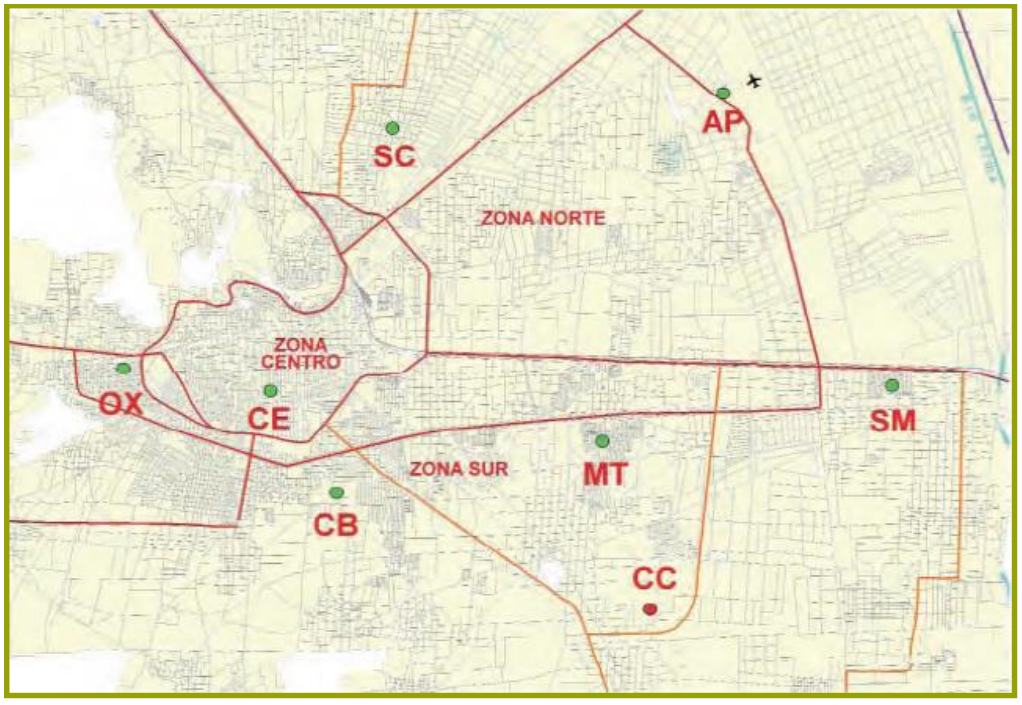
La red está concentrada en la zona central de la cuenca atmosférica, con poco monitoreo en la periferia. Por ello, esta cuenca necesita reforzarse para poner en óptimo funcionamiento todas sus estaciones y expandir su área de cobertura.

Figura X.2: Porcentaje de transmisión de datos por SMCA



Fuente: INECC, 2012

Mapa X.1: Estaciones de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico del Valle de Toluca



Fuente: PROAIRE de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca 2012-2017, SMAGEM.

X.2 Tendencias de la calidad del aire

La tendencia de la calidad del aire en el Valle de Toluca, según los datos proporcionados por la RAMA-ZMT, muestra que las problemáticas ambientales más significativas están asociadas principalmente a las partículas de menos de 10 micrómetros (PM_{10}) y el ozono (O_3).

Respecto a las concentraciones de PM_{10}, se identifica que a partir del año 2003, comenzó a detectarse un aumento considerable en sus niveles de concentración. La Figura X.3 muestra cómo los años 2004 y 2005 presentaron concentraciones críticas de PM_{10}, sin embargo, los años subsecuentes no han mejorado del todo; de manera general puede señalarse que durante el periodo que comprende de noviembre a junio (temporada seca) se acentúan la mayor cantidad de episodios con una calidad del aire Mala y Muy Mala, manteniéndose en niveles regulares durante el resto del año.

Si bien en los últimos dos años no se presentan escenarios de calidad del aire Extremadamente Malos como los registrados entre 2003 y 2012, la tendencia de malas condiciones en la calidad del aire se ha mantenido hasta la actualidad. Las concentraciones de PM_{10} durante el 2014 rebasaron el promedio anual definido por la NOM-025-SSA1-2014 [34] de 40 µg/m^3, al registrar un promedio de 94 µg/m^3, es decir, 135% por arriba del valor límite. El promedio de concentraciones para la ZMT registró 152 días en los que la norma máxima permisible diaria de 75 µg/m^3 fue rebasada, alcanzando hasta 196 µg/m^3 durante el primer trimestre del mismo año (Figura X.4). La zona norte de la ciudad es la más afectada, particularmente asociada a las emisiones vehiculares y la quema de biomasa.

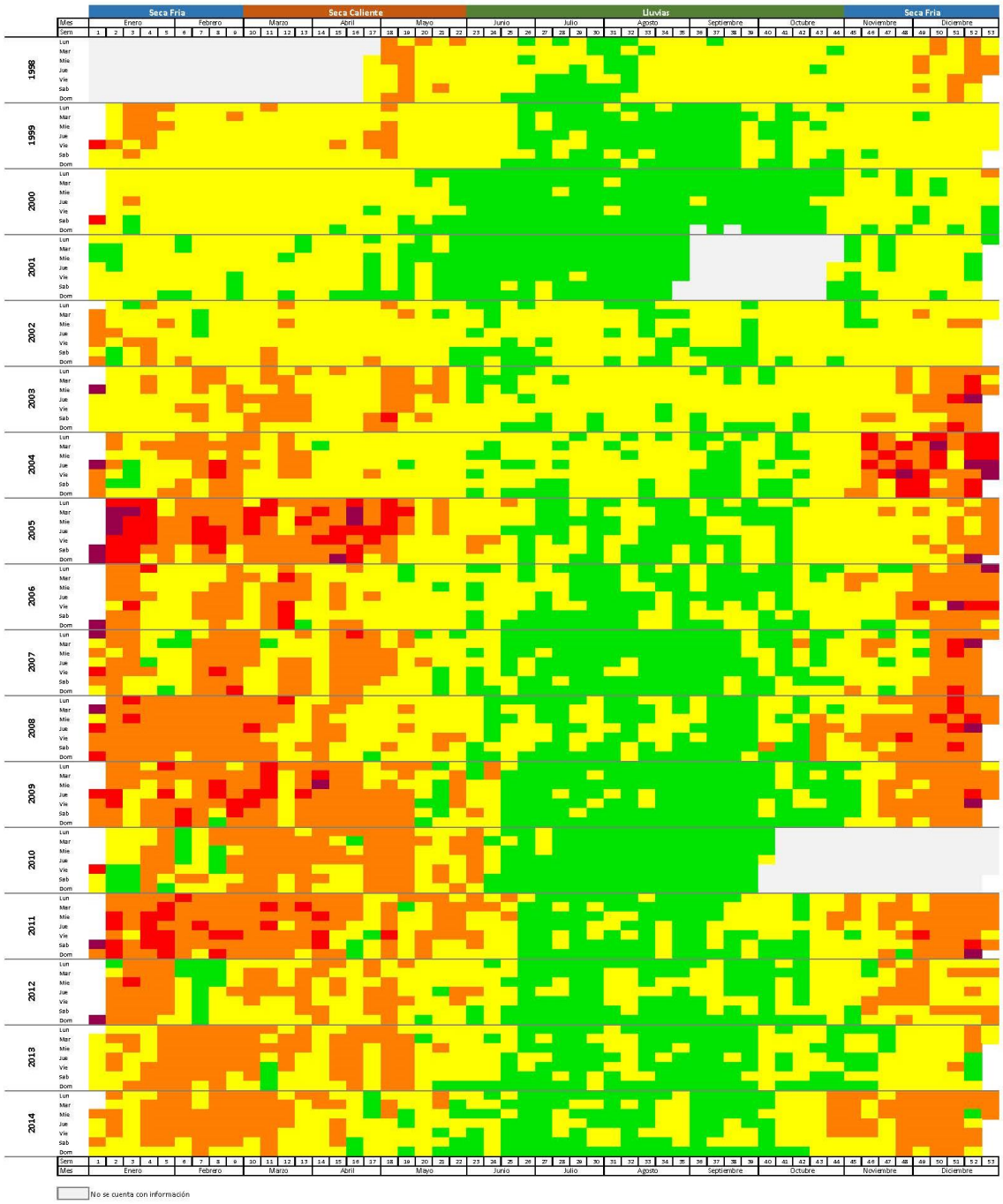
Actualmente la RAMA-ZMT no monitorea concentraciones de partículas suspendidas menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$), lo cual constituye un déficit grave de información en materia de salud pública y de gestión de la calidad del aire.

En cuanto al monitoreo de O_3, el segundo contaminante con mayores concentraciones en la ZMT, se observa desde 1996 una reducción constante que ha espaciado los episodios de Mala calidad del aire, aunque predomina un escenario de calidad Regular (Figura X.5). Durante 2014, los valores registrados se encontraron dentro de norma[35] durante 93% de los días del año 2014 (Figura X.6).

[34] El 19 y 20 de agosto del 2014, la Secretaría de Salud publicó en el Diario Oficial de la Federación la actualización de la NOM-025-SSA1-2014 que establecen los valores límites permisibles para la concentración de partículas suspendidas en el aire ambiente. Los cambios propuestos en esta Norma se refieren a la modificación de los valores límite para las concentraciones ambientales. Para el caso de las partículas suspendidas: las partículas menores a 10 micras (PM_{10}), su límite para el promedio de 24 horas cambia de 120 a 75 ug/m^3 (microgramos por metro cúbico) y el promedio anual pasa de 50 a 40 ug/m^3, Para las partículas menores a 2.5 micras ($PM_{2.5}$), el límite para el promedio de 24 horas pasa de 65 a 45 ug/m^3 y el límite anual cambia de 15 a 12 ug/m^3.

[35] El 19 y 20 de agosto del 2014, la Secretaría de Salud publicó en el Diario Oficial de la Federación la actualización de la NOM-020-SSA1-2014 que establecen los valores límites permisibles para la concentración de ozono en el aire ambiente respectivamente. Los cambios propuestos se refieren a la modificación de los valores límite para las concentraciones ambientales, para efecto de la protección a la salud de la población más susceptible, quedando de la siguiente forma: para la concentración horaria de ozono, el límite cambia de 110 ppm a 95 ppm; para el promedio móvil de 8 horas de ozono el cambio es de 80 a 70 ppm.

Figura X.3: Mosaico histórico de la calidad del aire por PM_{10} en la ZMT, 1998-2014

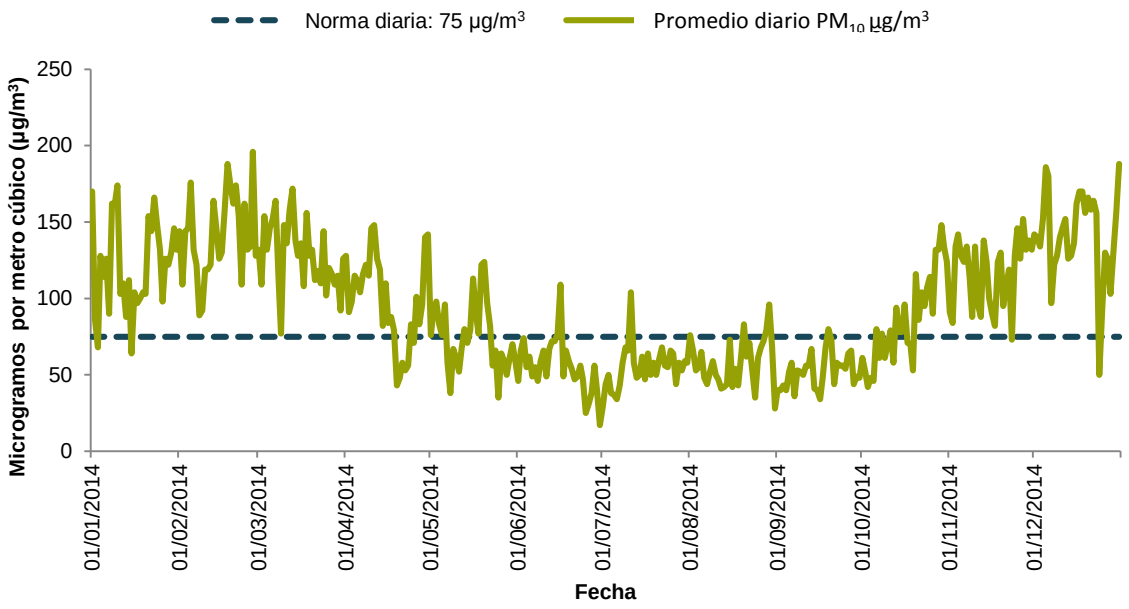


Calidad del Aire	IMECA	Concentración (µg/m^3)	*Concentración (µg/m^3)
Buena	0 - 50	0 - 60	0 - 40
Regular	51 - 100	61 - 120	41 - 75
Mala	101 - 150	121 - 220	76 - 214
Muy Mala	151 - 200	221 - 320	251 - 354
Extremadamente Mala	> 200	> 320	> 354

* A partir del día 19 de octubre, el índice se calcula utilizando los nuevos límites publicados en la NOM-025-SSA1-2014.

Fuente: RAMA-ZMT, SMAGEM, 2014.

Figura X.4: Registros de los promedios diarios concentración de PM_{10} en la ZMT, 2014



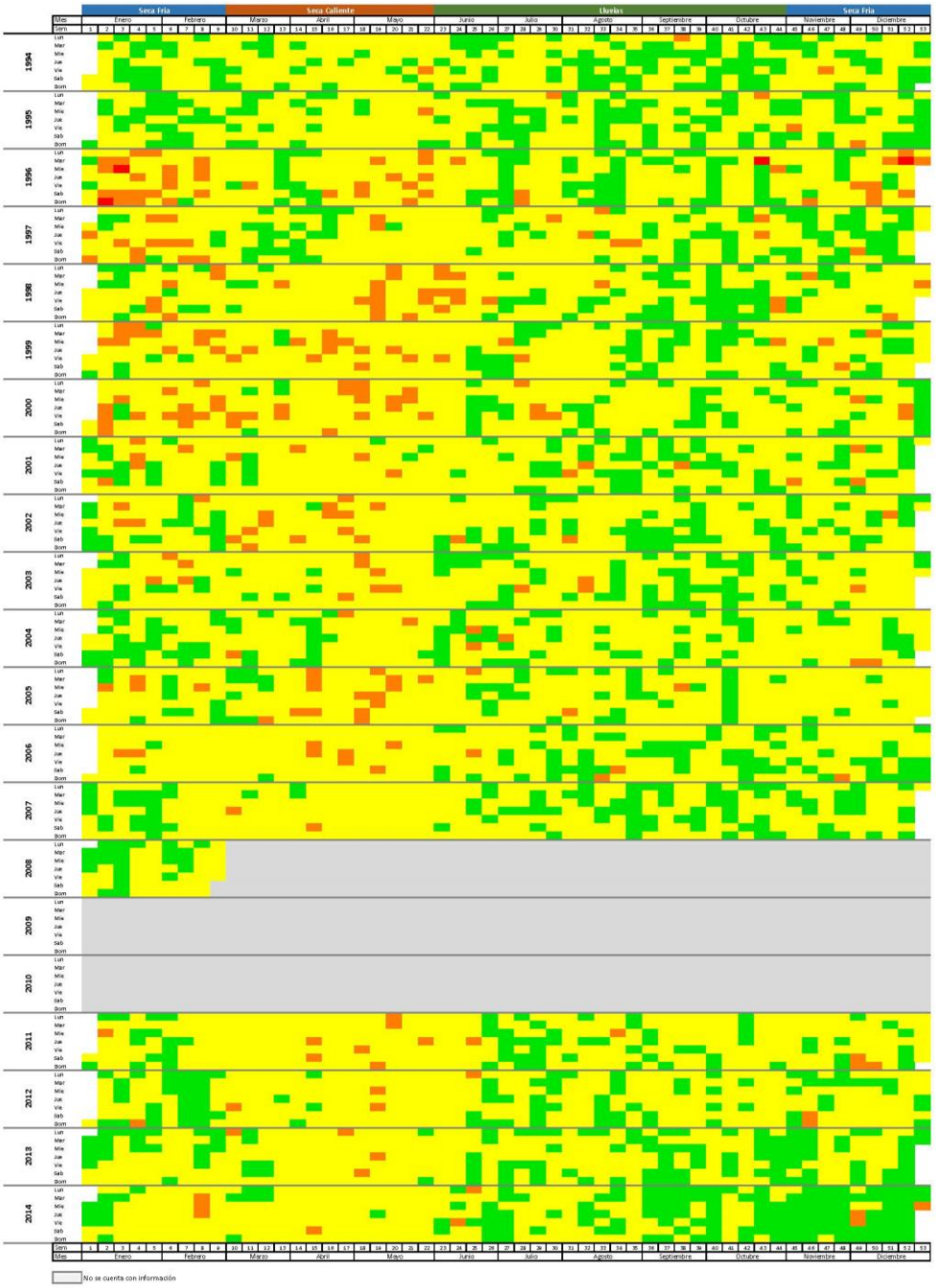
Fuente: Elaboración propia con datos de RAMA-ZMT, SMAGEM, 2014.

En lo relativo a las concentraciones del resto de los contaminantes criterio, durante 2014 tanto el bióxido de azufre (SO_2), el bióxido de nitrógeno (NO_2) y el monóxido de carbono (CO) reportaron valores de concentración muy por debajo de su respectiva norma[36] (Figura X.7, Figura X.8, Figura X.9).

De acuerdo al último inventario de emisiones base 2008, se estima que en la ZMT se emiten anualmente más de 1.7 toneladas de contaminantes a la atmósfera. Las fuentes móviles contribuyen emitiendo casi la totalidad de emisiones de CO y NOx, éste último altamente asociado a la presencia de material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) con importantes efectos sobre la salud. Además los vehículos automotores aportan la mitad de las emisiones relacionadas con SO_2 y COV (SMAGEM 2012) (Tabla X.2).

[36] NOM-022-SSA1-2010 para el SO_2, NOM-023-SSA1-1993 para el NO_2, y NOM-021-SSA1-1993 para el CO.

Figura X.5: Mosaico histórico de la calidad del aire por PM_{10} en la ZMT, 1998-2014

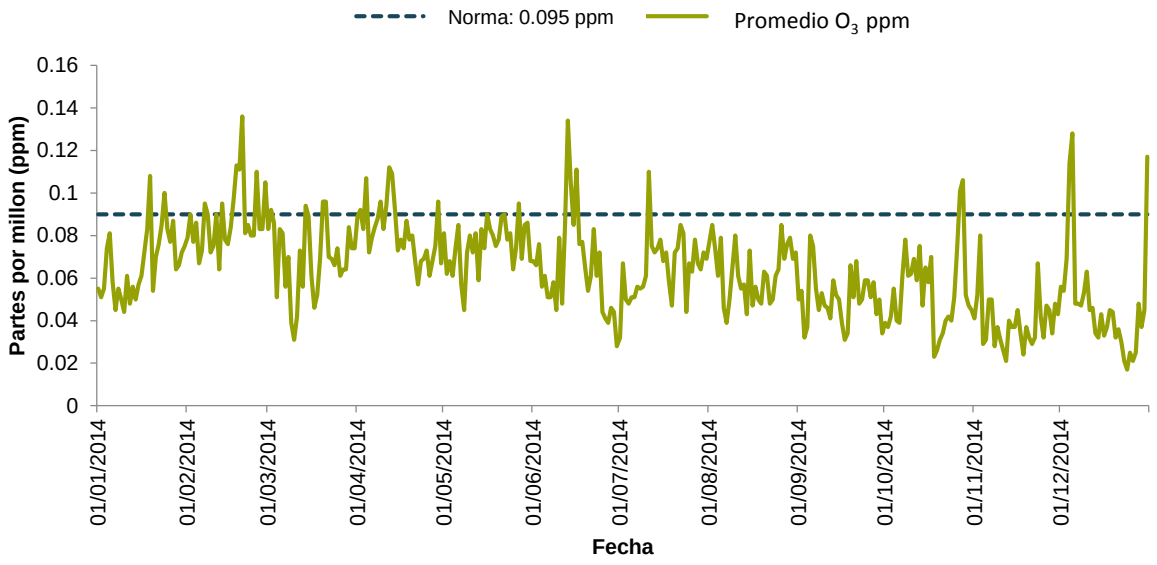


Calidad del Aire	IMECA	Concentración (ppm)	*Concentración (ppm)
Buena	0 - 50	0.000 - 0.055	0.000 - 0.070
Regular	51 - 100	0.056 - 0.110	0.071 - 0.095
Mala	101 - 150	0.111 - 0.165	0.096 - 0.154
Muy Mala	151 - 200	0.166 - 0.220	0.155 - 0.204
Extremadamente Mala	> 200	> 0.220	> 0.204

* A partir del día 18 de octubre, el índice se calcula utilizando los nuevos límites publicados en la NOM-020-SSA1-2014.

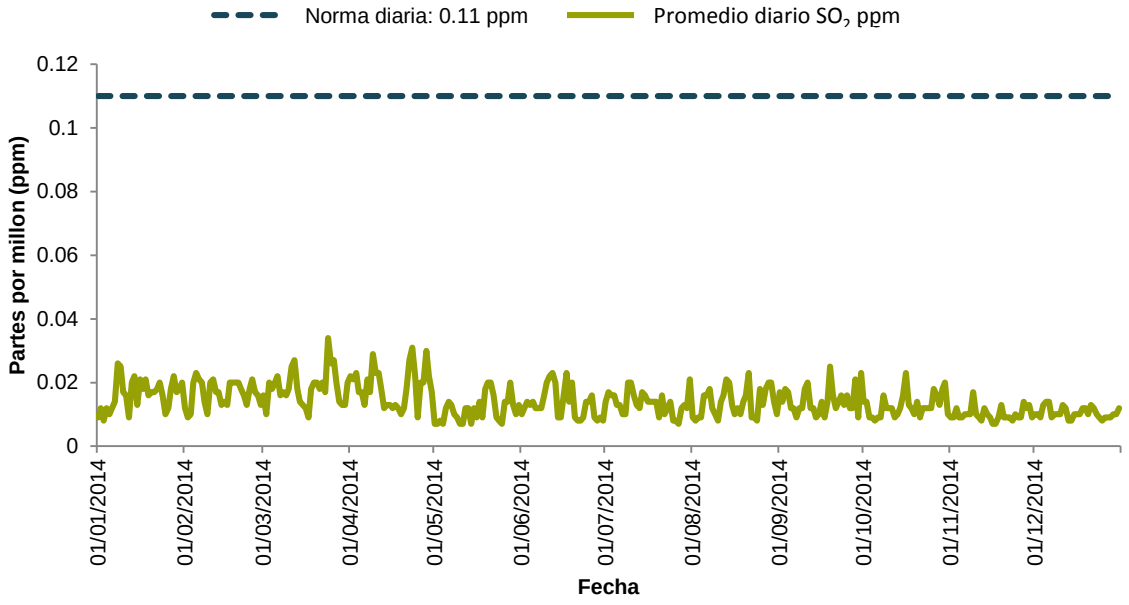
Fuente: RAMA-ZMT, SMAGEM, 2014.

Figura X.6: Registro de los promedios diarios de O_3 en la ZMT, 2014



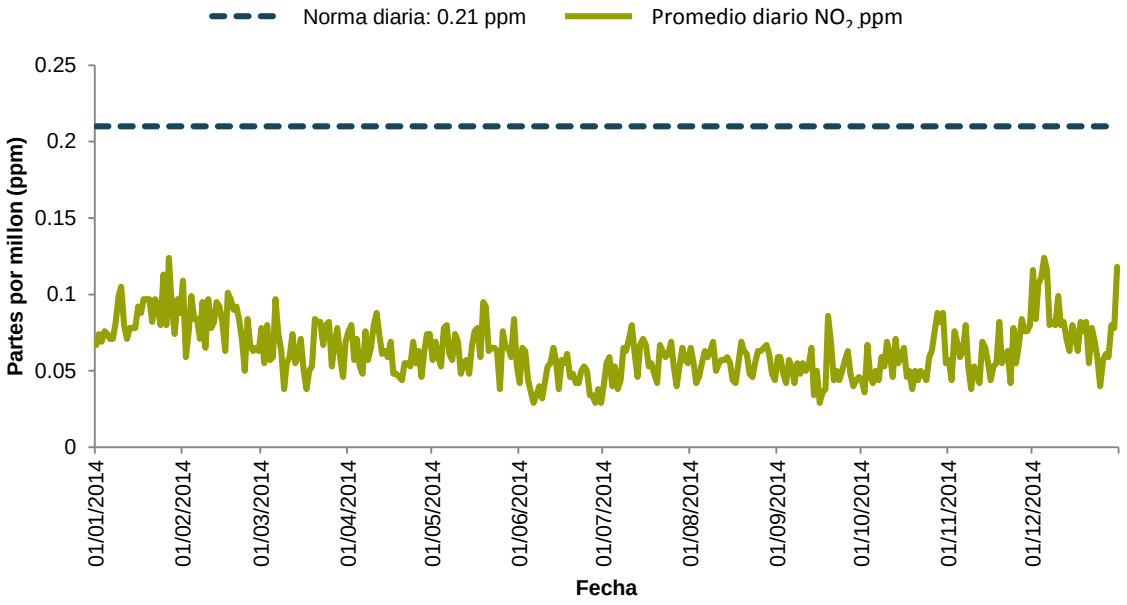
Fuente: Elaboración propia con datos de RAMA-ZMT, SMAGEM, 2014

Figura X.7: Registro de los promedios diarios concentración de SO_2 en la ZMT, 2014



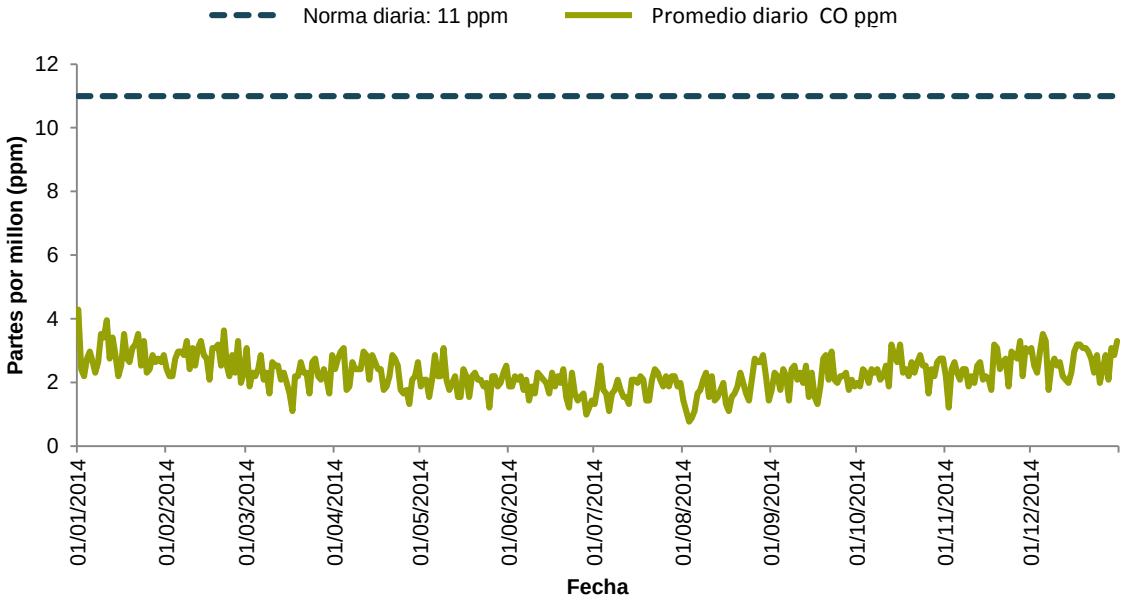
Fuente: Elaboración propia con datos de RAMA-ZMT, SMAGEM, 2014.

Figura X.8: Registro de los promedios diarios concentración de NO_2 en la ZMT, 2014



Fuente: Elaboración propia con datos de RAMA-ZMT, SMAGEM, 2014.

Figura X.9: Registro de los promedios diarios concentración de CO en la ZMT, 2014



Fuente: Elaboración propia con datos de RAMA-ZMT, SMAGEM, 2014.

Tabla X.2: Contribución porcentual de cada categoría, al total de las emisiones del año 2008

Sector	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NOx	COV	NH_3
Fuentes fijas	11	10	50	0	2	3	0
Fuentes móviles	10	10	47	97	93	56	9
Fuentes de área	79	81	3	3	5	41	91
Fuentes naturales	0	0	0	0	<1	<1	0
Total	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: SMAGEM, 2012.

XI GENERACIÓN DE INFORMACIÓN DE CAMPO

XI.1 Encuesta de percepción de movilidad y pautas de comportamiento

Tradicionalmente, el estudio de los patrones de movilidad de la población, particularmente en las grandes aglomeraciones urbanas, se ha centrado en la medición de flujos de los distintos modos de transporte y de los pasajeros, dando lugar a estimaciones como las líneas de deseo. El inconveniente de este tipo de metodologías es el alto costo que conlleva la realización de aforos o encuestas origen-destino, con una representación puntual de la movilidad y que desde una perspectiva optimista, ofrecen datos que pueden ser válidos para un máximo de cinco años a partir de la toma de datos.

Adicionalmente, los resultados concretos de estos estudios buscan la planeación de sistemas de transporte que puedan optimizar los desplazamientos, ya sea mediante cambios en la operación o incluso apoyando la construcción de nuevos sistemas, es decir, atendiendo a las necesidades de movilidad detectadas con aforos y encuestas.

Sin embargo, la consideración de un nuevo paradigma en torno a la movilidad urbana, referente a la sustentabilidad social, económica y ambiental de los desplazamientos, requiere no sólo conocer la forma en que la población de manera cotidiana se mueve en una ciudad, sino además, comprender el por qué los desplazamientos tienen esas características y conocer los elementos necesarios para mejorar la sustentabilidad de los mismos.

Bajo esta visión, en Francia desde hace más de una década se han desarrollado diversas metodologías y estudios para contribuir a la formulación y evaluación de políticas de movilidad. Un ejemplo novedoso en este sentido, lo constituye la Encuesta de Usos y Actitudes hacia la movilidad. Esta encuesta tiene como objetivo recopilar información, medir y analizar, el comportamiento de la población en términos de desplazamiento, así como sus actitudes frente a este tema, y más concretamente, sus motivaciones, sus frenos y expectativas en esta área.

Con la intención de ofrecer un aspecto fresco de la movilidad en la ZMT que no sólo confirme los estudios previos sobre los orígenes y destinos, así como flujos y ciertas problemáticas estructurales descritas en los apartados previos; se consideró la aplicación de una Encuesta de Usos y Actitudes hacia la Movilidad en la ciudad de Toluca, de acuerdo a la zona de consolidación urbana definida por CONAVI. A continuación se detallan los aspectos conceptuales, metodológicos, y de aplicación de la encuesta, así como los resultados encontrados.

XI.1.1 Diseño conceptual

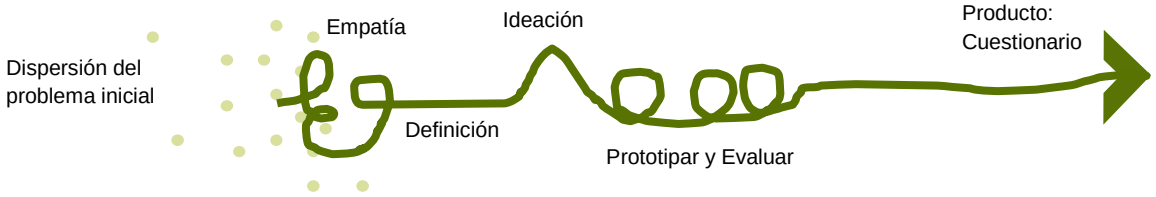
La Encuesta de Usos y Actitudes hacia la Movilidad en la ciudad de Toluca se diseñó empelando como referencia la encuesta realizada durante 2003 en la ciudad de Lyon, Francia. Este estudio, elaborado de manera previa al Plan de Desplazamiento de la ciudad, equivalente al Plan Integral de Movilidad Urbana desarrollado en México, tuvo como objetivo ampliar el conocimiento sobre la movilidad de los habitantes de esta ciudad Francesa, cuya zona metropolitana alberga a aproximadamente dos millones de habitantes, una población similar a la que residen en la ZMT. La información generada permitió no sólo la planificación de los sistemas de transporte urbanos, sino además su correlación con la factibilidad social de las distintas propuestas (Tremplin 2003).

Por medio del método “design thinking”[1] se analizaron las necesidades de la encuesta y definieron requerimientos para elaborar el cuestionario para la ciudad de Toluca. Design thinking es un método heurístico que permite elaborar, mejorar e innovar productos y servicios al considerar enfoques de los diversos actores y entender las necesidades fundamentales de los proyectos.

En el proceso del design thinking se considera que los diseñadores del producto o servicio deben de lograr una empatía profunda con las necesidades, los actores y los usuarios tanto finales como de la cadena de valor de los productos o servicios.

De este modo no importando la dificultad y el número de aristas que tenga un proyecto, al aplicar una metodología de pensamiento no lineal a cualquier proyecto, se logran identificar las necesidades fundamentales y convertir a estas en requerimientos que efectivamente logren el resultado esperado y la innovación en las soluciones. En la Figura XI.1 se esquematiza el proceso del design thinking.

Figura XI.1: Proceso de Design Thinking para el diseño de cuestionario



Fuente: (Plattner s.f.).

Este método resulta entonces ideal para el diseño del cuestionario, ya que hasta el momento no se había realizado en México una encuesta de percepción de la movilidad, lo que constituye una oportunidad para innovar.

Una vez definidos los reactivos o preguntas, se clasificaron y agruparon en secciones y matrices. Adicionalmente se realizó un trabajo de síntesis y comprensión de la información para que el cuestionario fuera de fácil compresión para un amplio espectro de personas de la población, por lo que las preguntas se plasmaron en un lenguaje muy simple y cotidiano.

El cuestionario consta de cinco secciones:

I. Perfil socio económico
II. Movilidad
III. Percepción del transporte actual
IV. Calidad de vida
V. Escenarios posibles de movilidad

XI.1.1.1 Perfil socioeconómico

La sección del perfil socio económico consistió recabar información relacionada con el género, edad, ocupación principal, costo y proporción del ingreso destinado al transporte del entrevistado. Los datos de esta sección fueron diseñados evitando caer en la invasión de la privacidad del entrevistado con el objetivo de ubicarlo en un nivel socioeconómico sin solicitar información personal que pueda considerarse confidencial, y que por ende incentive al entrevistado a proporcionar información falsa.

En relación la proporción que representa el gasto en transporte del ingreso del entrevistado, se emplearon los siguientes rangos, los cuales tienen la intención de identificar a la población que realiza un gasto dentro del rango promedio considerado aceptable, que es del 10%:

- Hasta 10%
- Hasta 25%
- La mitad o menos
- Más de la mitad

XI.1.1.2 Movilidad

Esta sección se diseñó para recabar la información del origen y destino de los viajes que realizan las personas con mayor frecuencia en su vida diaria, considerando la colonia y el municipio de cada inicio y fin de viaje.

En contraste con la encuesta origen-destino tradicional, este ejercicio permite obtener información sobre los patrones de movilidad más frecuentes para el entrevistado y no particularmente el día previo al del levantamiento de datos, como lo hace el estudio tradicional. Esta característica permite tener una mayor certeza sobre la información recabada en relación a las líneas de deseo, los motivos de viaje y los tiempos promedio de recorrido.

En relación a los modos de transporte, se realizó una contextualización de las distintas alternativas de desplazamiento en el Valle de Toluca, identificando por ejemplo la necesidad de incorporar la modalidad de taxi colectivo. En total se identificaron los siguientes modos de transporte:

1. Auto
2. Taxi exclusivo

3. Taxi colectivo
4. Autobús
5. Combi
6. Moto-taxi
7. Moto
8. Bici-taxi
9. Bici
10. Caminar

XI.1.1.3 Percepción del modo de transporte actual

En esta sección se busca obtener sin sesgo alguno la percepción sobre aspectos generales que puedan implicar una decisión de uso del modo de transporte de los entrevistados. Los elementos evaluados sobre la percepción del transporte actual fueron los siguientes:

1. Seguridad (relacionado a robos, asaltos, acoso, etc.)
2. Seguridad (relacionado a accidente viales)
3. Comodidad
4. Costo
5. Rapidez
6. Flexibilidad de horarios
7. Contaminación emitida
8. Cobertura en la ciudad

Todos los aspectos fueron evaluados en la siguiente escala valoración basada en la escala de Likert:

- Totalmente de acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Parcialmente en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

El objetivo de esta técnica es evitar categorías intermedias cuya marca de clase dificulte establecer una diferencia entre las preferencias, por lo que se extrajo la clase intermedia “Ni parcialmente de acuerdo, ni parcialmente en desacuerdo”.

Adicionalmente, se agregaron preguntas abiertas respecto a la percepción cualitativa del modo de transporte empleado, el objetivo es precisar los atributos positivos y negativos de cada modo.

Con la finalidad de profundizar en los patrones de uso del auto particular se realizaron cuatro preguntas relacionadas con la posesión de auto, el año modelo, y el uso y costo de lugares de estacionamiento.

Finalmente, en relación con el próximo proyecto del tren suburbano México-Toluca, se realizaron dos preguntas con la finalidad de conocer la tasa de sustitución del automóvil

privado y la disposición a arribar a las estaciones de acceso empleando modos no motorizados.

XI.1.1.4 Calidad de vida

Un aspecto clave de toda medida de política pública es contar con información que permita conocer la relevancia del tema para la población, de esta forma los tomadores de decisión pueden prever el nivel de apoyo de cada propuesta y en caso de ser necesario construir el capital político necesario para generar mayor aceptación.

Con esta finalidad, en esta sección se enlistaron seis elementos relativos a la calidad de vida, y se solicitó a los entrevistados ordenarlas de acuerdo al nivel de importancia que le asignaban de manera personal, siendo uno la más importante y seis la menos importante. Los elementos a ponderar fueron los siguientes:

- Seguridad pública
- Cercanía de la vivienda a empleos y escuelas
- Movilidad segura, económica y cómoda
- Medio ambiente sano y limpio
- Buenos servicios de educación, salud, deporte, recreación y cultura
- Buen empleo, bien remunerado.

XI.1.1.5 Escenarios posibles de movilidad

En el último bloque se diseñaron una serie de escenarios posibles de movilidad para conocer la disponibilidad de la población a cambiar su actual modo de transporte, principalmente en lo referente al uso del automóvil particular.

Los escenarios propuestos describen acciones o políticas públicas de movilidad que permiten caracterizar a los entrevistados en tres categorías:

- Personas que no sustituirían el uso del auto particular por ningún motivo.
- Personas que sustituirían el uso del auto particular si se implementan opciones de transporte dignas y eficientes.
- Personas que no usan el auto particular porque están convencidos de los beneficios personales y sociales de una movilidad no motorizada.

La escala para evaluar las políticas públicas nuevamente fue la utilizada en la sección III Percepción del modo de transporte actual. Las acciones o políticas públicas de movilidad sujetas a consideración de los encuestados fueron las siguientes:

- Transporte escolar y de personal apoyado por el gobierno que sustituya el auto de manera obligatoria
- En zonas congestionadas solo permitir el acceso a los vehículos menos contaminantes

- Destinar algunas calles para el uso exclusivo de ciclistas y peatones para que éstos puedan circular con más comodidad y seguridad.
- Llevar a cabo campañas de educación vial para recordar al automovilista que el peatón, el ciclista y el transporte público tienen la preferencia.
- Endurecer las sanciones y elevar las multas a las violaciones al reglamento de tránsito (estacionarse en doble fila, en lugar prohibido, conducir a exceso de velocidad, etc.)
- Destinar más estacionamientos, vías rápidas o segundos pisos de cuota, para facilitar el uso del automóvil en la ciudad.
- Destinar carriles exclusivos para bicicletas con el objetivo de mejorar la seguridad de los ciclistas
- Construir un sistema de transporte tipo “Mexibús o Metrobús” (autobuses con carriles exclusivos) para disminuir el tráfico.
- El nuevo tren me facilitará moverme en la ciudad de Toluca o viajar al D.F.

Posteriormente se integraron imágenes que dieran al entrevistado una idea de escenarios futuros de las opciones de movilidad para que tomara la decisión sobre dos viajes considerados típicos en la zona de estudio (al centro de la ciudad de Toluca y a la zona comercial de Metepec), considerando las variables de desplazamientos individuales, en un caso y con familia, en un segundo caso. Los escenarios en este caso son los siguientes:

Escenario 1. Vas solo al centro de Toluca desde tu casa, para realizar un trámite. Escoge la opción de tu preferencia:

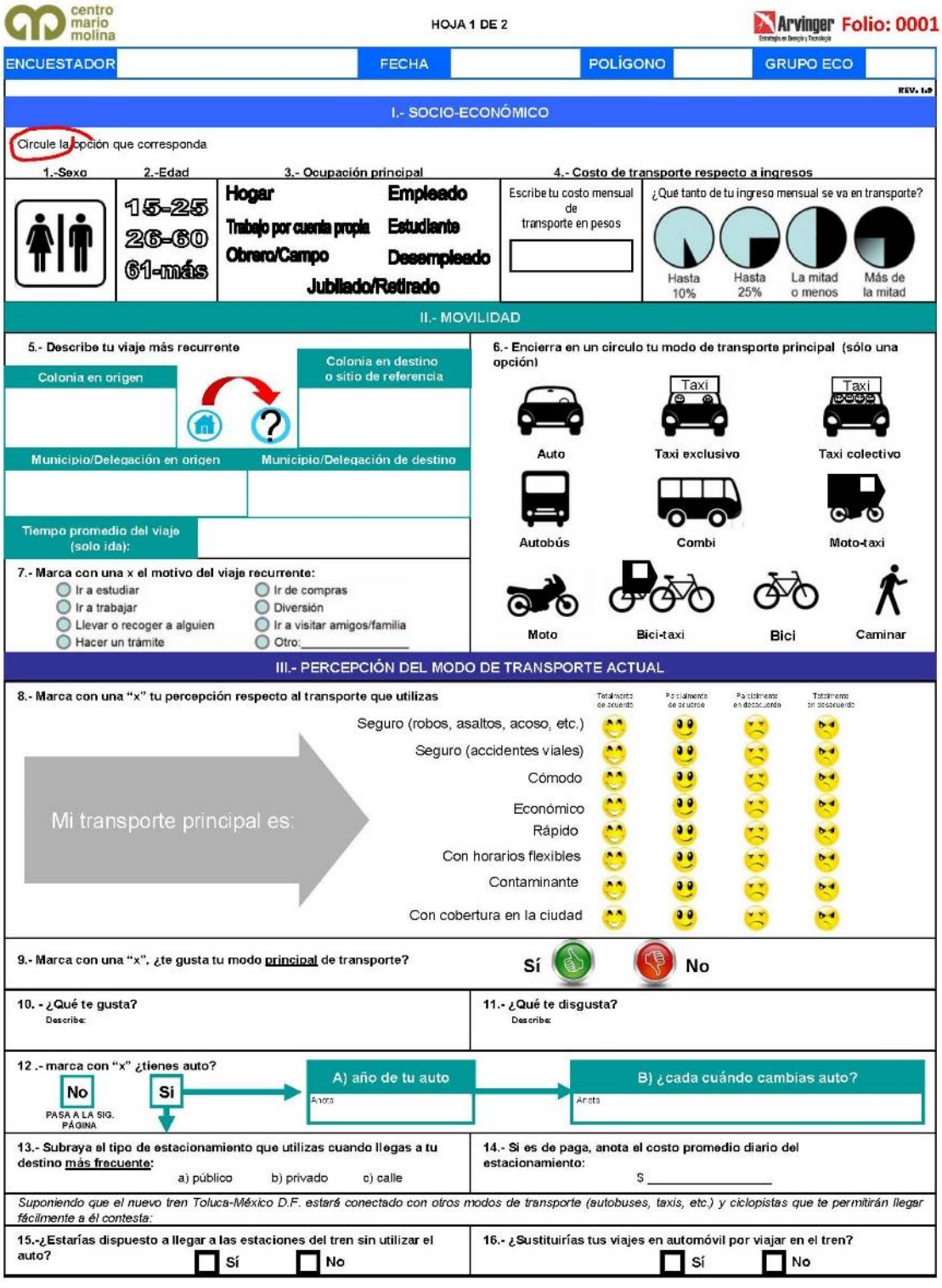
- Me voy en coche aunque pague estacionamiento caro
- Uso la nueva ciclopista para ir rápido y no contaminar
- Me voy en transporte público por cómodo y económico

Escenario 2. Vas en familia a la zona comercial de Metepec desde tu casa, en fin de semana. Escoge la opción de tu preferencia:

- Me voy en coche porque es más cómodo
- Uso la nueva ciclopista para hacer ejercicio y no contaminar
- Me voy en transporte público porque es buena opción

Cabe mencionar que en el diseño conceptual de la encuesta se consultó a especialistas del tema de movilidad y funcionarios municipales de la ZMT, además el diseño final del cuestionario incorporó elementos gráficos que facilitaron su aceptación y respuesta por parte de la población encuestada. El cuestionario final se observa en la Figura XI.2 y XI.3.

Figura XI.2: Cédula de encuesta de usos y actitudes de la movilidad (hoja 1)



centro mario molina

HOJA 1 DE 2

Arvinger Folio: 0001

ENCUESTADOR | FECHA | POLÍGONO | GRUPO ECO

REV. 1.0

I.- SOCIO-ECONÓMICO

Circule la opción que corresponda

1.-Sexo

2.-Edad: 15-25 / 26-60 / 61-más

3.- Ocupación principal: Hogar; Empleado; Trabajo por cuenta propia; Estudiante; Obrero/Campo; Desempleado; Jubilado/Retirado

4.- Costo de transporte respecto a ingresos

Escribe tu costo mensual de transporte en pesos

¿Qué tanto de tu ingreso mensual se va en transporte? Hasta 10% | Hasta 25% | La mitad o menos | Más de la mitad

II.- MOVILIDAD

5.- Describe tu viaje más recurrente

Colonia en origen | Colonia en destino o sitio de referencia

Municipio/Delegación en origen | Municipio/Delegación de destino

Tiempo promedio del viaje (solo ida):

7.- Marca con una x el motivo del viaje recurrente:

- Ir a estudiar
- Ir a trabajar
- Llevar o recoger a alguien
- Hacer un trámite
- Ir de compras
- Diversión
- Ir a visitar amigos/familia
- Otro:_____

6.- Encierra en un círculo tu modo de transporte principal (sólo una opción)

Auto | Taxi exclusivo | Taxi colectivo | Autobús | Combi | Moto-taxi | Moto | Bici-taxi | Bici | Caminar

III.- PERCEPCIÓN DEL MODO DE TRANSPORTE ACTUAL

8.- Marca con una "x" tu percepción respecto al transporte que utilizas

Mi transporte principal es:

	Totalmente de acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Seguro (robos, asaltos, acoso, etc.)				
Seguro (accidentes viales)				
Cómodo				
Económico				
Rápido				
Con horarios flexibles				
Contaminante				
Con cobertura en la ciudad				

9.- Marca con una "x", ¿te gusta tu modo principal de transporte? Sí / No

10. - ¿Qué te gusta? Describe:

11.- ¿Qué te disgusta? Describe:

12 .- marca con "x" ¿tienes auto? No (PASA A LA SIG. PÁGINA) / Sí → A) año de tu auto (Anota) → B) ¿cada cuándo cambias auto? (Anota)

13.- Subraya el tipo de estacionamiento que utilizas cuando llegas a tu destino más frecuente:

a) público b) privado c) calle

14.- Si es de paga, anota el costo promedio diario del estacionamiento: $ _____

Suponiendo que el nuevo tren Toluca-México D.F. estará conectado con otros modos de transporte (autobuses, taxis, etc.) y ciclopistas que te permitirán llegar fácilmente a él contesta:

15.-¿Estarías dispuesto a llegar a las estaciones del tren sin utilizar el auto? Sí / No

16.- ¿Sustituirías tus viajes en automóvil por viajar en el tren? Sí / No

Figura XI.3: Cédula de encuesta de usos y actitudes de la movilidad (hoja 2)

centro mario molina

HOJA 2 DE 2

Arvinger

IV.- CALIDAD DE VIDA

17.- Determina por importancia los siguientes aspectos de la vida diaria, numerándolos del 1 al 6, donde 1 es el más importante y 6 el menos importante



Sentirme seguro en mi casa y en mi ciudad	Cercanía de la vivienda a empleos y escuelas	Trasladarme de forma segura, económica y cómoda
Medio ambiente sano y limpio	Buenos servicios de educación, salud, deporte, recreación y cultura	Tener buen empleo, bien remunerado

V.- ESCENARIOS POSIBLES DE MOVILIDAD

18.- Marca con "x" tu preferencia sobre los siguientes elementos

	totalmente de acuerdo	parcialmente de acuerdo	parcialmente en desacuerdo	totalmente en desacuerdo
Transporte escolar y de personal apoyado por el gobierno que sustituya el auto de manera obligatoria				
En zonas congestionadas solo permitir el acceso a los vehículos menos contaminantes				
Destinar algunas calles para el uso exclusivo de ciclistas y peatones para que éstos puedan circular con más comodidad y seguridad				
Llevar a cabo campañas de educación vial para recordar al automovilista que el peatón, el ciclista y el transporte público tienen preferencia				
Endurecer las sanciones y elevar las multas a las violaciones al reglamento de tránsito (estacionarse en doble fila, en lugar prohibido, conducir a exceso de velocidad, etc.)				
Destinar más estacionamientos, vías rápidas o segundos pisos de cuota, para facilitar el uso del automóvil en la ciudad				
Destinar carriles exclusivos para bicicletas con el objetivo de mejorar la seguridad de los ciclistas				
Construir un sistema de transporte tipo "Mexibús o Metrobús" (autobuses con carriles exclusivos) para disminuir el tráfico				
El nuevo tren me facilitará moverme en la ciudad de Toluca o viajar al D.F.				









Supón que en un futuro próximo cuentas con transporte público eficiente, seguro y de calidad. También cuentas con auto nuevo y con ciclopistas y andadores por toda la ciudad. Responde:

19.- Vas solo al centro de Toluca desde tu casa, para realizar un trámite. Escoge marcando con una "x" la opción de tu preferencia:

- ☐ Me voy en coche aunque pague estacionamiento caro
- ☐ Uso la nueva ciclopista para ir rápido y no contaminar
- ☐ Me voy en el transporte público por cómodo y económico

20.- Vas en familia a la zona comercial de Metepec desde tu casa, en fin de semana. Escoge marcando con una "x" la opción de tu preferencia:

- ☐ Me voy en coche porque es más cómodo
- ☐ Uso la nueva ciclopista para hacer ejercicio y no contaminar
- ☐ Me voy en el transporte público porque es buena opción



XI.1.2 Diseño muestral

El tamaño de la muestra se diseñó con base en tres criterios para obtener una representatividad adecuada al contexto de la zona de estudio y de cada grupo de la población. Los criterios empleados fueron los siguientes:

1. Zonificación de patrones de movilidad
2. Estratificación socioeconómica de la población: Muy bajo, Bajo, Medio bajo, Medio, Medio alto, Alto[37],
3. Grupos de edad

Para calcular el tamaño de la muestra se utilizó el método de cálculo de una muestra probabilística para una población conocida (población mayor a 15 años en la zona de estudio[38]) y se comparó con el cálculo de una muestra probabilística para una población no conocida (Spiegel 1988). El resultado de la comparación arrojó que ambos métodos generan resultados similares dado el tamaño de la población, que en este caso podría considerarse "muy grande", sin embargo el método con menor error fue el de poblaciones no conocidas.

De esta forma el tamaño de la muestra se utilizó el método de cálculo de una muestra probabilística para una población no conocida. Asumiendo este método se determinaron los criterios para estimar el comportamiento de la población, mediante un muestreo probabilístico a partir de los siguientes supuestos:

a) Se desea un nivel de confianza dentro de los estándares aceptables de la industria (en este caso el 95%)
b) Se puede segmentar la población objetivo por sexo y edad dentro de cada uno de los polígonos de estudio, aunque por no existir un estudio previo se desconoce la probabilidad de una proporción, por lo que se establece en 50%.
c) La probabilidad de fracaso igualmente desconocida es la diferencia de la probabilidad de éxito de un 100%, por lo que en este caso se estableció en 50%
d) El error admisible en términos de proporción puede ajustarse a los recursos disponibles desde 1% hasta 10%.

La fórmula empleada fue la siguiente:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^{2} \cdot p \cdot q}{i^{2}}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra por región (ENC. TOTALES).

Z = nivel de confianza (para 95%, Z = 1.96)

[37] Se utilizaron como base los 6 estratos socioeconómicos de la población derivados de la aplicación de un modelo estadístico como parte de un estudio realizado por el Centro Mario Molina en 2013

[38] Área dentro del polígono de consolidación urbana definido por la CONAVI para la ZMT en 2014.

p = Probabilidad de éxito (proporción esperada). En este caso 50% = .5

q = Probabilidad de fracaso (en este caso 50%) = .5, también igual a 1-P.

i = Error máximo admisible. En este caso se determinó de 3.2%

Con base a lo anterior se determinó una muestra de 1,875 cuestionarios distribuidos en el área urbana conformada por once municipios. Una vez calculado el tamaño de la muestra, se calcularon las cuotas con base en los tres criterios definidos anteriormente.

XI.1.2.1 Zonificación de patrones de movilidad

La aplicación de esta encuesta de "usos y actitudes" demanda en su metodología la división del área de estudio en diferentes unidades territoriales que fuesen relativamente homogéneas al interior y fácilmente diferenciadas entre sí.

Dado que no se trata de una encuesta origen-destino tradicional, no se empleó el criterio de división política municipal, de otra forma resultarían "regiones" o "zonas" demasiado pequeñas, generando un efecto que sesgaría los resultados del ejercicio estadístico.

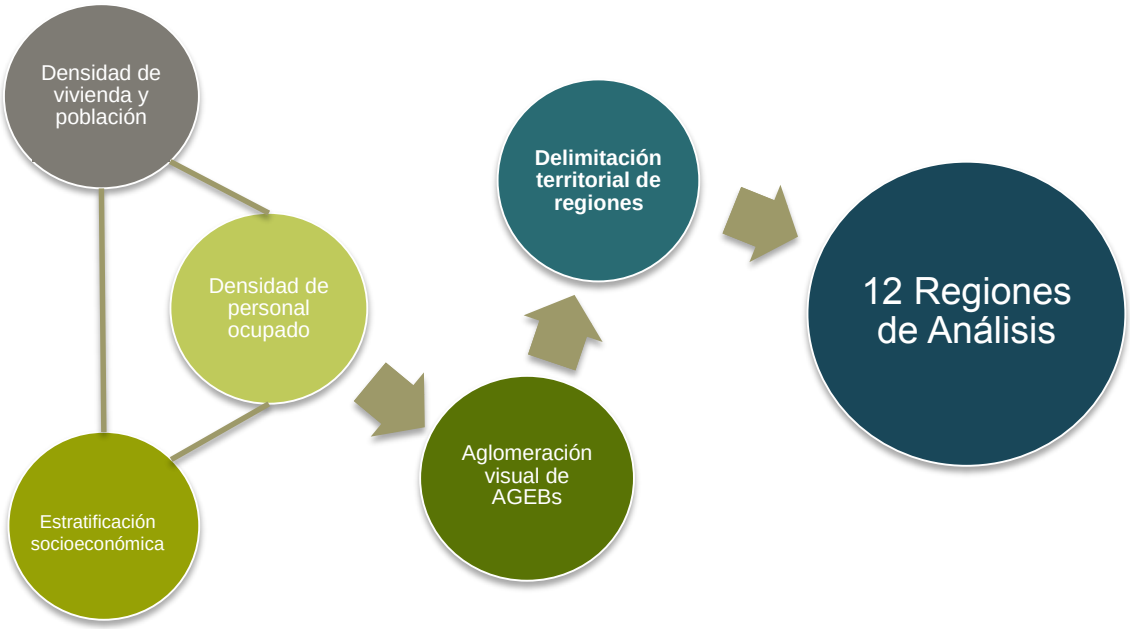
Para llevar a cabo la zonificación de patrones de movilidad se utilizaron las siguientes variables: densidad de vivienda y población, densidad de personal ocupado, y estratificación socioeconómica, todas estas variables cartografiadas a nivel AGEB.

A continuación, se realizó la continua superposición de cada una de las capas que representaban las variables anteriormente citadas mediante gradientes definidos por rompimiento natural, para poder apreciar la diferencia o similitud entre las AGEB y sus atributos sociodemográficos.

Al procurar que cada una de las posibles *regiones* estuviese constituida por gradientes contiguos, de la misma jerarquía y relativamente parecidos entre sí, con respecto a las variables citadas anteriormente (Figura XI.4); fue posible identificar doce unidades territoriales o regiones analizables para el levantamiento de la encuesta.

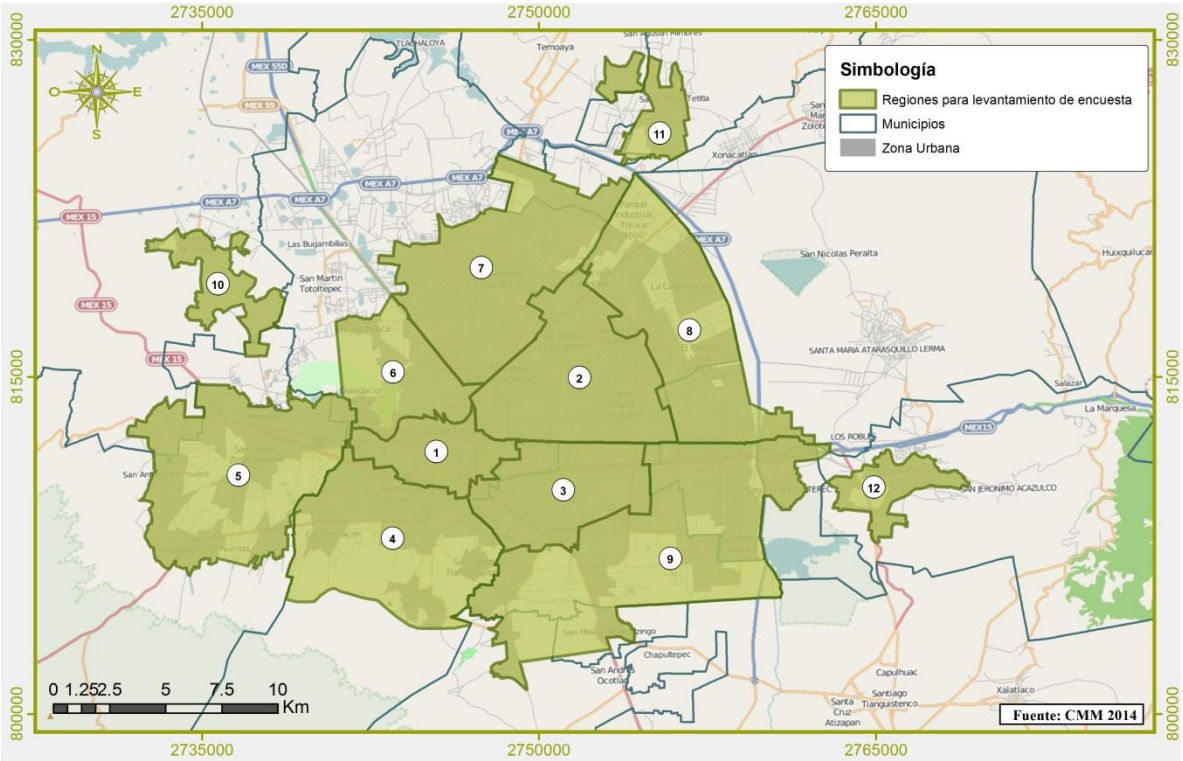
La zonificación inició a partir del territorio consolidado en el centro de la ciudad, donde se agrupan las mayores densidades de las variables de población y empleo, posteriormente se construyeron diferentes secciones periféricas al mismo, y de forma radial en función de las variables analizadas. De esta forma se consolidaron cinco zonas centrales, cuatro periféricas en una segunda "corona" y tres zonas más en una tercera "corona", las cuales a diferencia de las primeras nueve, no se encuentran completamente conurbadas (Mapa XI.1).

Figura XI.4: Diagrama del proceso de zonificación de patrones de movilidad



Fuente: Elaboración propia.

Mapa XI.1: Zonificación de patrones de movilidad



En la Tabla XI.1 se observan los tamaños de muestra o cuotas obtenidos para cada una de las zonas o regiones identificadas, considerando como universo a la población mayor o igual a 15 años de edad (923 657 habitantes), por lo que no se incluyó la población total para discriminar ese rango de personas que no tienen movilidad individualmente. El ajuste de la muestra arroja la aplicación de 1 898 cuestionarios.

Tabla XI.1: Tamaños de muestra por zona*

Región	Población mayor a 15 años	Porcentaje	Muestra
1	89 469	10%	182
2	123 331	13%	280
3	135 205	15%	276
4	123 103	13%	251
5	85 710	9%	175
6	50 585	5%	101
7	87 866	10%	178
8	41 706	5%	83
9	116 174	13%	237
10	28 751	3%	56
11	13 733	1%	25
12	28 024	3%	54
Total	923 657	100%	1 898

* Muestra para poblaciones grandes, indefinida. Fuente: Elaboración propia.

XI.1.2.2 Estratificación socioeconómica de la población

Con la finalidad de obtener una muestra representativa de la diversidad de condiciones socioeconómicas en la ZMT, se empleó el índice de estratificación generado a partir de las variables de caracterización de la población y la vivienda que ofrece el Censo de Población y Vivienda 2010. La metodología empleada para la generación de este índice fue el Análisis de Componentes Principales (ACP) y puede consultarse en el Anexo 1.

El índice de estratificación socioeconómica agrupa a las AGEB en torno a cinco niveles, donde el nivel uno describe el estrato acceso a más servicios y bienes dentro de la vivienda, así como a mejor educación y acceso a servicios de salud; por el contrario en el nivel cinco se encuentra la población con mayor carencia.

En el Mapa VI.8 se observa la representación espacial de la diversidad socioeconómica en la ZMT, donde los estratos de mayor nivel socioeconómico se localizan al centro de la ciudad, y los más bajos en la periferia. Aproximadamente tres cuartas partes de la población se ubican en los estratos tres, cuatro y cinco (Tabla XI.3).

Finalmente, en la Tabla XI.4 se detalla la distribución de las cuotas a nivel región en función del nivel socioeconómico de la población.

Tabla XI.2: Distribución porcentual de los estratos socioeconómicos,2010

Estrato	Categoría	Población total	Porcentaje
1	Alto	143 374	11
2	Medio Alto	207 750	16
3	Medio	356 466	27
4	Medio Bajo	302 259	23
5	Bajo	299 282	23
Total		**1 309 131**	**100**

Fuentes: Elaboración propia.

Tabla XI.3: Cuotas por región y nivel socioeconómico

Región	Nivel socioeconómico	Población total	Población mayor a 15 años	Porcentaje	Muestra por estrato
1	1	22 786	18 325	20%	38
	2	53 939	41 809	47%	85
	3	37 736	27 758	31%	56
	4	2 151	1 577	2%	3
	5	0	0	0%	0
	Subtotales	**116 612**	**89 469**	**100%**	**182**
2	1	28 886	20 424	17%	42
	2	36 494	26 211	21%	54
	3	67 421	46 388	38%	95
	4	17 526	11 693	9%	28
	5	28 197	18 615	15%	61
	Subtotales	**178 524**	**123 331**	**100%**	**280**
3	1	43 194	33 685	25%	69
	2	71 391	53 018	39%	108
	3	58 340	42 514	31%	87
	4	8 378	5 988	4%	12
	5	0	0	0%	0
	Subtotales	**181 303**	**135 205**	**100%**	**276**
4	1	7 031	5 052	4%	10
	2	17 625	13 200	11%	27
	3	87 288	63 087	51%	129
	4	44 400	30 868	25%	63
	5	16 084	10 896	9%	22
	Subtotales	**172 428**	**123 103**	**100%**	**251**
5	1	3 277	2 307	3%	5
	2	2 448	1 727	2%	3
	3	30 103	21 450	25%	44
	4	51 832	36 546	43%	75
	5	35 805	23 680	28%	48
	Subtotales	**123 465**	**85 710**	**100%**	**175**
6	1	3 075	2 527	5%	5
	2	6 798	5 100	10%	10
	3	30 404	21 943	43%	44
	4	27 584	19 193	38%	38
	5	2 619	1 822	4%	4
	Subtotales	**70 480**	**50 585**	**100%**	**101**
7	1	4 296	3 292	4%	7

Región	Nivel socioeconómico	Población total	Población mayor a 15 años	Porcentaje	Muestra por estrato
	2	2 196	1 461	2%	3
	3	2 148	1 538	2%	3
	4	9 522	6 343	7%	13
	5	115 816	75 232	86%	152
	Subtotales	**133 978**	**87 866**	**100%**	**178**
8	1	19 557	13 269	32%	27
	2	3 218	2 271	5%	5
	3	16 746	11 586	28%	23
	4	969	666	2%	1
	5	21 116	13 914	33%	27
	Subtotales	**61 606**	**41 706**	**100%**	**83**
9	1	11 272	8 318	7%	17
	2	7 043	4 758	4%	10
	3	16 655	11 616	10%	24
	4	95 305	64 710	56%	132
	5	39 389	26 772	23%	54
	Subtotales	**169 664**	**116 174**	**100%**	**237**
10	1	0	0	0%	0
	2	6 598	4 422	15%	9
	3	5 404	3 780	13%	7
	4	6 640	4 184	15%	8
	5	22 965	16 365	57%	32
	Subtotales	**41 607**	**28 751**	**100%**	**56**
11	1	0	0	0%	0
	2	0	0	0%	0
	3	0	0	0%	0
	4	15 593	10 697	78%	20
	5	4 381	3 036	22%	5
	Subtotales	**19 974**	**13 733**	**100%**	**25**
12	1	0	0	0%	0
	2	0	0	0%	0
	3	4 221	3 043	11%	6
	4	22 359	16 051	57%	31
	5	12 910	8 930	32%	17
	Subtotales	**39 490**	**28 024**	**100%**	**54**
Total general		**1 309 131**	**923 657**		**1 898**

Fuentes: Elaboración propia.

XI.1.2.3 Grupos de edad

Finalmente, se calcularon las cuotas por rango de edad para cada nivel socioeconómico y región. El objetivo es obtener una muestra representativa de la población en relación a los siguientes tres grupos de edad:

- De 15 a 25 años, que representa a la población en edad escolar
- De 26 a 60 años, que representa a la población en edad laboral
- Más de 61 años, que representa a la población jubilada o retirada del ámbito laboral.

En la Tabla XI.4 se muestra la distribución porcentual de la población por región, rangos de edad y nivel socioeconómico, y en la Tabla XI.5 se presenta el cálculo de cuotas con en base en esta información. La muestra final se ajustó en función de las cuotas estimadas, definiendo un total de 1 903 cuestionarios.

Tabla XI.4: Distribución porcentual de la población por región y rango de edad

Región	Universo por región	15 a 24 años	25 a 59 años	60 años y más
1	89 469	21%	62%	17%
2	123 331	25%	67%	8%
3	135 205	24%	65%	11%
4	123 103	27%	64%	9%
5	85 710	27%	64%	9%
6	50 585	24%	64%	11%
7	87 866	30%	62%	7%
8	41 706	24%	70%	6%
9	116 174	27%	64%	9%
10	28 751	25%	68%	7%
11	13 733	28%	62%	10%
12	28 024	26%	63%	11%
Total	923 657	26%	65%	10%

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2010.

Tabla XI.5: Cuotas por región, nivel socioeconómico y rango de edad

Región	Nivel socioeconómico	Muestra estimada	Muestra por rango de edad			Muestra ajustada
			15 a 24 años	25 a 59 años	60 años y más	
1	1	38	8	24	6	38
	2	85	18	53	14	85
	3	56	12	35	10	57
	4	3	1	2	1	4
	5	0	0	0	0	0
	Subtotal	**182**	**39**	**114**	**31**	**184**
2	1	42	11	28	3	42
	2	54	14	36	4	54
	3	95	24	64	8	96
	4	28	7	19	2	28
	5	61	15	41	5	61
	Subtotal	**280**	**71**	**188**	**22**	**281**
3	1	69	17	45	8	70
	2	108	26	70	12	108
	3	87	21	57	10	88
	4	12	3	8	1	12
	5	0	0	0	0	
	Subtotal	**276**	**67**	**180**	**31**	**278**
4	1	10	3	6	1	10
	2	27	7	17	2	26
	3	129	35	83	12	130
	4	63	17	40	6	63

Región	Nivel socioeconómico	Muestra estimada	Muestra por rango de edad			Muestra ajustada
			15 a 24 años	25 a 59 años	60 años y más	
	5	22	6	14	2	22
	Subtotal	**251**	**68**	**160**	**23**	**251**
5	1	5	1	3	0	4
	2	3	1	2	0	3
	3	44	12	28	4	44
	4	75	20	48	7	75
	5	48	13	31	4	48
	Subtotal	**175**	**47**	**112**	**15**	**174**
6	1	5	1	3	1	5
	2	10	2	7	1	10
	3	44	11	29	5	45
	4	38	9	25	4	38
	5	4	1	3	0	4
	Subtotal	**101**	**24**	**67**	**11**	**102**
7	1	7	2	4	0	6
	2	3	1	2	0	3
	3	3	1	2	0	3
	4	13	4	8	1	13
	5	152	46	94	11	151
	Subtotal	**178**	**54**	**110**	**12**	**176**
8	1	27	6	19	2	27
	2	5	1	4	0	5
	3	23	6	16	1	23
	4	1	0	1	0	1
	5	27	6	19	2	27
	Subtotal	**83**	**19**	**59**	**5**	**83**
9	1	17	5	11	2	18
	2	10	3	6	1	10
	3	24	6	15	2	23
	4	132	36	84	12	132
	5	54	15	35	5	55
	Subtotal	**237**	**65**	**151**	**22**	**238**
10	1	0	0	0	0	0
	2	9	2	6	1	9
	3	7	2	5	0	7
	4	8	2	5	1	8
	5	32	8	22	2	32
	Subtotal	**56**	**14**	**38**	**4**	**56**
11	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0
	4	20	6	12	2	20
	5	5	1	3	1	5
	Subtotal	25	7	15	3	25
12	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	**0**
	3	6	2	4	1	7
	4	31	8	20	3	31
	5	17	4	11	2	17
	Subtotal	**54**	**14**	**35**	**6**	**55**
Total general		**1,898**	**489**	**1,229**	**185**	**1,903**

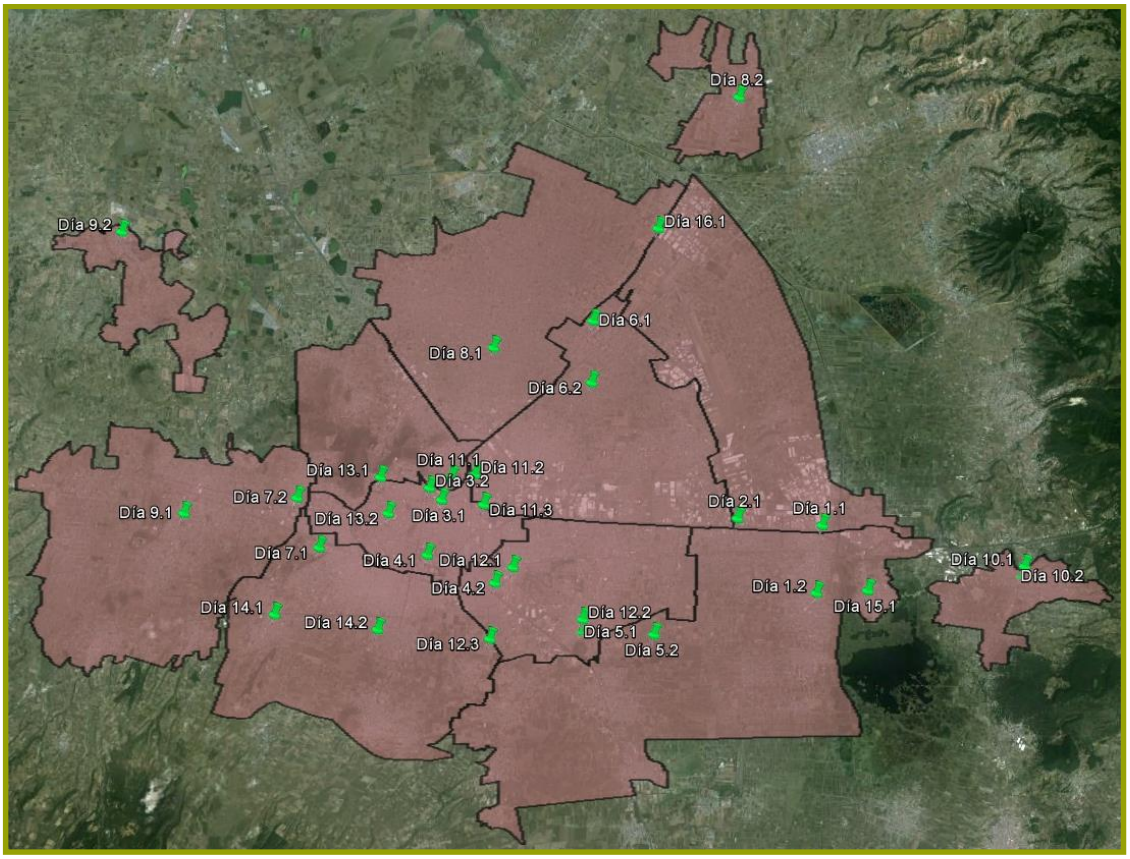
Fuente: Elaboración propia.

XI.1.3 Trabajo de campo

El periodo de aplicación de la encuesta fue del 21 de julio al 4 de agosto, de lunes a viernes en un horario de 8:00 am a 6:00 pm. Con la finalidad de recabar información de la población que realiza viajes diarios, la encuesta fue aplicada en puntos previamente identificados como sitios de concentración de población y no mediante visitas domiciliarias, ya que en este caso la franja horaria para localizar a la población objetivo es reducida.

El trabajo de campo se realizó en dos etapas, en la primera se identificaron los sitios de toma de datos que garantizaran la mayor afluencia de personas con los perfiles requeridos. Los sitios donde se realizó la toma de datos fueron centros de actividad comercial, gubernamental, estudiantil, hospitalaria y/o recreativa que tienen la característica de ser polos atractores de viajes regionales y no únicamente locales. Así, se seleccionaron XX puntos o instalaciones que por sus dimensiones, ubicación estratégica, importancia regional y/o actividad específica, fueran visitadas por personas de todos los municipios que conforman la ciudad y no solo por los habitantes de la colonia en que se encuentran ubicadas. En el Mapa XI.2 y la Tabla XI.6 se especifican los puntos de toma de datos y su distribución espacial.

Mapa XI.2: Puntos de toma de datos de la encuesta



Fuente: Elaboración propia.

Tabla XI.6: Puntos de toma de datos de la encuesta

No.	Lugar de toma de datos
1	Paseo Tollocan y Benito Juárez
2	Centro de San Mateo Atenco
3	Plaza Sendero Tollocan
4	Ignacio López Rayón y Miguel Hidalgo, Centro Toluca
5	Cosmovitral Toluca
6	Paseo Tollocan y Paseo Colón
7	Tenango de Arista y Gustavo Baz
8	Centro Metepec
9	Parque ambiental bicentenario
10	Central de Abastos
11	San Otzacatipan
12	Parque alameda 2000
13	Wal-Mart Ojuelos
14	Av. Miguel Hidalgo y calzada Julio Romero
15	Aldama y Calle Independencia
16	San Miguel Zinacantepec

Fuente: Elaboración propia.

La imagen del personal se considera un punto vital para la realización de la encuesta, por lo que el personal se uniformó con gorras y playeras y se hizo un trabajo de diseño gráfico para crear una identidad de la encuesta (Figura XI.5 y XI.6).

Figura XI.5: Imagen de la campaña para la toma de datos de la Encuesta de Usos y Actitudes hacia la Movilidad en la ciudad de Toluca



Fuente: Elaboración propia.

Figura XI.6: Toma de datos de la encuesta



Fotografías: CMM, 2014.

La segunda etapa del trabajo de campo consistió en el levantamiento de datos. Cabe mencionar que durante la primera semana únicamente se levantaron 100 encuestas piloto con la finalidad de ajustar el cuestionario. En el resto de los días se levantaron un total de 2 104 encuestas, superando el número de cuestionarios requeridos por la muestra. En la Tabla XI.7 se indican los cuestionarios levantados en cada punto. De manera general los cuestionarios levantaron superaron en 10% la muestra estimada.

Sin embargo, el total de los cuestionarios se sometió a los siguientes criterios de calidad y validación de la información:

- Campos en blanco. Los campos en blanco se considerarán como no válidos para el estudio, a excepción de la sección socio-económica en el campo de la pregunta 4, debido a que por la naturaleza de la pregunta existió la probabilidad de que entrevistados no quisieran revelar el nivel de sus ingresos. En todas las encuestas donde la información no se encuentra, se considera inválida para el estudio estadístico.
- Colonias de origen fuera de los polígonos de estudio. Se desecharon las encuestas que se levantaron y en cuyo caso las colonias de origen no estuvieran incluidas en los polígonos de estudio en las secciones de movilidad. Sin embargo para las otras secciones del cuestionario la información puede ser considerada de utilidad.
- Respuestas al ejercicio de ponderación de aspectos de la calidad de vida incorrectas. Se desecharon las encuestas que en la sección de calidad de vida la ponderación se realizó de modo incorrecto, como por ejemplo repetir uno de los números del 1 al 6 más de una vez, o bien aquellas donde se pusieran valores diferentes al intervalo requerido (hubo encuestas donde el entrevistado puso valores como 8, 9 o 10). Así, todas aquellas encuestas cuya suma de los puntos de la calidad de vida fueran diferentes a la suma del 1 al 6 (21 puntos) se consideraron útiles sólo en las otras secciones siempre y cuando éstas cumplieran con los dos requisitos de calidad anteriores.

Tabla XI.7: Registro de cumplimiento de cuotas

Región	Nivel socioeconómico	15 a 24		25 a 59		60 y mas		Muestra total estimada	Toma de datos total	Diferencia
		Muestra estimada	Toma de datos	Muestra estimada	Toma de datos	Muestra estimada	Toma de datos			
1	1	8	8	24	24	6	6	38	38	0
	2	18	21	53	53	14	14	85	88	3
	3	12	13	35	35	10	10	57	58	1
	4	1	1	2	2	1	1	4	4	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Subtotal	**39**	**43**	**114**	**114**	**31**	**31**	**184**	**188**	**4**
2	1	11	13	28	28	3	3	42	44	2
	2	14	15	36	36	4	4	54	55	1
	3	24	24	64	64	8	8	96	96	0
	4	7	10	19	20	2	2	28	32	4
	5	15	15	41	41	5	5	61	61	0
	Subtotal	**71**	**77**	**188**	**189**	**22**	**22**	**281**	**288**	**7**
3	1	17	17	45	45	8	8	70	70	0
	2	26	26	70	70	12	12	108	108	0
	3	21	34	57	57	10	10	88	101	13
	4	3	3	8	8	1	1	12	12	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Subtotal	**67**	**80**	**180**	**180**	**31**	**31**	**278**	**291**	**13**
4	1	3	6	6	6	1	1	10	13	3
	2	7	7	17	17	2	2	26	26	0
	3	6	7	14	14	2	2	22	23	1
	4	35	36	83	83	12	12	130	131	1
	5	17	35	40	42	6	6	63	83	20
	Subtotal	**68**	**91**	**160**	**162**	**23**	**23**	**251**	**276**	**25**
5	1	1	1	3	3	0		4	4	0
	2	1	1	2	2	0		3	3	0
	3	12	15	28	28	4	4	44	47	3

Región	Nivel socioeconómico	15 a 24		25 a 59		60 y mas		Muestra total estimada	Toma de datos total	Diferencia
		Muestra estimada	Toma de datos	Muestra estimada	Toma de datos	Muestra estimada	Toma de datos			
	4	20	20	48	48	7	7	75	75	0
	5	13	14	31	31	4	4	48	49	1
	Subtotal	**47**	**51**	**112**	**112**	**15**	**15**	**174**	**178**	**4**
6	1	1	1	3	3	1	1	5	5	0
	2	2	2	7	7	1	1	10	10	0
	3	11	12	29	29	5	5	45	46	1
	4	9	10	25	25	4	4	38	39	1
	5	1	1	3	3	0	0	4	4	0
	Subtotal	**24**	**26**	**67**	**67**	**11**	**11**	**102**	**104**	**2**
7	1	2	2	4	4	0	0	6	6	0
	2	1	1	2	2	0	0	3	3	0
	3	1	1	2	2	0	0	3	3	0
	4	4	4	8	8	1	1	13	13	0
	5	46	49	94	94	11	11	151	154	3
	Subtotal	**54**	**57**	**110**	**110**	**12**	**12**	**176**	**179**	**3**
8	1	6	7	19	19	2	2	27	28	1
	2	1	2	4	4	0		5	6	1
	3	6	9	16	18	1	1	23	28	5
	4	0		1	1	0		1	1	0
	5	6	6	19	20	2	2	27	28	1
	Subtotal	**19**	**24**	**59**	**62**	**5**	**5**	**83**	**91**	**8**
9	1	5	7	11	11	2	2	18	20	2
	2	3	3	6	6	1	1	10	10	0
	3	6	28	15	19	2	2	23	49	26
	4	36	94	84	99	12	12	132	205	73
	5	15	37	35	45	5	5	55	87	32
	Subtotal	**65**	**169**	**151**	**180**	**22**	**22**	**238**	**371**	**133**
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	2	2	6	6	1	1	9	9	0

Región	Nivel socioeconómico	15 a 24		25 a 59		60 y mas		Muestra total estimada	Toma de datos total	Diferencia
		Muestra estimada	Toma de datos	Muestra estimada	Toma de datos	Muestra estimada	Toma de datos			
	3	2	2	5	5	0		7	7	0
	4	2	2	5	5	1	1	8	8	0
	5	8	9	22	22	2	2	32	33	1
	Subtotal	**14**	**15**	**38**	**38**	**4**	**4**	**56**	**57**	**1**
11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	6	6	12	12	2	2	20	20	0
	5	1	1	3	4	1	1	5	6	1
	Subtotal	**7**	**7**	**15**	**16**	**3**	**3**	**25**	**26**	**1**
12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	2	2	4	4	1	1	7	7	0
	4	8	8	20	20	3	3	31	31	0
	5	4	4	11	11	2	2	17	17	0
	Subtotal	**14**	**14**	**35**	**35**	**6**	**6**	**55**	**55**	**0**
Total general		**489**	**654**	**1229**	**1265**	**185**	**185**	**1903**	**2104**	**201**

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presentan los resultados de calidad con respecto a los parámetros esperados Tabla XI.8:

Tabla XI.8: Niveles de cumplimiento de calidad de la información de la encuesta

Concepto	Perfil socioeconómico	Movilidad	Percepción del transporte	Calidad de vida	Escenarios
Muestra requerida	1 875	1 875	1 875	1 875	1 875
Tomas de datos válidos	2 023	2131	2129	2 088	2129
Tomas de datos no válidos	122	0	3	43	2
Porcentaje de cumplimiento	108%	114%	114%	111%	114%

Fuente: Elaboración propia.

XI.1.4 Principales resultados

XI.1.4.1 Perfil sociodemográfico de la población

Como ya se ha mencionado en total se recabó la información sobre los desplazamientos y percepciones de la movilidad de más de 2 mil habitantes de la zona conurbada de Toluca, de los cuales 45% son mujeres y 55% hombres. Por rangos de edad, 32% de los encuestados se encuentran entre 15 y 25 años, 60% en la edad laboral (26 a 60 años) y 9% entre la población de más de 60 años de edad.

Referente a la ocupación de los encuestados, 39% declaró ser empleado, 27% estudiante, 13% dedicarse a actividades del hogar y 12% trabajo por cuenta propia, mientras que el restante 9% está desempleado, es jubilado o retirado o trabaja en el campo.

En la siguiente tabla se muestra la distribución de ocupación por rangos de edad. De acuerdo al comportamiento natural de la población, 75% de los estudiantes tienen menos de 25 años, 73% de los empleados, trabajadores por cuenta propia, obreros y trabajadores del campo se encuentra en el rango de 26 a 60 años; y 48% de los adultos mayores de 60 años son jubilados o se dedican a actividades del hogar (Tabla XI.9). Esta distribución de ocupación por rangos de edad permite afirmar una toma de datos confiable.

Tabla XI.9: Perfil de personas encuestadas por edad y ocupación

Ocupación	15 a 25	26 a 60	61 o más	Total general
Desempleado	1%	4%	8%	3%
Empleado	18%	53%	19%	39%
Estudiante	75%	5%	0%	27%
Hogar	2%	17%	26%	13%
Jubilado/Retirado	0%	0%	22%	2%
Obrero/Campo	1%	4%	4%	3%
Trabajo por cuenta propia	3%	16%	22%	12%
Total general	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia.

Otro aspecto del perfil de los encuestados, acorde con los patrones de ocupación en la sociedad mexicana se aprecia en la Tabla XI.10. Se observa que la distribución de ocupación por género revela una mayor proporción de estudiantes hombres (43%) que mujeres (33%); asimismo únicamente el uno por ciento de los hombres se dedica a actividades del hogar, en tanto que la proporción entre las mujeres alcanza 28%.

Tabla XI.10: Perfil de personas encuestadas por género y ocupación

Ocupación	Mujeres	Porcentaje	Hombres	Porcentaje
Desempleado	17	2%	53	5%
Empleado	322	33%	508	43%
Estudiante	249	26%	323	28%
Hogar	266	28%	12	1%
Jubilado/Retirado	9	1%	38	3%
Obrero/Campo	12	1%	56	5%
Trabajo por cuenta propia	89	9%	177	15%
Total general	964	100%	1167	99%

Fuente: Elaboración propia.

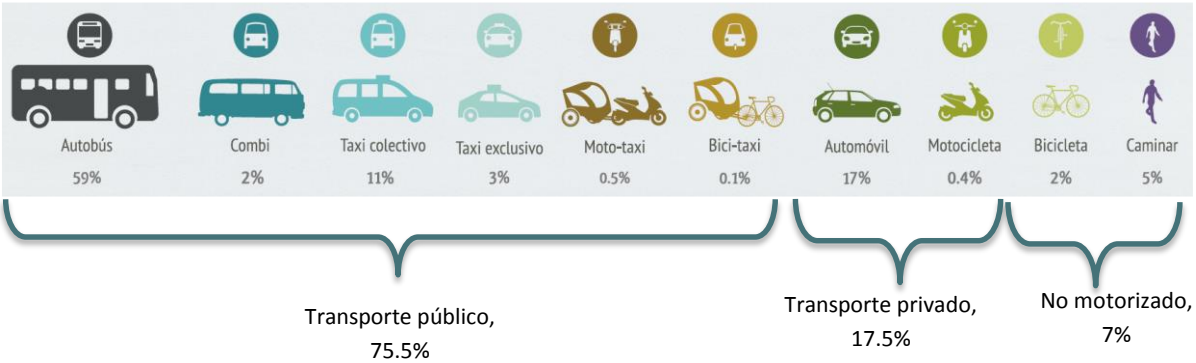
XI.1.4.2 Reparto modal

Los resultados en cuanto a la distribución modal indican una marcada superioridad del transporte público con 76% de los encuestados viajando en algún modo de transporte público. El autobús es el modo más utilizado por 59% de los encuestados, sin embargo la aparición del taxi colectivo muestra una participación importante con alrededor de 11% de los casos (Figura XI.7).

Es interesante notar que 7% de los encuestados emplean de manera frecuente modos no motorizados para desplazarse, de los cuales 5% camina y 2% utiliza bicicleta. Por el

contrario, 17 de cada cien encuestados emplean el auto particular como principal modo de transporte.

Figura XI.7: Distribución modal



Fuente: Elaboración propia.

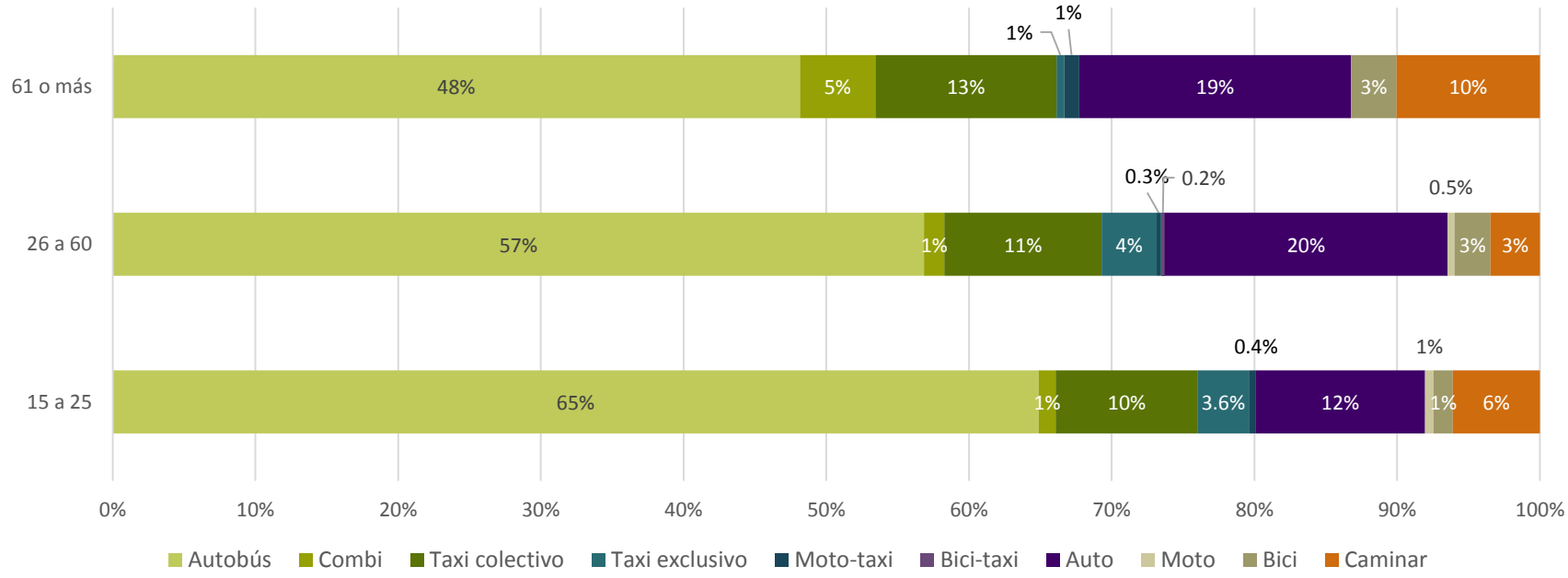
La edad y el ingreso son un factor importante en la elección del modo de transporte, en el caso de estudio, se observa que la población en el segmento de edad más joven (de 15 a 25 años), emplea con mayor frecuencia el autobús (65%). Esta proporción se va reduciendo en favor del automóvil particular en los siguientes estratos de edad. De esta forma, el auto que sólo es usado por 12% de los jóvenes, lo emplean de manera frecuente el 20 y 19% de la población en edad laboral (26 a 60 años) y entre los adultos mayores (más de 60 años), respectivamente.

De manera contra intuitiva no es el segmento de menor edad el que prefiere moverse en bicicleta, por el contrario es la población en edad laborar y los adultos mayores; alrededor de 3% de los entrevistados en cada caso emplean este modo de transporte de manera frecuente. De la misma forma, los adultos mayores son quienes realizan la mayor cantidad de viajes a pie (10%) (Figura XI.8).

En la caracterización geoespacial de la encuesta a partir de las regiones o zonas de transporte referidas para la toma de datos de la encuesta, la región 1 representa el centro de la ciudad mientras que la última (región 12) es la que se ubica a mayor distancia del núcleo urbano.

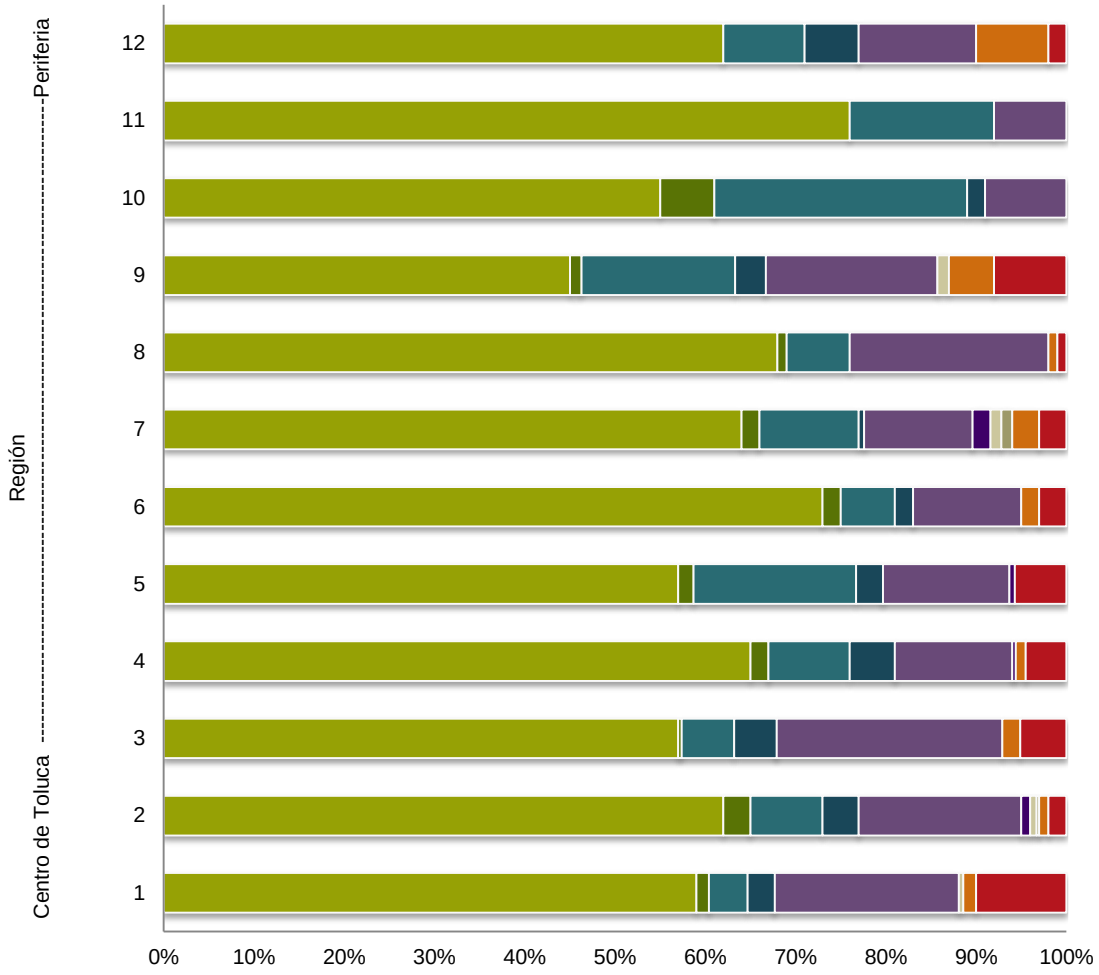
Los resultados indican que en las doce regiones predominan los modos motorizados para los traslados en el siguiente orden de importancia: autobuses; automóviles y taxis colectivos. En promedio, los autobuses predominan con una participación del 62%, seguido del automóvil con 16 de cada cien traslados. Por último, predomina el uso del taxi colectivo en las regiones más alejadas de la ciudad (regiones 9,10 y 11 con el 17, 28 y 16% de los viajes, respectivamente), como se observa en la (Figura XI.9).

Figura XI.8: Distribución modal por rango de edad



Fuente: Elaboración propia.

Figura XI.9: Distribución modal por región de transporte

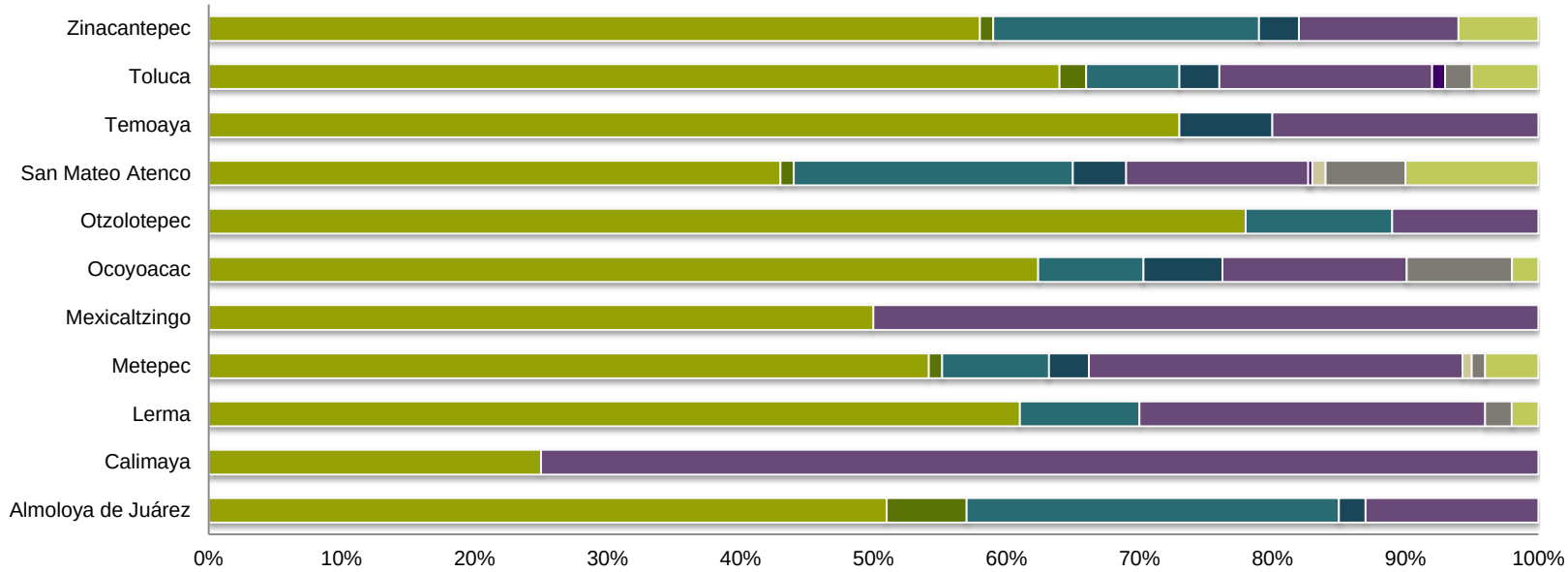


	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Autobús	59.0%	62.0%	57.0%	65.0%	57.0%	73.0%	64.0%	68.0%	45.0%	55.0%	76.0%	62.0%
Combi	1.4%	3.0%	0.4%	2.0%	1.7%	2.0%	2.0%	1.0%	1.3%	6.0%	0.0%	0.0%
Taxi colectivo	4.3%	8.0%	5.8%	9.0%	18.0%	6.0%	11.0%	7.0%	17.0%	28.0%	16.0%	9.0%
Taxi exclusivo	3.0%	4.0%	4.7%	5.0%	3.0%	2.0%	0.6%	0.0%	3.4%	2.0%	0.0%	6.0%
Automóvil	20.4%	18.0%	25.0%	13.0%	14.0%	12.0%	12.0%	22.0%	19.0%	9.0%	8.0%	13.0%
Mototaxi	0.0%	1.0%	0.0%	0.4%	0.6%	0.0%	2.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Motocicleta	0.5%	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.2%	0.0%	1.3%	0.0%	0.0%	0.0%
Bicitaxi	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Bicicleta	1.4%	1.0%	2.0%	1.1%	0.0%	2.0%	3.0%	1.0%	5.0%	0.0%	0.0%	8.0%
Caminar	10.0%	2.0%	5.1%	4.5%	5.7%	3.0%	3.0%	1.0%	8.0%	0.0%	0.0%	2.0%

Fuente: Elaboración propia.

El autobús es el modo predominante en la zona urbana de Toluca con una participación de al menos 41% en San Mateo Atenco y un máximo de 78% en Otzolotepec. La excepción a esta afirmación es Calimaya, donde el principal modo de transporte es el automóvil privado con una participación de 75%. En el caso del taxi colectivo, se identificó que en los municipios de Almoloya de Juárez, San Mateo Atenco y Zinacantepec su participación fluctúa entre el 20 y 28% (Figura XI.10).

Figura XI.10: Distribución modal por municipio



	Almoloya de Juárez	Calimaya	Lerma	Metepec	Mexicaltzingo	Ocoyoacac	Otzolotepec	San Mateo Atenco	Temoaya	Toluca	Zinacantepec
Autobús	51.0%	25.0%	61.0%	54.0%	50.0%	63.0%	78.0%	43.0%	73.0%	64.0%	58.0%
Combi	6.0%	0.0%	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	0.0%	2.0%	1.0%
Taxi colectivo	28.0%	0.0%	9.0%	8.0%	0.0%	8.0%	11.0%	21.0%	0.0%	7.0%	20.0%
Taxi exclusivo	2.0%	0.0%	0.0%	3.0%	0.0%	6.0%	0.0%	4.0%	7.0%	3.0%	3.0%
Automóvil	13.0%	75.0%	26.0%	28.0%	50.0%	14.0%	11.0%	13.7%	20.0%	16.0%	12.0%
Mototaxi	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%	1.0%	0.0%
Motocicleta	0.0%	0.0%	0.0%	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Bicitaxi	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Bicicleta	0.0%	0.0%	2.0%	1.0%	0.0%	8.0%	0.0%	6.0%	0.0%	2.0%	0.0%
Caminar	0.0%	0.0%	2.0%	4.0%	0.0%	2.0%	0.0%	10.0%	0.0%	5.0%	6.0%

Fuente: Elaboración propia.

Dado que el taxi colectivo no se encuentra reconocido formalmente por el gobierno del estado de México, su participación para abastecer la demanda de los traslados cotidianos merece especial atención. Al respecto es importante mencionar que, de acuerdo a especialistas y autoridades de transporte y desarrollo urbano, este servicio no regulado de transporte surge como una alternativa de movilidad frente a las ineficiencias de los servicios actuales de transporte urbano, reflejadas en escaza accesibilidad, cobertura y rapidez (entre otros). En este contexto, la participación del taxi colectivo en la distribución modal ha ido en incremento, a pesar de que su utilización implique un riesgo para la seguridad de la población y una competencia desleal hacia los otros modos de transporte que cubren las mismas rutas.

XI.1.4.3 Costos y tiempos de transporte

En cuanto a los costos en el uso de transporte (tiempo y dinero) el automóvil resulta el más costoso en términos monetarios con más de mil pesos mensuales en promedio, sin embargo, en relación al tiempo a viajar, el autobús y la combi tienen un tiempo promedio superior al resto de las modalidades, alrededor 40 minutos. Por otro lado, las modalidades menos costosas, a pesar de usarse en combinación con otros modos de transporte son caminar y usar bicicleta (Tabla XI.11). En promedio, la población encuestada señala que destina alrededor de 700 pesos mensuales a trasportarse, y sus viajes diarios más frecuentes tienen una duración de 39 minutos.

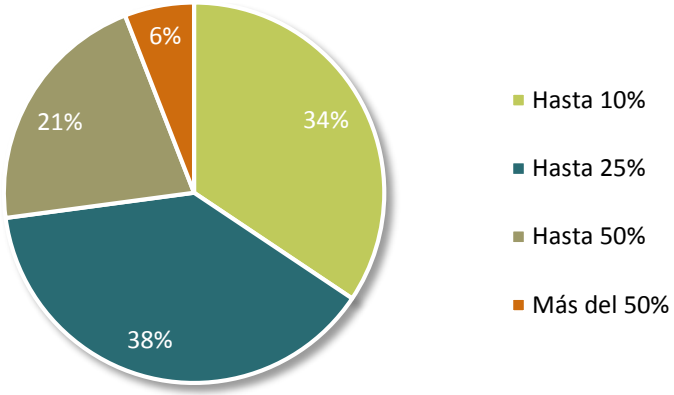
Tabla XI.11: Promedio en los costos de transporte

Modo de transporte	Costo mensual (pesos)	Tiempo de viaje (minutos)
Autobús	680	46
Combi	679	44
Taxi Colectivo	550	35
Taxi Exclusivo	755	28
Moto-Taxi	367	26
Bici-taxi	320	15
Automóvil	1166	31
Motocicleta	815	12
Bicicleta	147	19
Caminar	115	18
Promedio general	712	39

Fuente: Elaboración propia.

En relación con la proporción del ingreso, resulta que únicamente la tercera parte de los encuestados destina una proporción del ingreso financieramente saludable a transportarse, es decir, menos del 10% de su ingreso mensual. Por el contrario, 66% de los encuestados destinan más de una cuarta parte de sus ingresos a este rubro de gasto (Figura IX.11).

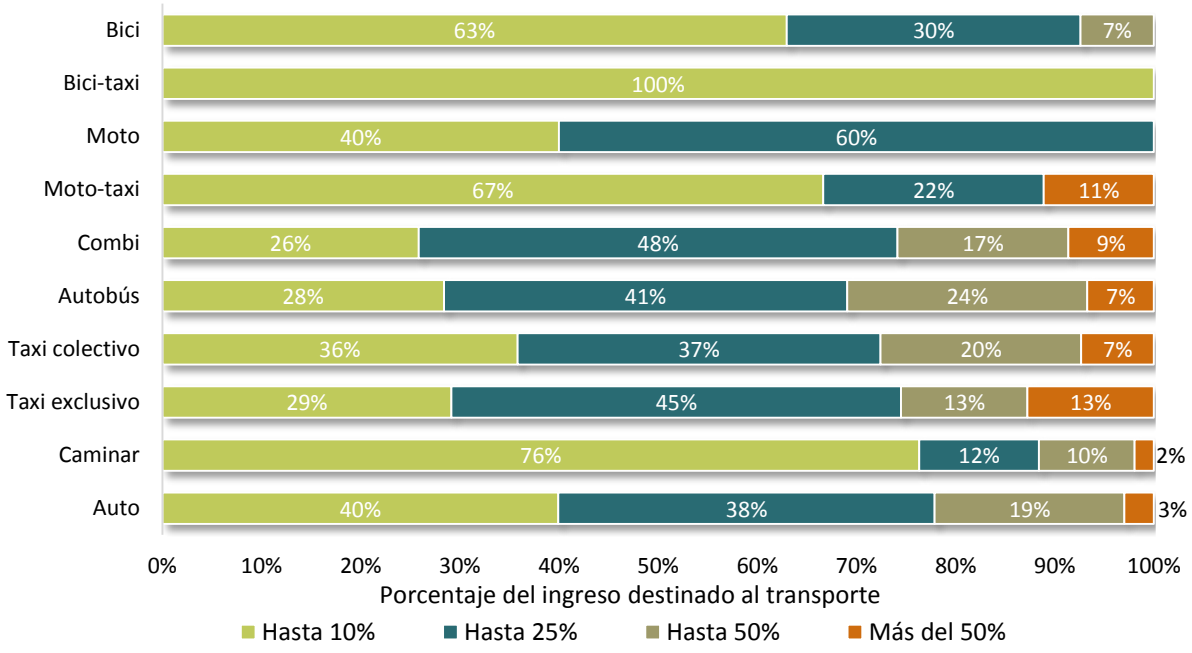
Figura XI.11: Gasto en transporte como porcentaje del ingreso mesual



Fuente: Elaboración propia.

Por modo de transporte empleado, 31% de la población encuestada que emplea el autobús como medio de transporte más frecuente, destina al menos la mitad de su ingreso mensual a transportarse. En una proporción similar y ligeramente menor se encuentra 28% de los usuarios de taxi colectivo, 26% de los usuarios de combis y 25% de aquellos que viajan regularmente en taxi exclusivo. Por el contrario, sólo 12 y 7% de la población que camina o usa bici de manera frecuente, reporta que puede destinar la mitad o más de su ingreso a este rubro de gasto. En comparación, solo 22% de los usuarios de automóvil particular indican estar en una situación de gasto similar (Figura IX.12).

Figura XI.12: Gasto en transporte como porcentaje del ingreso mesual por modo

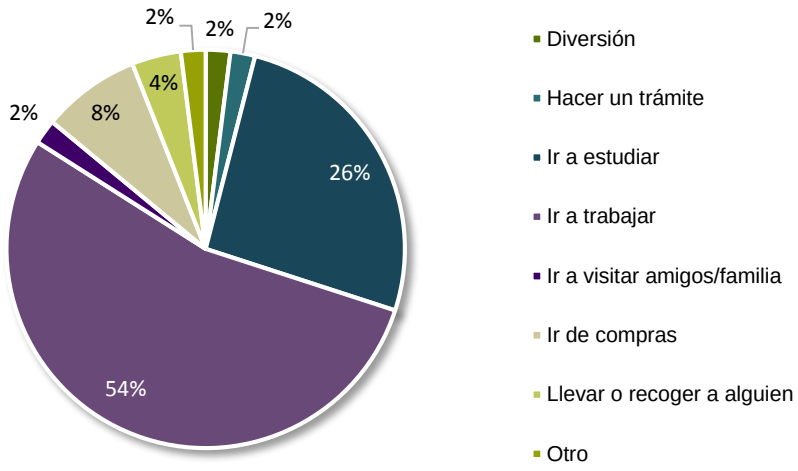


Fuente: Elaboración propia.

XI.1.4.4 Motivo de viaje

Como era de esperarse, los motivos de viaje predominante resultaron ser “ir al trabajo” e “ir a estudiar”, mientras que motivos como la “diversión” o “hacer un trámite” resultan los menos generadores de viaje (Figura IX.13).

Figura XI.13: Motivo de viaje



Fuente: Elaboración propia.

XI.1.4.5 Percepciones de los modos de transporte

En la Figura XI.14 se observa por cada modo de transporte sus aspectos más relevantes, tanto negativos como positivos. El automóvil es el eje de la concepción de movilidad por excelencia entre los encuestados, apoyado este dato en la percepción positiva que existe del mismo en relación a la comodidad, la seguridad, la rapidez y la disponibilidad por ejemplo.

Puede apreciarse en los datos estadísticos que los usuarios de automóvil mostraron gran preferencia por su medio de transporte, esto es algo que destaca con respecto a otros tipo de transporte particularmente con relación al autobús. Este último, siendo el modo de transporte público más usado, los encuestados consideran que es el modo con buena cobertura pero también es el más contaminante. Por el lado contrario, los modos de transporte no motorizados tienen cualidades importantes como la economía, sin embargo destacó su lado negativo por la vulnerabilidad de sufrir un accidente.

Sin duda, la seguridad y rapidez son atributos del transporte que resultan fundamentales en la selección de los modos utilizados.

Figura XI.14: Percepción general de cada modo de transporte



Fuente: Elaboración propia.

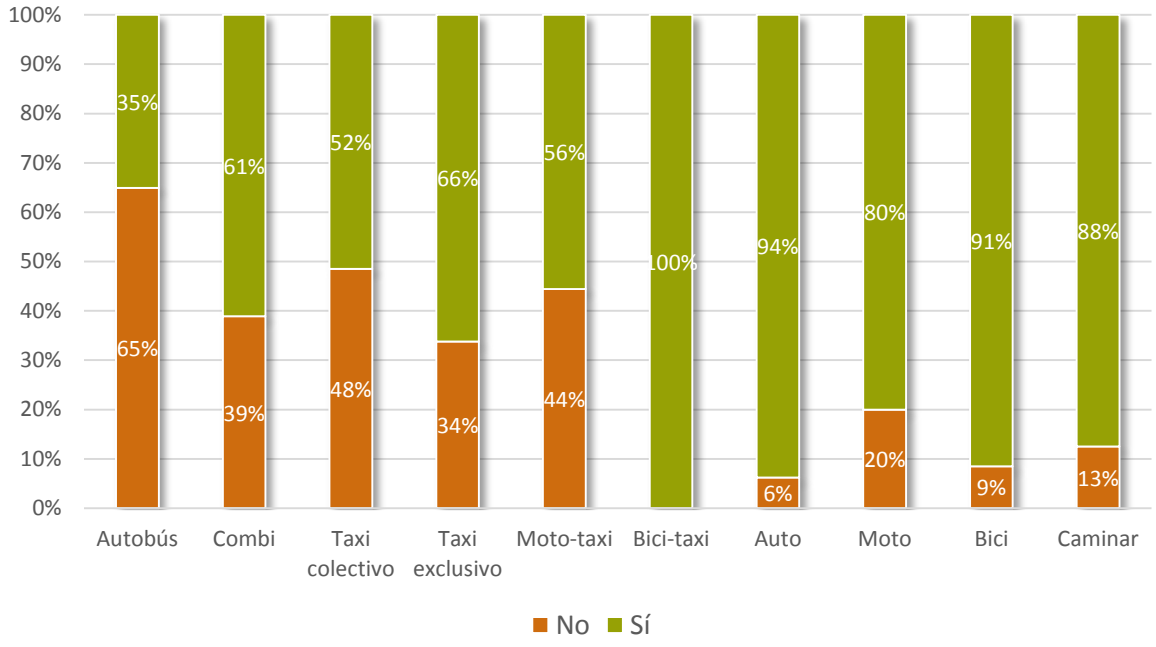
El escenario de movilidad ideal en una ciudad es aquel en donde los modos de desplazamiento no constituyen un elemento más de diferenciación social, es decir, donde la mayoría de los viajes se realizan en transporte público eficiente y de calidad. En el caso de la zona conurbada de Toluca, 76% de la población encuestada viaja en transporte público, sin embargo, la percepción de las distintas ofertas de transporte público es negativa, mientras que los usuarios de transporte particular perciben al auto, en su mayoría, de forma positiva (Figura IX.15).

En el caso más extremo, 65% de los usuarios de transporte público declararon que no les gusta su medio de transporte, por el contrario solo 6% de los encuestados en automóvil manifestaron una opinión negativa. Cabe añadir que los usuarios de autobús, son lo que aportan una mayor cantidad de comentarios negativos, haciendo alusión a diversos factores como, el sobrecupo, unidades en mal estado y la mala operación del servicio en general.

Este escenario denota una clara debilidad del transporte público, y el riesgo de revertir el actual reparto modal por otro donde los viajes en auto particular son mayoría, aún con las severas consecuencias para la movilidad, el medio ambiente, la salud de la población e incluso para la competitividad de la ciudad.

A continuación se analizan los diferentes constructos en relación a la percepción de los modos de transporte en la zona urbana de Toluca. El elemento de mayor importancia para los encuestados es la comodidad, específicamente la flexibilidad y disponibilidad de los distintos modos de transporte.

Figura XI.15: Percepción de los modos de transporte



Fuente: Elaboración propia.

En relación a la flexibilidad, en un sentido amplio, refiere la posibilidad de usar este transporte en diferentes horarios, así como a la cobertura del servicio o la facilidad para moverse en diferentes direcciones, incluso en función de las distancias. Así, la flexibilidad en el caso del automóvil parece estar particularmente relacionada con el uso en horarios que no serían viables para otros transportes y en este sentido sobresalen algunas referencias como la siguiente que reporta un usuario de autobús: "*no tiene mucha demanda y por lo mismo es escaso, paraderos no definidos".*

Al referirnos a la flexibilidad apreciamos entonces un área de oportunidad al flexibilizar el uso de otros transportes en virtud de los horarios y la accesibilidad en general, entendiéndola como la capacidad para abordar estos transportes en diferentes puntos y horarios más amplios.

Por otro lado, parece haber un eje común con relación a la rapidez. Paradójicamente los usuarios de autobús y los de automóvil comparten la percepción de que sus transportes son rápidos, esta contradicción para estar relacionada con que el servicio de autobús es rápido en desplazamiento, pero la percepción de los usuarios respecto a las actitudes de los operadores de autobús y administración de las unidades (refiriéndonos a los criterios de los operadores y concesionarios para la operación de sus unidades: características del servicio en tiempos, por ejemplo) es negativa, lo que obstaculiza el libre tránsito y confunde las percepciones de los usuarios sobre los tiempos de traslado.

Nuevamente se tiene la percepción de que el automóvil es lo más rápido como medio de transporte y nuevamente parece haber poca presencia de la bicicleta como vehículo individual y probable alternativa inmediata.

Los aspectos de interacción entre usuarios y operadores del transporte son un terreno poco explorado, sin embargo, su impacto es importante en la elección del tipo de transporte, favoreciendo aquellos vehículos individualizados, cuestión que puede observarse en la percepción de los usuarios de automóvil y bicicleta que parecen privilegiar el hecho de que tienen poco contacto con operadores del transporte público.

Los usuarios de autobús parecen hacer referencia también a los accidentes que se presentan en forma de atropellamientos y otras situaciones derivadas de un mal uso por parte de los operadores. Así, puede señalarse una asociación con la regulación de las concesiones del autotransporte en el Valle de Toluca y su situación política actual.

Aunado a esto, la expresión reiterada de *"unidades en mal estado"*, para referirse a los autobuses se vincula a la percepción de incomodidad, relacionada con *"ir sentados"* en espacios *"no dignos"* (los encuestados de autobús hacen referencia a los asientos rotos). En tanto que otros hacen hincapié al estado mecánico de las unidades que también parece estar asociada a la percepción de la contaminación que producen. Cabe mencionar que sólo los usuarios de autobús y taxi colectivo hicieron referencia a este punto.

Con respecto a la seguridad, las expresiones están orientadas a distintas percepciones. Por un lado, a los relacionado con la operación y situación mecánica de las unidades, esto se ve particularmente referido por los usuarios de autobús y taxi colectivo. Por otro lado, los usuarios, particularmente los de autobús, hacen referencia a la seguridad con respecto a los asaltos. Por último en este sentido, queda abierto el tema de género, algunas de las usuarias encuestadas hacen referencia a este punto que parece ir de la mano con la situación de la comodidad al mostrar preocupación por ser acosadas u algún otro acto de abuso por parte, no sólo de asaltantes, sino de otros usuarios y operadores, situación que privilegia el uso del automóvil. De hecho los usuarios de automóvil perciben al mismo como un transporte seguro y parecen asociarlo con la comodidad.

Abordando la categoría relacionada con el costo del transporte, los usuarios de taxi exclusivo y taxi colectivo los consideran excesivo, lo que parece estar referido a la poca demanda de los mismos, sería prudente ver cómo está situación deriva en las demandas de los operadores en virtud de la competencia con otras formas de transporte o en el incremento constante en sus tarifas. En el caso del automóvil, el costo está relacionado para los usuarios con el incremento en el combustible. Sin embargo a pesar de esta situación otros tantos usuarios reportan que un auto es económico. Esta es otra zona de oportunidad para desmenuzar las consideraciones de los usuarios sobre los servicios y mantenimiento de un automóvil, que perciben como parte de su gasto corriente. Sería importante hacer notar a los usuarios los costos reales del uso de los transportes con el fin de incentivar el equilibrio del uso de dichos vehículos en este sentido.

Por último la situación de las calles en mal estado, es una de las categorías más referidas por los automovilistas y usuarios de bicicleta. Cabe decir que estos últimos presentaron un mayor número de quejas con respecto a este punto aludiendo a calles poco transitables, sin embargo parece necesario indagar a profundidad si esto no se refiere a las condiciones de las vialidades en general y no exclusivamente al estado de las calles (con respecto a su condición óptima o mantenimiento). Este último dato es importante ya que los usuarios de automóvil hacen referencia a la cantidad de topes, y no sólo de baches. Esta preocupación es replicada por los usuarios de bicicletas, motocicletas, bicitaxis e incluso los que acostumbran caminar. Una mención especialmente importante es que estos últimos usuarios parecen percibir que no existen condiciones amigables para transitar las calles caminando y que se privilegia el uso del automóvil.

Los largos recorridos, la mala planeación urbana y la saturación del parque vial en ciertas rutas afecta la flexibilidad y disponibilidad del transporte, esto puede obedecer a la oferta, pero también existe aquí una zona de oportunidad de modificar las políticas con respecto a la concesión de autotransportes y a mejorar las alternativas viales con respecto a las rutas y derroteros, privilegiando con esto la rapidez del servicio.

Entre los transportes entendidos como poco explorados, por el bajo número de usuarios que hace uso de ellos, es parece importante recuperar la percepción positiva que muestran sobre el uso del bicitaxi, particularmente para recorridos cortos y locales.

XI.1.4.6 La movilidad en la calidad de vida

Una de las consideraciones importantes para el presente estudio fue conocer el papel que juega tanto la movilidad como la calidad del aire dentro del imaginario colectivo de la población encuestada. La finalidad de este ejercicio es conocer la importancia de atender estos temas para la población, ya que en esa medida es posible la construcción de una agenda más exitosa en materia de políticas públicas de movilidad y calidad del aire.

Como resultado se obtuvo que dentro de los seis temas propuestos que inciden en la calidad de vida, el primer lugar como prioridad en la vida diaria lo ocupó la seguridad pública; en segundo lugar se encuentra el medio ambiente, denotando una concientización entre los encuestados. Sin embargo, el tema de la movilidad eficiente y eficaz se encuentra en el penúltimo lugar (Figura XI.16).

Los resultados anteriores denotan el grave problema de inseguridad que perciben los ciudadanos de la zona de estudio, ya que 46% de los entrevistados mencionaron que *“sentirse seguros en su casa y en su ciudad”* es el elemento más importante en relación a su calidad de vida. En contraste, el resto de los elementos sugeridos se encuentra muy por debajo de este elemento. Por ejemplo, solo 15% de la población considera que un trabajo bien remunerado es lo más importante, 14% prioriza la conservación de un medio ambiente sano y limpio, para 12% lo primero es disponer de buenos servicios públicos (educación, salud, deporte, recreación y cultura), 8% consideró más importante es poder trasladarse de

forma segura, económica y cómoda y finalmente, sólo 6% señala como elemento primordial de la calidad de vida, la cercanía de la vivienda a empleos y escuelas.

Estos resultados indican la existencia de múltiples factores aún no resueltos en relación a la calidad de vida, muchos de ellos esenciales para el buen desarrollo social y la vida en comunidad. Sin embargo, es importante señalar la transversalidad de las políticas públicas de movilidad y desarrollo urbano compacto, como elementos que contribuyen a mejorar la seguridad pública, la gestión sustentable del medio ambiente, la accesibilidad a los servicios públicos e incluso a la reducción en los gastos de los hogares, por ejemplo en desplazamientos menos largos, que repercuten de manera favorable en el rendimiento de los sueldos y salarios de la población.

Figura XI.16: Percepción de aspectos relevantes de la calidad de vida



Fuente: Elaboración propia.

XI.1.4.7 Percepción de las políticas públicas de movilidad

Para facilitar la instrumentación de políticas públicas que involucran el uso de incentivos y desincentivos, es importante informar de manera amplia y transparente sobre la problemática existente, así como los objetivos de la medida, de lo contrario su aceptación y éxito puede resultar comprometido. Lo anterior es particularmente trascendente para aquellas acciones encaminadas a limitar el uso del vehículo particular, que pueden ser rechazadas y calificadas de medidas discriminatorias. Una forma de evitar este posible resultado es ampliar el conocimiento sobre las necesidades de movilidad de la población, y crear medidas acordes que generen una solución de fondo y beneficios claros. De esta forma la política pública tendrá mayor probabilidad de ser instrumentada correctamente y generar los beneficios esperados, al mismo tiempo que se minimiza su costo político.

En este sentido, la encuesta aplicada en la zona conurbada de Toluca sometió a consideración de la población muestra, un listado de acciones o políticas públicas relacionadas con la movilidad. El objetivo es conocer su nivel de aceptación e identificar el apoyo que tendrían de ser instrumentadas. Otro objetivo adicional es medir la visión de la sociedad sobre la movilidad para la ciudad de Toluca, identificando segmentos de la población proclives a una movilidad sustentable o no motorizada, sectores que no están dispuestos a renunciar al uso del auto particular o a aquellos que podrían sustituir el uso del auto particular bajo ciertas condiciones.

Los resultados señalan que 88% de los ciudadanos encuestados apoyan totalmente una política que permita destinar carriles exclusivos para el uso de bicicletas, siendo la medida más aceptada. Este resultado contrasta ampliamente con la falta de una red regional de transporte ciclista, y la presencia de menos de 15 km de infraestructura para este modo de transporte. El perfil de la población que menos apoya esta medida son los usuarios de motocicletas y autos particulares, sin embargo, el porcentaje de rechazo es muy bajo (menos del uno por ciento).

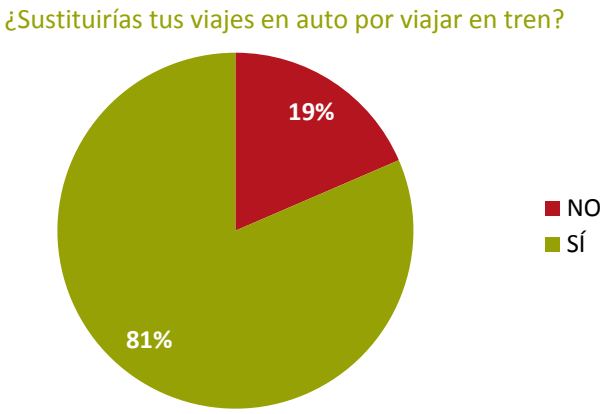
Las medidas con más apoyo después de la anterior son la creación de calles exclusivas para peatones y ciclistas, y campañas de educación vial a la población en general, ambas con una aprobación total de más del 80% de los encuestados. El segmento de edad que más apoya las medidas relacionadas a la movilidad no motorizada, es el de población con más de 61 años, ya que 94% de este subgrupo las apoyan totalmente.

Cabe mencionar que la construcción de un sistema de transporte tipo BRT también obtuvo una alta aceptación entre 82% de los encuestados, y un porcentaje similar considera que el proyecto del nuevo tren México-Toluca facilitará su movilidad. Entre la población que usa cotidianamente el automóvil para desplazarse, 80% declaró que estaría dispuesto a sustituir sus viajes con la llegada del tren (Figura XI.17).

Sin embargo, una política de transporte público alternativo como el transporte escolar y de personal, no es aceptado tan abiertamente por los usuarios del auto particular y la motocicleta, ya que mientras de manera general la medida es aceptada decididamente por el 70% de los encuestados, entre éstos perfiles de la población, el nivel de aceptación se reduce a 65%. Una proporción similar se aplica en relación a la instrumentación de zonas de control vehicular, como puede ser la restricción a la circulación en zonas altamente congestionadas a los vehículos más contaminantes (Tabla XI.12).

En el caso de las propuestas que promueven o facilitan el uso del auto particular, únicamente 10% de los encuestados apoya la continuidad en la construcción de más estacionamientos, vías rápidas o segundos pisos de cuota. En el otro extremo, un porcentaje similar de los encuestados (52%) ya manifiestan estar totalmente en desacuerdo de estas medidas, probablemente evidenciando la necesidad de buscar nuevas alternativas de movilidad para la ciudad. Sin embargo, cabe señalar que entre la población que está total o parcialmente a favor de dotar a la ciudad de mayor infraestructura ciclista, 78% no cuenta con un automóvil, tendencia que refleja el fuerte arraigo entre la población a la posesión de un vehículo (Tabla XI.12).

Figura XI.17: Percepción de la población que viaje en auto respecto del tren México-Toluca



Fuente: Elaboración propia.

Tabla XI.12: Aceptación social de acciones o políticas de la movilidad

Acción o política pública	Totalmente de acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Transporte escolar y de personal apoyado por el gobierno que sustituya el auto de manera obligatoria	70%	19%	6%	5%
En zonas congestionadas solo permitir el acceso a los vehículos menos contaminantes	70%	20%	6%	4%
Destinar algunas calles para el uso exclusivo de ciclistas y peatones para que éstos puedan circular con más comodidad y seguridad	86%	10%	3%	1%
Llevar a cabo campañas de educación vial para recordar al automovilista que el peatón, el ciclista y el transporte público tienen preferencia	85%	12%	2%	1%
Endurecer las sanciones y elevar las multas a las violaciones al reglamento de tránsito (estacionarse en doble fila, en lugar prohibido, conducir a exceso de velocidad, etc.)	68%	18%	8%	6%
Destinar más estacionamientos, vías rápidas o segundos pisos de	52%	26%	12%	10%

Acción o política pública	Totalmente de acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
cuota, para facilitar el uso del automóvil en la ciudad.				
Destinar carriles exclusivos para bicicletas con el objetivo de mejorar la seguridad de los ciclistas	88%	9%	2%	1%
Construir un sistema de transporte tipo “Mexibús o Metrobús” (autobuses con carriles exclusivos) para disminuir el tráfico	82%	12%	3%	3%
El nuevo tren me facilitará moverme en la ciudad de Toluca o viajar al D.F.	82%	13%	3%	2%

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en relación a los escenarios de movilidad, es interesante notar las diferencias en los patrones hipotéticos de movilidad de las personas en función de las características del viaje. Por ejemplo, en un viaje al centro de la ciudad de Toluca por motivos de trámites administrativos, 65% de la población preferiría viajar en transporte público aunque dispusiera de un automóvil. Además 26% optaría por realizar el viaje en bicicleta si dispusiera de infraestructura segura para realizar el recorrido, y únicamente 9% usaría el automóvil.

Por el contrario, en un viaje de fin de semana en familia a la zona comercial de Metepec, 54% optaría por el automóvil, 34% usaría el transporte público y 12% viajaría en bicicleta.

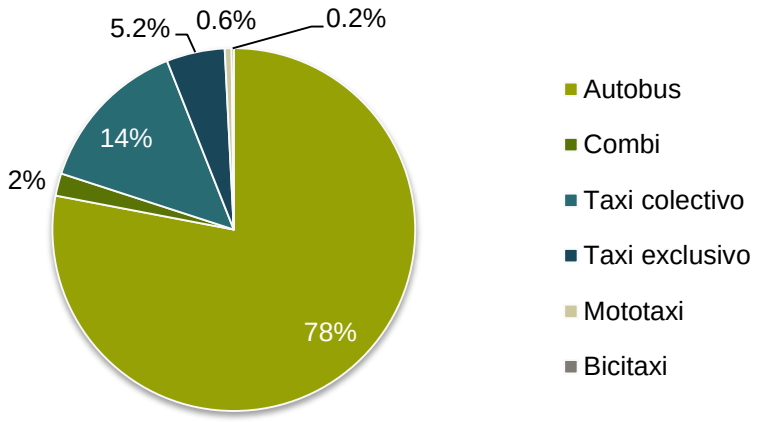
XI.1.4.8 Transporte público

En lo relativo a transporte público, éste incluye distintos vehículos como autobuses; taxis colectivos y exclusivos; mototaxis y bicitaxis[39].

Considerando que el transporte público es el modo principal de transporte, es importante profundizar en las preferencias ciudadanas para cada tipo de vehículo. Los resultados indican que la modalidad predominante es el autobús con el 78%, seguido del taxi colectivo para catorce de cada cien viajes realizados y el taxi exclusivo con una participación de 5.2% (Figura XI.18).

[39] A pesar de que un bicitaxi es un modo no motorizado de transporte, por el tipo de servicio que ofrece, se decidió incluirlo en la categoría de transporte público.

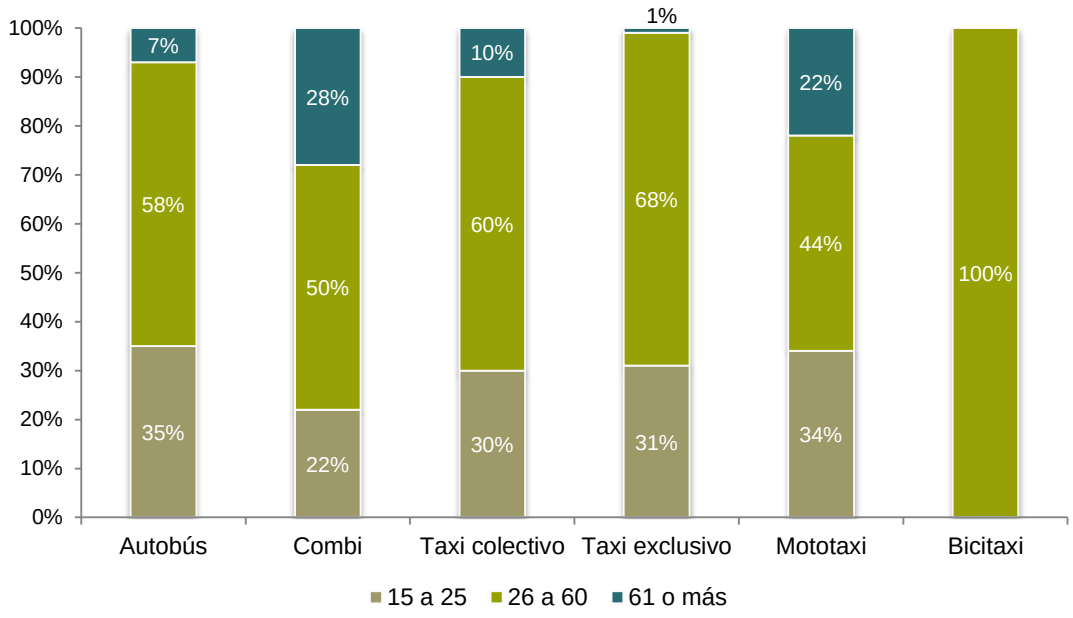
Figura XI.18: Reparto modal del sistema de transporte público



Fuente: Elaboración propia.

Si se desglosan las preferencias ciudadanas de acuerdo a los segmentos de edad, los usuarios de transporte público son, en su mayoría, personas con edad entre los 26 y 60 años, quienes utilizan principalmente el bicitaxi, taxi exclusivo y colectivo (con el 100, 68 y 60% respectivamente). Entre tanto, aproximadamente tres de cada diez jóvenes con edad entre los 15 y 25 años utilizan en mayor medida el autobús, mototaxi y taxi exclusivo. No menos importante es observar que las personas mayores a 60 años, utilizan principalmente combis y mototaxis (Figura XI.19).

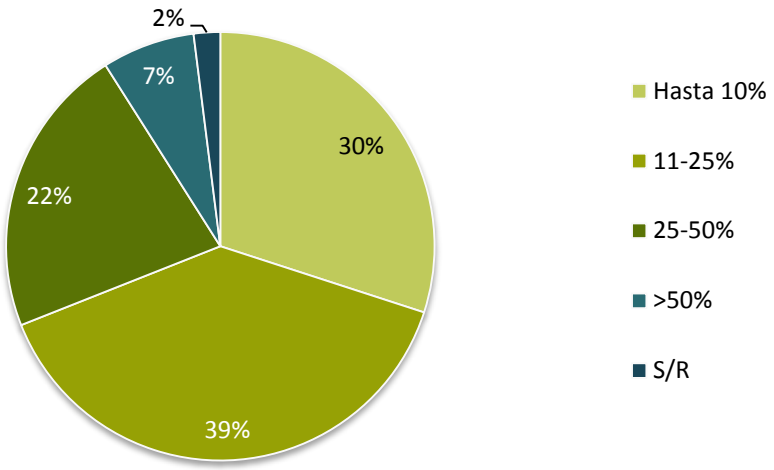
Figura XI.19: Uso del transporte público por grupo de edad



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al porcentaje del ingreso destinado al transporte, se reporta que aquellos que destinan hasta una cuarta parte de su ingreso representan casi el 70% de los usuarios de transporte público. En contraposición, 29% que utiliza otros modos de transporte destina más de una cuarta parte su ingreso[40] (Figura XI.20).

Figura XI.20: Porcentaje de ingreso destinado a transporte entre usuarios de transporte público



S/R: Sin respuesta.

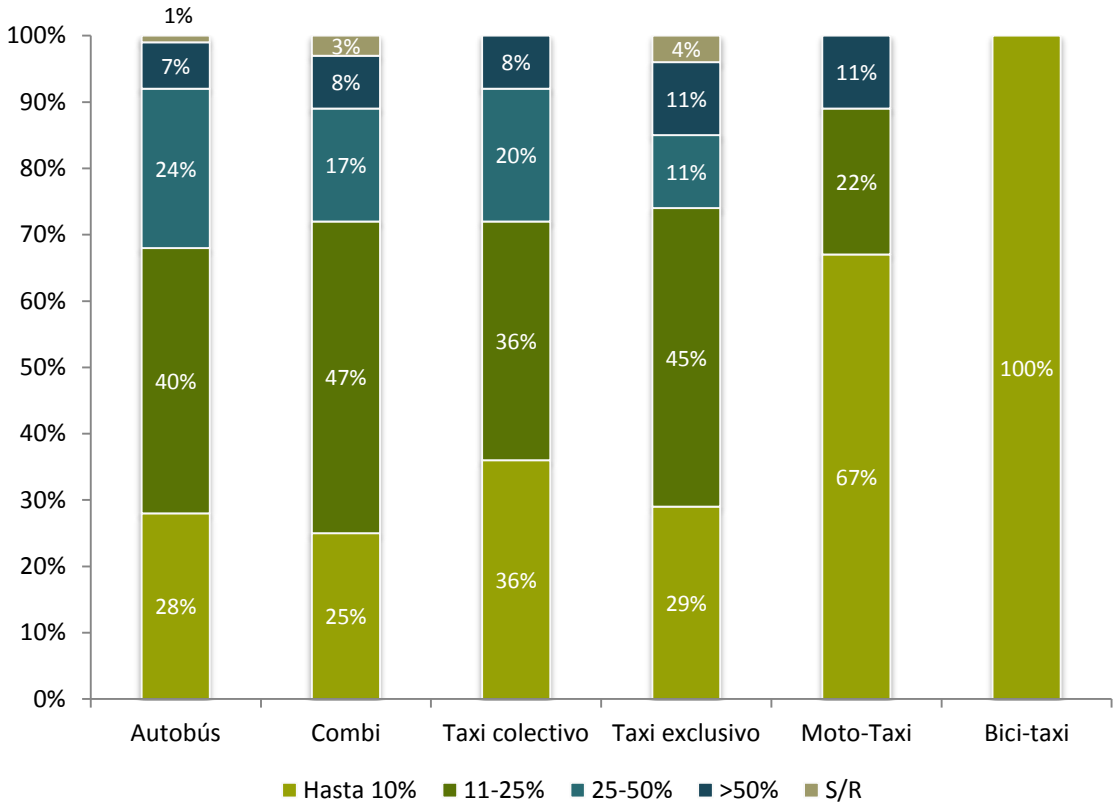
Fuente: Elaboración propia.

Los especialistas en transporte y movilidad urbana a nivel nacional e internacional indican que, idealmente, el gasto mensual en transporte no debe de representar más del 10% del ingreso. No obstante, los resultados de la encuesta indican que únicamente los usuarios de bici-taxi satisfacen este criterio (Figura XI.21). Por el contrario, la mayor proporción de usuarios que utiliza más de una cuarta parte de su ingreso, son quienes se trasladan en autobús, taxi colectivo y combi con 24, 20 y 17%, respectivamente.

Con el objeto de realizar un análisis comparativo respecto a los distintos modos de transporte público, se consideró el promedio del tiempo invertido en el viaje así como el gasto mensual. Los resultados indican que, en promedio, los usuarios de transporte público invierten 32 minutos en sus viajes cotidianos y destinan561 pesos mensuales. El modo que implica mayor tiempo de viaje es el autobús (con 46 minutos) mientras que el más costoso está representado por el taxi exclusivo con 754 pesos al mes. En contraste, los modos con menor tiempo medio de viaje son el bicitaxi y mototaxi con 15 y 26 minutos cada uno y un gasto promedio mensual de 320 y 367 pesos, respectivamente (Figura XI.22).

[40] El dos por ciento faltante corresponde a los ciudadanos que se negaron a responder dicha pregunta.

Figura XI.21: Porcentaje de ingreso destinado a transporte entre usuarios de transporte público por modo



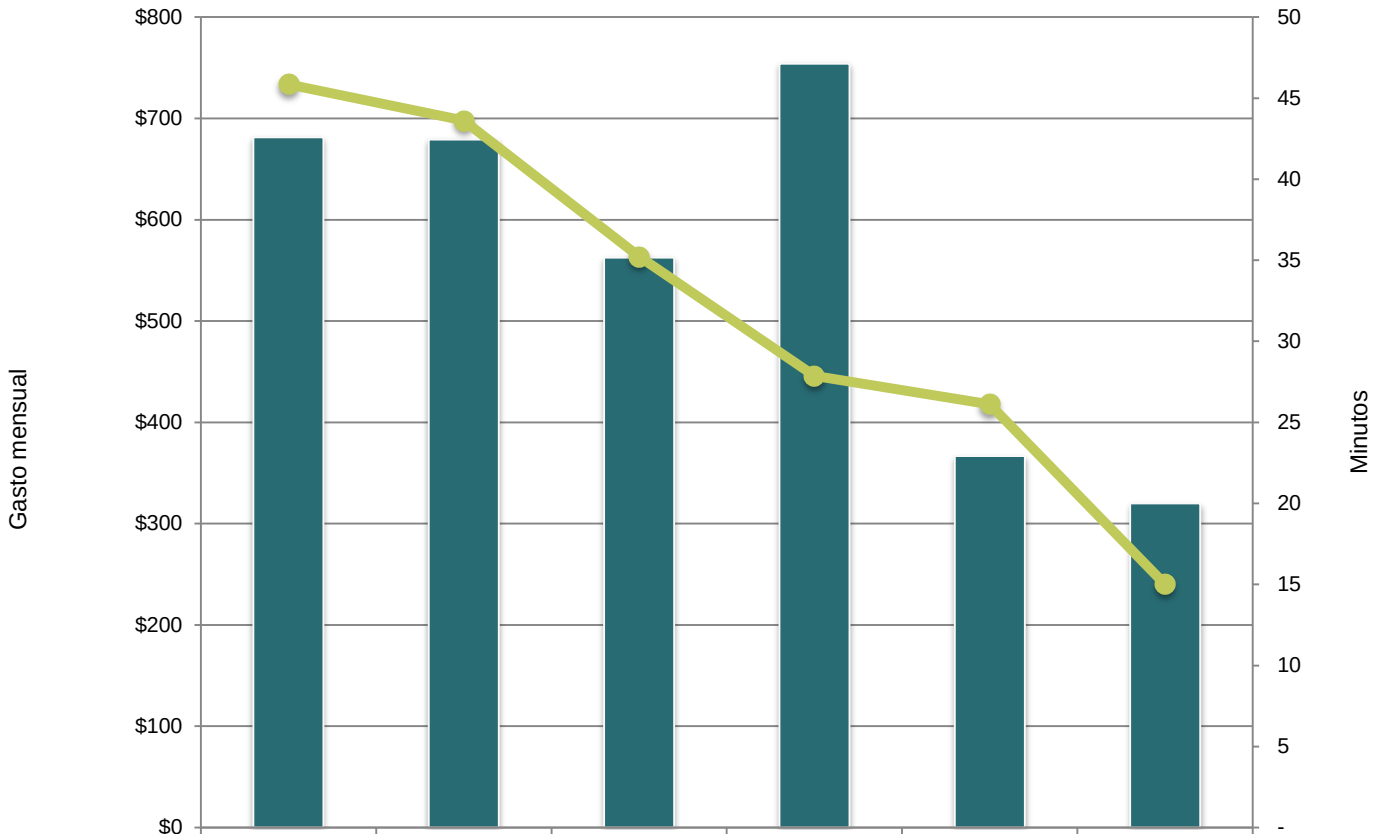
Fuente: Elaboración propia.

Una tendencia que se identificó es que a medida que la capacidad vehicular disminuye en los servicios de transporte público, también disminuye el tiempo de viaje promedio. Sin embargo, cabe mencionar que este comportamiento no es correlativo; la mayoría de los servicios discrecionales [41]se utilizan para realizar trayectos cortos, por lo que disminuye el tiempo invertido en el viaje.

En promedio, los habitantes de la zona urbana de Toluca utilizan 51 minutos por viaje y 760 pesos mensuales para desplazarse al interior de la misma usando transporte público. Los habitantes de municipios como Mexicaltzingo, Otzolotepec y Temoaya absorben el mayor gasto monetario mensual y también destinan el mayor tiempo de viaje, lo que se relaciona con la estructura mononuclear de la ciudad y la ubicación de estos municipios en la periferia (Figura XI.23).

[41] Son aquellos servicios que no están sujetos a un horario ni itinerario fijo.

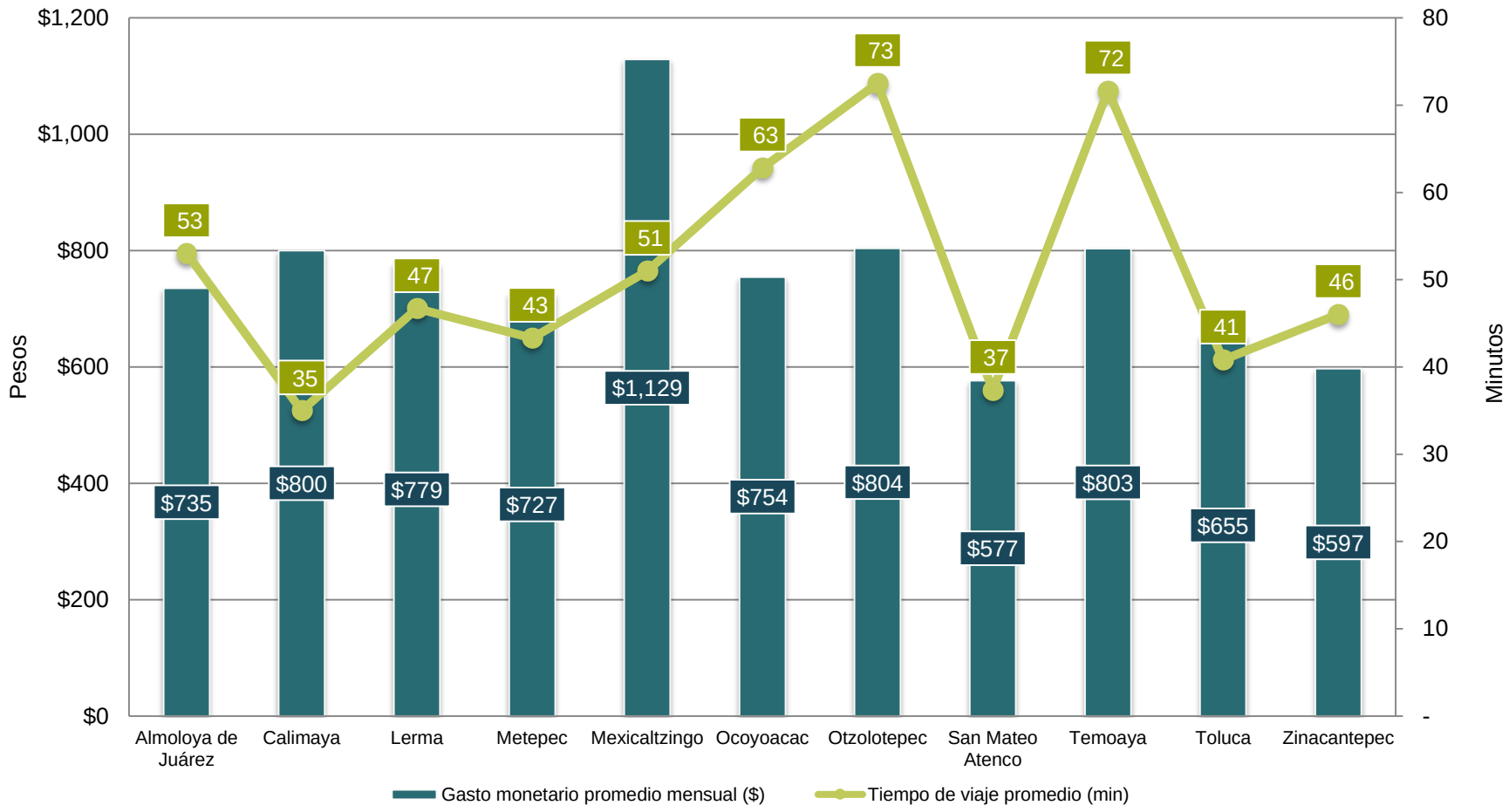
Figura XI.22: Promedio de tiempo invertido y gasto asociado por modo de transporte público



	Autobús	Combi	Taxi colectivo	Taxi exclusivo	Moto-taxi	Bici-taxi
Gasto monetario promedio mensual ($)	$681	$679	$562	$754	$367	$320
Tiempo promedio de viaje (min)	46	44	35	28	26	15

Fuente: Elaboración propia.

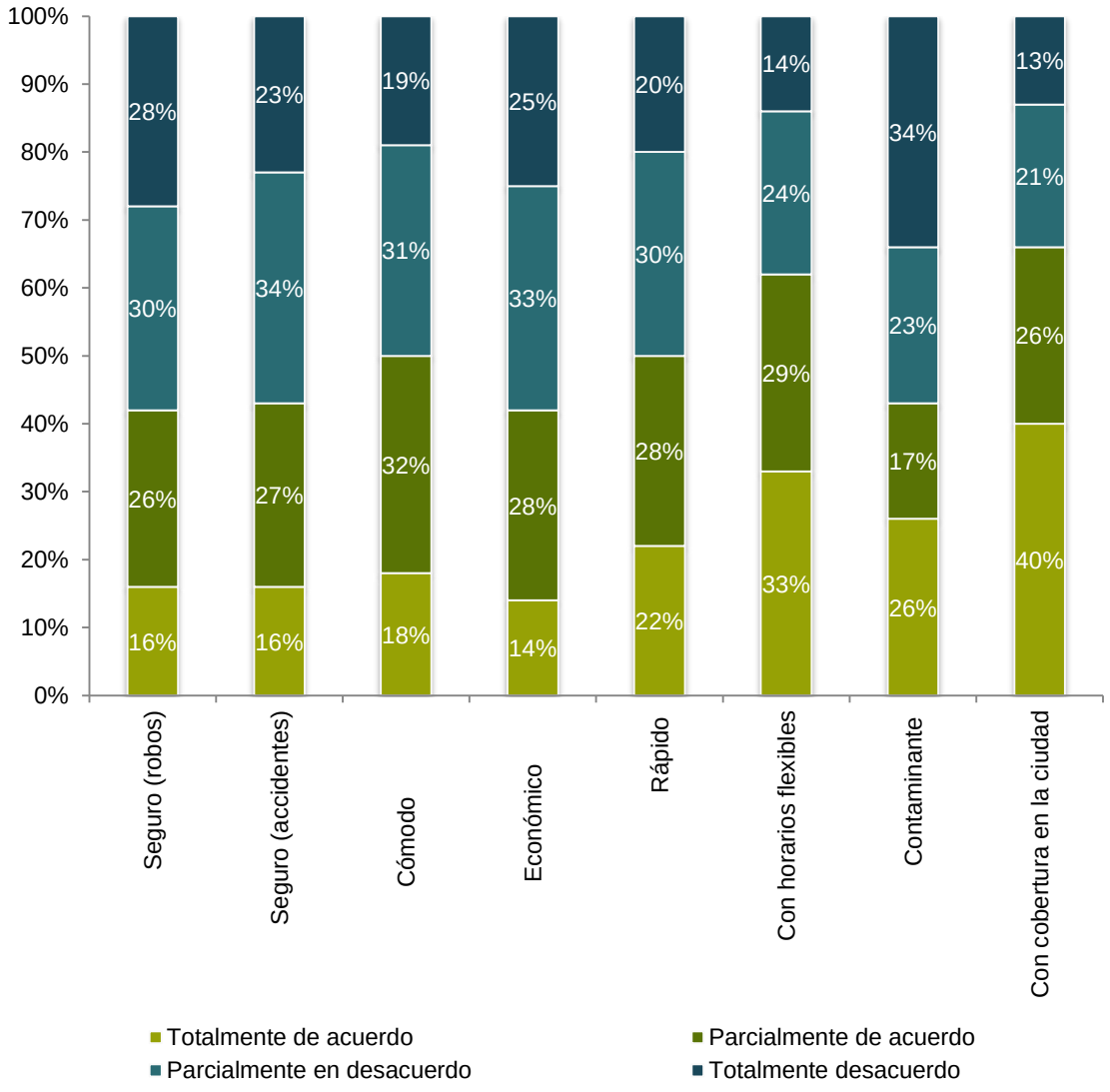
Figura XI.23: Promedio de gastos asociados al transporte por municipio



Fuente: Elaboración propia.

Se realizó una valoración de los atributos asociados a los distintos modos de transporte público tales como: vulnerabilidad del usuario a ser víctima de un delito; susceptibilidad a accidentes viales; comodidad; económico; rapidez del servicio; flexibilidad de horarios; si éste resulta ser contaminante y su cobertura en la ciudad. Al respecto, los aspectos mejor calificados para los servicios de transporte público son su cobertura y flexibilidad de horario. Por el contrario, los aspectos negativos son la seguridad en cuanto a la posibilidad de ser víctima del delito y en la operación del vehículo, así como su tendencia a contaminar y el gasto asociado que implica su utilización (Figura XI.24).

Figura XI.24: Percepción respecto al servicio de transporte público



Fuente: Elaboración propia.

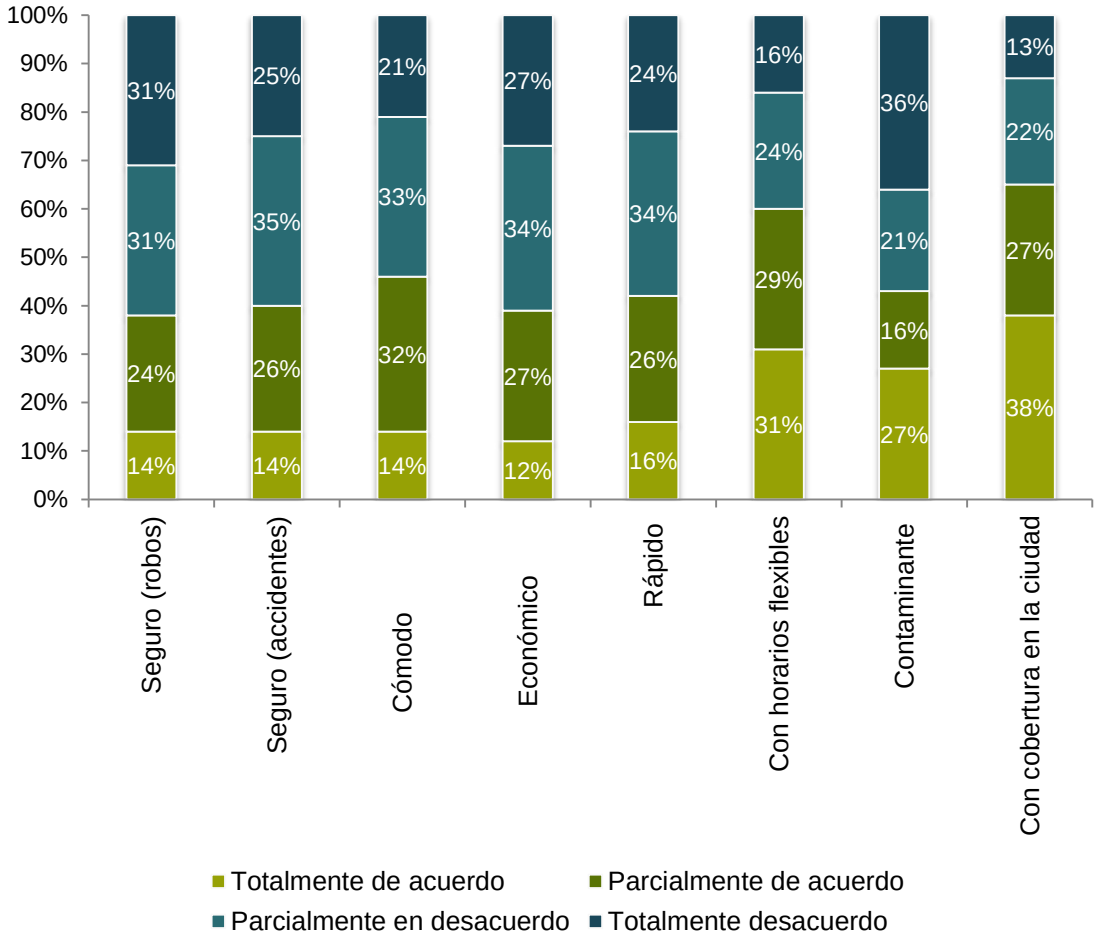
Al cuestionar si el entrevistado disfrutaba el uso de cada modalidad de transporte público, los resultados arrojan que el autobús cuenta con más de 60 por ciento de las respuestas

negativas. En segundo lugar se encuentra el taxi colectivo y mototaxi con casi la mitad de los usuarios insatisfechos para cada uno (Figura XI.24).

Como se afirmó anteriormente, el autobús es el modo que recibe la mayoría de las respuestas negativas, a excepción de la disponibilidad de horario (Figura XI.25). En el caso de la combi, aunque se le evalúa mejor en atributos como rapidez y comodidad, es considerado el modo más peligroso en cuanto a la posibilidad de ser víctima del delito en el trascurso del viaje (Figura XI.26).

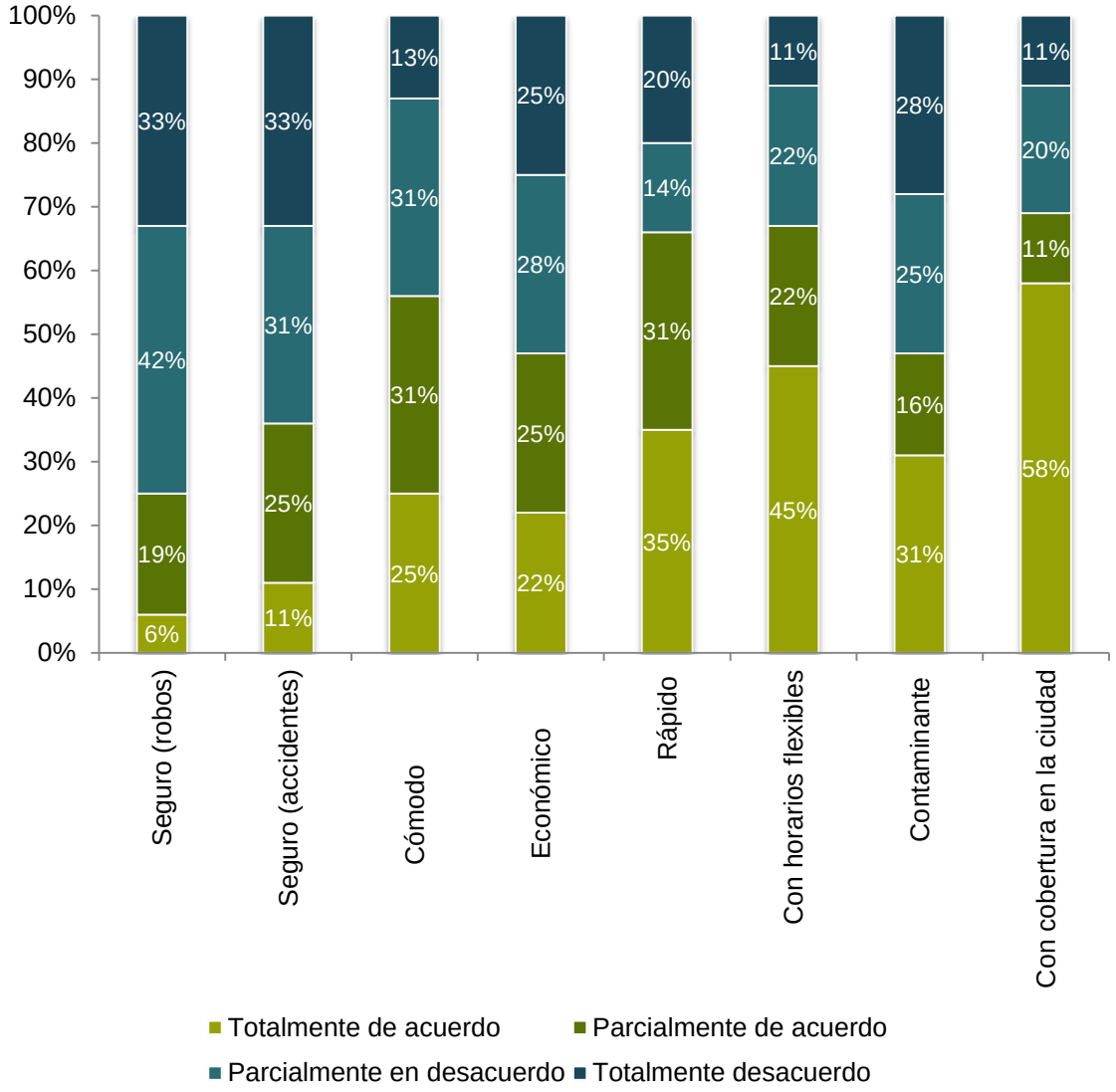
El taxi colectivo, exclusivo y mototaxi presentan mejores evaluaciones para la mayoría de los atributos. El taxi colectivo y moto-taxi se les perciben como contaminantes y con escasa cobertura en la ciudad. El taxi exclusivo es visto como un modo que afecta en la economía de los usuarios, debido que la tarifa asignada para su uso se le considera costosa. La bici-taxi tuvo una evaluación positiva en general, a excepción de su cobertura en la ciudad (Figuras XI.27 a XI.30).

Figura XI.25: Percepción social de los atributos del autobús



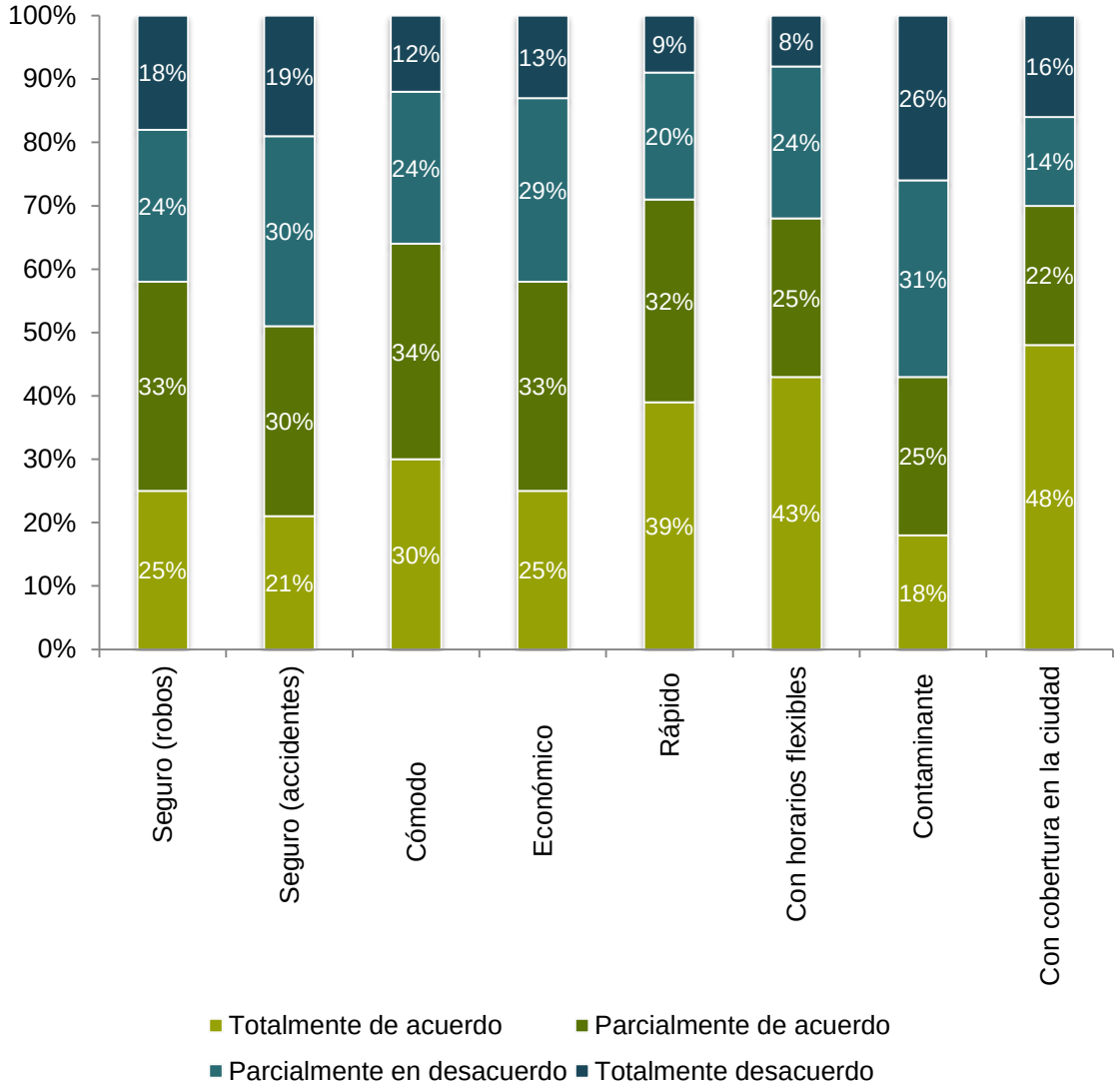
Fuente: Elaboración propia.

Figura XI.26: Percepción social de los atributos de la combi



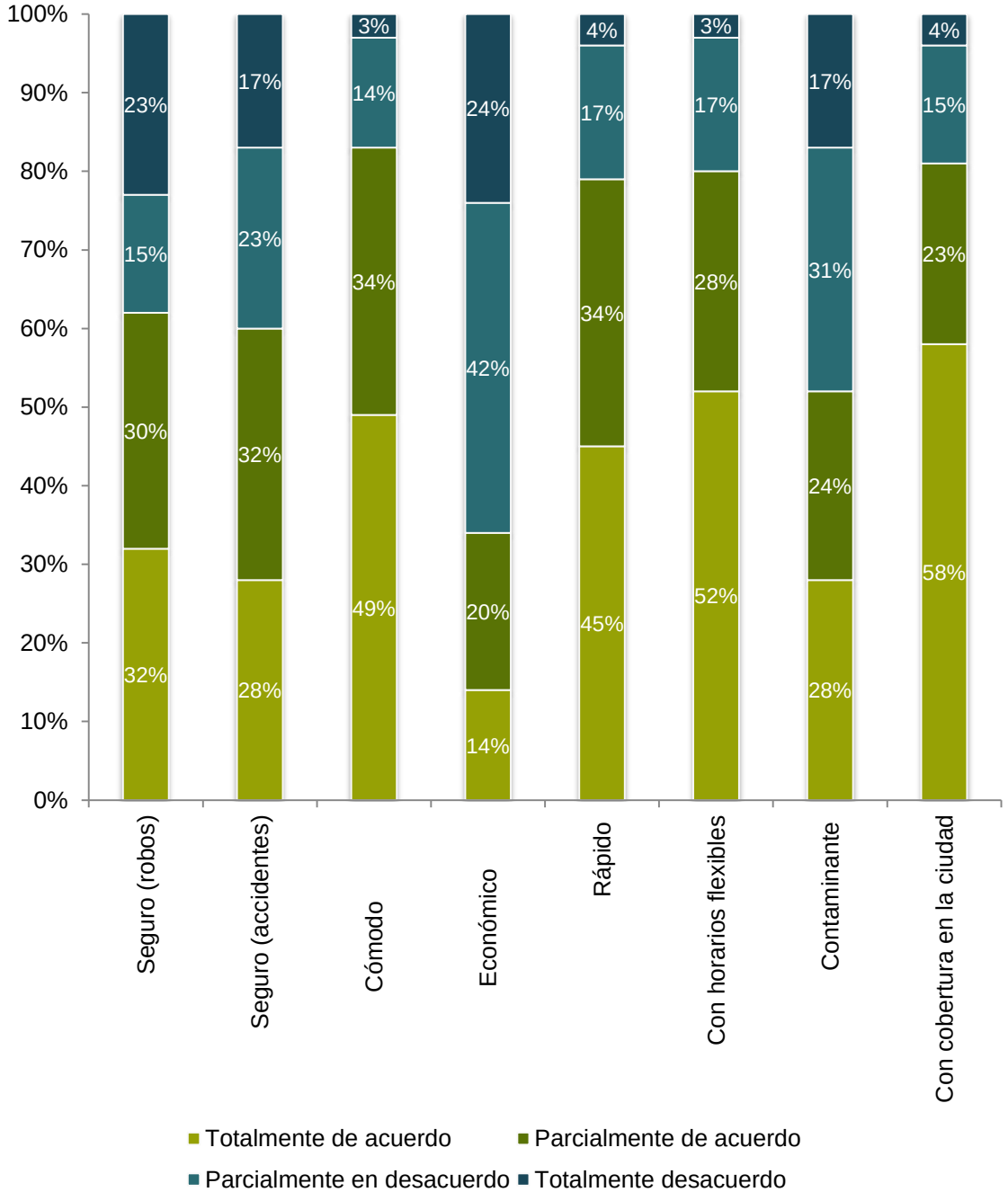
Fuente: Elaboración propia.

Figura XI.27: Percepción social de los atributos del taxi colectivo



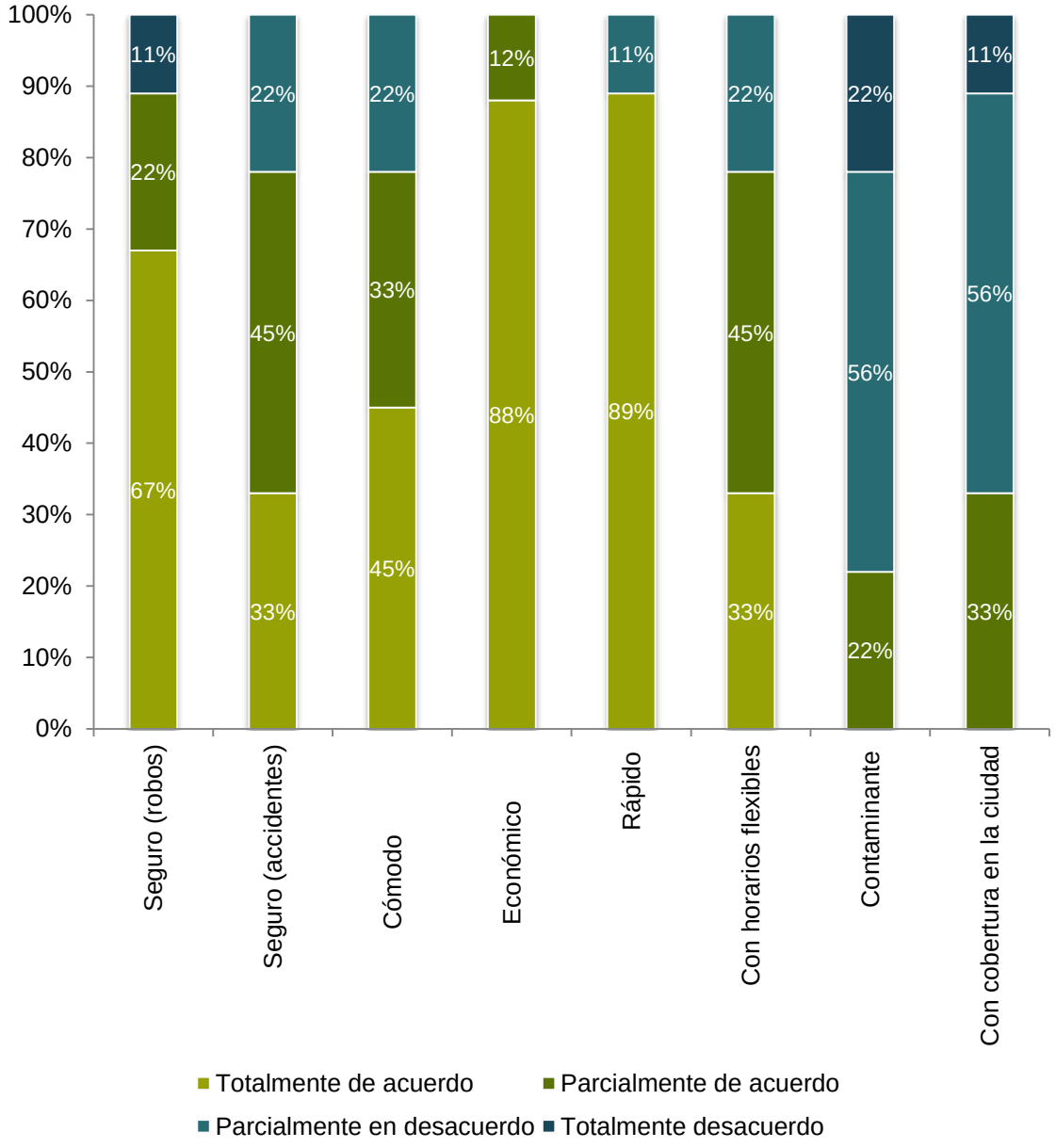
Fuente: Elaboración propia.

Figura XI.28: Percepción social de los atributos del taxi exclusivo



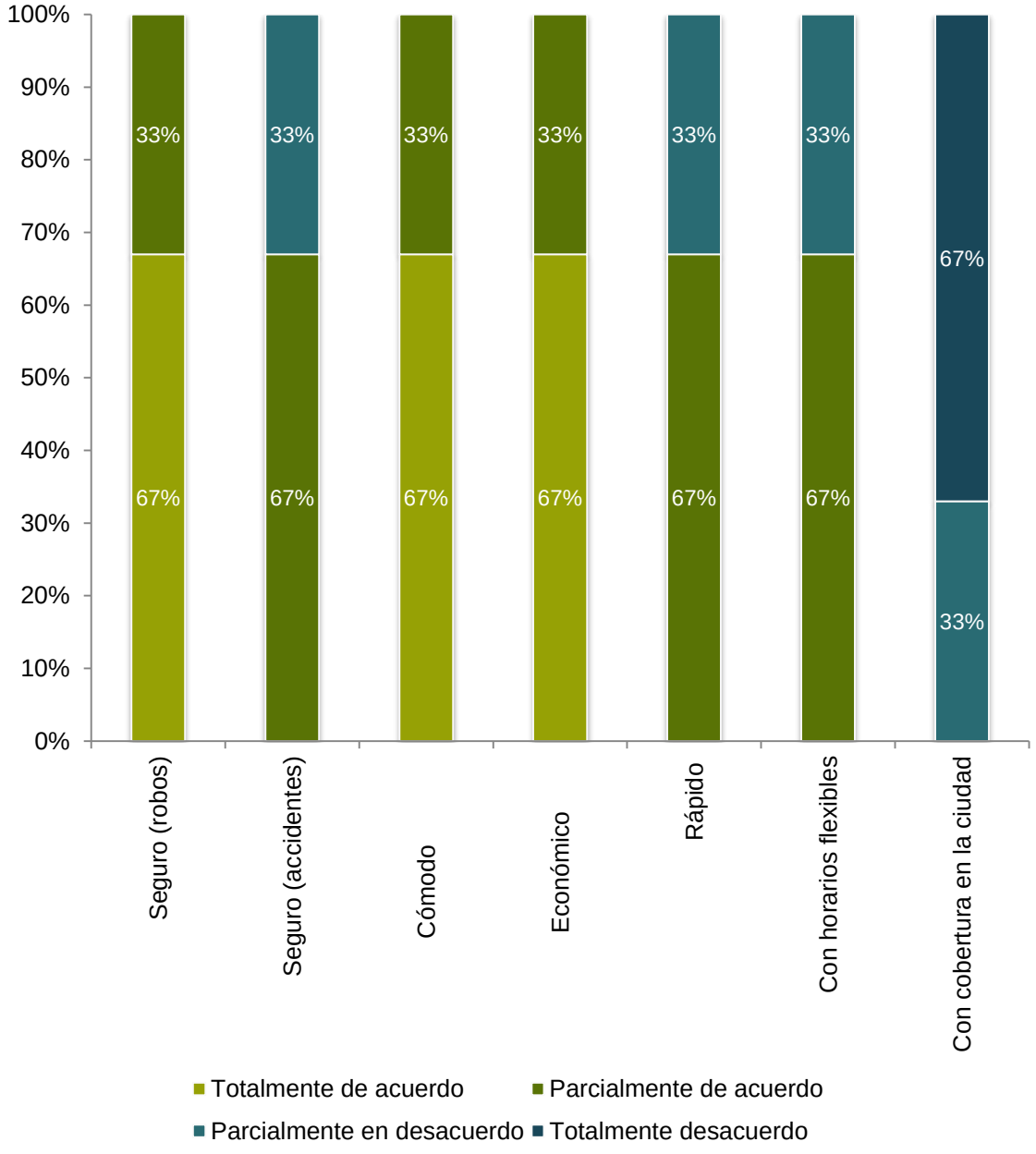
Fuente: Elaboración propia.

Figura XI.29: Percepción social de los atributos de la moto-taxi



Fuente: Elaboración propia.

Figura XI.30: Percepción social de los atributos de la bici-taxi



Fuente: Elaboración propia.

En resumen, los usuarios de modos colectivos de transporte están expuestos a realizar viajes en servicios considerados inseguros en términos de delincuencia. A la vez, es importante considerar que el treinta por ciento de los usuarios destinan más del 25% de su ingreso, lo que permite intuir que pertenecen a los segmentos de población más vulnerable. En suma, estas modalidades requieren la inversión más alta en términos de tiempo de viaje promedio y gasto promedio mensual a diferencia de las modalidades de menor capacidad vehicular.

Entre tanto, las modalidades de menor capacidad vehicular como el taxi exclusivo, moto-taxi y la bici-taxi, fueron calificadas de manera positiva en la mayoría de los atributos. El atributo económico es percibido de forma negativa en el uso de taxi exclusivo. Mientras que la cobertura de la moto-taxi y bici-taxi es un aspecto que se evalúa de forma negativa.

En este contexto, la intuición indica que la población sólo tiene la posibilidad de utilizar autobuses ya que les permite el traslado permite trasladarse mayores distancias a un precio razonable, a pesar de que lo perciben como un modo inseguro.

En la distribución del reparto modal se observa que la participación del taxi colectivo es significativa aunque es una variante de servicio no regulada. Este fenómeno se puede observar en dos municipios periféricos (Almoloya de Juárez y Zinacantepec) y uno central (San Mateo Atenco) de la zona urbana de Toluca. En este contexto, el reconocimiento legal y la regulación efectiva de esta variante de servicio es un aspecto fundamental; de esta forma, las autoridades tendrán la facultad de exigir a los concesionarios el cumplimiento de obligaciones que garanticen la seguridad para los usuarios así como un servicio de calidad.

XI.1.4.9 Transporte privado

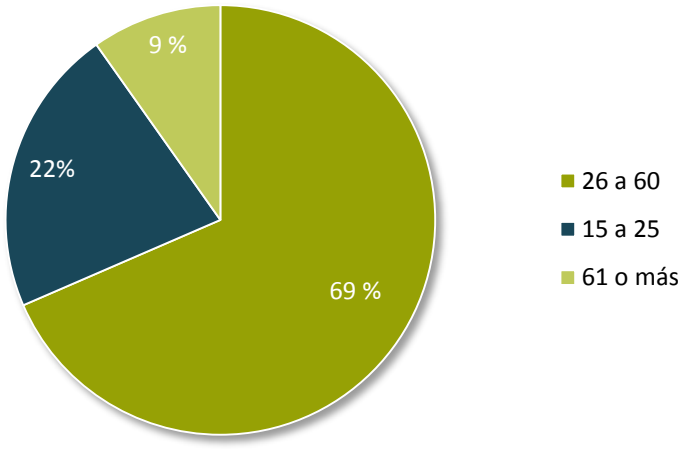
Desincentivar el uso del transporte privado resulta uno de los mayores retos para dar paso a una movilidad sustentable. Este modo de transporte posee atributos difíciles de equiparar con el transporte público. Sin embargo, si se detectan sus debilidades a la par del fortalecimiento de los atributos del transporte público, se abre una oportunidad para que un segmento importante de la población que viaja en transporte privado opte por trasladarse en modos más sustentables.

Los resultados de la encuesta indican que casi setenta de cada cien personas que se encuentran en edad productiva, es decir que tienen una edad entre 26 y 60 años, son usuarios de modos privados de transporte (principalmente de automóviles[42]). En segundo lugar se encuentran los jóvenes entre 15 y 25 años de edad y por último los mayores de sesenta años con el nueve por ciento (Figura XI.31). Es importante mencionar que de este universo, sólo al seis por ciento de los usuarios les disgusta usar el automóvil como modo primordial de transporte.

En virtud de que es la población joven y adulta en edad productiva la que más utiliza el automóvil como modo principal de transporte deberá ajustarse y diseñarse estrategias específicas en materia de política pública que atiendan los principales problemas asociados al uso del auto por este sector de la población, uno de los temas principales deberá ser la accidentalidad vial.

[42] Aunque los modos privados de transporte incluye a la motocicleta, su participación en el reparto modal es menor. Por lo tanto, se hace referencia al automóvil.

Figura XI.31: Usuarios de modos privados de transporte por rangon de edad



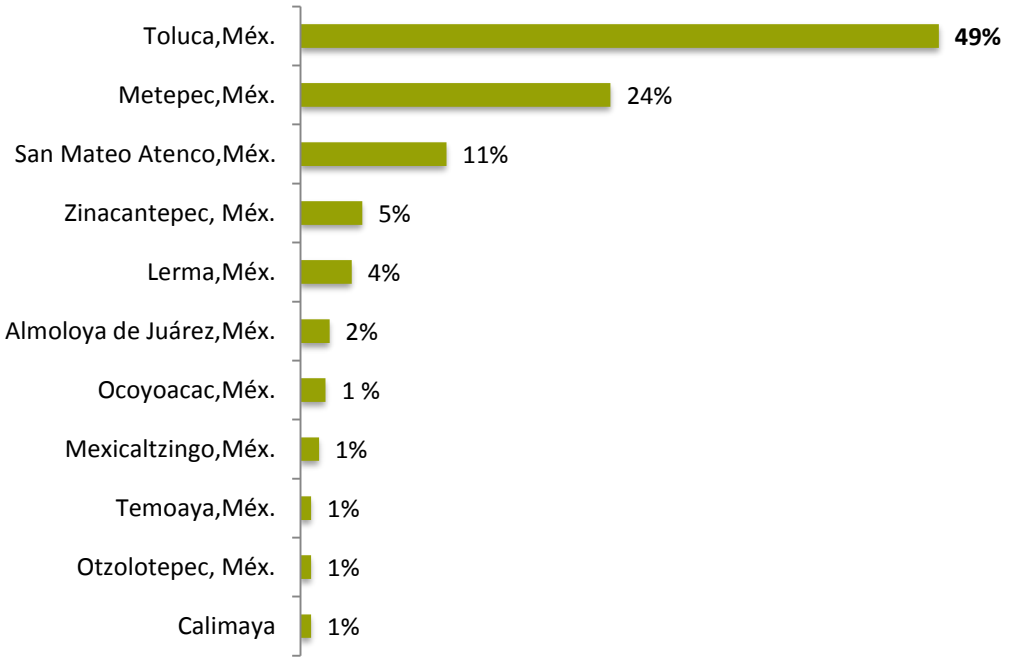
Fuente: Elaboración propia.

Al desglosar el uso del vehículo por municipio, se identifica que casi la mitad (49%) de los automovilistas se concentran en el municipio de Toluca; seguido por Metepec y San Mateo Atenco con 24 y 11%, respectivamente. Mientras tanto, en los ocho municipios restantes considerados en el polígono de contención urbana, se distribuye el 16% de los automovilistas restantes (Figura XI.32).

El análisis por municipio de las variables de tiempo y costo asociados al uso de este modo de transporte muestra que en promedio, el viaje en automóvil es de 32 minutos para los once municipios; únicamente se ubican debajo de este rango Metepec y San Mateo Atenco (con 26 y 23 minutos cada uno) mientras que los habitantes de Oztolotepec y Mexicaltzingo llegan a destinar más de una hora de su tiempo en los traslados (Figura XI.32).

En promedio se estima que los automovilistas gastan mensualmente 711 pesos en la zona urbana de Toluca. Sin embargo, cinco municipios (Metepec, Toluca, Zinacantepec, Otzolotepec y Calimaya) rebasan el promedio mientras que los otros seis se ubican por debajo de éste (Figura XI.34).

Figura XI.32: Participación del automóvil en los municipios de la zona urbana de Toluca



Fuente: Elaboración propia.

Figura XI.33: Tiempo promedio de viajes en auto por municipio

Fuente: Elaboración propia.

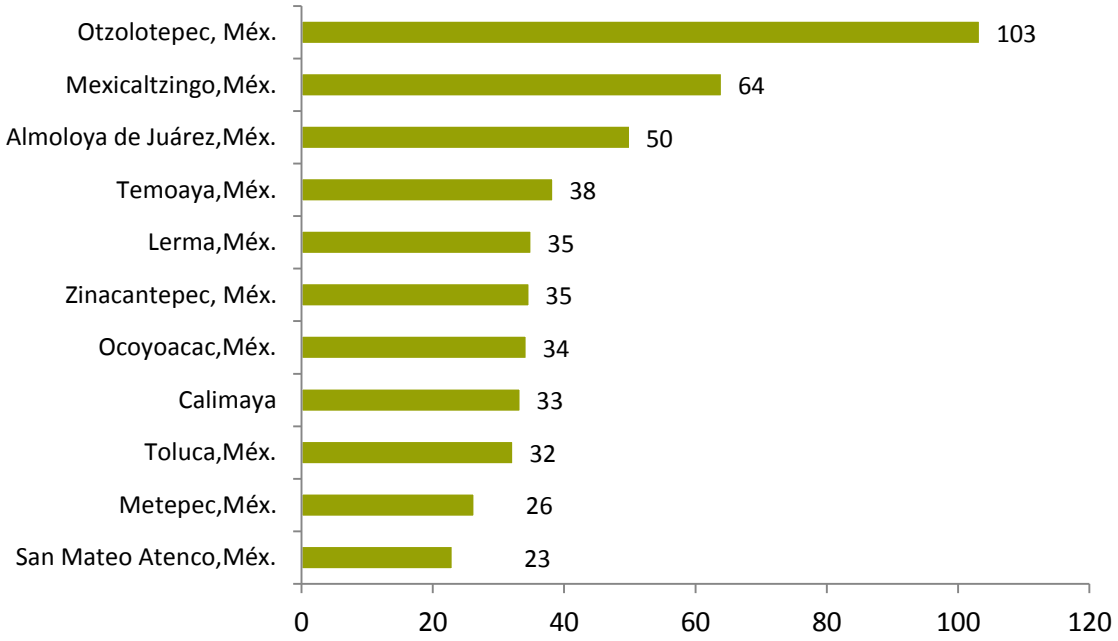
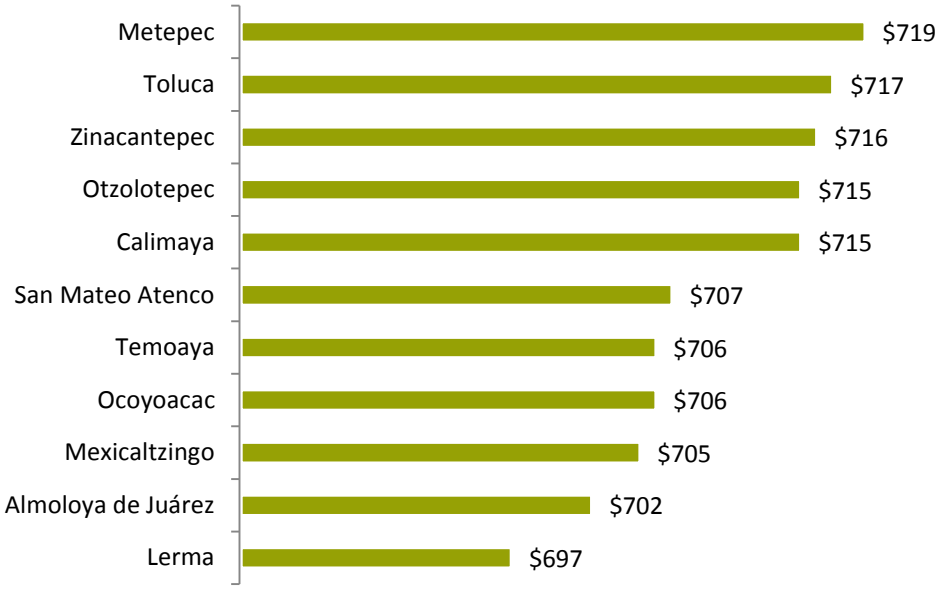


Figura XI.34: Gasto promedio mensual en viajes en transporte privado



Fuente: Elaboración propia.

Más de la mitad de quienes se desplazan en auto, poseen un vehículo con una antigüedad entre los 4 y 14 años de edad; el 17% de los vehículos tienen entre 0 y 4 años de uso; cuatro de cada cien automovilistas posee vehículos que rebasan los veinte años de antigüedad e incluso uno de cada cien prolonga la vida útil del vehículo hasta alcanzar los 30 o más años de uso (Figura XI.35).

Aunque el uso del vehículo particular representa el 17% del reparto modal en la zona urbana de Toluca, resulta relevante considerar la edad de la flota vehicular así como los patrones de la ciudadanía en cuanto a la frecuencia con la que renuevan su parque vehicular, a fin de garantizar los aquellos vehículos en circulación cuenten con la tecnología ambiental adecuada. Al respecto, se reporta que quienes poseen un vehículo propio, 80 de cada 100 cambia su vehículo por uno nuevo en los primeros cinco años. En contraposición, menos de cuatro por ciento de los usuarios renueva su unidad cuando ésta rebasa los diez años de uso (Figura XI.36).

El espacio público es un bien altamente competido y en aquellos lugares en donde la concentración de actividades genera problemas de congestión vehicular, requiere de estrategias que permitan administrar adecuadamente el espacio destinado al estacionamiento. En este contexto, los datos de la encuesta reportan que una cuarta parte de los automovilistas utiliza el espacio público para estacionarse. Mientras el resto (75%) usa estacionamientos públicos o privados (Figura XI.37). A propósito del uso adecuado del espacio público, es valioso acotar que 63% de los usuarios de estacionamiento no absorbe ningún gasto por el mismo servicio. Por el contrario, veintiocho de cada cien personas gasta hasta 40 pesos al día; mientras que 9% destina de 41 pesos a 100 pesos diarios (Figura XI.38).

Figura XI.35: Edad de la flota vehicular privada

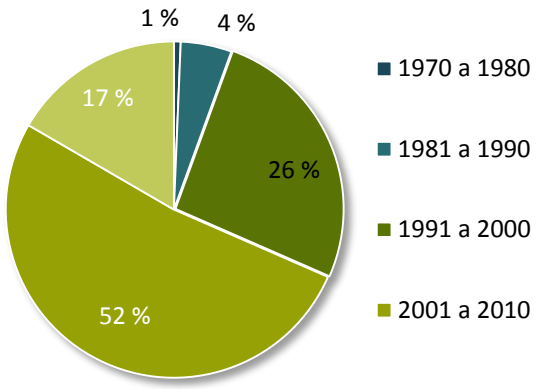
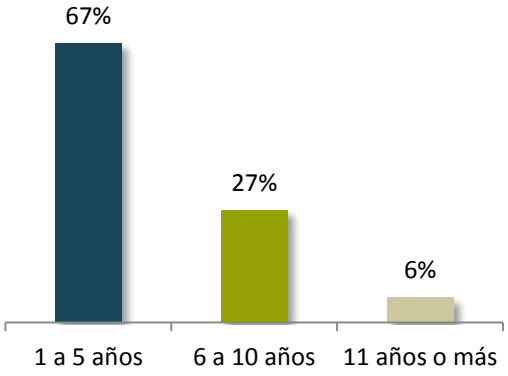


Figura XI.36: Periodo de renovación del auto particular



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al gasto que representa el uso de este modo de transporte, se identificó que casi ocho de cada diez personas destina desde el 10 hasta el 25% de su ingreso para trasladarse; el resto (22%) destina la mitad o más de su ingreso en este modo de transporte (Figura XI.39).

Finalmente, en términos de cómo perciben el automóvil quienes lo utilizan como modo de transporte principal, los resultados muestran que la comodidad, cobertura en la cuidad, flexibilidad y rapidez, son los cuatro atributos que más aprecian los usuarios de este modo. Por el contrario, dentro de los atributos negativos que más destacan los usuarios de este modo son que es contaminante y propenso a accidentes (Figura XI.40). Al ahondar en los elementos que más inconformidad genera para quienes usan el automóvil se encuentran el costo de la gasolina, el mal estado de la vialidad y otros ajenos a su uso como inseguridad y manifestaciones aunque también se menciona encontrar lugares de estacionamiento (Figura XI.41).

En resumen, quienes más utilizan el automóvil como modo de transporte principal son hombres y mujeres en edad productiva (entre 26 y 60 años). Lo adultos mayores son el grupo que menos lo utiliza. Este dato es relevante si se le relaciona con la alta tasa de accidentalidad vial a nivel nacional y de la ciudad de Toluca donde la población joven es el grupo más afectado. De acuerdo a la CONAPRA, en 2012, en el Estado de México la segunda causa de muerte de la población de 20 a 29 años fueron los accidentes de tránsito, mientras que para el grupo de 30 a 44 años fue la cuarta causa de decesos (CONAPRA 2012).

Figura XI.37: Lugar de estacionamiento para el vehículo particular

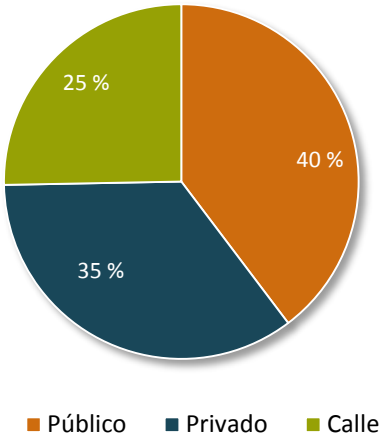
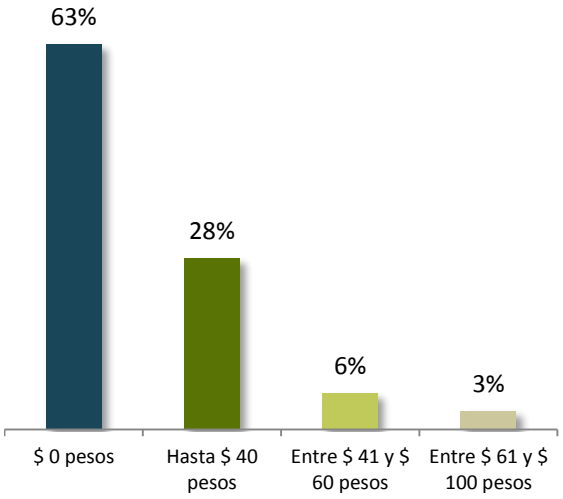
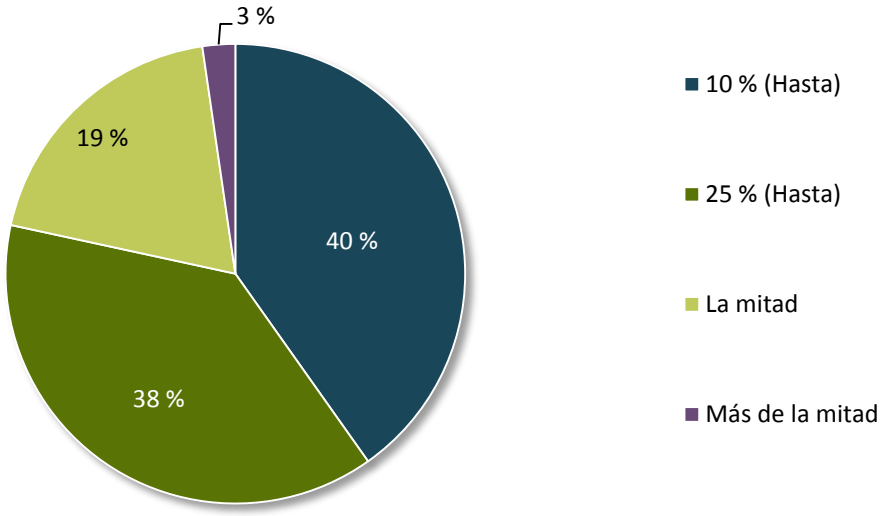


Figura XI.38: Gasto promedio diario de estacionamiento



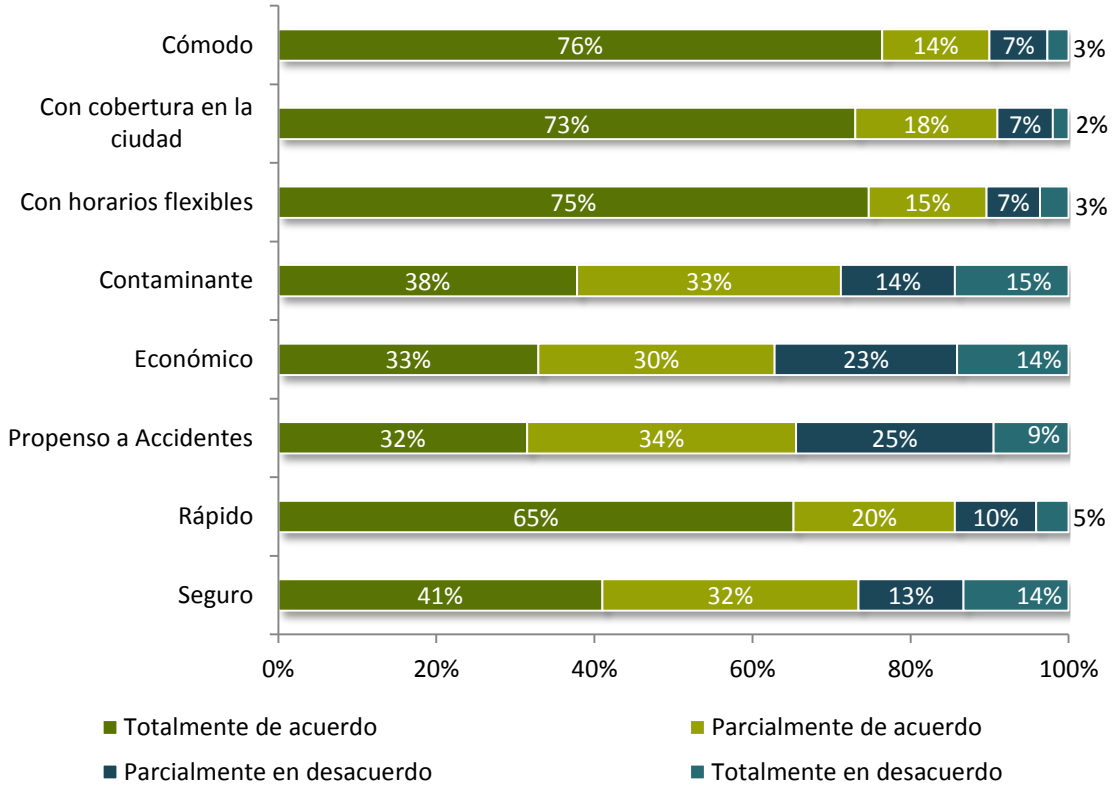
Fuente: Elaboración propia.

Figura XI.39: Porcentaje del ingreso que representa el gasto en modos privados de transporte



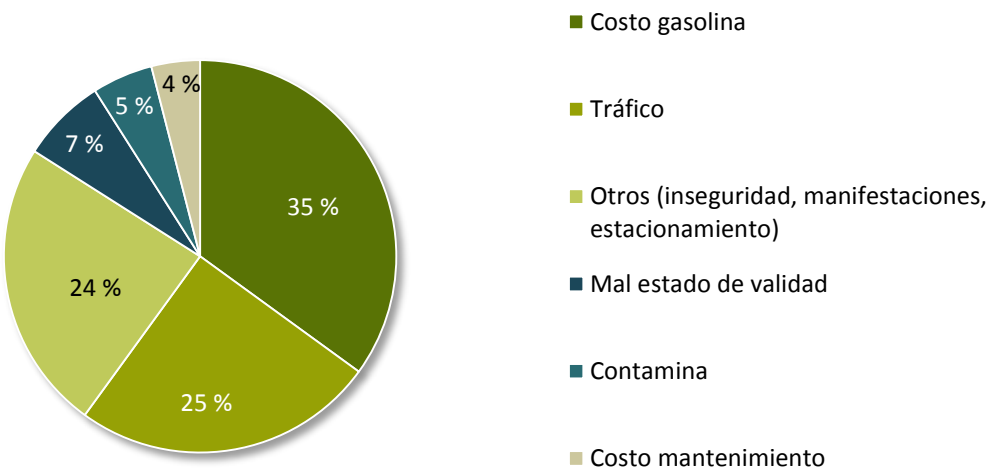
Fuente: Elaboración propia.

Figura XI.40: Percepción de los automovilistas sobre el auto como modo de transporte



Fuente: Elaboración propia.

Figura XI.41: Aspectos que disgustan a los automovilistas.



Fuente: Elaboración propia.

El mayor porcentaje de usuarios de automóvil se concentra en tres municipios; Toluca, Metepec y San Mateo, en conjunto suman el 84 % del total de usuarios de este modo en los once municipios considerados. Si bien se trata de municipios con una localización central y en condición de conurbación, la deficiencia en la calidad del servicio de transporte público se manifiesta en el uso intensivo del vehículo particular en estos municipios.

En términos de tiempo de viaje, los usuarios de automóvil invierten en promedio 32 minutos por viaje, con un costo promedio mensual de 711 pesos. Sin embargo, en algunos municipios periféricos como Mexicaltzingo y Otzolotepec los automovilistas invierten entre 50 minutos y más de una hora en tiempo de viaje.

La edad de la flota vehicular privada está dominada por vehículos de entre 4 y 14 años de antigüedad, esto es, más de la mitad de quienes se desplazan en auto. En cuanto al periodo de reposición vehicular, el mayoritario 80% lo hace en un periodo no mayor a cinco años. Se trata por tanto de una flota vehicular relativamente obsoleta en términos tecnológicos, lo que significa que al menos la mitad requiere una renovación vehicular.

El 75% de los usuarios de automóvil utilizan algún tipo de estacionamiento, predominando el de tipo público con 40%. No obstante, la cuarta parte de los automovilistas utiliza la vía pública para aparcar. Más del 60% de estos usuarios no pagan el uso de estacionamiento, esto responde a que utilizan de forma preferente el estacionamiento privado o la vía pública; y 37 de cada 100 usuarios del automóvil pagan más de 40 pesos por día en estacionamiento.

El 60% de los usuarios de automóvil destinan más del 25% de su ingreso para sus traslados, por lo que un importante porcentaje de los automovilistas se ubica por encima del límite recomendado de gastos destinado al transporte (10%).

Sobre cómo se percibe o evalúa el automóvil, dentro de las ventajas más destacadas resaltan la comodidad, rapidez y flexibilidad. En contra sentido, las desventajas se orientan a cuestiones relacionadas con el costo de la gasolina, congestionamiento vehicular, los riesgos a accidentes y la falta de estacionamiento.

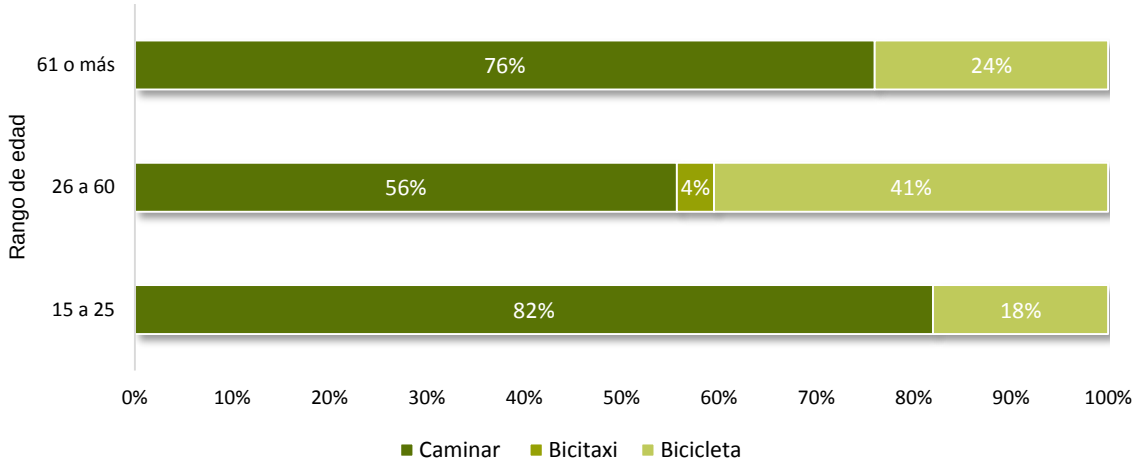
La percepción positiva que se tiene del automóvil implica un reto al buscar un cambio modal hacia modos más sustentables en la zona urbana de Toluca ya que se percibe que los beneficios privados exceden los costos sociales de su utilización. Por lo anterior, la posibilidad de que el peso del automóvil en el reparto modal siga incrementando en el mediano y largo plazo es un riesgo latente.

XI.1.4.10 Transporte no motorizado

Quienes utilizan modos no motorizados para trasladarse al interior de la zona conurbada de Toluca, principalmente viajan a pie mientras que los viajes en bicicleta ocupan el segundo lugar. La preferencia por los desplazamientos a pie es un patrón general en los tres rangos de edad: 8 de cada 10 personas con edad entre los 15 y 25 años caminan; en segundo lugar, lo hace más del 70% de las personas con 60 años y más y por último, las personas con una

edad entre 26 y 60 años prefieren en primer lugar caminar (59%) y en segundo, utilizar la bicicleta (41%) (Figura XI.42).

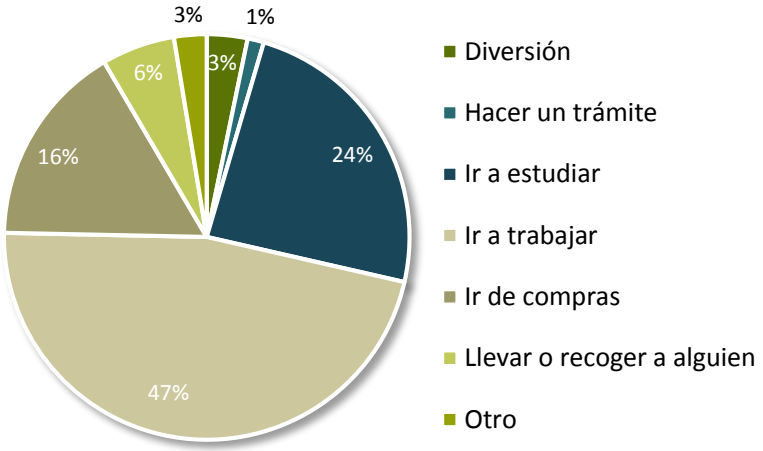
Figura XI.42: Uso de modos no motorizados por rango de edad



Fuente: Elaboración propia.

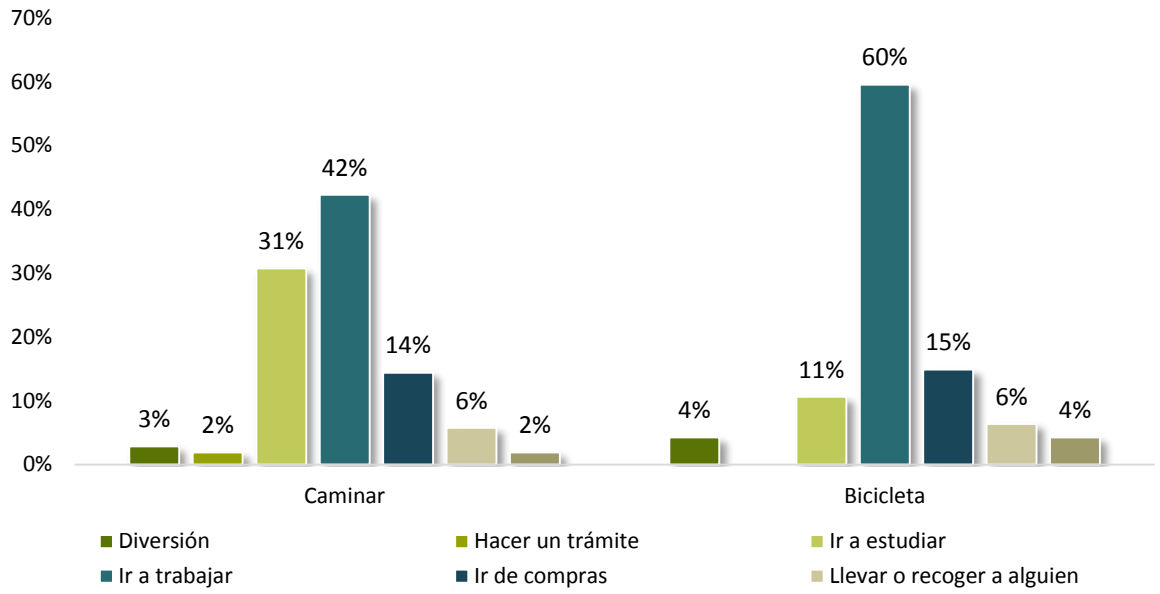
Aproximadamente la mitad de las personas (47%) que se trasladan en modos no motorizados tienen un motivo laboral, 24% se dirige a centros de estudio, y 16% camina o usa la bicicleta para ir de compras (Figura XI.43). Lo anterior es particularmente importante en el caso del uso de la bicicleta, debido a que permite realizar viajes más largos que los realizados a pie, y puede considerarse un modo de transporte de mayor alcance y cobertura. Entre la población que frecuentemente se desplaza en bicicleta, 60% se dirige a su trabajo (Figura XI.44).

Figura XI.43: Uso de modos no motorizado total por motivo de viaje



Fuente: Elaboración propia.

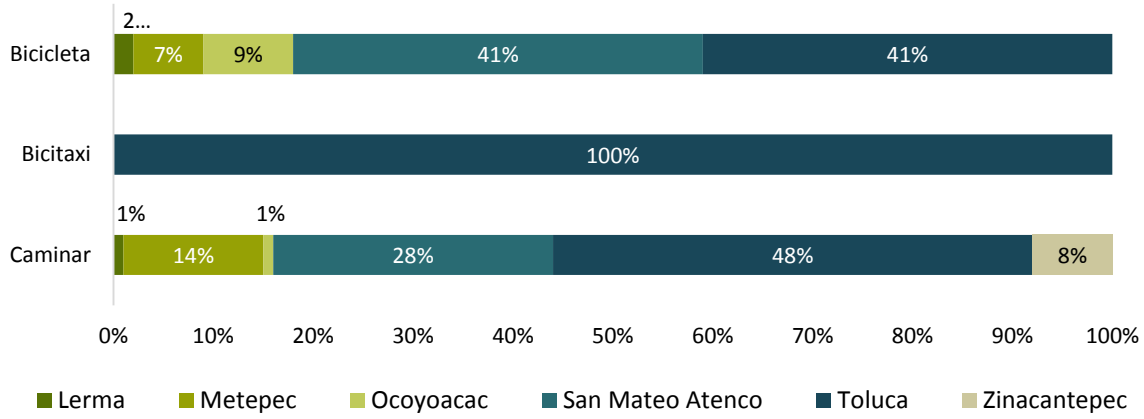
Figura XI.44: Uso de modos no motorizado por motivo de viaje



Fuente: Elaboración propia.

En los municipios donde más se utilizan modos no motorizados se encuentran Toluca, San Mateo Atenco, Metepec, Zinacantepec, Ocoyoacac y Lerma. Como se observa en la Figura XI.45 el uso del bicitaxi se concentra en el municipio de Toluca. Entre el 2% de los encuestados que emplean la bicicleta como modo de transporte frecuente, más del 80% inician sus recorridos en los municipios de Toluca y San Mateo Atenco. De igual forma, los viajes realizados a pie, que representan 5% de los encuestados, se inician principalmente en estos dos municipios: en Toluca el 48% y en San Mateo Atenco en 28%.

Figura XI.45: Uso de la bicicleta por municipio



Fuente: Elaboración propia.

Los viajes realizados en modos no motorizados tienen un tiempo promedio de viaje de 19 minutos. Los viajes con origen en Toluca, San Mateo Atenco y Metepec tienen una duración

menor al tiempo promedio (con 18 y 17 minutos). Por el contrario, en Lerma los habitantes invierten más del doble de tiempo para trasladarse, con 43 minutos (Tabla XI.13).

Tabla XI.13: Tiempo promedio de viaje en modos no motorizados

Municipio	Tiempo promedio de viaje (minutos)
Lerma	43
Zinacantepec	23
Ocoyoacac	20
Toluca	18
San Mateo Atenco	18
Metepec	17
Promedio	**19**

Nota; Incluye bicicleta, bicitaxi y caminar. Cabe mencionar que el dato reporta el gasto en transporte al mes que además del transporte usado con mayor frecuencia (no motorizado) refleja el gasto destinado a otros modos.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indican que el gasto promedio mensual de viaje para quienes se trasladan en modos no motorizados de 128 pesos. Los municipios que se ubican por arriba de la media son San Mateo Atenco y Lerma con 150 y 171 pesos mensuales. En contraposición Zinacantepec, Metepec, Toluca y Ocoyoacac registran los gastos más bajos entre los encuestados que utilizan frecuentemente los modos de transporte no motorizados (Tabla XI.14).

Tabla XI.14: Gasto promedio de viaje al mes en modos no motorizados

Municipio	Gasto promedio destinado a transporte al mes (pesos)
San Mateo Atenco	171
Lerma	150
Zinacantepec	126
Metepec	113
Toluca	76
Ocoyoacac	40
Promedio	**128**

Nota; Incluye bicicleta, bicitaxi y caminar. Cabe mencionar que el dato reporta el gasto en transporte al mes que además del transporte usado con mayor frecuencia (no motorizado) refleja el gasto destinado a otros modos.

Fuente: Elaboración propia.

En promedio, los viajes en bicicleta recorren una distancia de 5 km, y en su mayoría son viajes entre cuatro de los cinco municipios centrales de la ZMT; San Mateo Atenco, Toluca, Metepec y Lerma. En la Tabla XI.15 se presentan los viajes más frecuentes realizados en bicicletas y las distancias estimadas de recorrido.

Tabla XI.15: Trayectos de recorridos en bicicleta

Colonias de Origen y Destino	Distancia estimada (km)
Santiaguito, Ocoyoacac a Centro de San Mateo Atenco	9
San Diego de los Padres Cuexcontitlán, Toluca a Santa Cruz Otzacatipan, Toluca	4.2
La Magdalena, San Mateo Atenco a San Miguel, San Mateo Atenco	1.4
La Teresona, Toluca a Centro de Toluca	3.5
Vicente Guerrero, Toluca a San Nicolás, San Mateo Atenco	11.3
Barrio Santa María, San Mateo Atenco a Centro de San Mateo Atenco	0.5*
Barrio Santiago, San Mateo Atenco a Centro de San Mateo Atenco	3.4
Científico, Toluca a El Carmen Totoltepec, Toluca	7.2
Cultural, Toluca a Nueva Oxtotitlán, Toluca	1.2
Del Parque, Toluca a San Felipe Tlalmimilolpan, Toluca	4.1
El Pacífico, Toluca a El Pacífico, Toluca	0.5*
Izcalli 3, Metepec a San Mateo Atenco, Centro, San Mateo Atenco	7.4
La Concepción, San Mateo Atenco a San Juan, San Mateo Atenco	1.8
La Concepción, San Mateo Atenco a Centro de San Mateo Atenco	1.2
La Magdalena, San Mateo Atenco a Centro de San Mateo Atenco	0.5*
La Magdalena, Toluca a San Mateo Otzacatipán, Toluca	2.4
Magdalena Otzacatipan, Toluca a Universidad, Toluca	8.3
San Andrés Cuexcontitlán, Toluca a San Mateo Otzacatipán, Toluca	5.2
San Cristóbal Huichochitlan, Toluca a San Mateo Otzacatipán, Toluca	7
San Cristóbal Huichochitlan, Toluca a Universidad, Toluca	8.5
San Francisco, San Mateo Atenco a Salvador Sánchez Colín, Toluca	11.9
San Isidro, San Mateo Atenco a Corredor Industrial Toluca Lerma, Lerma	4.5
San Juan, San Mateo Atenco a Barrio de Guadalupe, San Mateo Atenco	2.7
San Juan, San Mateo Atenco a Centro de Metepec	8.5
San Juan, San Mateo Atenco a Centro de San Mateo Atenco	1.9
San Mateo Otzacatipán, Toluca a San José Guadalupe Otzacatipan, Toluca	2.9
San Mateo Otzacatipán, Toluca a San Mateo Otzacatipán, Toluca	0.5*
San Miguel, San Mateo Atenco a Barrio Santiago, San Mateo Atenco	4
San Nicolás Tolentino , Toluca a San José Guadalupe Huichochitlan, Toluca	2.4
San Pedro, San Mateo Atenco a Centro de Lerma	2.4
San Pedro, San Mateo Atenco a Centro de San Mateo Atenco	2
San Pedro, San Mateo Atenco a Corredor Industrial Toluca Lerma, Lerma	6.5
San Pedro, San Mateo Atenco a La Estación, Lerma	2.4
San Pedro Tultepec, Lerma a Santa Clara, Toluca	16.5
San Pedro Tultepec, San Mateo Atenco a Centro, Lerma	4.7
San Pedro Tultepec, Toluca a Centro, Toluca	17.3
Santa María de las Rosas, Toluca a Centro de Toluca	2.1
Santa Rosa, Toluca a Pilares, Metepec	7.7
Santiaguito, Metepec a Barrio de Guadalupe, San Mateo Atenco	7.6
Santiaguito, Metepec a San Mateo Atenco, Centro de San Mateo Atenco	4.3
Santiaguito, San Mateo Atenco a La Virgen, San Mateo Atenco	6.6
Promedio	**5.0**

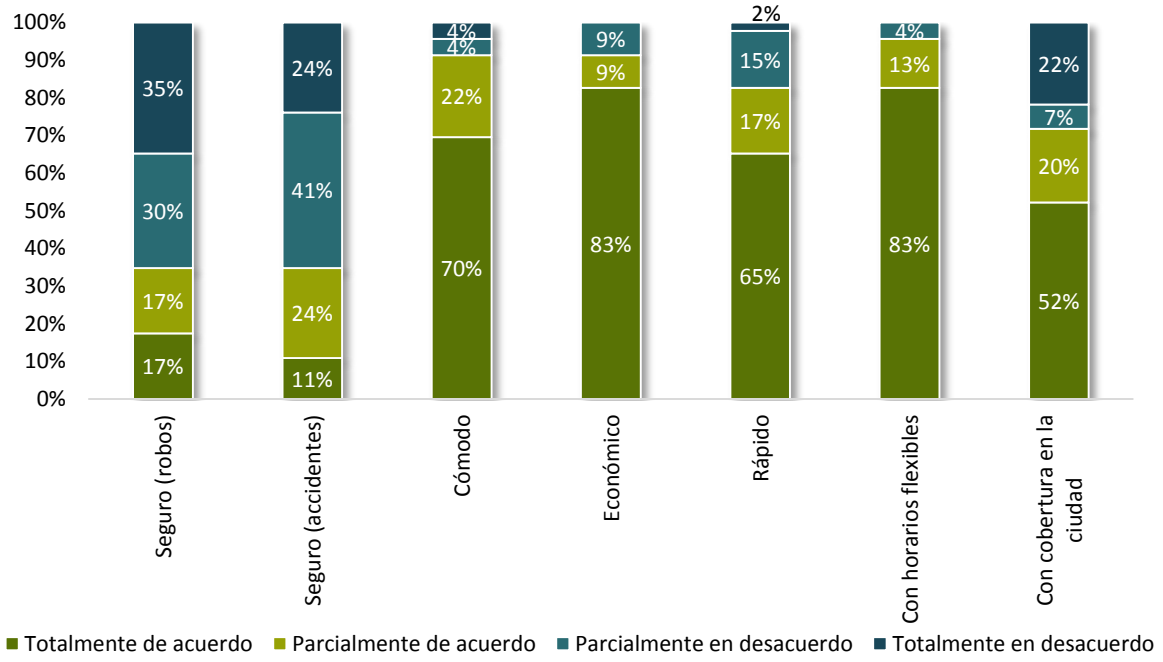
Distancia mínima considerada dado que el origen y el destino se encuentran en la misma colonia. Fuente: Elaboración propia.

Los usuarios frecuentes de la bicicleta consideran que es un modo de transporte con múltiples ventajas; es cómodo económico, rápido, con horarios flexibles y con cobertura en la ciudad. Sin embargo, más de la mitad también señalaron que no es seguro y hay más probabilidad de un accidente (Figura XI.46).

Con relación a los viajes realizados en bicitaxi, las percepciones de los usuarios son en su mayoría positivas, excepto en relación a su cobertura (Figura XI.30).

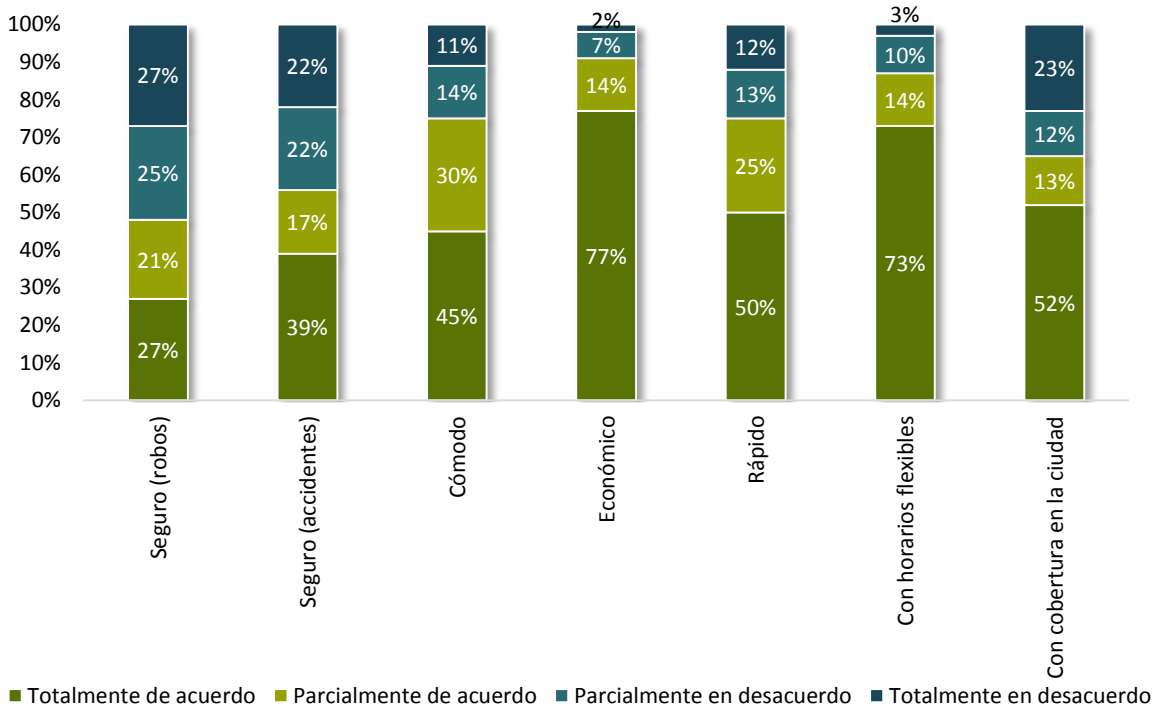
Finalmente, la mitad de los encuestados que camina frecuente para cubrir sus necesidades de transporte, no se siente seguro, aunque consideran que es cómodo, económico y rápido. Lo anterior considerando las distancias promedio de 5 km que tienen los viajes a pie en la zona (Figura XI.47).

Figura XI.46: Percepción social de los atributos de la bicicleta



Fuente: Elaboración propia.

Figura XI.47: Percepción social de los atributos de caminar



Fuente: Elaboración propia.

XI.1.4.11 Disponibilidad a pagar por un transporte de calidad

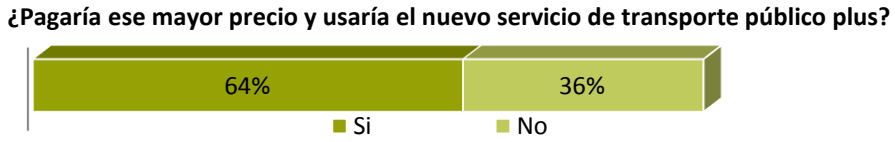
La calidad del transporte público impacta directamente a la población de menor ingreso, por ser los usuarios más frecuentes; por el contrario las personas con mayores ingresos prefieren la utilización de modos privados para desplazarse, es decir, tienen mayor disponibilidad de asumir los costos que esto representa.

La disponibilidad a pagar puede ir en función de los beneficios que ofrecen los modos de transporte. Mientras que los vehículos particulares demandan un mayor gasto para los propietarios, éste ofrece como ventaja la comodidad y la rapidez, por el contrario, el transporte público requiere de un gasto mucho menor en comparación con los vehículos particulares, sin embargo el costo en tiempo y comodidad es mayor.

Sin embargo, el incremento en los costos impacta de diferente forma a cada modo. La diferencia radica en las alternativas al uso de otros modos de transporte, es decir, mientras que para la población de menor recurso las opciones son limitadas, los automovilistas pueden decidir entre seguir usando su vehículo o utilizar el transporte público.

De acuerdo a un estudio realizado por el CMM[43] (2013), en donde se aplicó una encuesta a habitantes automovilistas de la ZMT, se les pregunto cuáles eran las características del transporte público que en mayor medida desincentivan su uso, arrojando como principales resultados la forma de manejar de los operadores, la inseguridad y la incomodidad por la saturación de usuarios al interior de las unidades. Derivado de esta pregunta se les cuestionó la disponibilidad a dejar su automóvil, en caso de existir un servicio que subsanara estas deficiencias con una tarifa $5 pesos mayor a la tarifa actual. La respuesta a este cuestionamiento resultó positiva, 60% señaló estar dispuesto a cambiar su automóvil por utilizar el transporte público en caso de mejorar sus condiciones.

Figura XI.48: Disponibilidad a cambiar el automóvil por transporte público



Fuente: CMM, 2013.

Por otro lado, se presentaron tres escenarios de restricción a la circulación de los vehículos y cobro por acceso a una determinada zona. En el primer escenario, que supone la restricción a la circulación del vehículo un día a la semana, 53% mencionó la posibilidad de utilizar el transporte público, mientras que el 47% restante buscaría modos alternos, como la adquisición de otro vehículo o utilizar el vehículo de alguien más.

En un segundo escenario, la reacción ante un incremento sustancial a la gasolina sugiere que 35% está dispuesto a pagar por el combustible aún con el incremento, mientras que 65% restante optó por otras alternativas (Figura XI.49).

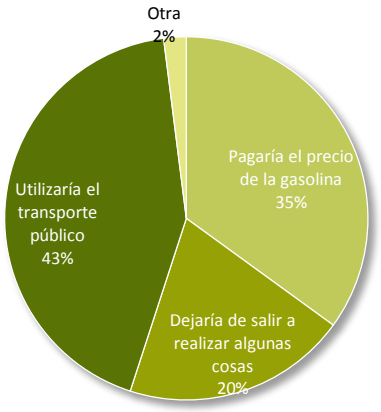
Por último, se sugirió la posibilidad de un cobro por congestión al ingresar en automóvil a determinada zona de la ciudad, donde de forma cotidiana se presenta congestionamiento de las vialidades. Ante esta posibilidad, 54% de los encuestados no está dispuesto a pagar el impuesto y en su lugar buscaría una ruta alterna para llegar a su destino.

En general, se observó que la disponibilidad a pagar un mayor está relacionada con la oferta, calidad y servicio del transporte. Es decir, la posibilidad de que el automovilista decida utilizar el transporte público para realizar sus viajes cotidianos, dependerá definitivamente de una clara mejoría en la calidad del servicio.

[43] Evaluación del Programa Hoy No Circula en la Zona Metropolitana del Valle de México: Estrategias de control vehicular para reducir la emisión de contaminantes atmosféricos en la ZMVM.

Figura XI.49: Disponibilidad a pagar por uso del vehículo particular

Si hay un incremento sustancial a la gasolina, ¿Qué haría?



Si se decidiera cobrar $10 pesos por entrar a una determinada zona de la ciudad, calculamos que el tráfico actual bajaría como a la mitad. ¿Qué haría?



Fuente: CMM, 2013.

XI.2 Análisis de la movilidad en sitio

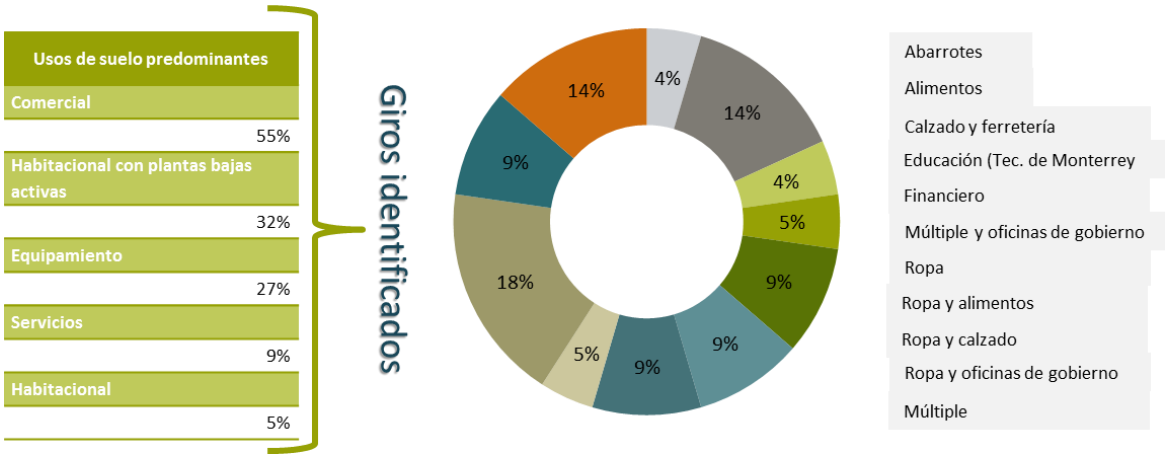
Realizar desplazamientos en diferentes modos de transporte y horarios es una actividad que permite identificar algunos problemas y particularidades de la zona de estudio, los cuales no logran ser percibidos en el trabajo de gabinete. Con este objetivo se realizaron diversos recorridos en zona de estudio empleando el transporte público, el automóvil y mediante recorridos a pie.

XI.2.1 Recorridos a pie

El ejercicio consistió en realizar desplazamientos a pie por 22 intersecciones en la zona centro de la ciudad, las cuáles fueron identificadas previamente como puntos atractores de viajes (Mapa XI.3). El motivo que orientó la selección del centro histórico para este recorrido se debe a que por definición, los centros históricos de las ciudades son espacios de encuentro para los diferentes sectores de la población, se desarrollan vínculos, se alimenta la cultura y la identidad de los habitantes, pero por su elevada concentración de actividades y servicios son comúnmente punto de conflicto.

Una de las características primordiales de la zona es el predominio de usos del suelo comercial y habitacional con plantas bajas activas. Entre los giros identificados sobresalen la venta de alimentos, ropa y calzado, lo cual responde directamente a la elevada concentración de personas y transporte (Figura XI.50).

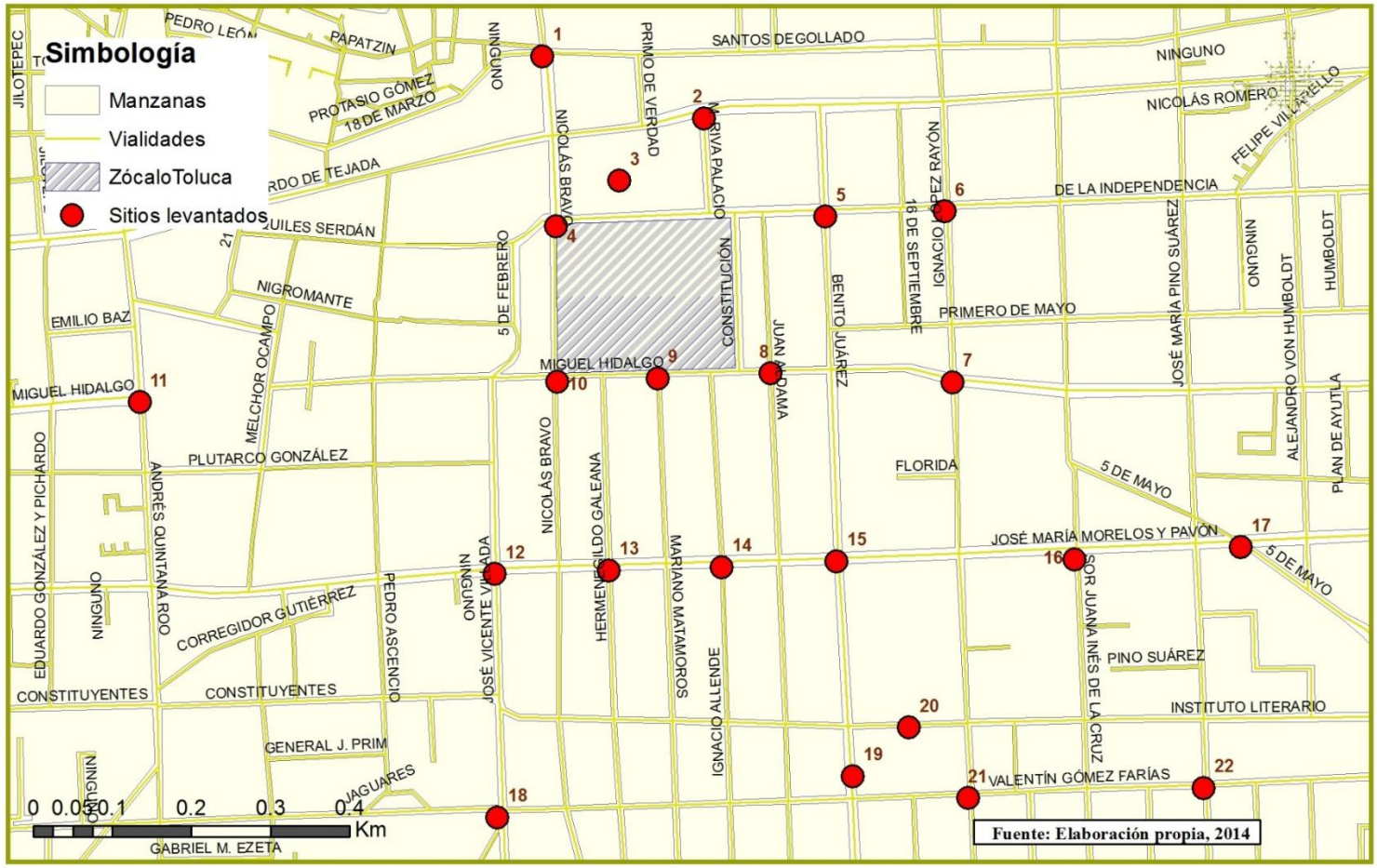
Figura XI.50: Usos del suelo y giros predominantes identificados en la zona centro



Fuente: Elaboración propia.

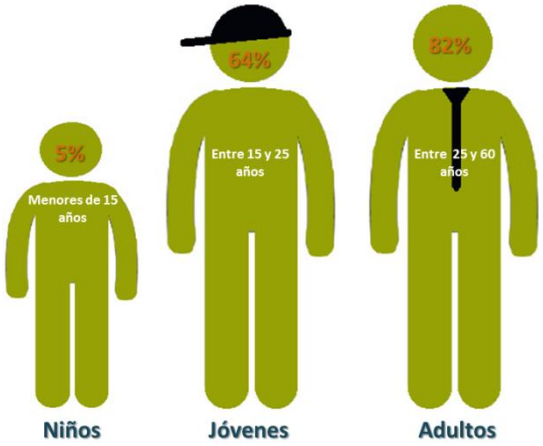
La aglomeración de personas, combinada con la existencia de banquetas angostas en la mayoría de los puntos recorridos, se traduce en un problema para la movilidad peatonal, incrementando la vulnerabilidad de sufrir un accidente para los que transitan por el lugar. Se logró identificar en 82% de los puntos la presencia de adultos mayores de 25 años, los cuales comúnmente se encuentran en edad productiva, seguido por jóvenes de entre 15 y 25 años en el 65% de los puntos, mientras que los niños tuvieron presencia únicamente en el 5% (Figura XI.51).

Mapa XI.3: Sitios levantados en recorridos a pie



Fuente: Elaboración propia.

Figura XI.51: Población en la zona por grupo de edad



Fuente: Elaboración propia.

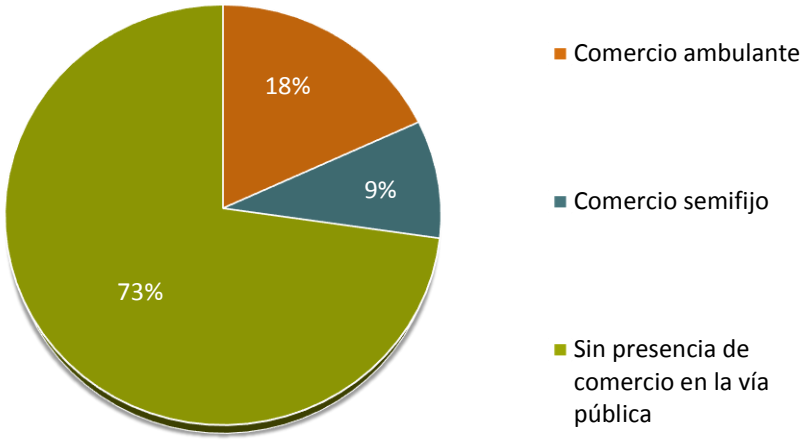
Una de las principales problemáticas vinculadas a la circulación en las calles es la presencia de comercio ambulante, que se localiza comúnmente sobre las banquetas, obstruyendo el libre tránsito de personas. Sin embargo, en el primer cuadro de la ciudad de Toluca parece ser un problema que se está controlando; durante el reconocimiento de la zona se identificó la presencia de ambulantaje ligero en únicamente 18% de los puntos, comercio semi-fijo en el 9%, mientras que en el 73% restante no fue registrado ningún comerciante informal.

A pesar de la baja presencia de comercio ambulante, la obstrucción de las aceras viales es uno de los principales elementos que ofrecen al peatón la percepción de inseguridad al caminar por un lugar; en poco más de la mitad de los recorridos no se percibió alguna sensación negativa al hacer el recorrido, sin embargo en 59% de los puntos visitados se registró algún elemento que incidía en la disminución de seguridad al caminar por la calle (Figura XI.52). Estos elementos se refieren al diseño y adecuaciones viales, ausencia de semáforos, intersecciones con un gran número de posibles movimientos vehiculares que no consideran tiempo suficiente para el cruce de peatones, coladeras destapadas, rampas y banquetas en mal estado, así como obras en proceso o sin concluir en banquetas y arroyos vehiculares.

La congestión en las banquetas es únicamente el reflejo del número de personas que todos los días se dirige al centro histórico por diferentes motivos. La diversidad de actividades lo convierte en un punto atractor de viajes, ocasionando una saturación tanto de la infraestructura peatonal como vehicular (Figura XI.53).

Durante el trabajo de campo se consideraron 2 variables para evaluar en tránsito sobre las banquetas, asignando a cada una de ellas un valor en una escala de tres opciones (si, no y medianamente) de acuerdo a la percepción del evaluador en sitio.

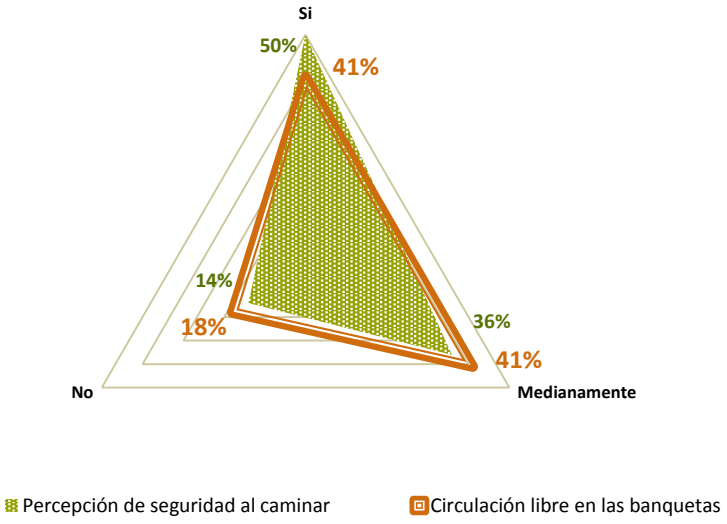
Figura XI.52: Presencia de comercio ambulante en sitios analizados



Fuente: Elaboración propia.

La primera variable respondía a la pregunta, ¿es libre la circulación en la banqueta?, y la respuesta giraba de acuerdo a cuantos obstáculos de cualquier tipo se podía encontrar en la acera, desde comercio ambulante, congestión de peatones hasta el estado físico en el que se encontraba la acera. Como resultado general de esta variable se obtuvo que en el 59% de los puntos visitados existe algún tipo de obstáculo que dificulta la libre circulación de quienes la recorren, mientras que tan solo el 41% se pudo transitar de forma libre.

Figura XI.53: Percepción del tránsito en banquetas



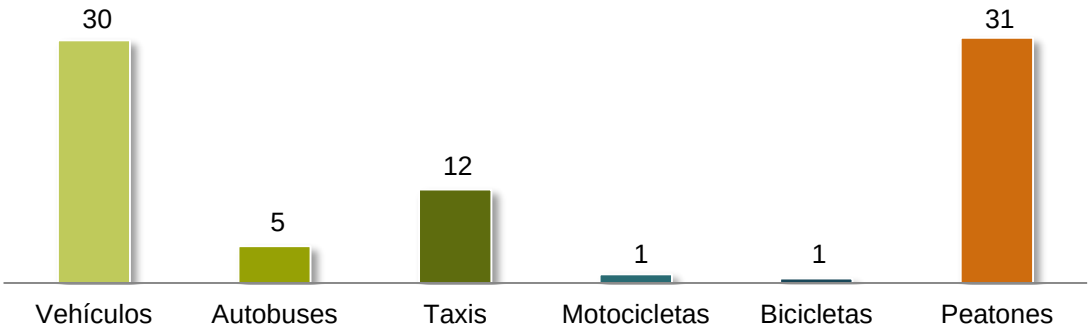
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la segunda variable, la pregunta para la evaluación fue, ¿te sientes seguro al caminar?, es importante mencionar que la sensación de seguridad contemplaba tanto la impresión de sentirse fuera de peligro de sufrir un accidente de tránsito, como de ser víctima de algún tipo de acto delictivo. Los resultados son interesantes pues se presentó un

equilibrio aparente en las respuestas, ya que exactamente en el 50% de los puntos la percepción fue positiva, es decir, no hubo ningún elemento que se presentara como amenaza de perder el bienestar personal, mientras que en el 50% de los puntos la sensación de seguridad era de medianamente a inexistente.

La congestión de personas y vehículos en la zona es evidente. Con el objetivo de medir la gravedad del fenómeno se realizó un conteo de personas y diferentes modos de transporte, entre los resultados se obtuvo que en promedio una circulación de 31 peatones por minuto y de 30 vehículos particulares en el mismo lapso (Figura XI.54).

Figura XI.54: Promedio de tránsito por minuto



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al transporte público, se denotó una visible saturación de taxis en circulación, mientras que los autobuses de pasajeros pasan en promedio 5 unidades por minuto en algunos de los puntos con mayor congestión en donde se traslapan un número considerable de rutas. Las unidades identificadas tenían como origen diferentes zonas de la zona metropolitana, es decir el servicio de transporte urbano y suburbano está sobreofertado, generando una competencia desleal entre estos dos modos de transporte. Como consecuencia, se observan autobuses en circulación semi vacíos que circulan lentamente esperando subir el mayor número de pasajeros posible o el caso contrario, en algunos tramos circulan a velocidades excesivas para llegar a los puntos identificados de ascenso de pasajeros (Figura XI.55).

Figura XI.55: Percepción en un punto fijo de la ocupación del transporte público



Fuente: Elaboración propia.

Aunado a los problemas anteriores, el servicio del transporte público carece de reglas de operación asociadas a un servicio de calidad, por ejemplo, so los transportistas quienes en la práctica definen frecuencias, velocidad de circulación y paradas de ascenso y descenso de pasajeros.

Durante los recorridos realizados, sólo 18% de las paradas disponía de algún tipo de señalización que indicara el punto de ascenso y descenso.

XI.2.2 Recorridos en transporte público

Para realizar un reconocimiento de la zona a bordo del transporte público, y conocer las condiciones de operación del servicio de autobuses y taxis colectivos, se realizaron 10 viajes con origen en la central de autobuses a diferentes destinos distribuidos en la zona urbana de Toluca, la mayoría de ellos localizados en la periferia de la ciudad (Tabla XI.16 y Mapa XI.4).

Tabla XI.16: Listado de sitios visitados en transporte público

No.	Nombre del Sitio
1	Aeropuerto
2	FIDEPAR
3	Galerías Metepec
4	Parque Ambiental bicentenario
5	Parque Lic. Hank González
6	Tecnológico de Monterrey
7	Cabecera municipal Almoloya de Juárez
8	Cabecera municipal Temoaya
9	Cabecera municipal Ocoyoacac
10	Cabecera municipal Otzolotepec

Fuente: Elaboración propia.

Se identificaron paradas de ascenso y descenso en solo 4 de las 10 rutas recorridas, cabe mencionar que las paradas no siempre son establecidas por las autoridades sino por los

mismos transportistas o por costumbres propias de la población; en cuanto al tiempo de espera para abordar el vehículo, el promedio es de 8 minutos[44].

Dadas las características particulares de los vehículos de transporte público y transporte privado, el promedio de tiempo/distancia recorrida no es homogénea; mientras que en automóvil particular se pueden recorrer en promedio 37 km en una hora[45], en autobús disminuye a la mitad (16.6 km por hr). Lo anterior, a pesar de que la velocidad de circulación de los autobuses se apreció en un 60% de los recorridos como rápida, 20% como regular y solo en el 20% se percibió como lenta. El tiempo de recorrido aumenta por las paradas continuas y sobre todo, por los tiempos de espera inducidos por los operadores para captar un mayor número de usuarios. En el 40% de los recorridos restantes la velocidad de circulación se clasificó como rápida y muy rápida, incrementando la vulnerabilidad de sufrir un accidente vial. Aunado a lo anterior la forma de conducir de los operadores se percibió en el 80% de los viajes como mala y muy mala[46]; en tanto que solo en el 20% de los recorridos la conducción de los choferes se percibió como buena. Además, en el 60% de los autobuses se encontró algún tipo de distracción para el conductor, como música a volumen alto o acompañantes.

Otra de las problemáticas detectadas fue el estado físico de las unidades, en el 80% de los casos se encontraron unidades en condiciones de regulares a malas, y es notable que su vida útil ha sido rebasada; los asientos están en mal estado o sobre puestos, al igual que los pasamanos para la gente que va de pie. En el 70% de los viajes se tuvo durante todo el recorrido una sensación de inseguridad.

Para conocer la ocupación de las autobuses se contabilizó el número de pasajeros tanto en el ascenso como en el descenso. La ocupación de los autobuses varía en función del horario; entre las 10:00 y las 11:00 de la mañana la ocupación es mayor en los viajes que tienen por destino la central camionera, a partir de ese horario y hasta las 12:00 del día disminuye notablemente la ocupación en ambos sentidos. A partir del mediodía y hasta las 3 de la tarde la ocupación de las autobuses se incrementa, sin embargo es muy variable, ya que se encontraron algunas rutas cuyas unidades, incluso en los horarios de mayor afluencia de pasajeros, prácticamente realizan recorridos en vacío. Mientras que la capacidad de los autobuses se encuentra entre los 40 y 50 pasajeros, su ocupación máxima fue de 37 pasajeros en un horario pico; en general, la ocupación media en el total de pasajeros en los trayectos fue de 10 al ascender y 12 al descender (Tabla XI.17).

[44] El promedio de espera para abordar una unidad se definió a partir del destino, por lo tanto no está directamente relacionado con la frecuencia de autobuses por minuto, este conteo se refiere al total de unidades por minuto sin importar origen-destino de cada ruta.
[45] Se realizó el cálculo para automóvil particular con información obtenida en Google maps (tiempo y kilómetros recorridos en automóvil).
[46] Para calificar la forma de conducir de los operadores del transporte público se tomó en consideración la velocidad de circulación, el frenado de las unidades y la forma de hacer maniobras.

Tabla XI.17: Comportamiento estadístico de pasajeros en ascenso y descenso

Al ascender	Al descender
Mínimo	Mínimo
1	1
Media	Media
12	10
Máximo	Máximo
37	21

Fuente: Elaboración propia.

Los recorridos realizados en transporte público permitieron la detección de las principales problemáticas de este modo; entre las que se incluyen: dificultades para localizar las paradas de ascenso, el tiempo de espera de los usuarios para abordar el autobús, el mal estado de los sitios de ascenso y descenso que elevan el grado de exposición de sufrir un accidente al localizarse sobre banquetas en mal estado y/o congestionadas, el ascenso de pasajeros sobre el arroyo vehicular o desde un segundo carril (Figura XI.56).

En cuanto a la calidad del servicio y el estado físico de las unidades, el panorama es similar, los operadores tienen una actitud negativa hacia los usuarios, los elementos distractores combinados con la velocidad excesiva en los tramos donde las vialidades no están congestionadas, y las maniobras bruscas al circular son un peligro latente para los usuarios y para quienes circulan cerca de ellos; o por el contrario, el tiempo de espera en cada parada y/o la circulación excesivamente lenta, duplican del tiempo de recorrido. Además, por el deterioro notable de las unidades, tanto de aspectos mecánicos como de carrocería e interiores, se puede inferir que su vida útil concluyó.

Mapa XI.4: Ubicación de los destinos en transporte público

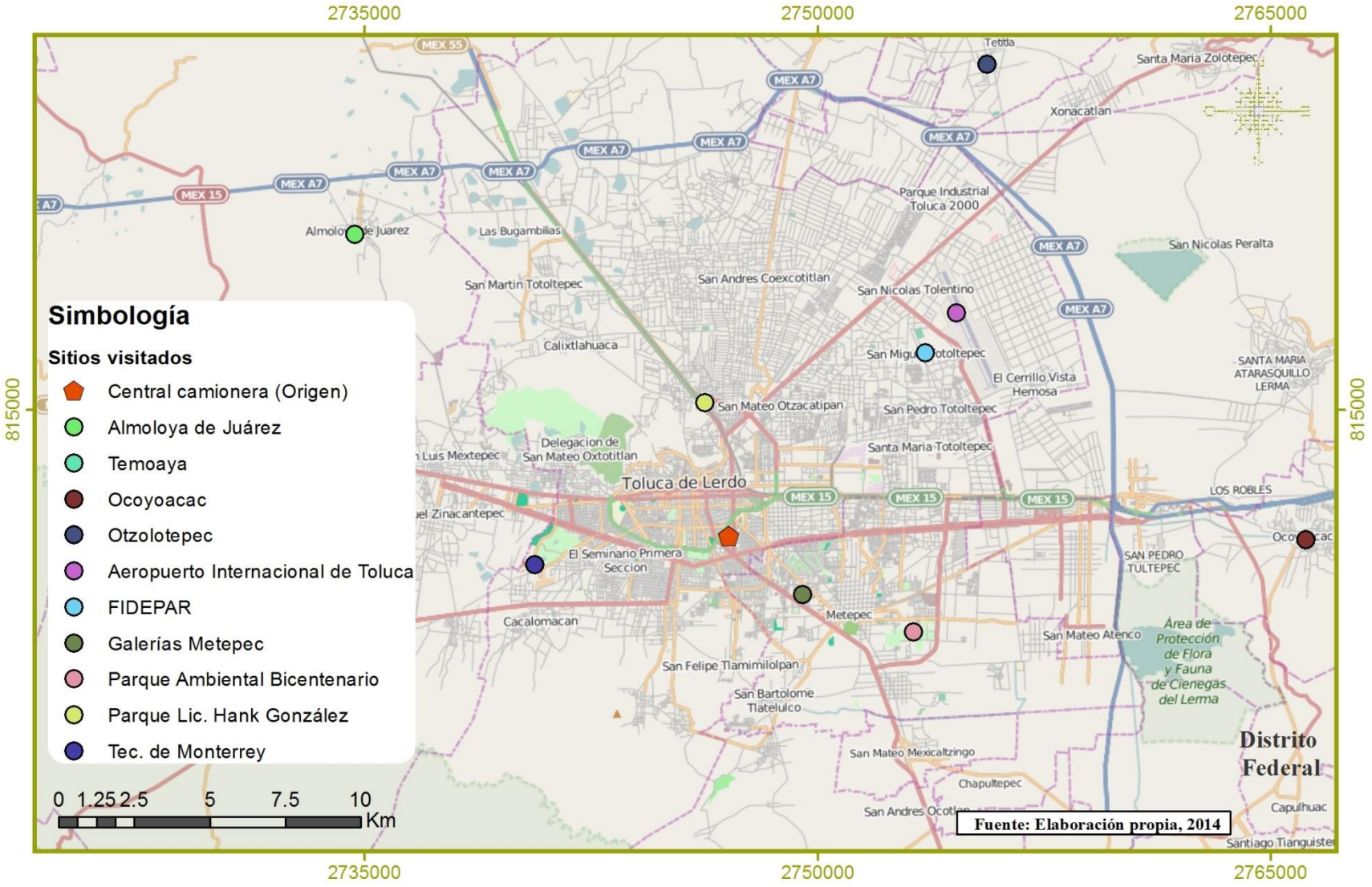
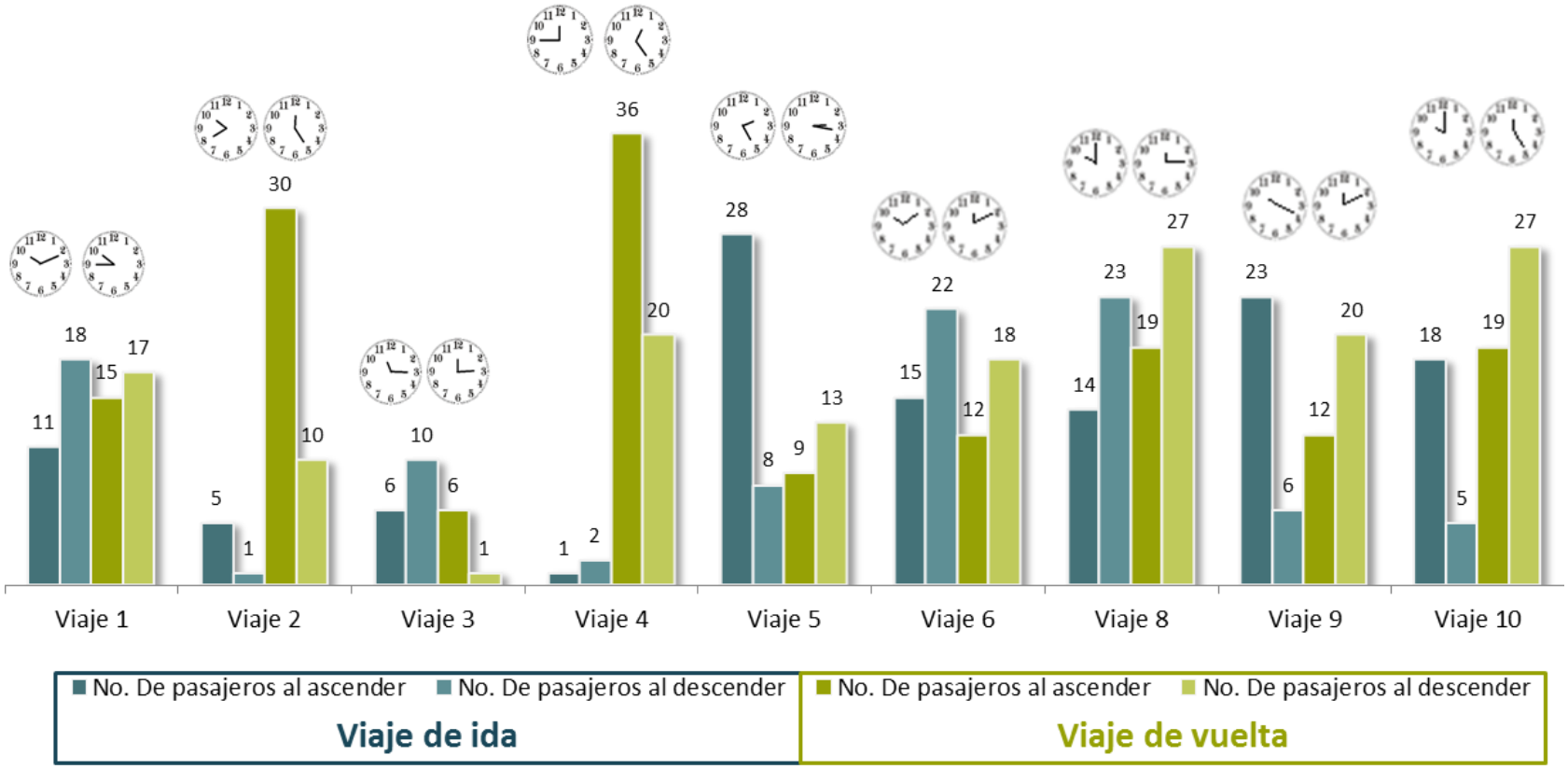


Figura XI.56: Ocupación de autobuses por tipo de viaje

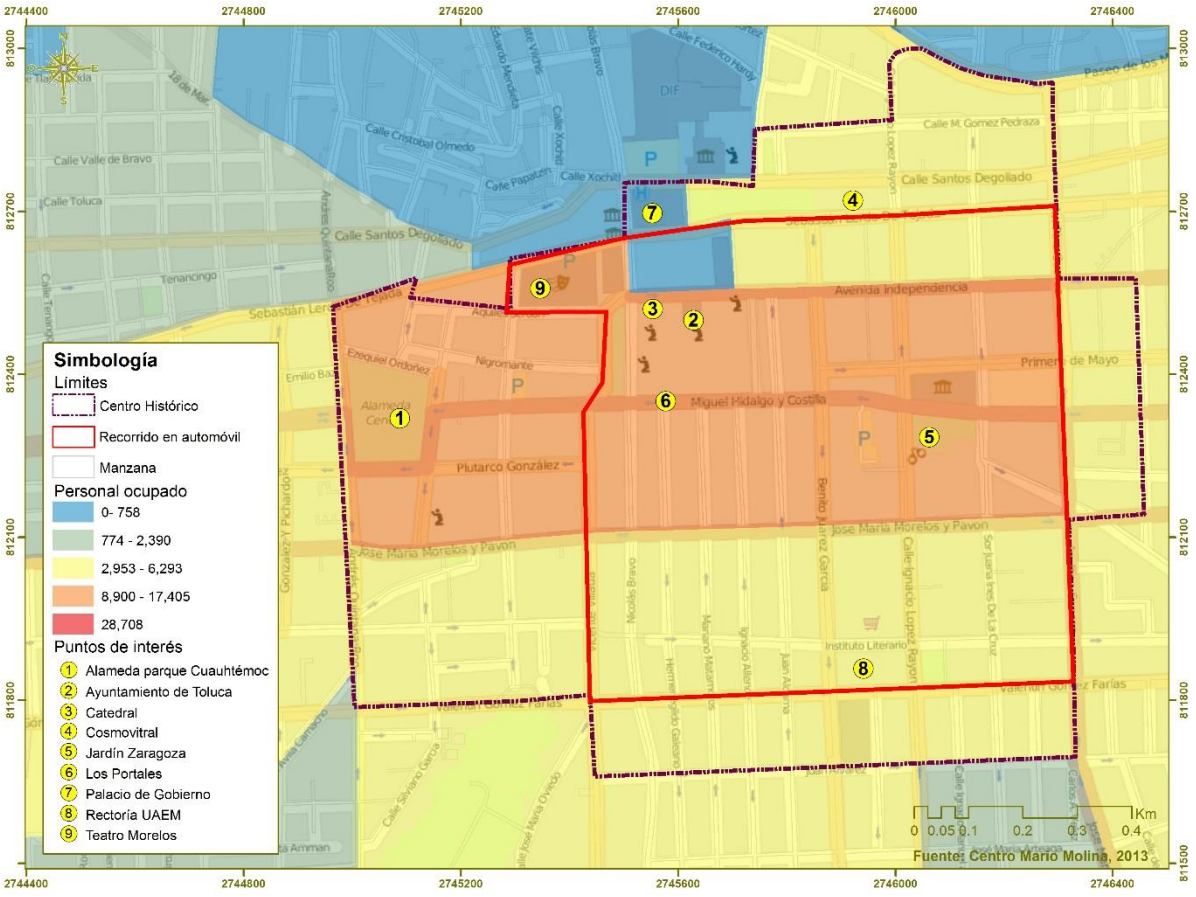


Fuente: Elaboración propia

XI.2.3 Recorrido en automóvil

Para realizar el recorrido en automóvil se definió un circuito al interior del primer cuadro de la ciudad, al ser un punto importante por el nivel de atracción dada la diversidad de actividades, una elevada concentración de personal ocupado, hitos emblemáticos y turísticos de la ciudad, así como donde se traslapan la mayoría de las rutas de transporte público. El recorrido inicio a las 9:00 am y se concluyó alrededor de las 9:35 am., se eligió este horario por considerarse hora pico (Mapa XI.5).

Mapa XI.5: Circuito recorrido en automóvil particular



Fuente: Elaboración propia.

La delimitación del circuito realizado fue la siguiente: inicia en la esquina de Instituto Literario y José Pino Suárez en dirección hacia el norte hasta llegar a la calle Sebastián Lerdo de Tejada , en ese punto de da vuelta a la izquierda en dirección al poniente, de ahí hasta llegar a la esquina con Pedro Ascencio, en ese punto se gira a la izquierda, identificándose esa zona como una de las más complicadas en todo el circuito, pues el sentido de las calles se cortan y por lo tanto se obliga a dar vuelta nuevamente a la izquierda en Aquiles Serdán e incorporarse a 5 de Febrero dirección sur, dando vuelta a la izquierda nuevamente en Instituto literario para terminar el circuito.

Como principales resultados se observó un nivel de congestión alto con una velocidad constante en promedio en todo el camino de 20 km/hr. Durante todo el recorrido se pudieron identificar diferentes modos de transporte en circulación, desde vehículos particulares hasta transporte público (autobuses y taxis) que realizaban paradas constantes, obstruyendo carriles tanto laterales como centrales, además no se identificaron paradas establecidas para el ascenso y descenso de pasajeros. En cuanto el transporte de carga, se detectaron diversos puntos donde se mantienen detenidos durante lapsos largos de tiempo, situación que entorpece en gran medida el tránsito vehicular.

En cuanto a la señalización indicativa para automovilistas, cabe la pena mencionar que a pesar de que la existente se encuentra en su mayoría visible y en buen estado, al tener identificado un destino y no conocer la ciudad, resulta confusa e incompleta, aunado a que la nomenclatura de las calles es casi inexistente, como consecuencia es inevitable la desorientación del conductor. En cuanto a la señalización restrictiva, se visualizó que en la parte sur del primer cuadro no se respetan los discos que prohíben estacionarse utilizando los carriles laterales para estacionamiento de automóviles.

Como factores de inseguridad durante el recorrido se encontró que, por una parte los peatones circulan por el arroyo vehicular (principalmente en las calles con banquetas estrechas o saturadas), además no cruzan en los pasos peatonales o en las esquinas, y no respetan las señales de los semáforos. Por otra parte, para librar la congestión vehicular, los automovilistas realizan movimientos bruscos incrementando el riesgo de accidentes viales por alcance entre vehículos, o el atropellamiento de un peatón. En conclusión, la circulación en vehículo por el centro histórico resulta complicada, la concentración de transporte público y automóviles particulares genera al conductor una clara sensación de estrés y aprensión de sufrir un percance.

XI.2.4 Principales problemáticas identificadas

A) Problemáticas estructurales:
   - Información desactualizada
   - Existen líneas de acción de pero no proyectos definidos
   - Los proyectos existentes están dirigidos a la creación de infraestructura

B) Problemáticas territoriales y de servicio de transporte:
   - Carece de vialidades estructuradoras entre las vialidades concéntricas.
   - Vehículos de pasajeros y de carga que sólo cruzan la región en tránsito hacia otros destinos.
   - La central camionera rebasa su capacidad y es el principal punto de llegada.
   - Mezcla de flujos vehiculares, regionales subregionales, Metropolitanos y locales.
   - Indefinición entre tramos de carreteras federales de acceso al área urbana metropolitana y tramos que son suburbanos y urbanos.
   - Concentración de contaminantes
   - Sobreoferta

- Unidades viejas e inseguras
- Baja velocidad de circulación por congestión
- Tiempos elevados de desplazamiento
- Costos elevados
- Ineficiencia operacional
- Ausencia de estructura organizacional
- Competencia por modelo hombre-camión
- Inseguridad
- Crecimiento horizontal de la ciudad
- Concentración de actividades en la zona Centro

XI.3 Aforos

Paralelo a la realización del presente estudio, el Centro Mario Molina llevó a cabo un estudio enfocado al desarrollo de una guía metodológica que permita la implementación de zonas de baja emisión (ZBE)[47] en ciudades de la megalópolis del centro de México. Las zonas de estudio para el desarrollo de la misma se centran en las ciudades de México y Toluca.

El análisis incluyó la realización de aforos en transporte público y vehicular. En el caso de Toluca, el área de estudio comprende la zona núcleo de la metrópoli en términos de dinámica económica y de servicios, por lo que en materia de movilidad presenta retos importantes a mejorar (Mapa XI.8).

De forma complementaria se realizó una encuesta con el objetivo de identificar los principales patrones de movilidad en torno a la zona.

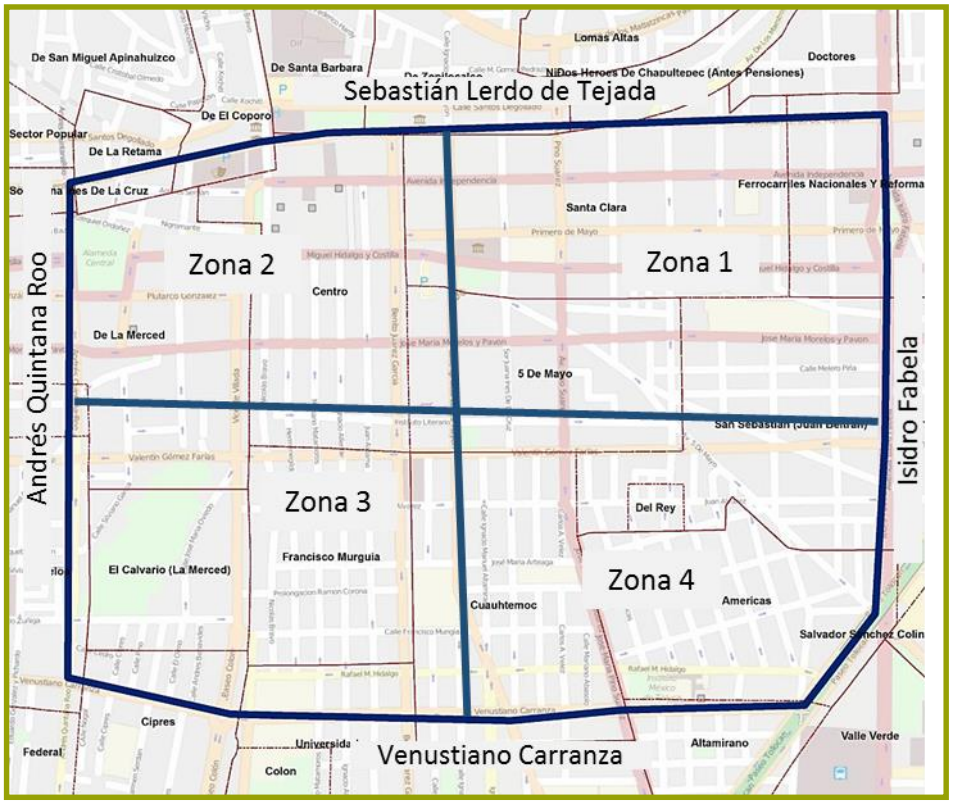
Los resultados ayudan a contextualizar y resaltar la importancia de la zona centro de Toluca como una gran atractora de viajes con una movilidad dominada por los viajes en automóvil privado y en transporte público.

Delimitación del polígono

Al norte la Avenida Lerdo de Tejada; al oriente la Avenida Isidro Fabela y Paseo Tollocan, al sur la Avenida General Venustiano Carranza; al poniente la Avenida Andrés Quintana Roo.

[47] Es un área geográficamente definida con el objetivo de mejorar la calidad del aire y la salud tanto de la población residente como de quienes transitan por ella, en particular la más vulnerable debido a su exposición a contaminantes. El instrumento para lograr lo anterior es reducir el número de vehículos que circulan en un área en particular. Esto debe estar acompañado de medidas de apoyo que fortalezcan el cambio modal a través de la oferta de transporte público de calidad, el impulso a la movilidad no motorizada y la seguridad vial, además de fortalecer la dinámica urbana.

Mapa XI.6: Zonas de estudio propuesta como ZBE, centro de Toluca



Fuente: CMM y CTS Embarq México, 2014.

Colonias

El polígono comprende un total de 13 colonias, mismas que se enlistan a continuación:

- De la Merced
- El Calvario
- Centro
- Francisco Murguía
- Santa Clara
- 5 de Mayo
- Cuauhtémoc
- Del Rey
- Américas
- San Sebastián
- Ferrocarriles Nacionales y Reforma
- De la Reforma
- De El Coporo

Datos generales

Al interior del polígono residen aproximadamente 20 mil habitantes, que sumados a los casi 27 mil visitantes, dan un total de 46.5 mil ciudadanos que interactúan diariamente dentro de la zona.

En cuanto a la población vulnerable se refiere, la zona es habitada por 3 mil infantes y 2 mil adultos mayores de más de 65 años.

Tabla XI.18: Características principales de la ZBE-Toluca

Área (km^2)	Densidad (hab/km^2)	Población total	Población vulnerable; 0-14 años	Personal ocupado	Equipamientos atractores	Estaciones STC Metro y Metrobús
3	6 585	19 755	3 017	26 776	118	n/a

Fuente: CMM, 2014

XI.3.1 Transporte público concesionado

En la zona se detectaron 27 intersecciones donde circula al menos una ruta de transporte público concesionado de un total de 62 dentro de los límites de la ZBE. La estimación de los flujos de entrada y salida de viajes para el transporte público concesionado no incluye los viajes realizados en taxis colectivos que operan en la zona, ya que estos no cuentan con una regulación en la imagen del vehículo que haga posible identificar cuando se trata de un viaje exclusivo o compartido.

La ZBE propuesta para Toluca se subdividió en cuatro zonas cuyo comportamiento en el flujo de viajes es similar. Los horarios de operación registrados para el servicio público se realizaron con base a las observaciones de campo, es decir se cubre todo el horario de servicio exceptuando los primeros 60 minutos al inicio y término del horario de operación.

Los resultados se presentan a continuación por tipo de flujo, zona y hora. El número total de flujos de entrada de viajes es mayor en 46% respecto a los de salida, la zona 2 tiene la mayor diferencia entre lo flujos de viajes. El comportamiento máximo de los flujos de entrada es por la mañana (Tabla XI.18 y Figura XI.57).

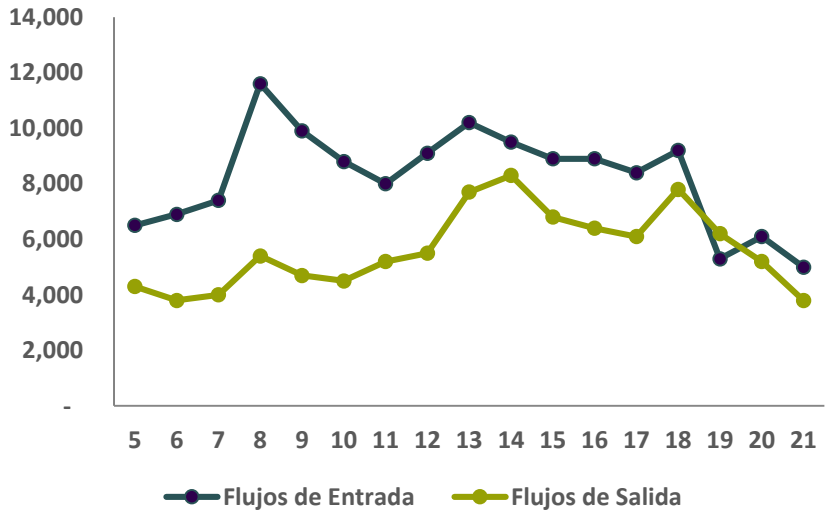
Tabla XI.19: Flujo de entradas y salidas por zona del transporte público concesionado, ZBE-Toluca

Hora	Flujo de entrada de viajes				Flujo de salida de viajes			
	1	2	3	4	1	2	3	4
5	1 400	2 400	1 900	800	1 800	300	1 700	500
6	1 600	2 000	1 600	1 700	1 600	200	1 600	400
7	1 100	3 500	800	2 000	2 500	900	400	200
8	3 100	3 900	1 500	3 100	3 200	800	1 000	400
9	3 000	2 900	1 500	2 500	2 600	500	1 100	500

Hora	Flujo de entrada de viajes				Flujo de salida de viajes			
	1	2	3	4	1	2	3	4
10	2 400	2 900	1 100	2 400	2 400	500	1 200	400
11	2 000	2 700	1 000	2 300	2 800	500	1 300	600
12	2 400	2 700	1 400	2 600	2 900	400	1 500	700
13	2 500	3 200	1 600	2 900	4 300	400	2 100	900
14	2 600	3 000	1 400	2 500	4 200	500	2 800	800
15	2 400	2 800	1 200	2 500	2 900	300	2 700	900
16	2 600	2 500	1 200	2 600	2 900	400	2 400	700
17	2 800	2 100	1 100	2 400	2 900	300	2 200	700
18	3 500	2 200	1 200	2 300	4 200	300	2 300	1 000
19	2 100	1 100	800	1 300	2 600	100	2 800	700
20	600	2 300	1 700	1 500	2 700	400	1 600	500
21	1 100	1 800	1 300	800	1 700	300	1 500	300
Subtotal	37 200	44 000	22 300	36 200	48 200	7 100	30 200	10 200
Total		**139.700**				**95,700**		

Fuente: CMM y CTS Embarq México, 2014.

Figura XI.57: Comportamiento de los flujos en transporte público concesionado, ZBE-Toluca



Fuente: CMM y CTS Embarq México, 2014.

XI.3.2 Vehículos privados

Se registran 61 intersecciones en el contorno de la ZBE de Toluca, de éstas, 34 son flujos de entrada y 34 de salida, cabe señalar que la suma total de entradas y salidas difiere de las intersecciones debido a que hay vialidades de doble sentido. De las 61 intersecciones existentes, se realizaron aforos en 29, dentro de las cuales se aforaron todas las vialidades primarias.

La clasificación vehicular no incluye taxis colectivos, debido a que visualmente no es posible distinguirlos de los taxis exclusivos.

Para la estimación de pick ups, SUV´s y camionetas de 3.5 toneladas, se utilizó el padrón vehicular más reciente (2013) y se aplicaron los porcentajes de composición al grupo de autos particulares.

En la Tabla XI.19 se muestran los resultados por tipo de vehículos y flujo en promedio para día hábil.

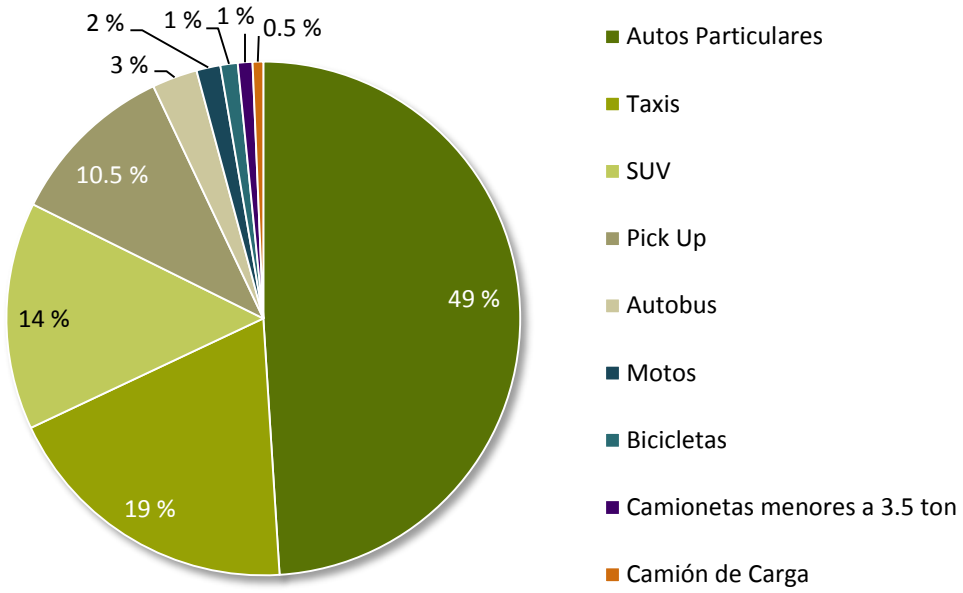
Tabla XI.20: Tipo de vehículos que entran y salen de la ZBE-Toluca

Tipo de vehículo	Flujo de entrada de vehículos	Flujo de salida de vehículos
Bicicletas	1 300	1 500
Motos	1 800	1 600
Autos Particulares	58 500	59 800
Taxis	22 700	31 000
Autos con Remolques	0	0
SUV	17 100	17 100
Pick Up	12 700	13 300
Camionetas menores a 3 Toneladas	1 100	1 200
Microbús	0	1 100
Autobús	3 400	6 800
Turístico	0	0
Camión de 2 ejes	800	500
Camión de 3 ejes	0	0
Camión de 4 ejes	0	0
Camión de 5 ejes	0	0
Camión de 6 ejes o mas	0	0
Tractocamión de 5 ejes o menos	0	0
Tractocamión de 6 ejes	0	0
Tractocamión de 7 ejes o mas	0	0
Total	**119 400**	**133 900**

Fuente: CMM y CTS Embarq México, 2014.

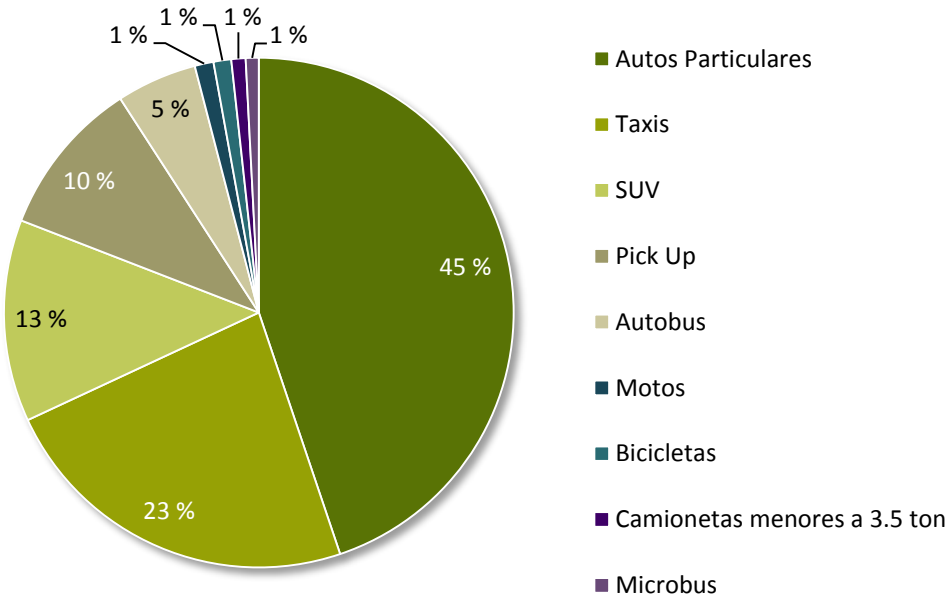
Como se observa en las Figuras XI.58 y XI.59, para ambos casos, flujos de entrada y salida, cerca del 50% corresponde a vehículos particulares o compactos, seguidos por taxis autorizados con 21%.

Figura XI.58: Composición vehicular de flujos de entrada, ZBE-Toluca



Fuente: CMM y CTS Embarq México, 2014.

Figura XI.59: Composición vehicular de flujos de salida, ZBE-Toluca



Fuente: CMM y CTS Embarq México, 2014.

Para obtener el reparto modal es necesario convertir los flujos de vehículos en viajes, por lo que se utilizaron factores de ocupación vehicular de acuerdo a cada modo de transporte. Solo se encontró referencia para factores de ocupación vehicular para el transporte

particular[48], para el resto de vehículos se utilizaron los supuestos de un viaje persona por vehículo (Tabla XI.21).

No se consideraron los vehículos de transporte público, ya que se desarrollaron otros estudios para la estimación de los viajes.

Tabla XI.21: Flujo de viajes entradas y salidas por modo, ZBE-Toluca

Conceptos	Flujo de vehículos de entrada	Flujo de vehículos de salida	Factores de viaje	Flujo de viajes de entrada	Flujo de viajes de entrada
Bicicleta	1 300	1 500	1	1 300	1 500
Motos	1 800	1 600	1	1 800	1 600
Autos particulares	112 100	122 400	1.2	134 520	146 880
Vehículos de carga	800	500	1	800	500

Fuente: CMM y CTS Embarq México, 2014.

XI.3.3 Velocidades en la ZBE-Toluca

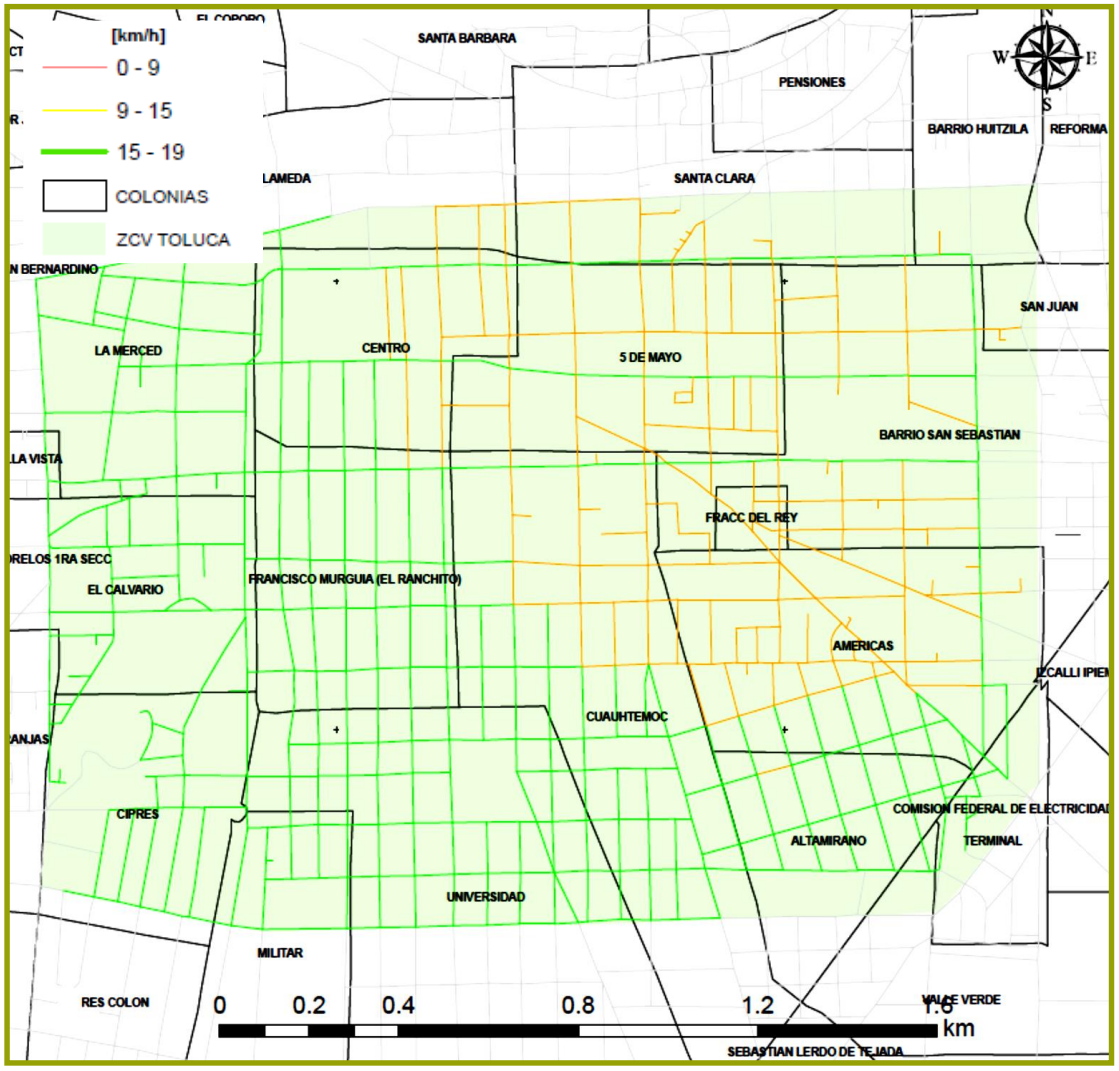
En este apartado se presentan los resultados de las estimaciones de las velocidades en la zona de estudio. Como insumos se utilizó la red vial de la ZMVM con atributos de velocidad utilizados en estudios anteriores. Los insumos para la función flujo demora fueron los flujos vehiculares obtenidos de los aforos realizados en la ZBE.

El Mapa XI.9 y la Tabla XI.21 muestran los resultados a detalle que se obtuvieron para el periodo pico de la mañana. En la parte nororiente se observan las menores velocidades de entre 0 – 9 km/hr, mientras que para el resto de la zona las vialidades aumentan a el rango entre 15 y 20 km/hr.

En cuanto a velocidades promedio, lo resultados muestran que al menos en la hora pico matutina la zona más problemática se localiza al centro y nororiente de la zona, es decir, la zona del centro histórico y su zona de influencia inmediata, las velocidades estimadas rondan entre los 9 y 15 km/hr.

[48] De acuerdo con el estudio del Fideicomiso para el Mejoramiento de las Vías de Comunicación (FIMEVIC) el factor de ocupación vehicular se encuentra en un rango de 1.2 a 1.7, se utilizó el rango mínimo para una estimación conservadora.

Mapa XI.7: Velocidades en vialidades de la ZBE-Toluca – Periodo AM



Fuente: CMM y CTS Embarq México, 2014.

Tabla XI.22: Velocidades promedio por periodo en la ZBE-Toluca

Tipo de vialidad	Velocidad promedio AM (7:00 A 9:00)	Velocidad promedio MD (10:00 A 17:00)	Velocidad promedio PM (18:00 A 21:00)	Velocidad promedio NC (22:00 A 6:00)*
Primaria	17.5	18	17.5	17.1
Secundaria	12.7	12.8	12.6	12.4
Terciaria	14.6	14.6	14.5	14.4
Promedio	**14.4**	**14.4**	**14.3**	**14.1**

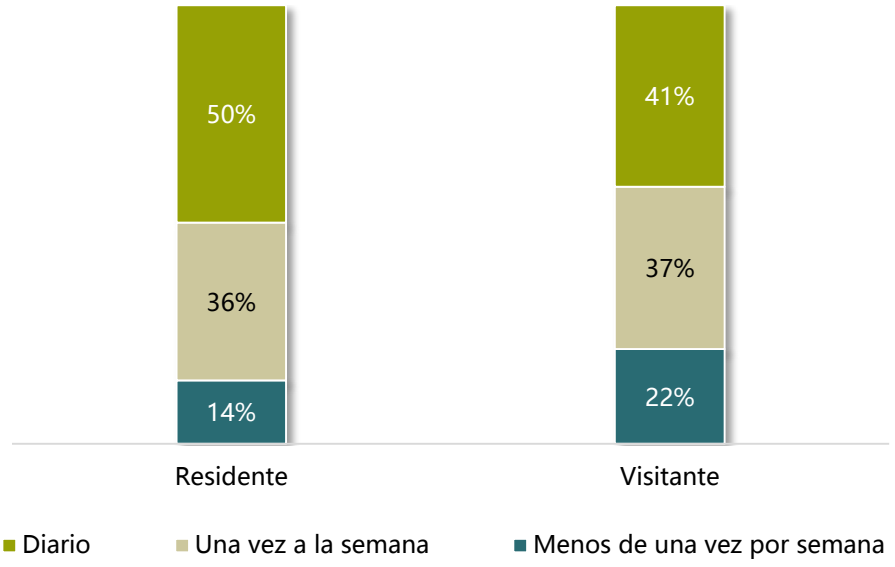
AM: mañana, MD: medio día, PM: tarde: NC: noche. *El periodo comprende de 22:00 a 6:00 del siguiente día.
Fuente: CMM y CTS Embarq México, 2014.

XI.3.4 Patrones de movilidad principales

En este apartado se muestra el análisis de la encuesta de movilidad respecto a las ZBE. Se resaltan aspectos relacionados con los patrones de movilidad de quienes residen dentro de la zona, de quienes la visitan por diversos motivos, y de aquellos que únicamente cruzan el polígono para viajar a un destino específico fuera del mismo.

En la Figura XI.60, se muestra la frecuencia de viajes por tipo de encuestado. Los principales hallazgos en el caso de las personas residentes al interior del polígono, ejemplifican que la mitad de ellos realiza su viaje con una frecuencia diaria mientras que para las personas que visitan la zona ésta es del 41%. Por otro lado, los viajes ocasionales, que se realizan una vez por semana, son mucho más comunes en los visitantes que en los residentes.

Figura XI.60: Frecuencia de viajes a la ZBE-Toluca

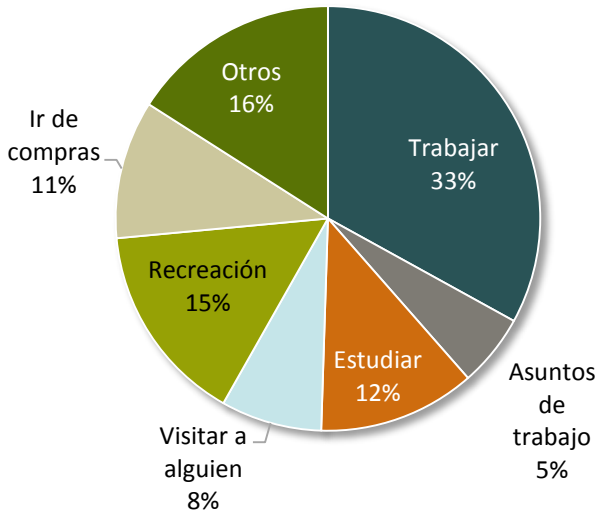


Fuente: CTS y CMM, 2014.

El principal motivo de viaje, tanto para visitantes como para residentes, es volver a casa con una participación de 46%. El segundo motivo de viaje en la ZBE es el trabajo con 21% para los que residen y visitan la zona. Otras actividades identificadas son las compras, el estudio y la recreación (Figura XI.61).

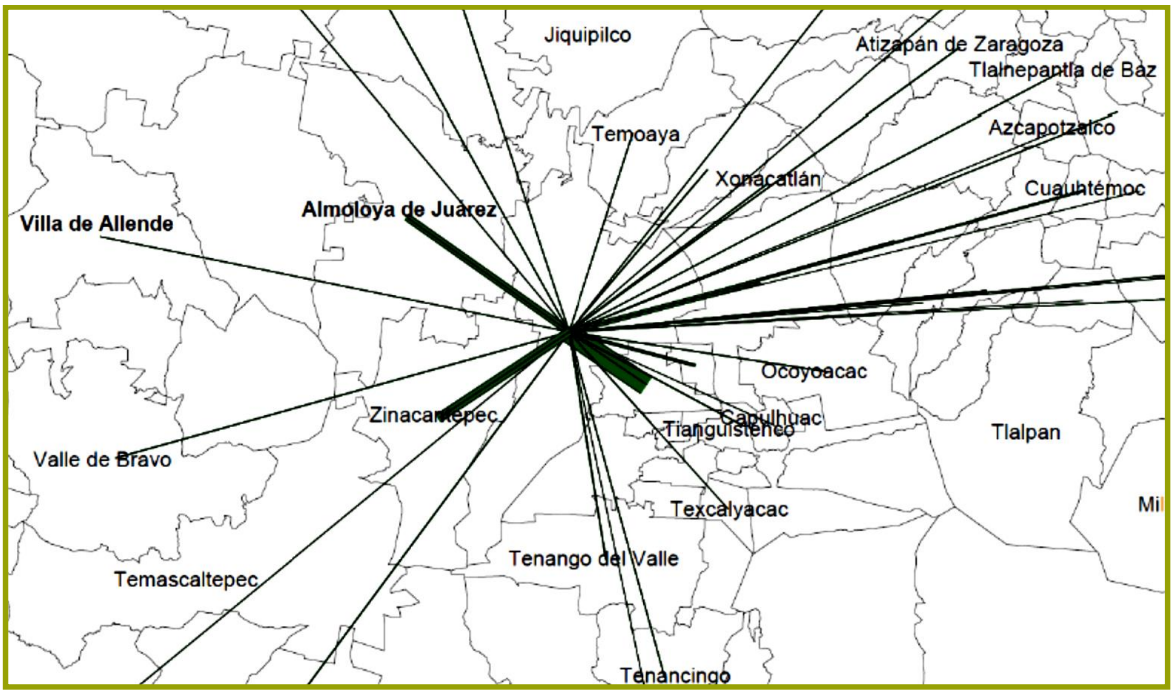
Como se puede observar en el Mapa XI.8, el origen y destino de los viajes que entran y salen de la zona se concentran en el Municipio de Toluca con 76% y 99%, respectivamente. Otros municipios donde se originan viajes con destino a la zona son los municipios de Metepec, Zinacantepec y Almoloya de Juárez. Se detectaron viajes en otros 24 municipios y delegaciones que en conjunto representan 4.5% de viajes hacia la zona y solo 0.3% de viajes desde la zona.

Figura XI.61: Motivo de viaje a la ZBE-Toluca



Fuente: CTS y CMM, 2014.

Mapa XI.8: Origen–Destino de los viajes por delegación, ZBE-Toluca



Fuente: CTS y CMM, 2014.

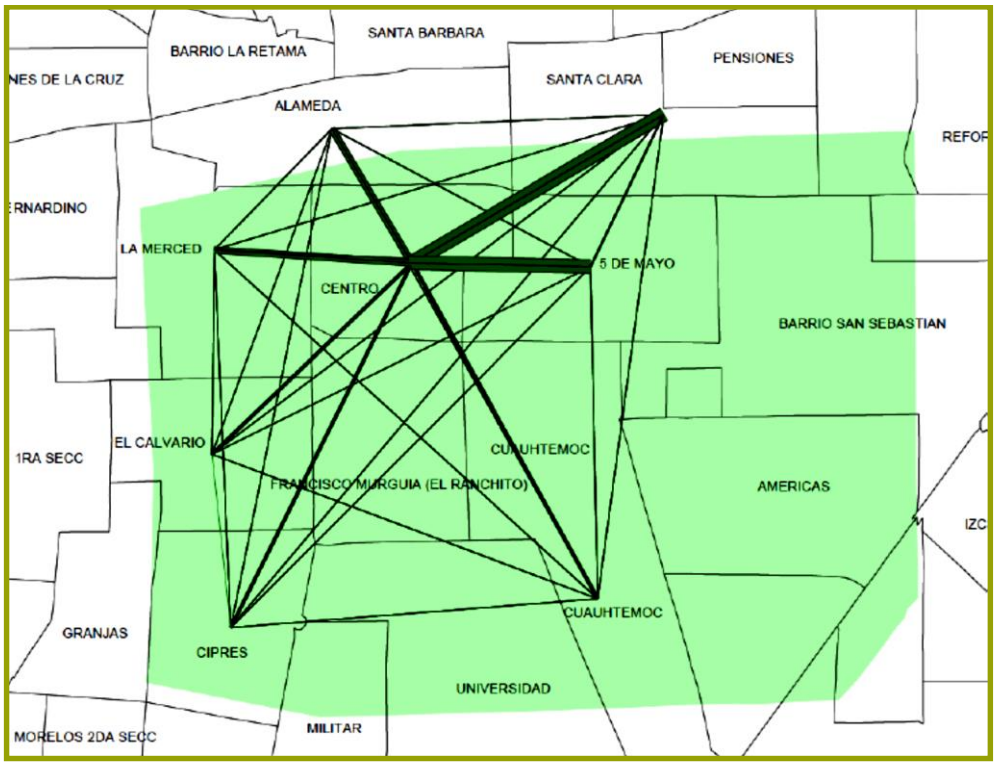
Tabla XI.23: Origen–Destino de los viajes por delegación, ZBE-Toluca

Municipio/Delegación	Viajes hacia la zona	Viajes desde la zona
Toluca	76 %	99 %
Metepec	9 %	0.21 %
Zinacantepec	4 %	0 %
Almoloya de Juárez	3 %	0 %
Lerma	2 %	0 %
Otros	5 %	0.32 %

Fuente: CTS y CMM, 2014.

En lo que respecta a los viajes internos o dentro de la ZBE de Toluca (Mapa XI.9) las colonias con mayor número de viajes atraídos y generados son la colonia Centro, 5 de Mayo y la Merced.

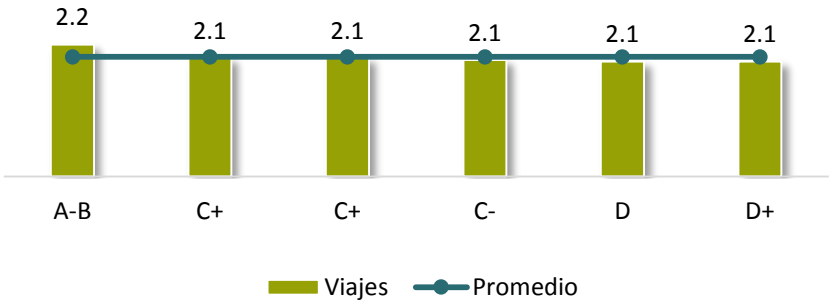
Mapa XI.9: Origen–Destino de los viajes internos por colonia, ZBE-Toluca



Fuente: CTS y CMM, 2014.

El número de viajes promedio por persona para los residentes y visitantes es de 2.1 por día. Como se observa en la Figura XI.62, para el estrato más alto la cifra se incrementa a 2.2, y el resto mantiene el promedio de 2.1 viajes.

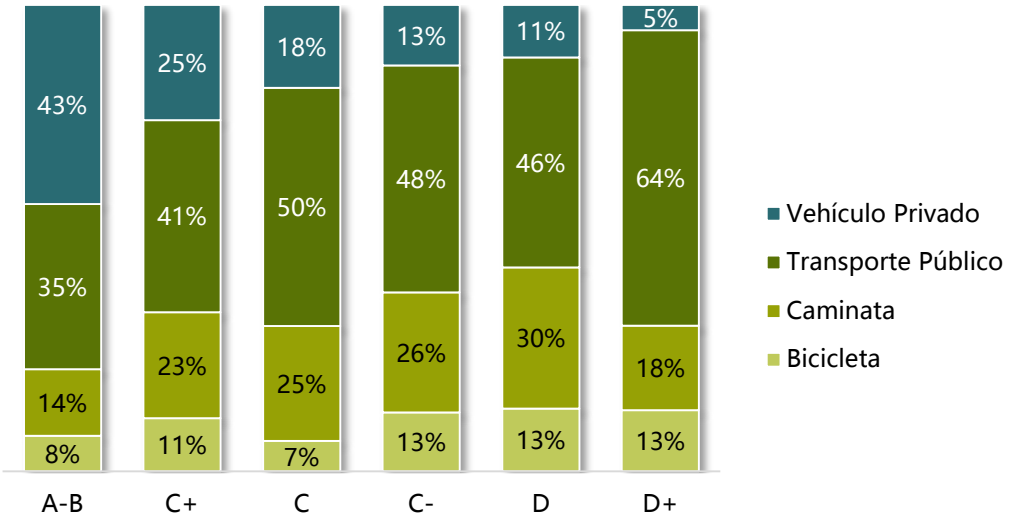
Figura XI.62: Número de viajes promedio por nivel socioeconómico, ZBE-Toluca



Fuente: CTS y CMM, 2014.

La distribución modal de los viajes muestra un mayor uso del auto particular entre mayor es el nivel socioeconómico. No obstante, el transporte público prevalece en 50% de los viajes en promedio para todos los niveles (Figura XI.63).

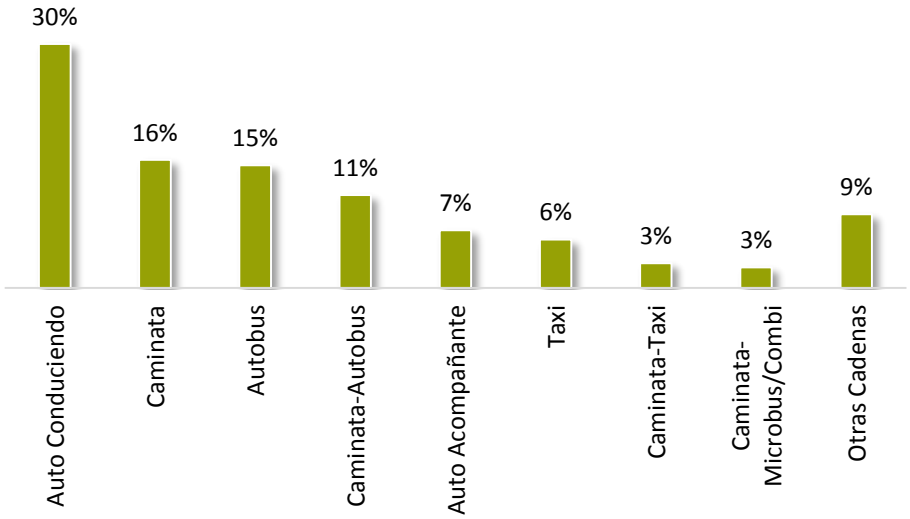
Figura XI.63: Distribución modal por nivel socioeconómico, ZBE-Toluca



Fuente: CTS y CMM, 2014.

La Figura XI.64 muestra las principales cadenas o modos de transporte utilizados para realizar los viajes a la zona, como se puede observar el 37% de las personas utilizan auto particular (auto conduciendo y acompañante) para entrar o salir de la zona de estudio, 15% de los viajes se realizan solo caminando. En general 88% solo utiliza un modo de transporte en sus viajes.

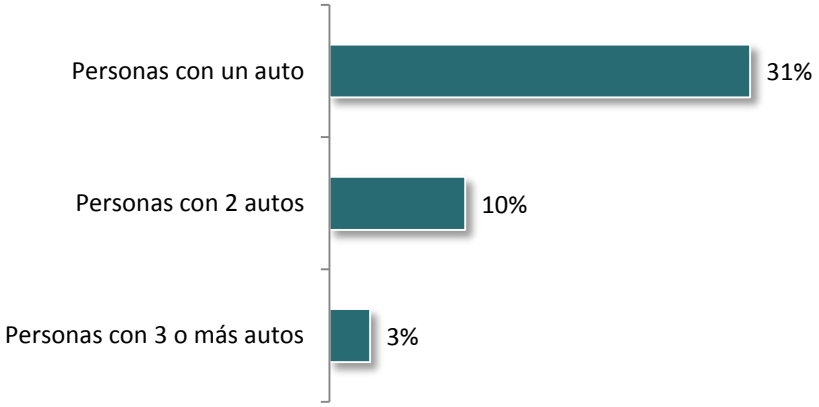
Figura XI.64: Cadenas de viaje, ZBE-Toluca



Fuente: CTS y CMM, 2014.

Respecto a la tasa de vehículos por hogar, fue posible identificar que 56% de la muestra no dispone de ningún automóvil, 31% cuenta con al menos un automóvil y el 13% restante cuenta con más de uno. El resultado de la tasa promedio de vehículos por hogar es de 0.45 para la muestra que viaja en la zona de estudio (Figura XI.65).

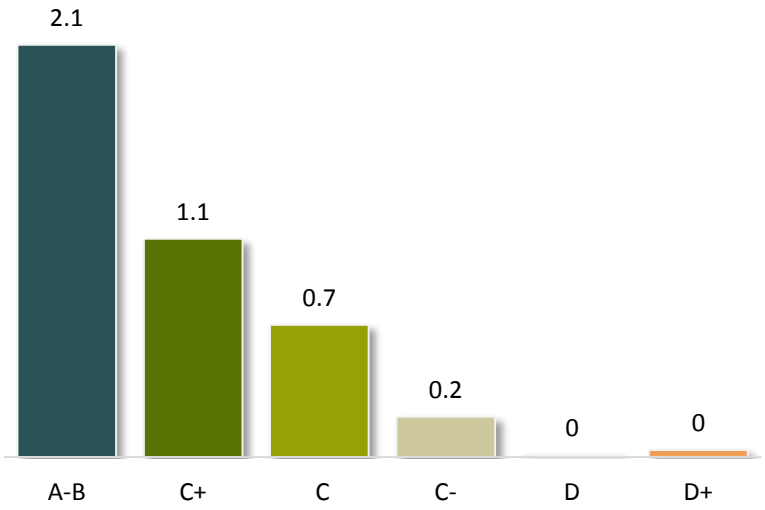
Figura XI.65: Posesión de vehículo privado, ZBE-Toluca



Fuente: CTS y CMM, 2014.

Otra forma de analizar el índice de vehículos privados es por el nivel socioeconómico, en la Figura XI.66, se puede observar que a medida que el nivel socioeconómico disminuye el número de vehículos por hogar también lo hace. Para el nivel socioeconómico más alto (A-B) se alcanza una tasa de 2.1 vehículos por hogar, seguido por el nivel C+ con una tasa de 1.1 vehículos por hogar.

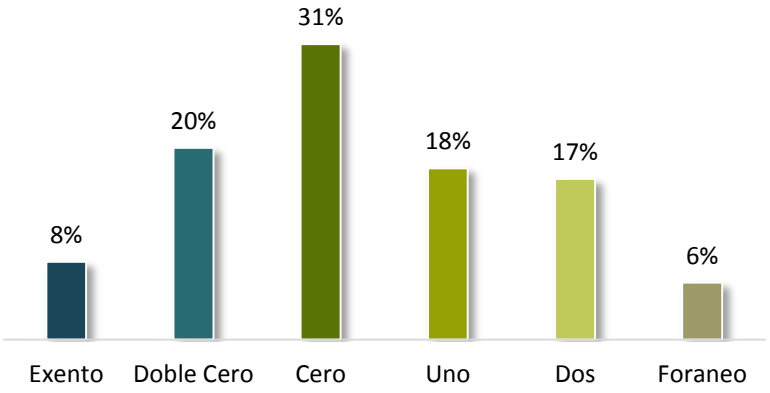
Figura XI.66: Vehículos promedio por persona por nivel socioeconómico, ZBE-Toluca



Fuente: CTS y CMM, 2014.

Respecto a las características de los vehículos, 59% de las personas que poseen vehículos tiene automóviles con hologramas Exento, Doble Cero y Cero, es decir, con menos de 8 años de antigüedad. Por el contrario, alrededor de 41% de los encuestados que disponen de vehículos en el hogar tienen vehículos con más de 8 años de antigüedad (Figura XI.67).

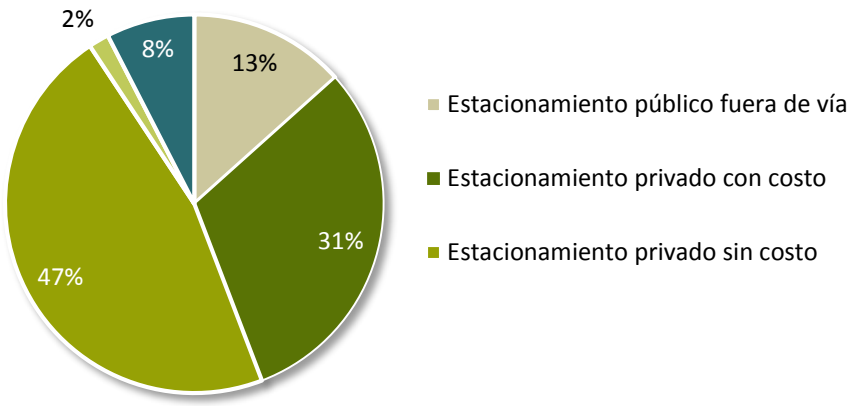
Figura XI.67: Distribución de hologramas para vehículos particulares, ZBE-Toluca



Fuente: CTS y CMM, 2014.

De las personas que utilizan su vehículo como modo de transporte, 31% de los viajes utiliza estacionamientos con costos preestablecidos, 47% de los viajes tiene estacionamiento privado sin costo y 8% de los viajes termina estacionando en la vía pública. Por lo general los estacionamientos privados sin costo son los que brindan las empresas a los trabajadores o son cochera en casa (Figura XI.68).

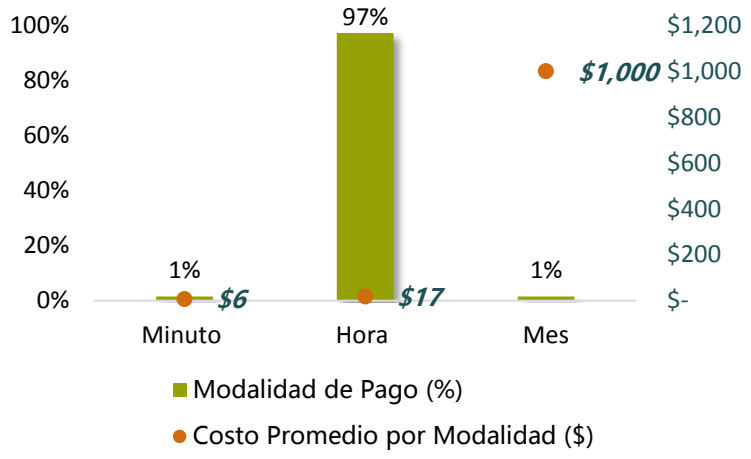
Figura XI.68: Tipo de estacionamiento utilizado para automóvil privado, ZBE-Toluca



Fuente: CTS y CMM, 2014.

En la Figura XI.69, se muestran la proporción de la población que paga estacionamiento y sus tarifas, estos datos oscilan dependiendo de la modalidad de pago. El 97% de los que pagan estacionamiento lo hacen por hora con un costo promedio de 17 pesos, mientras que los hacen mensualmente destinan 1,000 pesos.

Figura XI.69: Modalidad de pago de estacionamiento, ZBE-Toluca

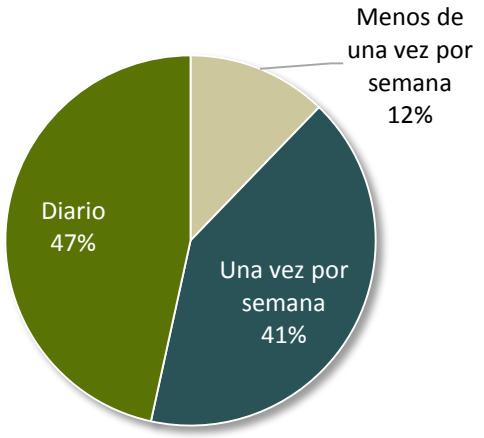


Fuente: CTS y CMM, 2014.

XI.3.5 Análisis de personas que transitan por la zona

Asociado a los motivos de viaje de las personas que transitan por la zona, en su mayoría viaja por motivos de trabajo. Esto implica viajes frecuentes y es por ello 47% transita por la zona de manera diaria y 41% que lo hace de manera semanal. Figura XI.70.

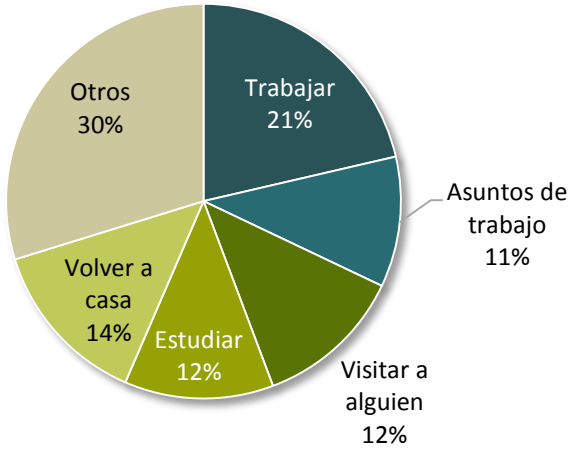
Figura XI.70: Frecuencia de viajes que cruzan la ZBE-Toluca



Fuente: CTS y CMM, 2014.

Adicionalmente en la Figura XI.71, se puede observar que los motivos de viaje se encuentran divididos, el motivo de viaje con el mayor porcentaje es trabajo o asuntos relacionados al trabajo y representan en conjunto una participación de 32% del total de encuestados.

Figura XI.71: Motivo de los viajes que cruzan la ZBE-Toluca



Fuente: CTS y CMM, 2014.

XI.3.6 Reparto modal de la zona centro de Toluca

El total de viajes estimados por día es de 524 mil, de los cuales 278 mil son viajes de entrada y 246 mil son de salida.

Un total de 235 mil viajes se hacen en transporte público con 45% del total de viajes, mientras que en autos particulares se realiza el 54% (Tabla XI.23).

Los flujos de entrada en transporte público son mayores que los flujos de salida (139,700 viajes de entrada y 95,700 viajes), caso contrario con los flujos de viajes en autos particulares (136,320 entrada y 148,480 salida). Los otros modos mantienen flujos similares de entrada y salida.

Tabla XI.24: Reparto Modal de Viajes por Modo de Transporte ZBE-Toluca

Modo de transporte	Flujos Viajes				Reparto modal de viajes	
	Entrada	Salida	Porcentaje entrada	Porcentaje salida		
Transporte publico concesionado	139 700	95 700	50.2%	38.9%	44.9%	Transporte Público
Autos particulares	136 320	148 480	49.0%	60.3%	54.4%	Transporte privado
Transporte de carga	800	500	0.3%	0.2%	0.2%	Transporte de carga
Bicis	1 300	1 500	0.5%	0.6%	0.5%	Transporte no motorizado
Total	278 120	246 180	53.0%	47.0%		
	524 300					

Fuente: CMM y CTS Embarq México, 2014.

En lo que respecta a los patrones de viaje principales, quienes más viajan desde y hacia la zona son evidentemente quienes residen dentro del polígono y quienes solo cruzan la zona.

XII ESTRATEGIAS DE MOVILIDAD SUSTENTABLE PARA LA ZONA METROPOLITANA DE TOLUCA

XII.1 Bases y estructura de las estrategias propuestas

La movilidad es un problema complejo en lo institucional, lo social, lo económico y lo ambiental. La Zona Metropolitana de Toluca (ZMT) como el resto de las áreas urbanas del país, muestra una tendencia importante al aumento de la motorización dado su patrón de desarrollo urbano basado en la expansión horizontal de la ciudad y la construcción de vialidades para el transporte privado, como principales enlaces de los diferentes desarrollos.

Una nueva orientación para la gestión de la movilidad que resulte en una estructura urbana más compacta que reduzca las necesidades de desplazamientos, particularmente los motorizados, se propone a continuación en un marco de objetivos, metas y acciones concretas con una orientación práctica basada en atribuciones claras.

Se propone un horizonte de planeación de diez años, del 2015 al 2025, que abarca la administración estatal actual (2011-2017) y la siguiente (2018-2024) para lograr una continuidad en las acciones.

El punto de partida de la estrategia es una meta global clara para la movilidad en la ciudad que coadyuve a mejorar la calidad del aire. Esta meta se sintetiza en el reparto modal, que es un componente importante para la movilidad sustentable de una ciudad o región. En los últimos años, muchas ciudades han establecido objetivos de reparto modal para aumentar el uso de modos sustentables de transporte: por ejemplo en Europa, es habitual perseguir un 30% de modos no motorizados (caminar, bicicleta) y un 30% de transporte público. Estas metas reflejan la intención pública y colectiva de reducir en lo posible los modos motorizados privados (auto o motocicleta privados, por ejemplo), por considerar que introducen externalidades negativas a la población (tráfico, congestión, mal uso de espacio público, contaminación, accidentes, etcétera).

En las ciudades de México, particularmente en el centro y sur del país, el reparto modal presenta un uso del transporte público más elevado que en Europa o Norteamérica, llegando a niveles del 60-65%. Prácticamente el doble de las aspiraciones más audaces de muchas ciudades del mundo desarrollado. Esta condición generada en gran medida por el nivel de desarrollo económico de nuestro país es hoy una gran oportunidad para la movilidad sustentable que debe preservarse y procurarse. El resto de los modos en México presenta una distribución del 20 a 25% para el automóvil y de 5 a 10% para el transporte no motorizado que incluye el caminar.

En la ZMT el reparto modal refleja el patrón nacional, como lo demostró el resultado de la encuesta de movilidad aplicada en este estudio: transporte público (76%), automóvil (17%), no motorizado (7%) (Figura XII.1).

Siguiendo la pauta de muchas ciudades a nivel global donde los viajes se realizan principalmente en transporte público, seguido de transportes no motorizados (caminar y bicicleta), se propone una meta de reparto modal al 2025 para la ZMT que estabilice el uso del transporte público, reduzca el uso de modos privados motorizados y aumente la participación de los modos no motorizados (Tabla XII.1).

Figura XII.1: Reparto modal en la ZMT, 2014

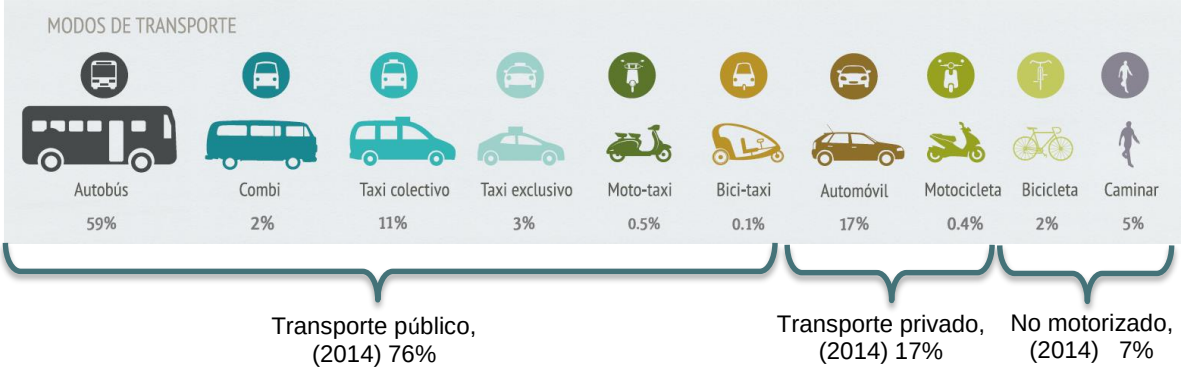


Tabla XII.1: Metas de reparto modal al 2025

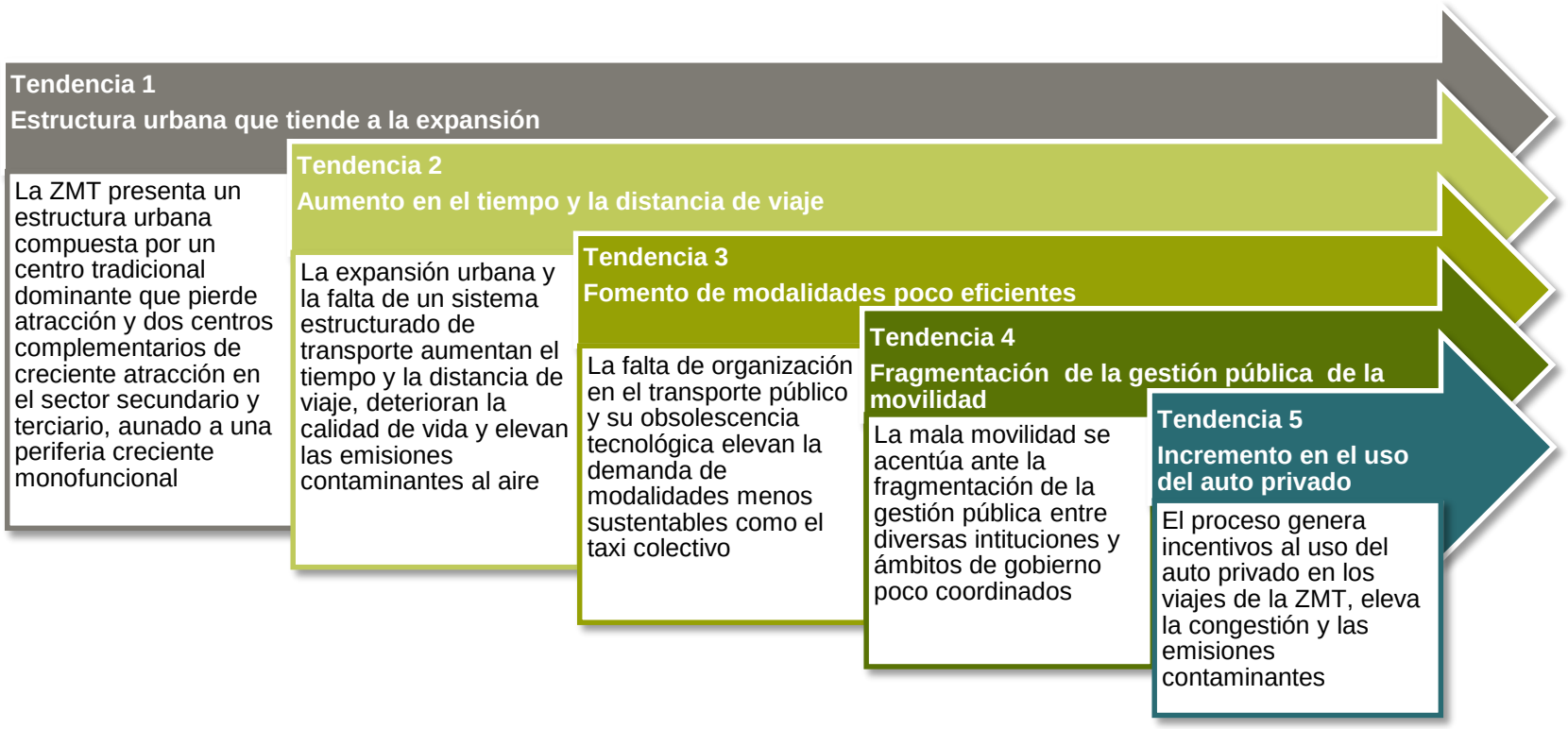
Modo	Participación modal	Enfoque
Transporte público	71%	Estabilizar
Automóvil/Motocicleta	14%	Reducir
No motorizado	15%	Aumentar

Fuente: Elaboración propia.

Esta gran visión de la movilidad para la ZMT es consistente con los resultados que arrojó el Taller para la identificación de escenarios y diseño de una estructura consensuada de movilidad para la zona urbana del Valle de Toluca.

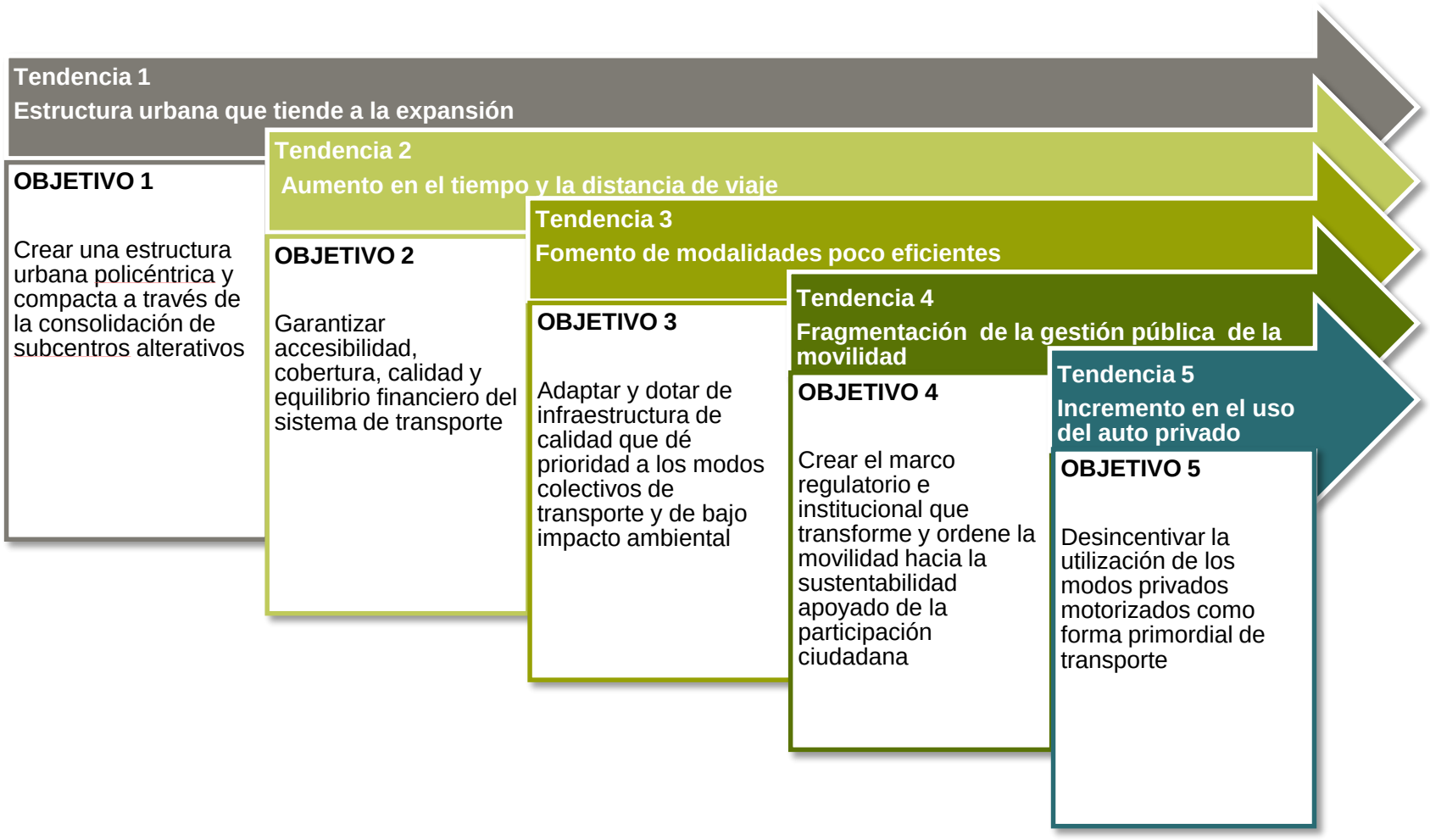
Se identifican cinco tendencias determinantes que deben atenderse, modificarse y re orientarse para alcanzar el reparto modal propuesto para el 2025 (Figura XII.2). Además, se construyeron objetivos medibles y alcanzables para cambiar la dirección de la actual tendencia en el patrón de movilidad y la estructura urbana de la ZMT. Para cada tendencia identificada se propone un objetivo (Figura XII.3) y a cada objetivo corresponde una meta global clara y definida (Figura XII.4). Finalmente, para cada objetivo se establecen sus líneas de acción.

Figura XII.2: Tendencias de desarrollo urbano y movilidad en la ZMT



Fuente: Elaboración propia.

Figura XII.3: Objetivos de desarrollo urbano y movilidad en la ZMT



Fuente: Elaboración propia.

Figura XII.4: Objetivos, metas y acciones de desarrollo urbano y movilidad en la ZMT



Fuente: Elaboración propia.

XII.2 Estrategia de movilidad

Objetivo 1. Crear una estructura urbana policéntrica a través de la consolidación de subcentros alternativos

Meta 1. Fortalecer tres polos de atracción con diversidad de servicios (San Mateo, Zinacantepec, Almoloya) y consolidar Lerma –Metepec

Línea de acción 1.1. Crear un convenio con carácter vinculante entre los 22 municipios para activar la declaratoria de zona metropolitana

Se recomienda la firma de un Convenio de Coordinación Metropolitana con carácter vinculante que facilite la acción coordinada y convergente del gobierno estatal y los 22 gobiernos municipales. Uno de los aspectos más importantes es garantizar el carácter vinculante del Convenio, de modo que la adhesión al mismo sea un requisito para la asignación de recursos.

Línea de acción 1.2. Activar el órgano de coordinación metropolitana previsto en el convenio

Se deberá activar el órgano de coordinación metropolitana, el cual es parte constitutiva del Convenio de Coordinación considerado previamente. El mismo deberá estar integrado por el gobierno estatal y los municipios respectivos.

Se trata de un instrumento de gestión metropolitana que permita garantizar la inversión y la ejecución de proyectos de forma coordinada y bajo criterios que garanticen un efecto positivo en la escala metropolitana.

Línea de acción 1.3. Elaborar un nuevo Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Toluca (PRDU)

La dinámica metropolitana y los proyectos regionales de alto impacto a implementarse en el corto y mediano plazo como el nuevo tren interurbano de pasajeros Toluca-Valle de México, obligan a la derogación del actual Plan Regional de Desarrollo Urbano y en consecuencia iniciar el proceso de actualización y aprobación del mismo, de acuerdo con las problemáticas y retos actuales.

La actualización del plan deberá introducir conceptos y lineamientos orientados a impulsar una ciudad compacta que favorezca un uso más eficiente del espacio urbano, de la infraestructura y los equipamientos. Además se recomienda promover las condiciones óptimas en materia de uso del suelo, densidades, intensidades de ocupación, etc., que faciliten la implantación de sistemas de transporte público masivo en corredores de alta densidad. Se recomienda que las líneas de acción del nuevo Plan se asienten en cuatro ejes transversales:

- Contención de la mancha urbana

- Estructura urbana policéntrica
- Aprovechamiento de suelo intraurbano vacante/subutilizado
- Gestión metropolitana

El proceso deberá ser realizado bajo esquemas de participación colectiva que permitan la construcción de un instrumento producto del consenso y la participación de todos los sectores vinculados al desarrollo urbano metropolitano, lo que requiere de actores con liderazgo que sean capaces de consensar y orientar las decisiones de manera conjunta.

El costo estimado para la elaboración técnica del nuevo Plan regional es de alrededor de 15 millones de pesos[49].

Línea de acción 1.4. Definir un límite al crecimiento urbano que considere las necesidades reales futuras en materia demográfica, habitacional, de equipamiento e infraestructura

Actualmente, la falta de definición de un límite claro al crecimiento urbano coadyuva a la continua expansión y dispersión de la zona urbana, la cual se ve intensificada por factores diversos; una normatividad laxa que otorga permisos de construcción y cambios de uso sin criterios de sustentabilidad, especulación inmobiliaria que no es castigada, intereses creados en materia de tenencia y propiedad de la tierra, corrupción y relaciones clientelares.

Por ello, delimitar dentro del nuevo PRDU, un perímetro que sirva como límite urbano, permitirá frenar estás prácticas y sus consecuencias negativas sobre el territorio, ya que el decreto de un límite urbano es una herramienta de regulación del suelo que permite controlar el mercado informal de suelo y la consiguiente expansión que genera.

La delimitación y oficialización del límite urbano requiere de fortaleza política y convergencia de los sectores social y privado. En este sentido, el gobierno del Estado de México y la SEDATU deben fungir como actores en el proceso de determinación y decreto oficial de dicho perímetro.

Línea de acción 1.5. Realizar los planes parciales para la consolidación del centro metropolitano de Toluca y cuatro subcentros: San Mateo, Lerma, Zinacantepec, Metepec

A partir de las líneas estratégicas y de las políticas generales definidas en el Plan regional, deberán de elaborarse planes parciales para incidir en la dinámica urbana de cuatro subcentros propuestos para ser impulsados o reforzados como nodos: San Mateo, Lerma, Zinacantepec y Metepec.

[49] Los costos por elaborar planes y programas de desarrollo urbano están en función de la superficie territorial que se pretenda normar, de la población y de la complejidad, por lo que son variables.

La estrategia eje de los planes parciales deberá ser el Desarrollo Orientado al Transporte (DOT), modelo que fomenta la movilidad sustentable (caminar, pedalear, usar el transporte público estructurado) como factor de desarrollo de las ciudades (ITDP, 2013).

En este sentido, la transformación urbana de los cuatro subcentros debe atender criterios que impulsen un crecimiento urbano compacto así como reducir la necesidad de viajes lo que a su vez incentive el uso de modos no motorizados.

En materia de gestión del suelo, los planes parciales deberán transformar el patrón actual de aprovechamiento del suelo, elevando las densidades e intensidades de uso a fin de generar las condiciones óptimas de aprovechamiento de la infraestructura, el equipamiento público y los servicios urbanos.

El costo estimado para la elaboración de los cinco planes parciales es de 15 millones de pesos (aproximadamente 3 millones de pesos por instrumento).

Línea de acción 1.6. Propiciar una estructura urbana policéntrica a través de un centro metropolitano, cuatro subcentros urbanos y cuatro corredores estructuradores

Está línea de acción es la instrumentación tanto del PRDU como de los cinco planes parciales. El centro metropolitano y los cuatro subcentros urbano deberán contar con proyectos específicos en favor de un mejor aprovechamiento del suelo urbano y el desarrollo regional equilibrado.

La premisa es consolidar una estructura urbana policéntrica y estructurada en centralidades articuladas mediante corredores de transporte, por lo cual resulta fundamental considerar el incremento de la densidad urbana actual, con ello se garantiza que la nueva propuesta de organización socio espacial desarrolle las condiciones de proximidad espacial adecuadas para que los nodos y los corredores optimicen el flujo de personas y mercancías.

Los proyectos y acciones para propiciar el policentrismo demandarán inversión en equipamiento y espacio público, en infraestructura, imagen y mobiliario urbano. Para ello deberá hacerse uso de esquemas de financiamiento público/privado así como de la captación de fondos federales, estatales e incluso internacionales.

Línea de acción 1.7. Priorizar la inversión en subcentros urbanos

Uno de los aspectos fundamentales que permiten orientar el desarrollo urbano es la asignación y territorialización de los recursos públicos. La desvinculación entre las dependencias encargadas de la administración y asignación de recursos, de las dependencias orientadas a la planeación y ejecución de obra pública, es una de las grandes limitantes que impiden en muchos casos la instrumentación de las acciones preconcebidas en los instrumentos de planeación urbana.

En México, el Fondo Metropolitano es una fuente de recursos clave para la implementación de proyectos regionales, sin embargo en el caso de la ZMT menos del 5% de los recursos

se destina a proyectos de equipamiento urbano. Lo anterior es una oportunidad para reorientar la inversión en proyectos de impacto metropolitano, hacia la producción de equipamiento urbano y de espacios públicos que permitan reducir los flujos de viaje hacia el centro urbano regional y fomenten la movilidad no motorizada. Se recomienda elevar a 30 o 40% la inversión destinada a estos rubros en los subcentros de Lerma, San Mateo, Zinacantepec y Metepec.

Lo anterior deberá derivar de una cartera de proyectos previamente definida y consensada al interior del órgano de coordinación metropolitana, y de forma congruente con las estrategias y políticas planteadas en el Programa regional de desarrollo urbano.

Línea de acción 1.8. Crear incentivos que fomenten el empleo en los subcentros urbanos

Para generar y consolidar centralidades urbanas se requiere fortalecer su capacidad de atraer inversión y generar fuentes de empleo. En este sentido, se propone crear incentivos fiscales que alienten o promuevan la inversión de capital privado en los cuatro subcentros. Por ejemplo, a través de descuentos en el pago impuesto predial, en función del número de empleos generados por empresas nuevas o que incrementen su inversión en Lerma, San Mateo, Zinacantepec y Metepec.

Objetivo 2. Garantizar accesibilidad, cobertura, calidad y equilibrio financiero del sistema de transporte

Meta 2: Reducir tiempos de traslado y gasto en 50%

Línea de acción 2.1. Reordenamiento territorial de 222 rutas de transporte público, siguiendo los principios de eficiencia, cobertura y calidad

De acuerdo al “Estudio técnico para la reestructuración de la red de transporte público y dimensionamiento del sistema de prepago en la Zona Metropolitana Conurbada del Valle de Toluca”, la red vial por la que circulan los vehículos de transporte público tiene una extensión aproximada de 1 500 kilómetros; sin embargo, el entramado de rutas de transporte público se traduce en una distancia de aproximadamente 12 mil kilómetros (ALG, 2007). Ello permite afirmar que la red de transporte público se encuentra sobre ofertada en varios tramos. Por ejemplo, la Avenida Paseo Tollocan cuenta con alrededor de 106 rutas de transporte, sobre la vialidad Isidro Fabela circulan 66 rutas, y en la Av. Adolfo López Mateos cerca de 30 rutas.

Actualmente, 48% de las 222 rutas de transporte público transitan solo por 18% de los 622 kilómetros de la red primaria. Lo anterior refuerza la idea del uso intensivo de una fracción reducida de la red vial para servicios de transporte público, especialmente en la zona centro de la ciudad puesto que 82% de las rutas son de carácter radial, es decir que conectan al centro de Toluca con sus extremos o su periferia, y en consecuencia provocan la sobresaturación vehicular de la zona.

Por esta razón, es necesario el reordenamiento de rutas troncales y alimentadoras principalmente radiales, para formar nuevas rutas distribuidas de forma apropiada, como se propone a través de la consolidación de rutas en los cuatro corredores estructuradores de la ciudad. Se estima que esta reasignación territorial podría generar un ahorro de 500 millones de pesos, de los cuales 87% correspondes a ahorros en costos de operación y 17% a reducciones en los tiempos de viaje para la población de la ZMT (ALG, 2007).

Línea de acción 2.2. Reestructuración del modelo organizacional del servicio de transporte público en los cuatro corredores estructuradores de la ciudad

De acuerdo a la normatividad vigente, las prestación del servicio de transporte público es una atribución del gobierno estatal que puede ser concesionada a sociedades mercantiles, sin embargo, gran parte de ellas funcionan como asociaciones de operadores bajo el esquema "hombre-camión". Adicionalmente, la fuerza adquirida por el gremio transportista y la falta de regulación, han generado un declive en la calidad y operación del transporte público. Es conveniente crear de nuevas figuras organizacionales afines al interés público, particularmente en los cuatro corredores estructuradores de la ciudad que en conjunto tienen una extensión de 84 km[50] sobre las siguientes vialidades:

- Eje estructurador Oriente-Poniente: constituido por parte de Paseo Tollocan al oriente; por el centro de la ciudad con un par vial en Av. José María Morelos y Pavón y Sebastián Lerdo de Tejada; y al final Adolfo López Mateos.
- Eje estructurador Norponiente-Suroriente: integrado por las vías Isidro Fabela y José María Pino Suárez hacia Tenango.
- Eje estructurador Nororiente-Sur poniente: formado por Del Pacífico, Paseo Colón, pasando por el centro de la ciudad y la Avenida López Portillo.
- Eje estructurador Circular: delimitado por las vialidades de Paseo Tollocan, Paseo Matlazincas, López Portillo y Alfredo del Mazo.

Actualmente la demanda de estos corredores es de 630 mil usuarios al día, cubierta por 104 rutas con más de mil unidades con una capacidad de 50 pasajeros, por lo que es evidente un problema de traslape de rutas y sobreoferta de unidades. Considerando el volumen de la demanda, se justifica la implementación de un sistema tipo BRT con carril preferencial, ya que cada corredor propuesto se proyecta con 10,000 usuarios en la Hora de Máxima Demanda (HMD) (Tabla XII.2).

La propuesta de reestructuración de corredores incluye la consolidación de rutas para cubrir la demanda con un menor número de unidades de mayor capacidad de pasajeros y con tecnología de información a bordo de los autobuses que permita; conocer en tiempo real la posición y el desempeño de los vehículos en ruta para asistir en el control de la operación; generar información para la planificación y adaptación dinámica de la ruta a través del tiempo, y con ello, reducir la realización de estudios de campo como el de ascenso-

[50] Por sentido.

descenso, tiempo de recorrido, demoras y frecuencia de paso y carga, que requieren de una alta inversión y tiempo.

Tabla XII.2. Consolidación de unidades de pasajeros en corredores de transporte público

Corredor de Transporte Público	Rutas	Situación Actual		Consolidación	
		Unidades	Demanda diaria	Unidades	Demanda diaria
1 Eje Oriente - Poniente	35	455	191 730	29	135 003
2 Eje Nororiente - Sur poniente	36	432	183 162	16	144 221
3 Eje Norponiente - Suroriente	26	341	178 486	22	129 910
4 Eje Circular	7	104	78 320	19	123 288
Total	104	1,332	631 698	86	532 422

Fuente: Elaboración propia con base al Estudio de Movilidad de la ZMCT, 2010.

Asignar parte del derecho de vía exclusivo para el servicio público de transporte, permitiría a las empresas involucradas un mayor control de sus operaciones y por lo tanto, mejores garantías de un servicio rentable y de calidad.

Adicionalmente, la implementación de tecnologías más eficientes en el uso de combustibles y con filtros de partículas, permitirá generar una reducción en las emisiones contaminantes del transporte público.

Los sistemas de transporte urbano estructurados como los BRT, requieren de densidades urbanas altas, es decir, de más de 60 viviendas por hectárea (CTS Embarq México, s.f.), (Tabla XII.3). En el Mapa XII.1, se observan los corredores estructuradores de la ciudad de Toluca y su área de influencia (400 metros a la redonda), donde la densidad promedio es de 16 viv/ha[51]. Por ello, se recomienda que en los Planes de Desarrollo Urbanos se señalen densidades mínimas que generen la demanda necesaria de un sistema de transporte estructurado y garanticen su viabilidad financiera.

La consolidación de los cuatro corredores estructuradores de la zona urbana de Toluca supone un nivel mínimo de inversión de 320 millones de pesos[52] aproximadamente, para la adquisición de 86 vehículos mostrados en la Tabla XII.2.

Para la implementación de tecnologías que permiten la asistencia en la operación y generación de información para las empresas transportistas unificadas en un “centro de control avanzado”, requeriría una inversión cercana a 300 millones de pesos.

En total, la inversión necesaria estimada para esta línea de acción asciende a 618 millones de pesos en un horizonte de planeación de diez años.

[51] La unidad territorial de análisis es la manzana, por lo tanto la densidad de vivienda por hectárea expresada anteriormente es un promedio ponderado en función de la superficie de cada unidad territorial dentro de la zona de influencia antes señalada.

[52] Se estima que un autobús articulado con capacidad de 120 pasajeros y con certificación Euro V tiene un precio de mercado de 229,900 euros. Tipo de cambio empleado: 16.46 pesos mexicanos por euro.

Tabla XII.3: Recomendación de densidad urbana por modalidad de trabsporte público

Densidad bruta (viv/ha)	Servicio de transporte
6-25 (Muy baja)	Transporte con capacidad promedio de 12 pasajeros, con frecuencia escasa. Tipo de transporte: vans.
15-45 (Baja)	Transporte con capacidad de hasta 35 pasajeros, con frecuencia baja. Tipo de transporte: microbuses.
40-55 (Media)	Transporte con capacidad promedio de hasta 85 pasajeros, con frecuencia regular. Tipo de transporte: autobuses no articulados.
60-85 (Alta)	Transporte con capacidad promedio de 100 a 220 pasajeros, con frecuencia mediana o alta, dependiendo de capacidad. Tipo de transporte: autobuses articulados y biarticulados.
>85 (Muy alta)	Transporte con una capacidad de más de 1 000 pasajeros, con frecuencia alta. Tipo de transporte: tren suburbano, tren ligero, subterráneo.

Nota: Los valores identificados en la tabla son promedios y no implican una repartición uniforme de las edificaciones dentro de un área de estudio. Fuente: CTS Embarq México (s.f.).

Línea de acción 2.3. Renovación de unidades vehiculares con tecnología limpia y que garantice accesibilidad universal

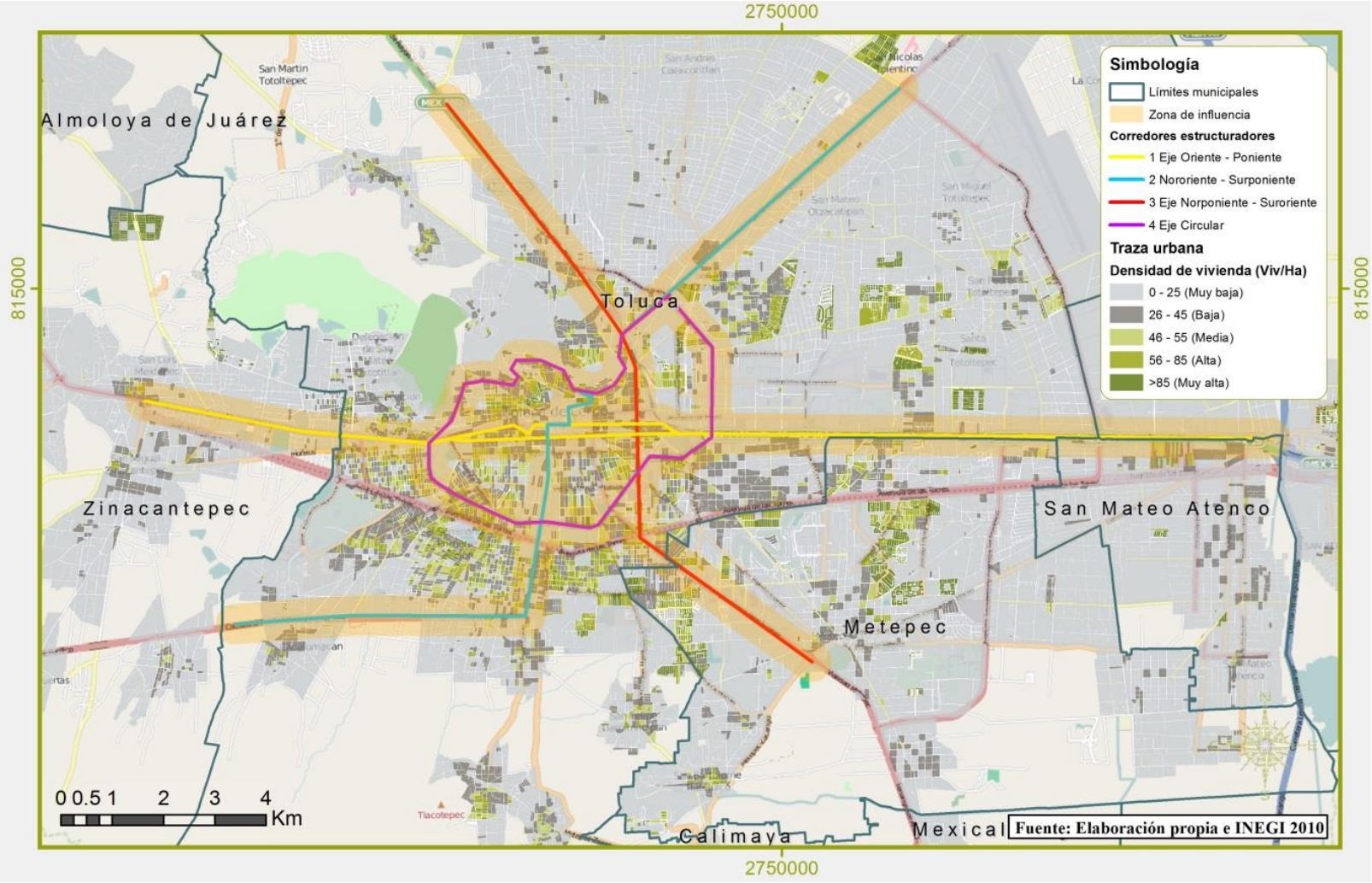
Dado que 43% de la flota vehicular de transporte público supera 10 años de antigüedad[53], el incremento de costos de mantenimiento relacionados a su operación, es inevitable para las empresas transportistas. La tecnología de autobuses a diesel con este grado obsolescencia conlleva importantes emisiones de contaminantes, en especial de material particulado con graves afectaciones a la salud pública. Las altas concentraciones de partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$ se relacionan con padecimientos respiratorios, bronquitis aguda en niños bronquitis crónica en adultos y muerte prematura, principalmente en menores de edad y personas de la tercera edad (CAM, 2002). Por lo anterior es clara la necesidad de crear un programa para la sustitución de unidades vehiculares que cuenten con tecnología de menor impacto ambiental y en la salud de la población.

Actualmente, en nueve de los 22 municipios que conforman el área conurbada de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca circulan alrededor de 4 mil autobuses y microbuses; de los cuales alrededor de 1 700 vehículos son candidatos a una sustitución inmediata. En los próximos diez años se sumarían 251 vehículos adicionales por año, por lo que en el año 2025 sería necesario sustituir 48% de la flota vehicular actual. La siguiente década requiere una inversión aproximada de 2 mil millones de pesos[54] para la renovación de unidades.

[53] De acuerdo a la información proporcionada por la Dirección General del Registro Estatal de Transporte Público de la Secretaría de Transporte del Estado de México.

[54] Se estima que los autobuses convencionales con certificación EURO V tienen un precio de mercado de entre 0.5 y 1.5 millones de pesos según su capacidad.

Mapa XII.1: Corredores estructuradores y densidades de vivienda deseables



Línea de acción 2.4. Política tarifaria de movilidad con principios de equidad, accesibilidad y rentabilidad financiera

Los resultados de la encuesta en la ZMT revelan que 31% de los usuarios de transporte público destinan más de una cuarta parte de sus ingresos a trasladarse. Es decir que 3 de cada 100 personas gastan más del mínimo recomendado de 10% del ingreso, para satisfacer las necesidades de desplazamiento.

Por ello, la introducción de políticas tarifarias preferenciales se vuelve una necesidad adicional, no solo para que la dinámica urbana sea más equitativa para los residentes, sino para que éstos sean motivados a usar modos de transporte más sustentables.

Un esquema tarifario diferenciado en función del perfil de los usuarios (niños, estudiantes, trabajadores y personas de tercera edad, puede favorecer la equidad y accesibilidad al transporte público. También deben explorarse alternativas como los cobros por tramos recorridos cuando se dispone de tarjetas de prepago como el caso del Mexibús Toluca-Metepec-Tenango, o prepagos de servicio con descuento para recorridos frecuentes. Además de beneficios a la población, este tipo de cobro provee al sector transportista de una fuente de ingresos estable, que simultáneamente ayudaría a facilitar el sostenimiento de altos niveles de servicio.

Así, se requiere diseñar, al interior del Consejo de Movilidad y en conjunto con el Organismo Operador de la Movilidad Metropolitana propuestos en el Objetivo 4, una política tarifaria con principios de equidad, accesibilidad y rentabilidad financiera con participación de los tres ámbitos de gobierno.

Objetivo 3. Adaptar y dotar de infraestructura vial de calidad que dé prioridad a los modos colectivos y de bajo impacto ambiental

Meta 3: Reconfigurar 545 kilómetros de la red vial primaria existente en una red de movilidad sustentable

Línea de acción 3.1. Transformar los cuatro corredores estructuradores de la ciudad en calles completas

Transformar el viejo paradigma de mejorar la movilidad requiere adecuar la infraestructura vial actual para designar espacios exclusivos a cada modo de transporte, no sólo incluyendo al peatón y al ciclista, sino colocándolos en el primer lugar de importancia. El objetivo no es suprimir el uso del automóvil particular, sino disminuir el espacio destinado para su circulación e incrementar la oferta de otros modos de transporte en los cuatro principales corredores estructuradores de la ciudad:

1. Eje estructurador Oriente-Poniente
2. Eje estructurador Norponiente-Suroriente
3. Eje estructurador Nororiente-Sur poniente

4. Eje estructurador Circular

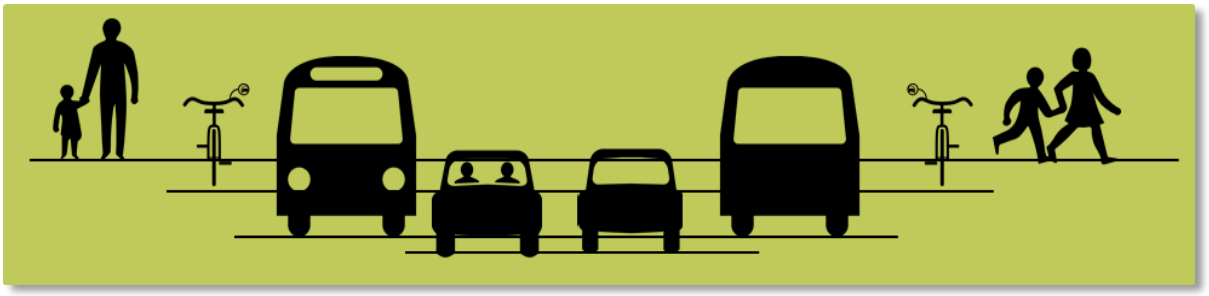
Esta propuesta está basada especialmente en los resultados de la Encuesta de percepción de la movilidad realizada a los habitantes del área urbana de la ZMT, donde se identificó que solo 17% de los encuestados viajan en automóvil o motocicleta, por lo tanto resulta incongruente que la prioridad en la infraestructura vial sea para el modo de transporte que menor cantidad de personas desplaza.

La propuesta busca beneficiar a la población que utiliza modos de transporte público y no motorizado mediante la transformación de calles tradicionales a calles completas. En 84 kilómetros correspondientes a los principales corredores estructuradores de la ciudad, se plantean acciones mínimas y piso de inversión para cada tipo de obra (Tabla XII.4).

En cuanto a las condiciones técnicas, los corredores (excepto el Corredor Oriente-Poniente), son bidireccionales, tienen al menos tres carriles por sentido y contienen al centro un camellón que puede ser aprovechado para la circulación de algún modo de transporte, es decir, cada uno de ellos posee la capacidad para que una vez adecuados, puedan converger los cuatro principales modos de trasporte.

El Corredor Oriente-Poniente tiene características diferentes al resto, principalmente debido al par vial de las calles Miguel Hidalgo y José Ma. Morelos y Pavón, que atraviesan el centro histórico del municipio de Toluca; es más angosto en algunos tramos y la presencia de camellones se localiza en un pequeño trayecto de la calle Miguel Hidalgo. Sin embargo, posee la misma capacidad que el resto de los corredores para convertirse en calle completa.

Figura XII.5: Esquema jerarquizado de los modos de transporte en calle completa



La inversión mínima estimada es de 9 mil millones de pesos, que podría fondearse mediante recursos de los gobiernos estatales y municipales, y con apoyo de los fondos federales como FONADIN y el Fondo Metropolitano.

Tabla XII.4: Inversión mínima para la estrategia de calles completas

Tipo de intervención	Piso de inversión
Ampliación y mejoramiento de banquetas[55]	$ 131 000 000
Construcción de infraestructura ciclista[56]	$ 80 000 000
Confinamiento o semiconfinamiento de un carril para transporte público[57,58]	$ 9 000 000 000
Adecuaciones geométricas, obras viales menores y señalización para la solución en intersecciones conflictivas[59]	$ 7 500 000
Total	$ 9 218 500 000

Fuente: Elaboración propia con información de proyectos similares.

Línea de acción. 3.2. Construcción de cuatro Centros de Transferencia Modal (CETRAM) en las estaciones del tren México-Toluca, una Central para autobuses foráneos y cinco estaciones de autobús en corredores metropolitanos

Un CETRAM es un espacio público donde convergen diferentes modos de transporte con la finalidad de facilitar a los usuarios el transbordo. La implementación de un Centro de Transferencia Modal (CETRAM) con estacionamiento para bicicletas y automóviles en cada una de las cuatro estaciones del Tren México–Toluca permitirá conectar y ordenar los diferentes modos de transporte alimentadores.

Para facilitar la intermodalidad es necesario que tanto los CETRAM como las estaciones de autobuses esten diseñadas bajo el concepto de “accesibilidad universal”. Su capacidad deberá ser calculada en función del número de rutas que alberguen y su localización deberá estar en las afueras de cada estación, o al menos a una distancia no mayor a los 400 metros, parámetro considerado como una distancia caminable.

Asimismo, se requiere la reestructuración de las rutas de transporte público para la conformación de corredores metropolitanos, los cuales deberán tener una estación de autobús en sus destinos finales que ordene el arribo de las unidades. De acuerdo al número de corredores metropolitanos, se requiere la construcción de cinco estaciones de autobuses.

[55] Estimación con base en costos unitarios BIMSA.

[56] Se consideró como base el proyecto de construcción de 403.5 kilómetros de ciclopista en la ciudad de Guadalajara con un monto asignado de 405 millones de pesos.

[57] Se toma como referencia la inversión inicial para la construcción de un BRT, sin considerar la adquisición de autobuses de acuerdo al proyecto “Corredor de transporte masivo: Chimalhuacán-Nezahualcóyotl-Pantitlán” en el Estado de México.

[58] No se considera paseo Matlazincas apta para la construcción de ciclopistas al ser de dimensión angosta y contener pendientes pronunciadas.

[59] El piso de inversión considera la intervención en al menos 15 intersecciones, el costo se calculó con base en información del Plan Parcial de Movilidad para el Desarrollo Urbano de la Ciudad de Culiacán Rosales, Sinaloa.

En cuanto a la central de autobuses foráneos[60], se propone localizarla sobre la carretera Toluca-Naucalpan para disminuir los impactos urbanos en la zona, dado que la actual central de autobuses en el centro de la ciudad ocasiona congestión en las vialidades. Esta propuesta de localización se integra con la reestructuración de los cuatro corredores estructuradores de la ciudad, de ese modo se garantiza la conectividad entre los viajes foráneos y los internos.

Por otro lado, para garantizar la calidad en el servicio y de acuerdo a los lineamientos del Instituto Mexicano del Transporte de la SCT, se deben cumplir con requerimientos mínimos[61] en el equipamiento para brindar el servicio.

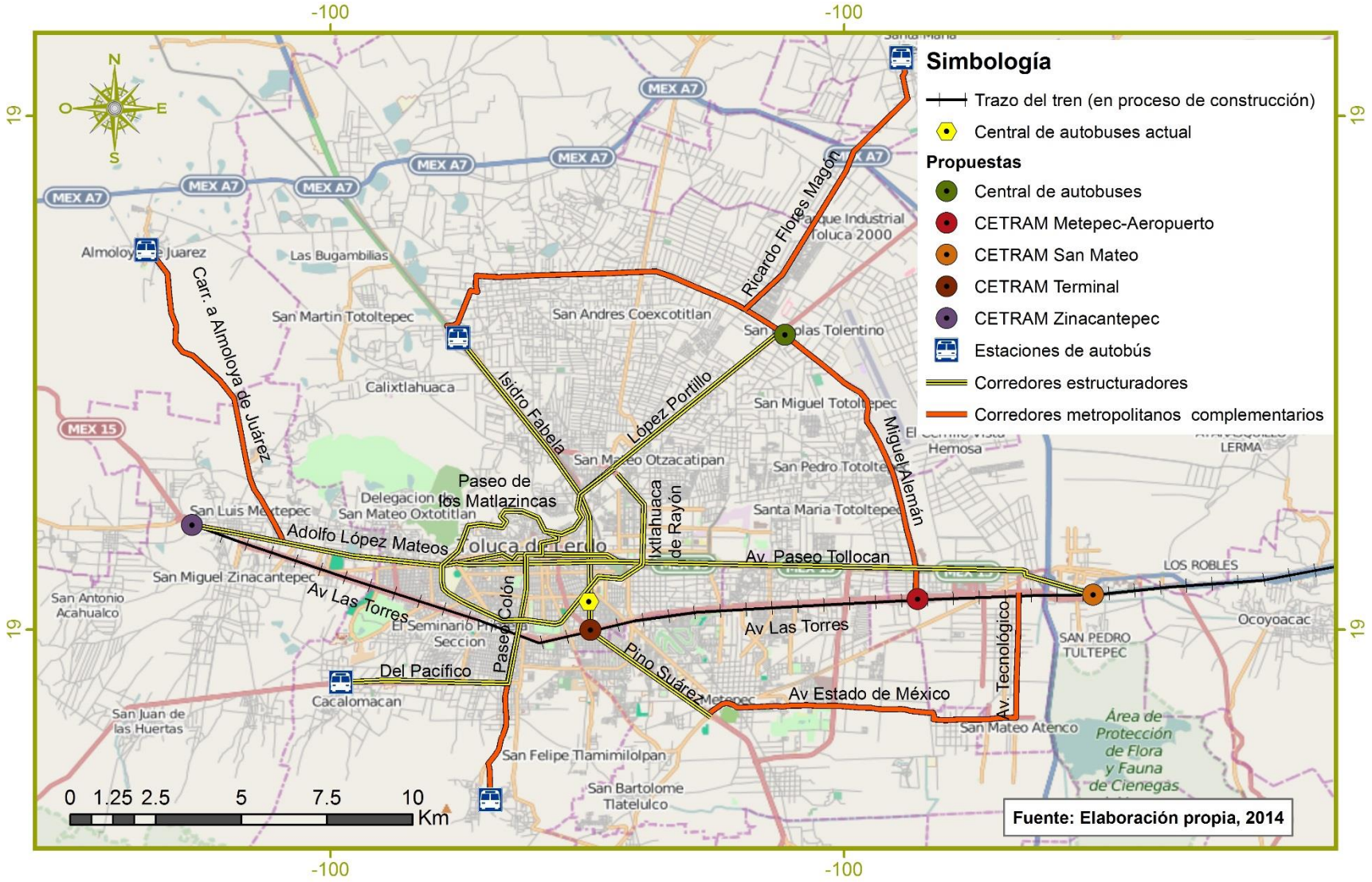
La construcción tanto de los CETRAM y de la Central de autobuses requiere de una fuerte inversión, considerando el alto flujo de pasajeros, son equipamientos atractivos para la instalación de comercio, por lo que puede explorarse la participación público-privada. Se estima que la inversión para la construcción de un CETRAM con una dimensión aproximada de 3 mil metros cuadrados[62] es de 400 millones de pesos, por lo tanto, la inversión requerida para la construcción de cuatro CETRAM y la nueva central camionera en Toluca, es de alrededor de 2 000 millones de pesos (Mapa XII.2).

[60] La información de la SCT/IMT de distribución de la población en México sugiere que prácticamente todas las poblaciones mayores a 100,000 habitantes cuentan con una central de autobuses foráneos, mientras que prácticamente todas las poblaciones mayores de 25,000 habitantes deberían contar con una terminal.

[61] Taquillas para la venta de boletos, servicio sanitario, salas de espera, módulo de información y servicios comerciales, equipo de protección civil, área destinada para ascenso y descenso de pasajeros, para maniobras de los vehículos, para la carga de combustible, talleres mecánicos así como vías para circulación peatonal, área complementaria de servicio, como entrega y recepción de equipaje, entrada y salida de pasajeros.

[62] De acuerdo a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda del Distrito Federal, la construcción de un CETRAM con una dimensión aproximada de 3 mil metros cuadrados[62] requiere aproximadamente de 400 millones de pesos, por lo tanto, para dimensionar el costo de los 4 CETRAM y la Central camionera, se necesitarán alrededor de 2 000 millones de pesos http://www.eluniversal.com.mx/ciudad-metropoli/2014/tacubaya-ip-cetram-998173.html

Mapa XII.2: Localización de CETRAM y central de autobuses propuestas



Línea de acción 3.3. Incrementar la oferta de infraestructura ciclista

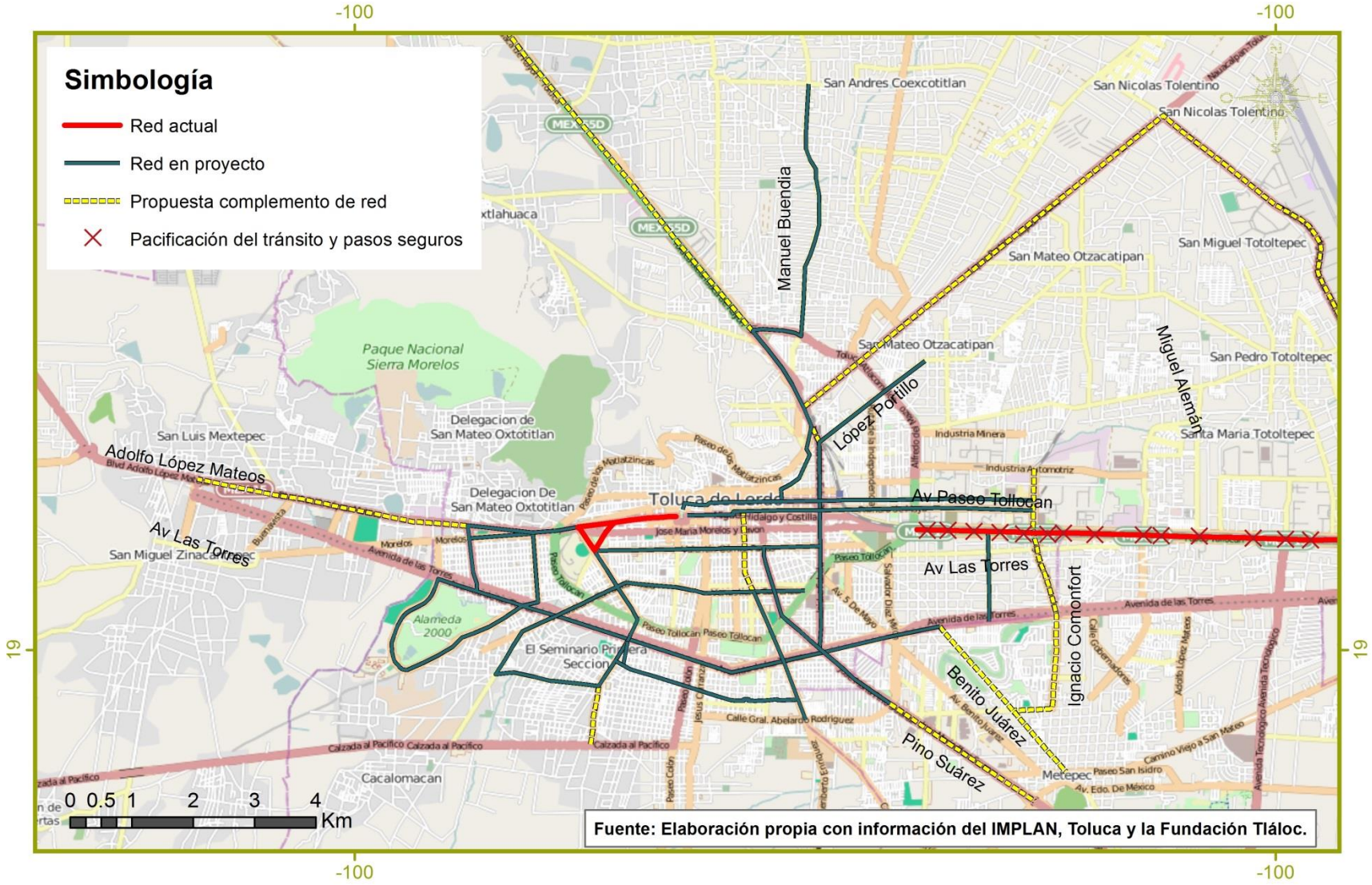
El uso de la bicicleta como modo alternativo de transporte representa una opción para disminuir la congestión de las vialidades, beneficiar la salud de quienes la utilizan y también reducir las emisiones contaminantes. Sin embargo, actualmente la oferta de infraestructura ciclista en la ciudad es mínima y la existente requiere de modificaciones para mejorar su conectividad, pacificar el tránsito en algunos puntos, y crear pasos seguros.

El Instituto Municipal de Planeación del Ayuntamiento de Toluca ha diseñado una red ciclista a nivel de proyecto y en espera de recursos para construirse. También se cuenta con la colaboración directa de las organizaciones ciclistas de la región como Fundación Tláloc, las cuales han aportado propuestas para el mejoramiento, ampliación y sobre todo, el diseño de una red ciclista con cobertura metropolitana. Por lo anterior, se considera de vital importancia construir una red ciclista regional de aproximadamente 104 km (Mapa XII.3) para incentivar el cambio modal.

Si se contempla la dotación de infraestructura ciclista en las algunas vialidades primarias, se estima que la inversión mínima requerida por parte de los gobiernos estatal y municipal asciende a aproximadamente 36 millones de pesos[63]. Además, es necesario realizar una auditoría vial para identificar las intersecciones más peligrosas, realizar intervenciones urbanas, crear pasos seguros para peatones y ciclistas, reducir la accidentalidad de la zona y mejorar el flujo vehicular, así como la ejecución de un programa de señalización y conservación de dispositivos viales. El mantenimiento y operación puede correr a cargo de los gobiernos de cada municipio.

[63] El monto mínimo para esta medida es complementaría ya que en la línea 3.1 ya se incluye el cálculo para la construcción de ciclopista en los 80 km que conforman los corredores estructuradores, por lo tanto, para este caso se considera únicamente los 36 kilómetros faltantes.

Mapa XII.3: Proyecto y propuestas complementarias para la red de infraestructura ciclista



Línea de acción 3.4. Ampliación, mejoramiento y construcción de banquetas

El crecimiento irregular de la ciudad y la práctica común de no considerar las banquetas como espacio público necesario para el desplazamiento seguro y eficiente de la población, se traduce en la ausencia de infraestructura de este tipo, o en caso de existir, es frecuente que presenten problemas de deterioro e invasión.

Por lo anterior, se requiere construir y mejorar las banquetas con el objetivo de brindar seguridad y espacio al peatón para fomentar los desplazamientos a pie. El tipo de intervención depende del estado físico o condición de existencia, por lo tanto, de su localización al interior de la zona urbana y la cobertura de dicha infraestructura. Existen cinco tipos de intervención identificadas: “A” son manzanas que cuentan con banquetas en todos sus frentes, por lo tanto requieren de acciones de mejoramiento (iluminación, liberación de obstáculos y mejoramiento del espacio para caminar), así como la ampliación mínima a 2.5 metros de dimensión; “B” son manzanas que cuentan con banqueta en al menos uno de sus frentes, por tal motivo se deberán construir en caso de ausencia, y mejorar y ampliar las existentes; “C” son manzanas que no cuentan con banquetas en ninguno de sus frentes, por tanto se deberá construir en su totalidad la infraestructura; “D” son conjuntos habitacionales construidos bajo reglamento, por lo que se consideran como espacios con banquetas en su totalidad, sin embargo, deberán realizarse acciones de mantenimiento para garantizar el buen estado; y “E” son manzanas que no disponen de información, por ello requieren de visitas de campo para identificar el tipo de intervención a realizar. En la Tabla XII.5 se identifica el porcentaje de manzanas en la ciudad de Toluca por tipo de intervención. Es importante considerar que para cualquier tipo de intervención debe contemplarse la construcción y mejoramiento de rampas de acceso. El tipo de obra a realizar depende de un análisis detallado para definir la clase de intervención en cada zona, sin embargo, se estima que la inversión por kilómetro cuadrado de banqueta nueva es de 1.5 millones de pesos[64]. En el Mapa XII.4 se observa la distribución territorial del tipo de intervención requerida.

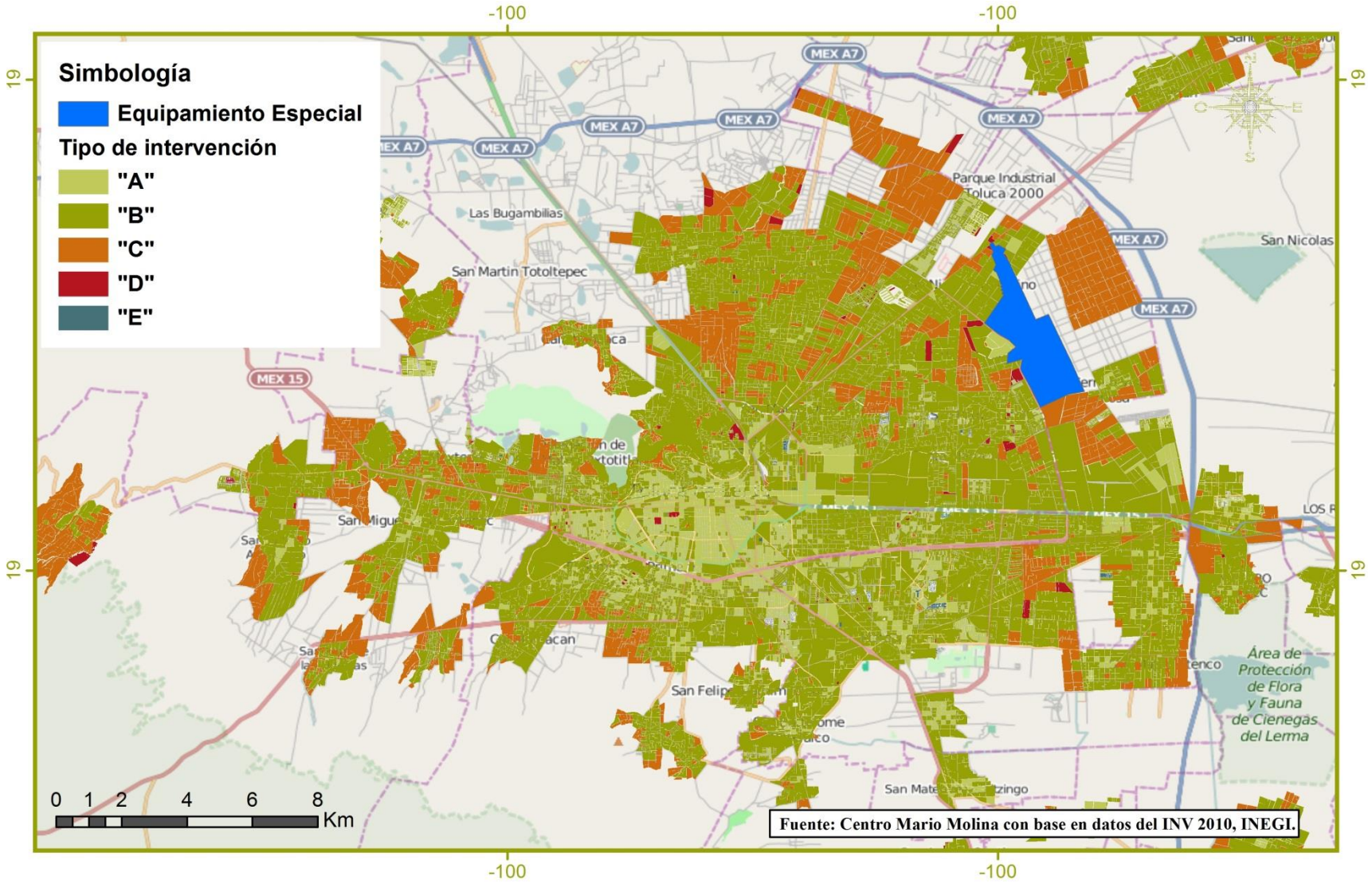
Tabla XII.5: Requerimientos de infraestructura peatonal por tipo de intervención

Tipo de intervención	Porcentaje de manzanas por intervenir
"A"	24%
"B"	54%
"C"	17%
"D"	4%
"E"	1%
Total	**100%**

Fuente: Elaboración propia con datos del INV 2010, INEGI.

[64] Calculo estimado con costos unitarios de BIMSA

Mapa XII.4: Localización de manzanas por tipo de intervención



Línea de acción 3.5. Destinar vialidades exclusivas para la movilidad peatonal en centros históricos

La peatonalización de las calles es una práctica que comenzó en ciudades europeas con la finalidad de incrementar la seguridad. Sin embargo, ésta medida considerada como parte de las acciones de gestión de la demanda de transporte, incide en la disminución de viajes realizados en automóvil, promueve una movilidad sustentable, reduce el número de accidentes en las zonas más concurridas, fomenta el dinamismo económico, disminuye los actos delictivos y sobre todo, genera la apropiación ciudadana del espacio.

Por otro lado, los centros históricos son por excelencia zonas atractoras de viajes que debido a la falta de aplicación de instrumentos de planeación, presentan problemas congestión vial, aun cuando dichas zonas son generalmente las de mejor cobertura de transporte público. Por ello, se propone la peatonalización de algunas calles en los centros históricos de los municipios centrales con el objetivo de incrementar la seguridad de habitantes y visitantes, recuperar y fomentar la apropiación de los espacios públicos, promover la cohesión social y reactivar las actividades culturales, comerciales y de servicios. Para lograrlo se deberá:

- Cerrar el acceso a automóviles y transporte público
- Nivelar los arroyos viales con las banquetas
- Realizar adecuaciones de diseño urbano
- Dotar de mobiliario urbano
- Señalizar calles y cruceros
- Promover usos de suelo comerciales y de servicios
- Impulsar y promover actividades culturales

Dada la cantidad de adecuaciones y los distintos niveles de intervención en cada lugar, se estima una inversión aproximada de 150 millones de pesos para peatonalizar calles en cinco cabeceras municipales, bajo el supuesto de intervenciones similares.

La propuesta de calles a peatonalizar se realizó bajo criterios relacionados con su ubicación respecto a la plaza principal de cada municipio y la presencia de usos comerciales y de servicios, que definen su carácter de vialidad de alto flujo. Además, los centros históricos de los municipios considerados para la aplicación de esta medida representan centros turísticos que concentran importantes espacios de cultura y tradición. En la mayoría de las calles propuestas el espacio es desaprovechado debido a su uso como estacionamientos (Figura XX.6).

Las calles propuestas para su peatonalización son las siguientes (Figuras XII.7 a XII.11):

- Municipio de Toluca: 16 de septiembre y Mariano Riva Palacio
- Municipio de Metepec: 5 de mayo desde Gral. José Vicente Villada hasta Porfirio Díaz
- Municipio de Zinacantepec: Calle el Pípila desde Ma. Morelos hasta Benito Juárez
- Municipio de Lerma: Plaza Juárez y Artesanos
- Municipio de San Mateo Atenco: Calles San Miguel y Tultepec

Figura XII.6: Espacio desaprovechado por estacionamiento de vehículos en centros históricos



Fuente: Elaboración propia con imágenes de Google Earth

Figura XII.7: Propuesta para peatonalización de calle en el municipio de Toluca



Fuente: Elaboración propia

Figura XII.8: Propuesta para peatonalización de calle en el municipio de Metepec



Fuente: Elaboración propia

Figura XII.9: Propuesta para peatonalización de calle en el municipio de Zinacantepec



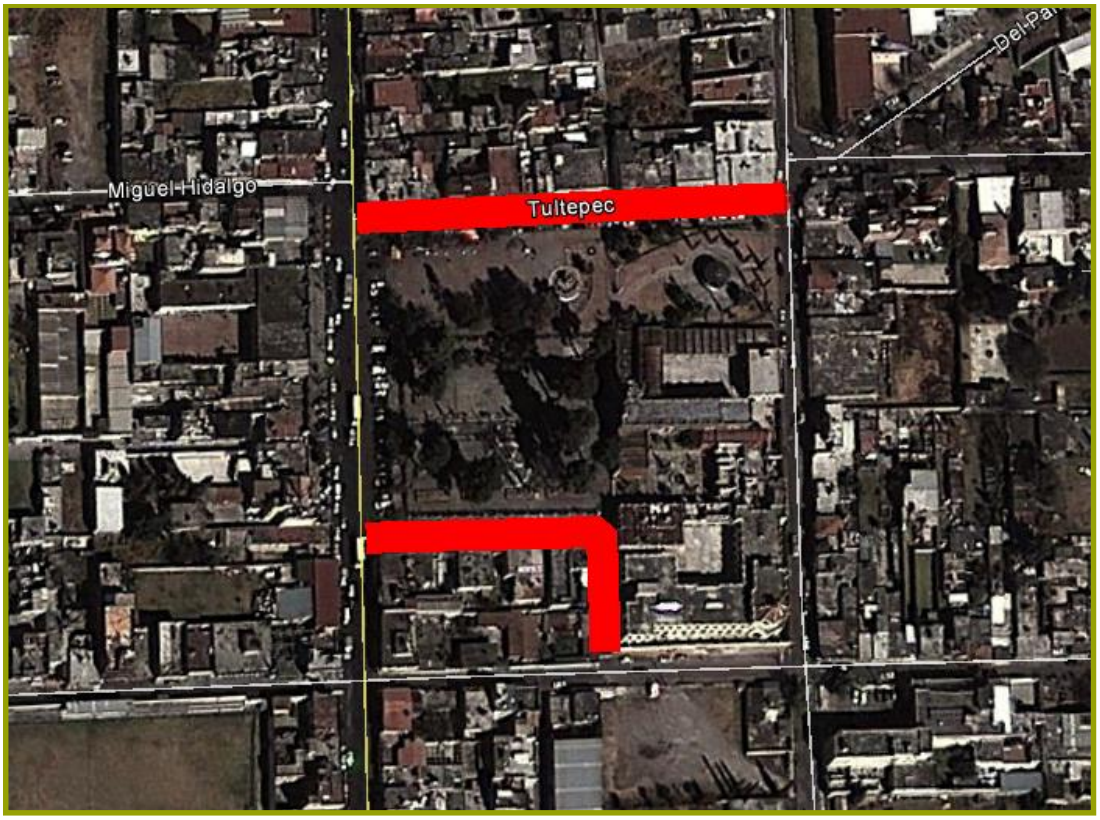
Fuente: Elaboración propia

Figura XII.10: Propuesta para peatonalización de calle en el municipio de Lerma



Fuente: Elaboración propia

Figura XII.11: Propuesta para peatonalización de calle en el municipio de San Mateo Atenco



Fuente: Elaboración propia

Línea de acción 3.6. Construcción de caminos de vinculación dentro del área urbana

El objetivo de esta línea de acción es generar las condiciones necesarias para la integración y conectividad de las localidades urbanas[65] en tres niveles: interna, entre localidades urbanas y con la ciudad central. Se considera que una localidad está conectada cuando uno de sus ejes o vialidad primaria se integra a la red carretera, la cual se enlaza a su vez con la ciudad central (Figura XX.12).

La propuesta aplica a localidades contenidas en el polígono de contención de la ciudad[66] y considera la pavimentación de brechas así como el mejoramiento de caminos y vialidades. Se debe priorizar la intervención de aquellas localidades que concentran un mayor número de habitantes.

[65] De acuerdo a la clasificación de INEGI, se considera una localidad urbana arriba de 2 000 habitantes.

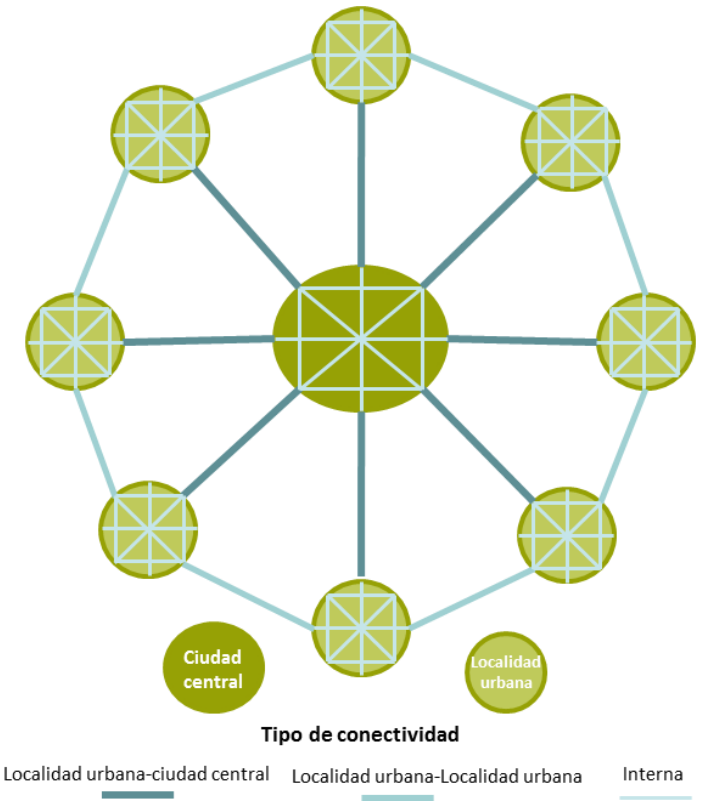
[66] Polígono propuesto por el CMM a partir del área definida por CONAVI-SEDATU en 2014, http://pcu.ruv.mx/PCU/

Para mejorar la conectividad[67] entre la ciudad y las localidades urbanas que la rodean y que se encuentran al interior del polígono de contención, se requiere previamente (INEGI 2001):

1. Revisar la periferia de cada localidad, identificar y conectar las carreteras con las vialidades realizando los ajustes espaciales necesarios.
2. Identificar las vialidades que se utilizan para el cruce dentro de las localidades e interconexión de carreteras, en función de su tipo; libramientos, periféricos, circunvalaciones, avenidas, bulevares, verificar su continuidad, y garantizar la conectividad al interior y entre localidades conurbadas adyacentes.

Debido a que los costos difieren en función del tipo de obra y la longitud del tramo a construir, queda fuera del alcance del proyecto el predimensionamiento del monto de inversión.

Figura XII.12: Esquema de conectividad deseable en la ZMT



Fuente: Elaboración propia

[67] De acuerdo al INEGI, para identificar espacialmente la factibilidad de la conectividad, debe realizarse a partir de la generación de datos vectoriales de carreteras pavimentadas con la integración y conectividad de vialidades de localidades urbanas. Este procedimiento busca orientar la conectividad aprovechando la estructura vial existente sin propiciar la construcción de más infraestructura para el automóvil.

Objetivo 4. Crear el marco regulatorio e institucional que transforme y ordene la movilidad hacia la sustentabilidad apoyado de la participación ciudadana

Meta 4: Elevar a 86% los viajes en modos de transporte públicos y no motorizados.

Línea de acción 4.1. Crear una Ley de Movilidad para del Estado de México y reformar el marco legal actual que contemple esquemas y organismos de gestión metropolitana de la movilidad

La normativa en materia de movilidad emitida en el Estado de México se limita a la regulación del transporte en tres modalidades; de pasajeros, de carga y particular. No contempla el derecho a la movilidad de las personas, ni considera las alternativas no motorizadas (caminar y bicicleta) como modos de transporte, lo que se refleja en la baja inversión pública en infraestructura peatonal y ciclista.

La Ley de Movilidad debe establecer los principios básicos sobre los que se reglamentará e incentivará la movilidad sustentable en el Estado de México, entendida como un derecho humano que garantiza el desplazamiento de personas independientemente de su condición o género, así como de bienes a través de una red estructurada de transporte y vialidad que permite la convivencia segura de modos eficientes y la intermodalidad, propicia la competitividad, y minimiza los costos sociales e impactos ambientales. Los principios que en orden de importancia debe de garantizar el Estado de México por ley son:

- La protección a la seguridad y salud de las personas
- La drástica disminución de la emisión de gases y partículas contaminantes a la atmósfera y de las afectaciones ambientales
- La reducción de las distancias y tiempos de traslados de los bienes y personas
- La reducción en el costo de los traslados
- La accesibilidad universal de las personas a los sistemas de transporte y al equipamiento urbano
- El respeto a la jerarquía de la movilidad sustentable (rodar sillas de ruedas), caminar, andar en bicicleta, servicios de emergencia, transporte público estructurado (Mexibús confinado, metro), transporte público masivo, servicios públicos, transporte de carga, transporte privado masivo (escolar y empresarial) y transporte privado o público individual (taxis, motos y autos)
- La equidad y justicia social
- La eficiente intermodalidad
- La integración operativa y tarifaria
- La resiliencia del sistema e infraestructura
- La utilización de la mejor tecnología disponible
- La generación y el acceso a información sobre las rutas, horarios e indicadores de movilidad del estado
- La calidad de la unidad y capacidad del operador/concesionario
- El cambio hacia energéticos de menor impacto ambiental

En congruencia con el nuevo marco legal se propone la creación de la Secretaría de Movilidad a partir de la reorganización de funciones de las Secretarías de Trasporte y de Comunicaciones, donde se incluyan áreas relacionadas con la movilidad peatonal y ciclista, y la gestión de la demanda del vehículo privado.

Línea de acción 4.2. Elaboración del Plan Integral de Movilidad de la Zona Metropolitana de Toluca que priorice la creación de Servicios de Transporte Integrados

Los actuales problemas de movilidad urbana son consecuencia de una ausencia de planificación de los sistemas de trasporte público. En México se carece de lineamientos integrales, comprensivos y oficiales para elaborar planes de movilidad urbana que permitan un crecimiento ordenado. Por ello, es necesario la elaboración de un del Plan Integral de Movilidad (PIM) de la Zona Metropolitana de Toluca en donde se definan los ejes estructuradores de la ciudad, en los cuales se fomente una densidad poblacional adecuada y usos mixtos que faciliten la creación y viabilidad de un servicio de transporte integrado.

> *La elaboración de un Plan Integral de Movilidad debe generar alternativas al uso del automóvil, promover viajes no motorizados en transporte público e impulsar el ordenamiento del transporte de mercancías, racionalizando su circulación urbana y sus sistemas de distribución y puntos de intercambio. Los beneficios de la correcta implementación de un PIM para una ciudad incluyen: mejor calidad de vida, beneficios ambientales y de salud, mejoramiento de la movilidad y accesibilidad, mejora de la imagen de la ciudad, potencial de incluir a toda la población, decisiones apoyadas por actores y por el público, mejor cumplimiento de las obligaciones legales, y una mayor atracción de inversiones a las ciudades (ITDP-Centro Eure, 2012).*

En el caso particular de la ZMT se requiere un PIM que permita conservar el actual reparto modal revistiendo los incentivos al uso del automóvil y mejorando la calidad del transporte público, que en la actualidad tiene una opinión negativa entre 7 de cada 10 usuarios de autobuses. Además es necesario orientar recursos presupuestales a la construcción e infraestructura peatonal y ciclista que fomente la movilidad sustentable. Otro aspecto relevante es la falta de CETRAM que permitan la intermodalidad, particularmente con la construcción del nuevo tren México-Toluca.

Un estudio básico inicial es la Encuesta Origen Destino para los 22 municipios de la ZMT, indispensable para conocer los patrones de movilidad de la región con mayor precisión y exhaustividad. Una inversión mínima para este estudio es de 20 millones de pesos.

Para la elaboración de la elaboración del PIM para la ZMT, se calcula una piso financiero de 10 millones de pesos, el cual incluye el diseño y planeación de un servicio de transporte integrado, que articule la consolidación de corredores de transporte urbano con una red ciclista, nuevas terminales de transporte público y CETRAM, así como las cuatro estaciones del nuevo tren México-Toluca ubicadas al interior de la ciudad.

Finalmente se requiere invertir al menos 60 millones de pesos en el Sistema Integral de Transporte, que conlleva la elaboración de proyectos ejecutivos, plan financiero, plan de negocios, reformas legales y marco contractual para la puesta en marcha y operación de una servicio de transporte público estructurado.

El monto mínimo de la inversión por los tres componentes se calcula entre 80 y 100 millones de pesos.

Línea de acción 4.3. Asignar recursos a proyectos de movilidad mediante

La instrumentación de un PIM requiere la asignación de fondos que refleje el cambio en el paradigma de la movilidad, asignando mayores recursos a la creación de infraestructura para el transporte público y los modos no motorizados.

De acuerdo a datos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en 2014 se asignaron al Fondo Metropolitano del Valle de Toluca aproximadamente 404 millones de pesos, de los cuales 60% se destinó a temas de movilidad. No obstante, es preciso señalar que dicho presupuesto se destina mayoritariamente a proyectos para la movilidad del auto particular: pavimentación de vialidades, creación de distribuidores, puentes vehiculares y entronques carreteros (SHCP 2014).[68]

Adicionalmente, para la financiación de proyectos relacionados a la movilidad, el Presupuesto de Egresos de la Federación 2014 asignó a los municipios de la ZMT un total de 534 millones de pesos para temas de movilidad, de los cuales el 59% se ejerció en el municipio de Toluca de Lerdo. Esta situación evidencia el peso de la capital del Estado de México como núcleo principal de la ZMT, a pesar de la presencia de otros subcentros importantes. Cabe señalar que poco más del 80% de los recursos asignados se destinaron a favorecer el uso del auto particular, lo cual incluye el presupuesto destinado a vialidades y desarrollo de infraestructura de carretera; creación de puentes peatonales[69] y mejoras de acceso. En contraste, de acuerdo a la encuesta de movilidad realizada por el CMM, sólo 17% de los viajes se realizan en auto privado. Por otro lado, únicamente 10% del presupuesto se destinó a mejorar la accesibilidad a transporte público para personas con discapacidad. Mientras que 7% se ejerció en distintas obras que favorecer la movilidad en otros modos de transporte (como desplazamientos a pie o en bicicleta), a través de la inversión en proyectos que mejoran el espacio público (Tabla XII.6). Esta distribución contrasta ampliamente con el hecho de que 76% de los viajes en la ZMT se realizan en transporte público y 7% en modos no motorizados.

[68] Los proyectos financiados fueron los siguientes: Microcarpeta en las laterales del Paseo Tollocan; Circuito Metropolitano Exterior, tramo Toluca-Tenango al Pacífico; Distribuidor Vial Circuito Metropolitano Exterior con Libramiento Bicentenario; Puente Vehicular 4 Surcos sobre Toluca-Tenango, Santa María Rayón; Boulevard Amomolulco-Capulhuac-Ocoyoacac el Pedregal en Ocoyoacac; Construcción del 2° Cuerpo de la Vialidad Benito Juárez-Entronque con la carretera Federal Toluca-Naucalpan.

[69] Aunque los puentes de este tipo se diseñan para facilitar el traslado de peatones de una acera a otra, para el presente análisis se consideró que la necesidad de crear dicha infraestructura corresponde a la visión de una calle diseñada para priorizar y facilitar el flujo vehicular.

Tabla XII.6: Recursos del PEF 2014 destinados a la movilidad en la ZMT

Modo de transporte asociado	Rubro de inversión	Municipio	Presupuesto 2014		Porcentaje de inversión por modo de transporte	Reparto modal
			(mdp*)	porcentaje		
Auto particular	Mantenimiento de vialidades y desarrollo de infraestructura carretera[a]	Toluca	275	51%	83%	17%
		Metepec	26	5%		
		Zinacantepec	29	5%		
		Otzolotepec	3	0.6%		
		No especificado	63	12%		
	Puentes peatonales	Toluca	11	2%		
	Mejoras de accesos[b]	Metepec	35	7%		
Transporte público	Accesibilidad a transporte público para personas con discapacidad	No especificado	55	10%	10%	76%
Bicicleta y caminar	Espacio público[c]	Toluca	30	6%	7%	7%
		Metepec	5	1%		
		Otzolotepec	2	0.4%		
Total			534	100%	100%	100%

*mdp: millones de pesos.

[a] El rubro incluye obras como pavimentación, repavimentación, re-encarpetamiento, ampliación de viaductos, distribuidores viales y desarrollo de infraestructura carretera (autopistas y conexiones). Es importante mencionar que en algunos casos, el PEF no especifica el tipo de obra al que se refieren, únicamente señala las autoridades responsables o el rubro general de inversión.

[b] No especifica si la obra se refiere a mejorar el acceso de modos no motorizados (ciclistas y peatones) o automotores. Gran parte de los proyectos están orientados a facilitar el acceso para los modos motorizados de transporte.

[c] Este rubro incluye proyectos que involucran la rehabilitación, construcción de guarniciones y banquetas; mejoramiento de tianguis y mercados. Se excluye la inversión en equipamiento urbano para revitalizar fachadas de escuelas, hospitales.

NE: No Especifica los municipios involucrados.

Fuente: Elaboración propia con datos de SHCP, 2014.

Además, a través del Fondo de Pavimentación, Espacios Deportivos, Alumbrado Público y Rehabilitación de Infraestructura Educativa (FOPEDEP), se reporta un presupuesto anual autorizado en el Estado de México por 526 millones de pesos, del cual 71% se destina a la movilidad. No obstante, de los once municipios que conforman la zona conurbana de Toluca, cuatro de ellos no figuran dentro del presupuesto (Lerma, Otzolotepec, San Mateo Atenco y Temoaya) mientras que los siete restantes.

Otros fondos estatales relacionados con el tema de la movilidad son el Fondo de Aportaciones para el Fortalecimiento de los Municipios y de las Demarcaciones Territoriales del Distrito Federal (FORTAMUN), el Fondo para la Infraestructura Social Municipal y de las

Demarcaciones Territoriales del Distrito Federal (FISMDF) que forma parte del Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social (FAIS), y el Fondo Estatal de Fortalecimiento Municipal (FEFOM).

En la consulta de las asignaciones por municipio correspondientes al FORTAMUN, FISMDF y FEFOM se identificó que la ZMT recibió alrededor de 1 500 millones de pesos, principalmente ejercidos en los municipios de Toluca, Zinacantepec y Metepec (Tabla XII.7).

Tabla XII.7: Fondos federales y estatales con rubros orientados a la movilidad, 2014

Municipio	FORTAMUN (mdp*)	Porcentaje	FISMD (mdp*)	Porcentaje	FEFOM (mdp*)	Porcentaje
Recursos totales por Fondo	8 000.0	100	3 294.0	100	2 100.0	100
Recursos asignados a municipios conurbados de la ZMT	977.7	12.2	327.5	9.8	165.5	7.8
Almoloya de Juárez	78.2	1.0	33.7	1.0	19.10	0.9
Calimaya	24.9	0.3	7.8	0.2	9.3	0.4
Lerma	71.4	0.9	26.8	0.8	13.4	0.6
Metepec	113.5	1.4	19.3	0.6	14	0.7
Mexicaltzingo	6.2	0.1	0.9	0	5.6	0.3
Ocoyoacac	32.7	0.4	7.5	0.2	9.4	0.4
Otzolotepec	41.4	0.5	27.5	0.8	13.5	0.6
San Mateo Atenco	38.4	0.5	11.3	0.3	9.1	0.4
Temoaya	47.7	0.6	42.7	1.3	6.3	0.3
Toluca	434.4	5.4	88	2.7	49.4	2.4
Zinacantepec	88.9	1.1	62	1.9	16.4	0.8

*mdp´: millones de pesos.

Fuente: Elaboración propia con datos de SFGEM, 2014.

De acuerdo a ITDP, durante 2013, de los fondos federales destinados a la movilidad, correspondieron a la ZMT alrededor de 800 millones de pesos, de los cuales 79% se destinó a pavimentación, 14% a infraestructura peatonal, 3% a infraestructura vial, uno por ciento a infraestructura ciclista, y todavía menos a transporte y espacios públicos (ITDP, 2014).

Desde el ámbito municipal, la información disponible [70] indica que en promedio los municipios destinaron en 2013, 7% de su presupuesto a temas de movilidad y en 2014 el 6%, con lo cual se registró una disminución de 984 millones de pesos.

[70] En la consulta de la cuenta pública de los ayuntamientos de Almoloya del Río, Atizapán, Mexicaltzingo, Rayón, San Antonio la Isla, Texcalyacac y Zinacantepec no se reporta el presupuesto asignado para 2013 ni 2014. Para el caso de Almoloya de Juárez, Metepec y San Mateo Atenco sólo se encontró información para el año 2013.

Por lo anterior, se recomienda asignar recursos de los presupuestos municipales y estatales, así como del Fondo Metropolitano de Toluca, a la movilidad en función de la jerarquía de modos de transporte que deberá señalar la nueva Ley de Movilidad, y que prioriza los modos no motorizados y el transporte público.

Igualmente se recomienda la creación de un Fondo para la Movilidad Metropolitana Sustentable a partir de recursos estatales y locales que incluyan la creación de instrumentos económicos como la instalación de parquímetros, sobreprecio a gasolinas y diesel cobro de la tenencia vehicular a vehículos automotores con base en las emisiones de gases contaminantes, entre otros.

Con la finalidad de contar con recursos suficientes y estables para la movilidad, particularmente para operar y mantener la calidad de un sistema de transporte público, se requiere generar certeza presupuestaria en los órganos operadores. Una forma de garantizarla, puede ser la aplicación de una práctica utilizada en otros países, donde se generan recursos para la movilidad mediante el cobro del Impuesto sobre Remuneración al Trabajo, ya que se considera la movilidad como elemento fundamental para el tema de la competitividad. Un ejemplo es el 2% del impuesto al empleo que se destina en Francia a la planeación, construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de transporte público. De manera similar, los gobiernos estatales en Estados Unidos destinan 1% de la recaudación del impuesto a las ventas, equivalente al IVA en México, para el financiamiento del transporte público.

En el caso del Estado de México, una opción es destinar un porcentaje de la recaudación del Impuesto sobre Nóminas o del Impuesto Sobre Remuneraciones al Trabajo Personal para financiar proyectos de movilidad.

Línea de acción 4.4. Crear al interior de la administración municipal áreas o direcciones encargadas de la movilidad

De acuerdo a la revisión de la estructura de gobierno de los Ayuntamientos que conforman la ZMT, éstos carecen de un área especializada para la gestión de la movilidad local. Actualmente las Direcciones de Tránsito, Seguridad Pública y Vial, o Protección Civil, cuándo éstas existen, tienen una visión parcial de la movilidad, generando como resultado intervenciones centradas en la mejora del flujo vial como la construcción de puentes peatonales, reductores de velocidad y semaforización.

Esta perspectiva deriva de las atribuciones limitadas de los Ayuntamientos para gestionar el transporte público, restringiendo su actuación a la regulación de sitios de ascenso y descenso o a las modalidades de baja capacidad como bici-taxis.

No obstante, bajo el concepto de movilidad sustentable, los Ayuntamientos tienen una amplia capacidad de intervención en la construcción y mantenimiento de infraestructura peatonal y ciclista. Las Direcciones Municipales de Movilidad propuestas deberán trabajar de manera coordinada con otra áreas de gobierno, particularmente con las Direcciones de Tránsito y de Desarrollo Urbano para generar condiciones de seguridad adecuadas para fomentar la

movilidad sustentable, construir la infraestructura necesaria y favorecer la intermodalidad con el transporte público.

Línea de acción 4.5. Crear un Organismo Operador de Movilidad Metropolitana

La estructura institucional bajo la cual actualmente se planea y opera el transporte y su infraestructura en la ZMT, obedece a una visión fragmentada de la movilidad, donde diversas instituciones y niveles de gobierno intervienen de manera poco coordinada. Bajo esta visión fragmentada, la gestión de la movilidad no encuentra el soporte adecuado para reducir los desplazamientos cotidianos y orientar la movilidad hacia modos de transporte más eficientes y menos contaminantes.

La movilidad enfocada como un tema transversal a la política pública, tiene incidencia en materia de desarrollo urbano, transporte, comunicación, salud, medio ambiente y economía, y demanda la participación interdisciplinaria y coordinada bajo una misma visión de movilidad. Por ello, se recomienda la creación de un Organismo Operador de Movilidad de la ZMT que diseñe y coordine las acciones, programas, inversiones y obras en materia de movilidad con énfasis en la construcción de un nuevo modelo organizacional del transporte público, el reordenamiento de las rutas de transporte y la consolidación de los principales corredores de transporte. Además, debe garantizar la intermodalidad entre los distintos modos y una política tarifaria equitativa, accesible y que ofrezca certeza de rentabilidad financiera para los prestadores de servicio.

Es esencial que dicha instancia se cree bajo una visión metropolitana y con participación de los distintos niveles de gobierno, para asegurar la correcta gestión de la movilidad y su articulación a escala local y regional, particularmente en su interrelación con la ZMVM. Además, el titular responsable del Organismo Operador de Movilidad deberá elegirse por consenso entre los diferentes actores y no de manera directa por el gobierno estatal en funciones, y su periodo de gestión debe promover proyectos de largo plazo, por lo que se sugieren periodos de 4 años de función con posibilidad a tres relecciones o periodos de 12 años.

Se estima un presupuesto total para la creación y operación del Organismo Operador de Movilidad de la ZMT durante diez años de 1 500 millones de pesos, este monto supone un presupuesto anual de al menos 150 millones de pesos, que representa menos del 0.5% del presupuesto de la Secretaría de Transporte aprobado en 2014 y solo 0.03% de los recursos destinados al sector comunicaciones y transportes dentro del presupuesto estatal 2014.

Línea de acción 4.6. Eliminar la competencia desleal en el transporte público y promover la actualización de su parque vehicular

La red de transporte público colectivo en la Zona Metropolitana de Toluca está conformada por más de 20 empresas, que brindan el servicio de transporte a través de 222 rutas. Se estima una sobre posición de rutas de al menos 80% y una sobre oferta de 50% de unidades (ST-GEM 2007), particularmente sobre los ejes estructuradores de la ciudad. Además, de

acuerdo con la base de datos del registro de unidades que prestan el servicio de transporte público de la Secretaría de Transporte del Estado de México, 43% de la flota vehicular de transporte público ha rebasado su vida útil, ya que tiene una antigüedad superior a los 10 años.

Por lo anterior, es necesario organizar el servicio de transporte público para eliminar la sobre oferta de rutas, y mediante un programa de chatarrización, reducir la sobre oferta de unidades facilitando su sustitución por unidades menos contaminantes y de mayor capacidad. Estas acciones de ordenamiento y modernización del transporte público son indispensables para elevar su competitividad y desincentivar el uso de modalidades no autorizadas como el taxi colectivo. Para ello se requiere constituir un Fondo para apoyar la de renovación continua del parque vehicular, que tenga como criterios mejorar la experiencia del transporte público y reducir el impacto ambiental del sector mediante la incorporación de tecnologías menos contaminantes.

Se requiere personal para llevar a cabo las actividades de planeación, supervisión y vigilancia de las disposiciones para ordenar y modernizar el transporte público, mismas que podrían incorporarse como funciones del nuevo Organismo Operador de Movilidad.

Línea de acción 4.7. Crear un Consejo de Movilidad con participación ciudadana

La gobernanza es instrumento para mejorar la capacidad de atender las demandas sociales por parte de la autoridad. Mediante la introducción de más actores en el espectro gubernamental es posible alcanzar mayores grados de transparencia y de rendición de cuentas; incrementar la legitimidad e impulsar la resiliencia de las acciones del gobierno a largo plazo (Closa Montero C. 2003; Mayorga F. y Córdova E. 2007).

Por ello, se recomienda la creación de un Consejo de Movilidad para la ZMT con participación ciudadana organizada (ONG, sindicatos, fundaciones, academia, etc.), de actores privados claves (empresas y asociaciones de transportistas) y de las diversas dependencias de gobierno relacionadas con la movilidad incluidos el poder ejecutivo y el Congreso estatales. Este espacio permitirá la discusión y conciliación de los distintos intereses en el sector transporte a favor de una movilidad integral y sustentable, donde prive la búsqueda del bien público, al tiempo que se brinda certeza a los entes privados, y se sientan las bases para facilitar el cumplimiento y continuidad de la función pública del estado en relación a la movilidad.

El Consejo permitirá consultar y servir de vínculo entre la población y el gobierno para el diseño y éxito de nuevas políticas de movilidad, dotar de transparencia a las acciones que se instrumenten en la materia, concientizar a la población sobre los beneficios de una movilidad sustentable y de las acciones que conlleva, como la necesidad de diseñar una ciudad compacta, densa y de usos mixtos. Además, se podrá dar seguimiento y validación pública de las acciones realizadas.

Para la constitución y operación del Consejo de Movilidad se estima un presupuesto de 5 millones de pesos que incluye la realización de reuniones, talleres de trabajo, eventos y publicaciones de difusión en un periodo de 10 años. Además se propone que los nombramientos de los integrantes tenga una duración alternada en periodos de 4 años que permitan dar continuidad a las acciones realizadas.

Línea de acción 4.8. Asignar recursos a la generación de información para la planeación estratégica de la movilidad metropolitana

La generación de información sobre los desplazamientos de la población es fundamental para desarrollar estrategias de movilidad. Las encuestas origen-destino (EOD), de percepción de los modos de transporte y los aforos, permiten el diseño fundamentado y con información actualizada de los planes integrales de movilidad en una ciudad.

En México, muy pocas ciudades realizan estudios o generan información relacionada con la movilidad, además no se cuenta con una regulación para la actualización de estos datos. Esta situación dificulta la planeación y toma de decisiones acertadas. Además, debido a los acelerados cambios en la movilidad, producto del crecimiento demográfico y de la transformación de las ciudades, tanto en extensión, como en su dinámica demográfica, económica y de usos de suelo, se requiere de una actualización continua de los indicadores de movilidad.

En el caso de la ZMT no se dispone de una encuesta origen-destino con información actual y detallada sobre los indicadores de movilidad. Por lo anterior, se recomienda la asignación de recursos permanentes que permita la generación periódica de éstos indicadores y que garantice su actualización a través de las distintas herramientas (encuestas y aforos), o incluso mediante el uso de nuevas tecnologías que permiten generar información en tiempo real, por ejemplo el desarrollo de aplicaciones para teléfonos inteligentes permite la acumulación masiva de datos (big data) en tiempo real a una fracción del costo de la aplicación de una EOD. Se estima que el desarrollo de un App de movilidad, así como una campaña de difusión, gestión y almacenamiento de datos representa menos de 10% del costo de una EOD.

La importancia de socializar la información recopilada y procesada mediante un observatorio ciudadano facilita la participación, credibilidad y seguimiento de la política pública por parte de la población.

Línea de acción 4.9. Mejorar las condiciones laborales y actualizar los sistemas de capacitación de los operadores de transporte público

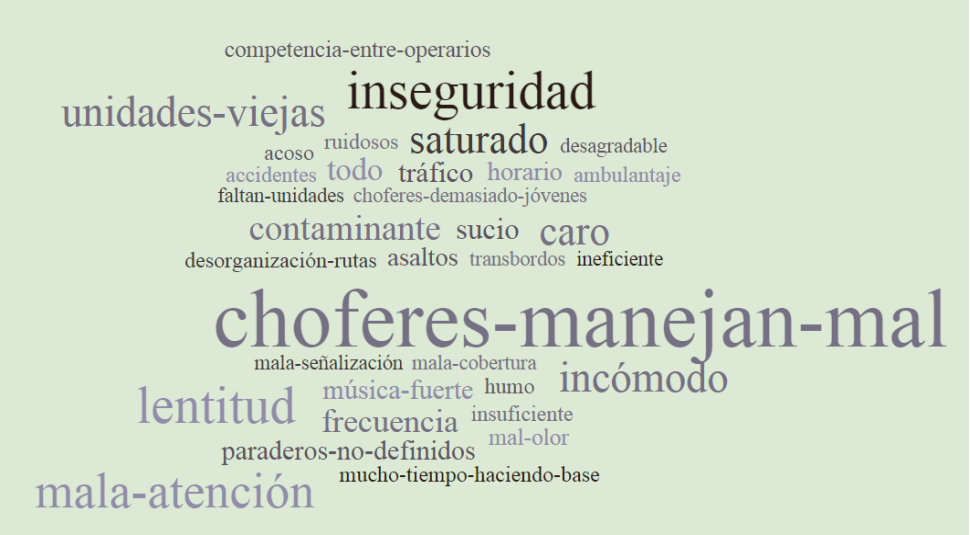
De acuerdo a la encuesta realizada a más de dos mil habitantes de la zona conurbada de Toluca, 65% de los usuarios de autobús, tienen una opinión negativa en relación a este modo de transporte. La principal crítica mencionada fue la forma de conducción de la unidad por parte de los operadores, seguida por elementos que denotan fallos en la operación de la red de transporte público, el mal estado de las unidades y la inseguridad. En la Figura XI.11 se observan los principales aspectos negativos vinculados al transporte público en la ZMT, el

tamaño de la letra indica el número de veces que el tema fue mencionado por la población encuestada.

Por ello, es necesario mejorar las condiciones laborales y actualizar los sistemas de capacitación de los operadores de transporte público que permitan impulsar la mejora continua del servicio.

En términos laborales se requiere realizar una reforma para eliminar el sistema hombre-camión y generar esquemas de contratación laboral que permita a los operadores del servicio de transporte público contar con prestaciones y un sueldo fijo. Los incentivos para los operadores deben ser independientes del número de pasajeros trasportados o del número de viajes realizados. Por el contrario, éstos deben diseñarse en función del cumplimiento de la normatividad y correcta operación de la unidad con forme a las rutas, paradas, y frecuencias estipuladas.

Figura XII.13: Percepciones de los usuarios del transporte público de la ZMT (autobuses)



Fuente: Elaboración propia.

Las condiciones laborales deberán incluir el otorgamiento de las prestaciones de ley, el monitoreo de la salud y alimentación adecuada de los operarios.

Se recomienda llevar a cabo una acreditación de los operadores que sea acompañada del monitoreo de las condiciones de operación de la unidad asignada, de esta forma podrá disponerse de un registro que permita renovar la acreditación o deshabilitar a aquellos operarios que cometan faltas graves.

Se estima que en un lapso de diez años el costo total, público y privado, para reconfigurar el esquema de contratación y condiciones laborales de los operarios del transporte público asciende a 30 millones de pesos.

Objetivo 5. Desincentivar la utilización de los modos privados motorizados como forma primordial de transporte

Meta 5: Reducir a 14% la participación del automóvil

Línea de acción 5.1. Incorporar estándares más estrictos a la circulación de vehículos motorizados y endurecer las sanciones a los más contaminantes

El Programa de Verificación Vehicular Obligatoria (PVVO) es altamente relevante en la gestión de la calidad del aire en cualquier ciudad y es la columna vertebral de la regulación de emisiones de automotores. No obstante, la prueba de verificación para los vehículos que circulan en el Valle de Toluca es un mecanismo voluntario, por lo que el programa actual es insuficiente para detectar y retirar de la circulación a los vehículos ostensiblemente contaminantes. Por esta razón, se considera necesario vigilar el cumplimiento del proceso de verificación e incorporar criterios ambientales homologados para todos los municipios de la zona urbana de Toluca, a fin de garantizar la circulación de los vehículos con mejor tecnología ambiental y de menores emisiones contaminantes.

De acuerdo a la información proporcionada por la Dirección General del Registro Estatal de Transporte Público de la Secretaría de Transporte del Estado de México, la edad media del parque vehicular del transporte público es de 12 años de antigüedad, y 43% del mismo ha rebasado su periodo de vida útil (10 años). La flota más antigua es la de los microbuses y taxis, y se estima que 60% de sus unidades tienen más de 10 años de antigüedad. Por ello, como primer paso se recomienda que los vehículos al servicio público (patrullas, vehículos de rescate, transporte público, recolectores de basura, etc.) cumplan adecuadamente con las verificaciones vehiculares.

Los datos de la encuesta de Usos y Aptitudes hacia la Movilidad en la Ciudad de Toluca indican que más de la mitad de quienes se desplazan en auto particular poseen un vehículo con una antigüedad entre los 4 y 14 años de edad; 17 % de los vehículos tienen entre 0 y 4 años de uso; cuatro de cada cien automovilistas posee vehículos que rebasan los veinte años de antigüedad e incluso uno de cada cien prolonga la vida útil del vehículo hasta alcanzar los 30 o más años de uso.

Por lo tanto, a fin de garantizar que los vehículos particulares en circulación poseen las características físico-mecánicas adecuadas, se recomienda hacer obligatorio, endurecer y blindar el proceso de verificación que actualmente opera en la ZMT.

Línea de acción 5.2. Decretar zonas de control vehicular en los centros históricos de Toluca y Metepec

El incremento en los niveles de congestión vehicular así como de la contaminación del aire en las ciudades de la Megalópolis de la región centro del país, los miembros de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAMe), evaluaron la gama de alternativas que se han

instrumentado a nivel internacional para atender ambos problemas. Una de éstas medidas son las zonas de control vehicular o zonas de baja emisión de contaminantes (ZBE).

Las ZBE son áreas geográficamente definidas en donde los vehículos más contaminantes son restringidos, disuadidos o desalentados a circular. El objetivo es reducir las emisiones contaminantes provenientes del transporte público, proteger la salud de la población vulnerable a la exposición de contaminantes, y contribuir a una mejor calidad del aire a través de la reducción del número de vehículos que circulan en zonas específicas.

Mediante análisis espacial de variables estadísticas (álgebra de mapas y análisis multicriterio[71]), se identificó que el centro de Toluca, así como la zona del corredor industrial Lerma-Toluca, y los centros de Metepec y San Mateo Atenco son los territorios con mayor potencial para implementar estrategias de ZBE (Mapa XII.5); ya que concentran un importante número de personas, tanto residentes como trabajadores, de equipamientos atractores, y cuentan con transporte público regular.

Como introducción de la política de ZBE en la región, se recomienda iniciar la implementación de una ZBE piloto en los centros históricos de Toluca y Metepec. La ZBE de Toluca está delimitada al norte por la vialidad de Lerdo de Tejada, al oeste por Andrés Quintana Roo, al sur por Venustiano Carranza y Paseo Tollocan, y al este por Isidro Fabela. En total, el polígono propuesto tiene un área de 3 km^2 (Mapa XII.6), que podría gradualmente incrementarse hasta cubrir 11 km^2 (Mapa XII.7). Actualmente en la zona más reducida residen cerca 6500 personas y es el cetro de trabajo de casi 30 mil más.

El polígono propuesto para implementar una ZBE en el municipio de Metepec considera el área del centro histórico delimitado por las siguientes vialidades: Ignacio Allende – Melchor Ocampo – del Canal – Toluca-Tenango – Estado de México – Hermenegildo Galeana (Mapa XII.10). Actualmente, en este polígono de solo un km^2, residen 3 500 mil personas, y es el lugar de trabajo de 1 600 personas más.

Las medidas de restricción vehicular consideran limitar el ingreso de transporte de carga a los centros históricos municipales en un horario de 10 pm a 6 am. En cuanto a los vehículos particulares, se recomienda únicamente restringir el ingreso de los no verificados, a fin de fortalecer y hacer obligatorio el cumplimiento del PVVO.

La implementación de esta estrategia requiere de un sistema de vigilancia que garantice su cumplimiento. En la revisión del panorama internacional se ha identificado que la sofisticación del sistema de vigilancia que se implementa en cada ciudad varía de acuerdo al tamaño del polígono y niveles de congestión. Existen distintos tipos de restricción para cada ZBE y también diferentes sistemas de vigilancia, los cuales pueden ser manuales o electrónicos.

[71] Se emplearon cuatro componentes de análisis: 1) demográficos (población vulnerable; niños y adultos mayores); 2) atracción de viajes (elementos atractores: hospitales, clínicas, escuelas, parques, jardines y centros de trabajo); 3) accesibilidad a transporte público y 4) calidad del aire.

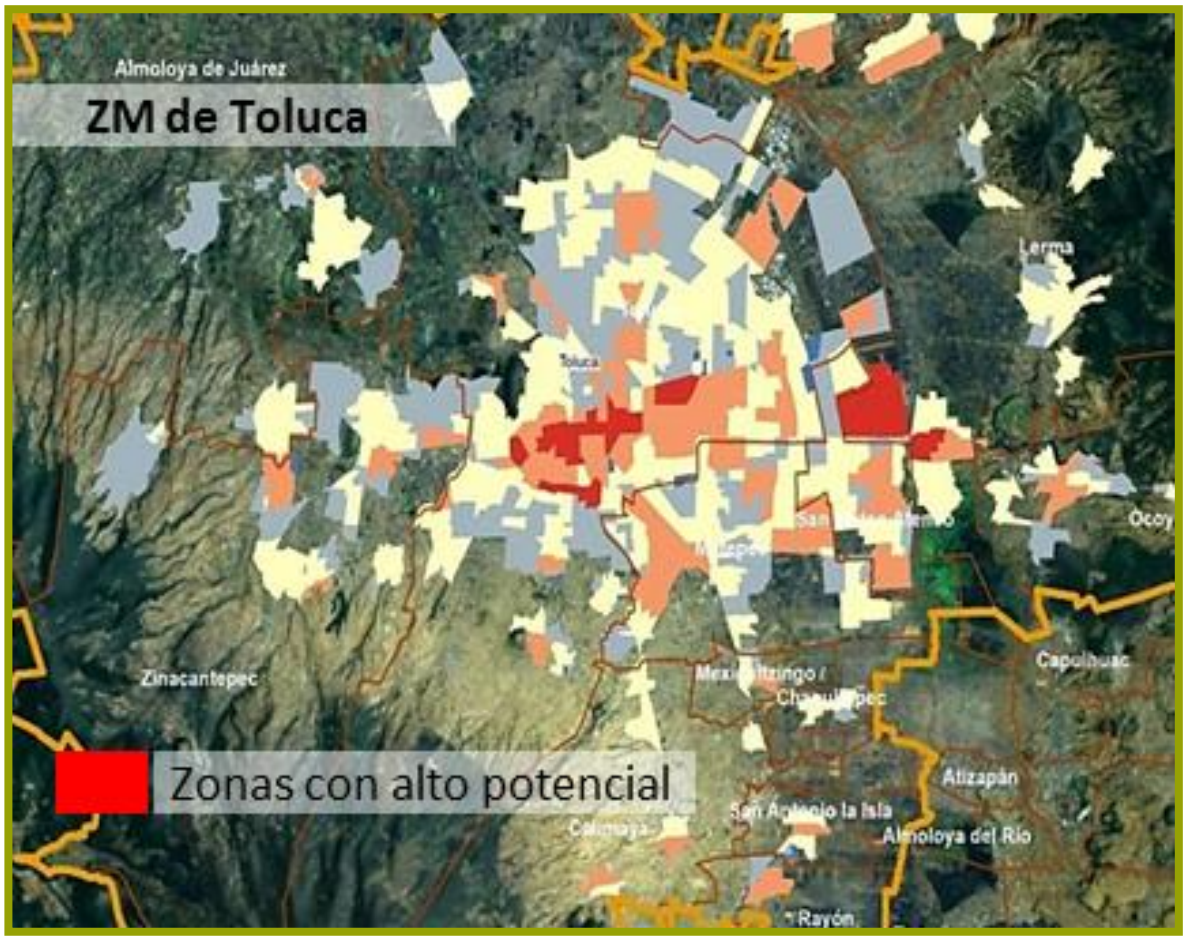
En caso de la vigilancia manual, los costos involucrarían los recursos humanos destinados para la vigilancia y el sistema en el que se registrarán las violaciones. Se considera que la utilización de un sistema manual de vigilancia podría representar una oportunidad para la incidencia de eventos de corrupción, además se obstaculiza la generación de una base de datos que registre el parque vehicular actual. Por lo tanto, se recomienda implementar un sistema electrónico que registre el engomado de los vehículos que ingresan o salen de las ZBE y de un sistema de cámaras que tome la fotografía de los mismos, con el objeto de obtener la información más confiable sobre el parque vehicular en circulación, datos sobre la velocidad promedio, hacer más eficiente el ingreso de vehículos en los puntos de ingreso y/o salida y evitar la ocurrencia de eventos de corrupción.

Los sistemas de vigilancia electrónicos de Londres son los más documentados. El costo de implementar un sistema electrónico fluctúa entre 130 y 200 millones de pesos, con un costo anual de operación entre 100 y 150 millones de pesos[72]. El sistema de control electrónico involucra cámaras y camionetas móviles que registran el ingreso y salida de los vehículos al centro. Además, cuenta con un sistema de reconocimiento automático de placas (ANPR en inglés) que consta de un sistema de cómputo, cámaras y bases de datos (AEA 2003).

De manera adicional al costo del sistema de vigilancia para las ZBE, es importante garantizar que en los polígonos definidos como ZBE existan las condiciones para fomentar el uso de otros modos de transporte como las bicicletas o los desplazamientos a pie. Es decir, adecuaciones viales para favorecer el uso de la bicicleta y garantizar el traslado de discapacitados y peatones; ampliación de banquetas; semaforización, etc. En este sentido, existen discusiones sobre si se requiere tomar estar medidas antes de implementar las ZBE o de manera paralela. Por lo tanto, es sumamente importante que al considerar la implementación de dicha estrategia, se incluyan los costos adicionales asociados.

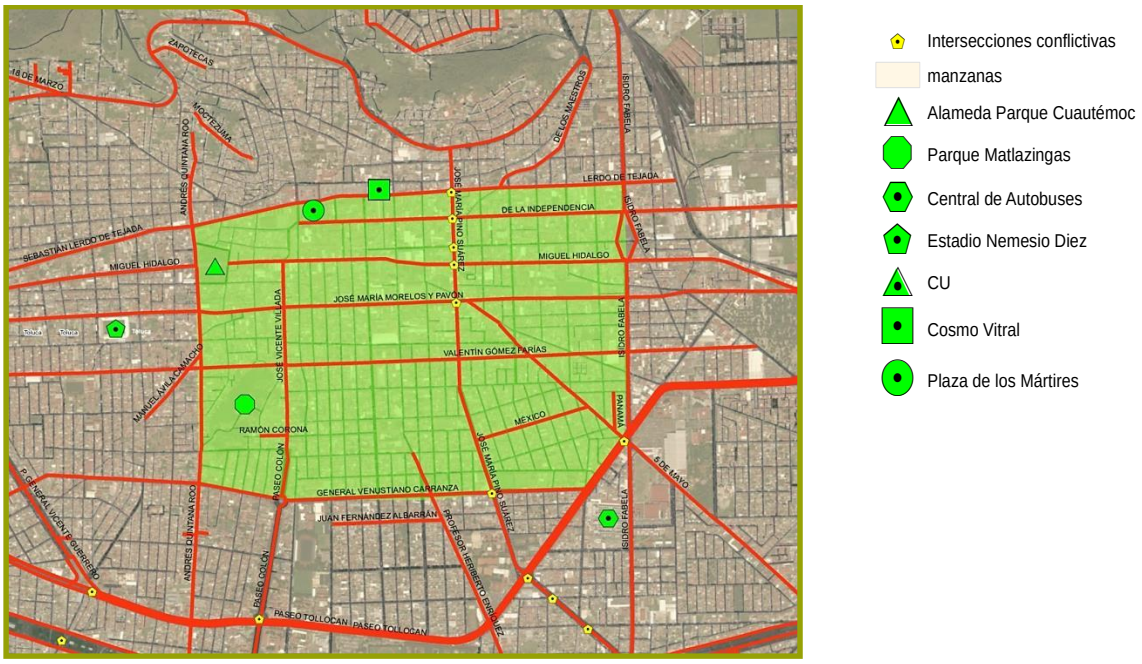
[72] Conversiones en pesos (MXN) al 19 de noviembre 2014.

Mapa XII.5: Potencial de implementación de ZBE en la ZMT



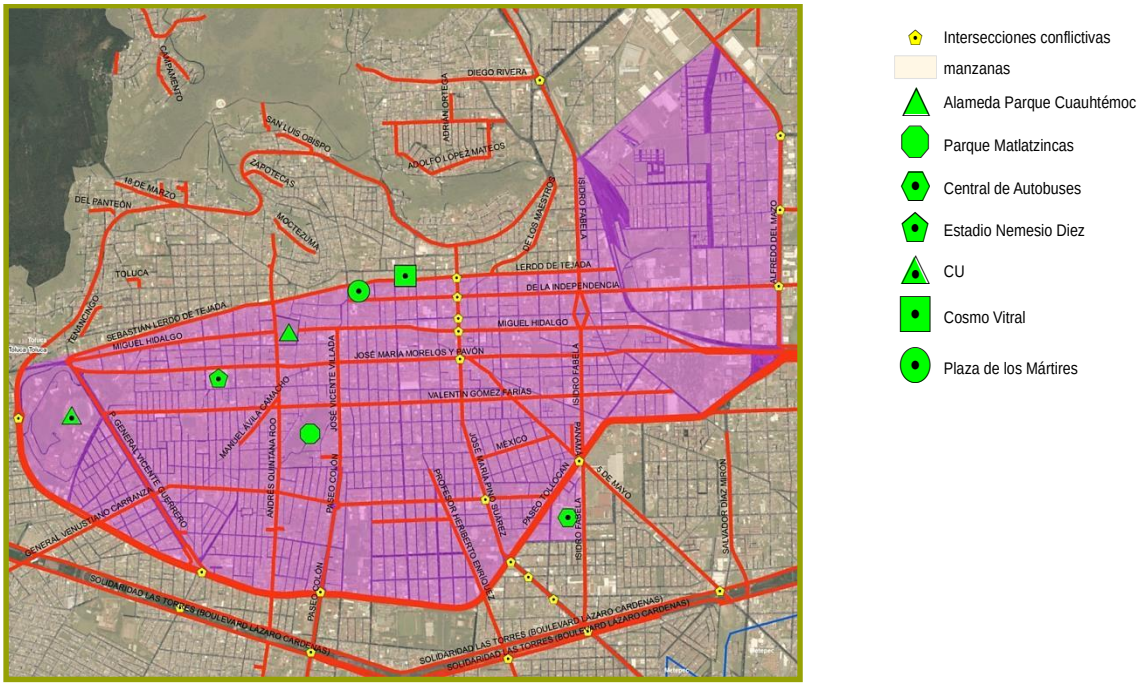
Fuente: Elaboración propia.

Mapa XII.6: Polígono para implementar ZBE en Toluca (Fase 1)



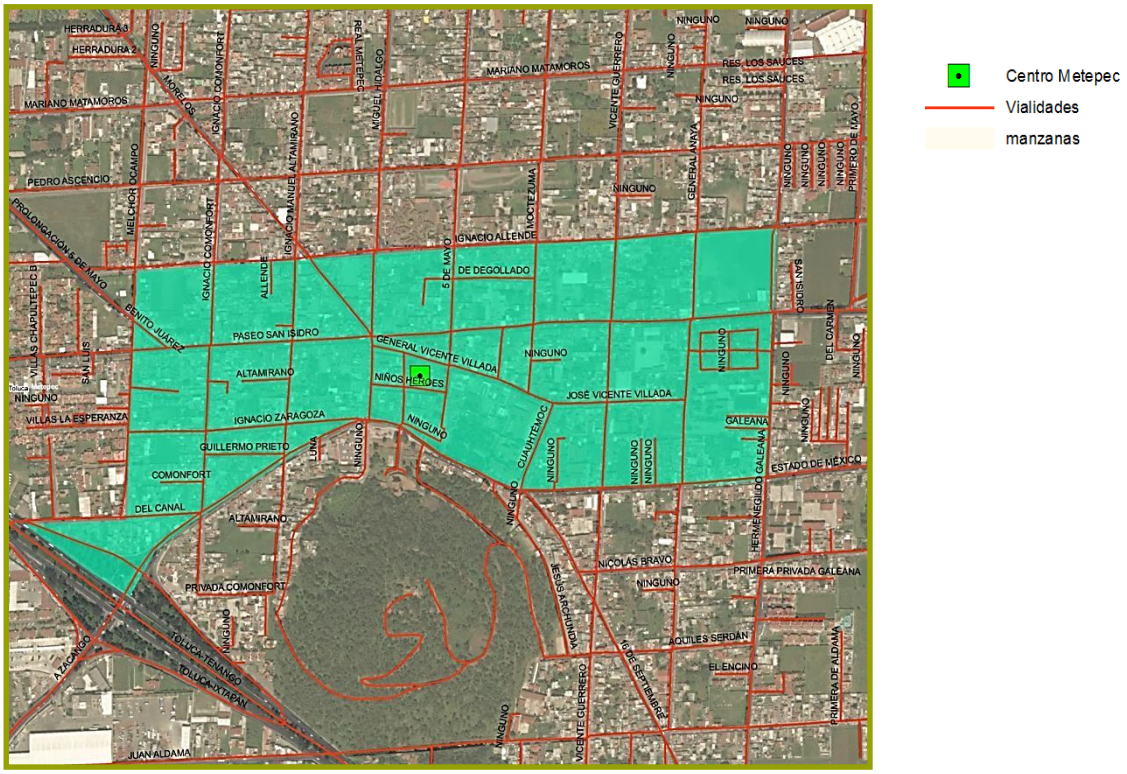
Fuente: Elaboración propia.

Mapa XII.7: Polígono para implementar ZBE en Toluca (Fase 2)



Fuente: Elaboración propia.

Mapa XII.8:Polígono para implementar ZBE en Metepec



Fuente: Elaboración propia.

Línea de acción 5.3. Instalar parquímetros en vialidades secundarias y locales, priorizando las zonas altamente transitadas y atractoras de viaje

Las medidas de estacionamiento en zonas estratégicas requieren gestionar los costos de estacionamiento en lugares claves como estaciones de tránsito, paradas de autobús y básculas en carreteras o en paraderos en la periferia urbana, para facilitar el tránsito y la utilización de otros medios de transporte (CMM 2013).

En la ZMT, 25% de quienes usan automóvil o motocicleta como modo principal de transporte, estaciona su vehículo en la vía pública. Sin embargo, es importante mencionar que el espacio público es un bien altamente competido y en aquellos lugares en donde la concentración de actividades genera problemas de congestión vehicular, requiere de estrategias que permitan administrar adecuadamente el espacio destinado al estacionamiento.

Los parquímetros son mecanismos que fomentan la adecuada gestión de espacios para el estacionamiento, dentro y fuera de la calle a través del cobro de una tarifa por tiempo limitado (ITDP 2012).

Además de que los parquímetros ayudan a disminuir el tiempo perdido en el tráfico por quienes buscan lugar para estacionarse, también permiten la recaudación de recursos,

fortalecen la vitalidad de la economía local, fomentan la movilidad peatonal y ciclista así como la atracción de turistas.

En este sentido, se recomienda la implementación de parquímetros comenzando con los centros históricos de los municipios que forman parte de la ZMT debido a su relevancia en términos económicos, sociales, políticos y culturales.

En San Luis Potosí, desde diciembre 2008, se implementó un sistema de 200 parquímetros multiespacio para administrar 3 mil cajones de estacionamiento; registrando recursos para el ayuntamiento por más de 10 millones de pesos en los primeros 40 meses de operación (ITDP 2012). Al igual que en otras ciudades del país, la tarifa estipulada para el uso de parquímetros es de $2 pesos por cada 15 minutos, con un límite de 3 horas en un horario de 8:00-20:00 horas, de lunes a viernes.

La operación del servicio puede ser a través de una empresa pública, bajo contrato de servicios o a través de una concesión. Al respecto, se recomienda el financiamiento mixto, donde los costos del proyecto se compartan entre el municipio y el concesionario (ITDP 2012). Otro ejemplo de éxito con el uso de parquímetros es Polanco; con dos años de operación en la zona, se registra una contraprestación de más de 62 millones de pesos a favor de los vecinos (GDF 2014).

Línea de acción 5.4. Implementar zonas de 30 km/h en los principales centros históricos y zonas habitacionales

A raíz de los beneficios registrados en Alemania después de la implementación de las denominadas zonas 30, ésta estrategia se ha replicado desde 1983 en otras ciudades alrededor del mundo. Las zonas 30 consisten en limitar la velocidad de los coches a 30 km/h en determinadas vialidades.

Los resultados se reflejan en la reducción considerable de la contaminación atmosférica, gravedad y ocurrencia de accidentes viales, el índice de ruido así como los niveles de congestión vehicular y una mayor disposición al uso de modos alternos de transporte como la bicicleta o los desplazamientos a pie (ECI S/A).

Bajo estas consideraciones, se recomienda la definición de zonas 30 en los centros históricos de los municipios de Toluca, Metepec, Zinacantepec, Lerma y San Mateo Atenco por ser las zonas de atracción de viajes por excelencia. Los beneficios anteriormente mencionados serán percibidos tanto por quienes frecuentan los centros para trasladarse como por los residentes. En específico, los usuarios de modos no motorizados de transporte (ciclistas y peatones), ya que disminuye la incidencia y la gravedad de los accidentes viales. También comerciantes, empresas y dueños de negocios a nivel local así como los habitantes y visitantes de las zonas 30, ya que fomenta la atracción turística y la derrama económica.

Línea de acción 5.5. Asignar tarifas de estacionamiento a partir de su proximidad con las zonas atractoras de viaje

Todos los viajes comienzan y terminan en un cajón de estacionamiento. Por lo tanto, la gestión eficiente de la ubicación, cantidad y precio del estacionamiento es una de las herramientas más importantes y eficaces para reducir el uso del automóvil (ITDP 2014).

El análisis en campo realizado para el presente estudio identificó que existe una sobre oferta de estacionamientos en la ciudad de Toluca, sobre todo al interior y en la periferia de las zonas centrales de actividades comerciales y de servicios.

De acuerdo a los datos obtenidos en la encuesta realizada, 75 por ciento de los automovilistas de la ZMT usa algún tipo de estacionamiento (público o privado) mientras que el resto utiliza el espacio público para estacionarse.

Es importante mencionar que la elaboración de una propuesta sobre el ajuste a las tarifas de estacionamiento requiere de un análisis detallado y exhaustivo en materia de normatividad urbana a la que están sujetos dichos inmuebles así como en términos de sus condiciones físico-espaciales. No obstante, en los estudios de campo realizados por el CMM en la ZMT, se identificó la importancia de incrementar la tarifa estipulada en los estacionamientos que se ubican en los anillos concéntricos más cercanos a las zonas atractoras de viaje (centros históricos, museos, parques, cabeceras municipales, etc.). En contraposición, se recomienda reducir la tarifa para los estacionamientos ubicados en la periferia.

Línea de acción 5.6. Rediseñar el impuesto a la tenencia de vehículos motorizados a fin de reflejar el impacto ambiental de su posesión y utilización

La experiencia internacional muestra que los impuestos a autos nuevos y en circulación, es decir, tanto a vehículos públicos como privados, tienen resultados ambientales positivos ya que internalizan parte de los costos sociales del uso de modos motorizados de transporte. Este efecto ambiental positivo puede potenciarse mediante el rediseño de los impuestos para reflejar el impacto ambiental.

En Inglaterra, se instrumentó un impuesto anual a los vehículos en función de su nivel de emisiones contaminantes, lo cual ha derivado en la reducción de contaminantes emitidos de la flota vehicular en 8%, en el periodo 2000-2009 (ITDP 2012).

La “tenencia verde” es un instrumento económico elaborado por el CMM que, además de generar recursos fiscales para las autoridades locales, induce al cambio tecnológico al aumentar la carga fiscal relativa de los vehículos más contaminantes y reducirla para los autos de mejor tecnología ambiental. En este sentido, se recomienda implementar este instrumento económico para los vehículos que circulan en la zona urbana que conforma la ciudad de Toluca.

El CMM estimó en el estudio “Instrumentos Fiscales Ambientales Aplicados a los Vehículos de la Megalópolis del Centro de México” que, si se cobrara exactamente el daño ambiental causado por la flota vehicular en circulación, la recaudación alcanzaría 44 mil millones de pesos al año en la Megalópolis de la región centro del país. De acuerdo al mismo estudio, el daño ambiental causado para tres tipos de vehículos distintos y para diferente año-vehículo es el siguiente (CMM 2014):

Tabla XII.8: Valor de la externalidad por año-modelo (MXN)

Año modelo	Auto particular	SUV	Taxi	Microbús
≤ 1990	$ 4,463	$ 6,482		$ 250,794
2000	$ 4,241	$ 5,668		$ 80,323
2006	$ 3,997	$ 5,585	$ 35,710	$ 80,197
2010	$ 3,306	$ 4,777	$ 27,341	$ 66,354
2014	$ 2,908	$ 4,225	$ 11,410	$ 45,708

Fuente: CMM, 2014.

Línea de acción 5.7. Campañas de uso racional del automóvil

Una estrategia para transformar la movilidad en la ZMT requiere por condición un acercamiento diferente con la población con la finalidad de crear una nueva cultura en torno a la movilidad. Se trata de inducir cambios en los hábitos individuales que conducen a patrones sociales con consecuencias negativas para el ambiente, la economía y por ende, a la comunidad.

Otras ciudades del mundo que enfrentan problemas de contaminación atmosférica y congestión vehicular, han diseñado distintas alternativas para atender ambos aspectos. En Bogotá destaca el éxito de las medidas descentralizadas. Es decir, de aquellas estrategias en las que el Estado garantiza condiciones que favorecen la realización de acuerdos entre actores de distintos sectores, en este caso, para informar sobre las implicaciones de la utilización intensiva del automóvil.

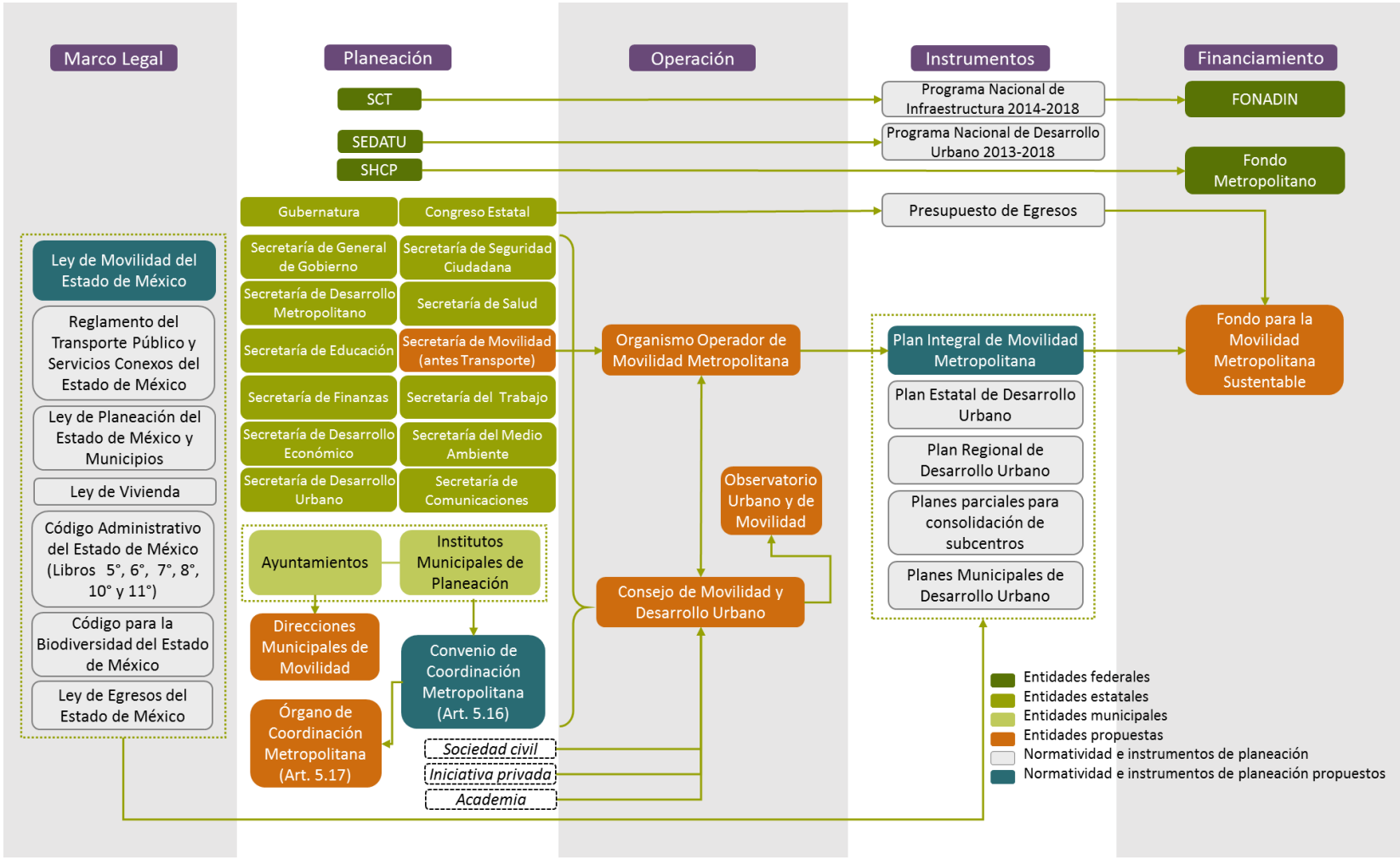
La iniciativa “Un día sin carro” es una medida descentralizada que surgió por primera vez en Francia, en 1996. Seis años más tarde, ésta estrategia se replicó en Bogotá como resultado de una consulta popular realizada por el gobierno respecto a prohibir la circulación de todos los vehículos particulares un día al año; los resultados de la consulta registraron una aceptación del 64%. Por lo tanto, en la capital de Colombia se decidió que, desde el 2002, el primer jueves de febrero únicamente circularía transporte público y taxis. De esta forma, una vez al año los ciudadanos se movilizan en modos alternos al vehículo particular: en autobuses, bicicletas, patines y caminando.

En la zona urbana de Toluca se recomiendan las campañas de concientización y sensibilización tanto para la población como para los tomadores de decisiones en dos aspectos. En primer lugar, sobre la utilización de modos alternos de movilidad a los privados motorizados y en segundo lugar, respecto al uso compartido de la calle.

De esta forma, se recomienda realizar campañas de difusión en radio, televisión y el transporte público donde se aborde la importancia de reducir el uso intensivo del vehículo particular, así como capacitar a operadores de servicios de transporte público, ciclistas y peatones sobre la convivencia y el disfrute de los modos motorizados y no motorizados de transporte en una vialidad, de tal forma que garantice el acceso universal de los ciudadanos a distintas alternativas de movilidad, bajo principios de sustentabilidad, seguridad y equidad.

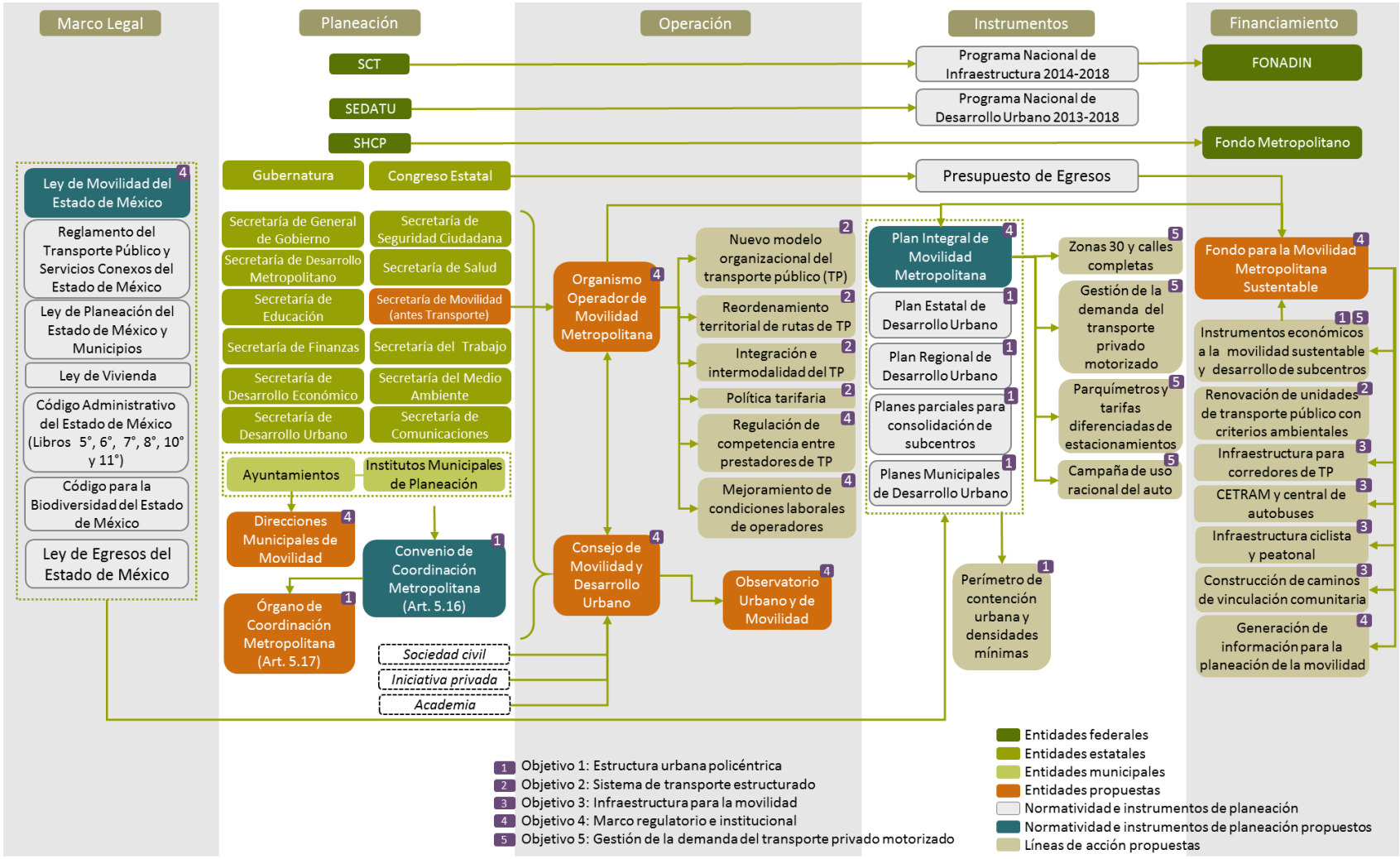
Las Figuras XII.14 y XII.15, así como en el Mapa XII.9, sintetizan las propuestas y líneas de acción que constituyen la Estrategia de Movilidad Sustentable para el Valle de Toluca.

Figura XII.14: Propuestas normativas e institucionales de la Estrategia de Movilidad Sustentable pata el Valle de Toluca



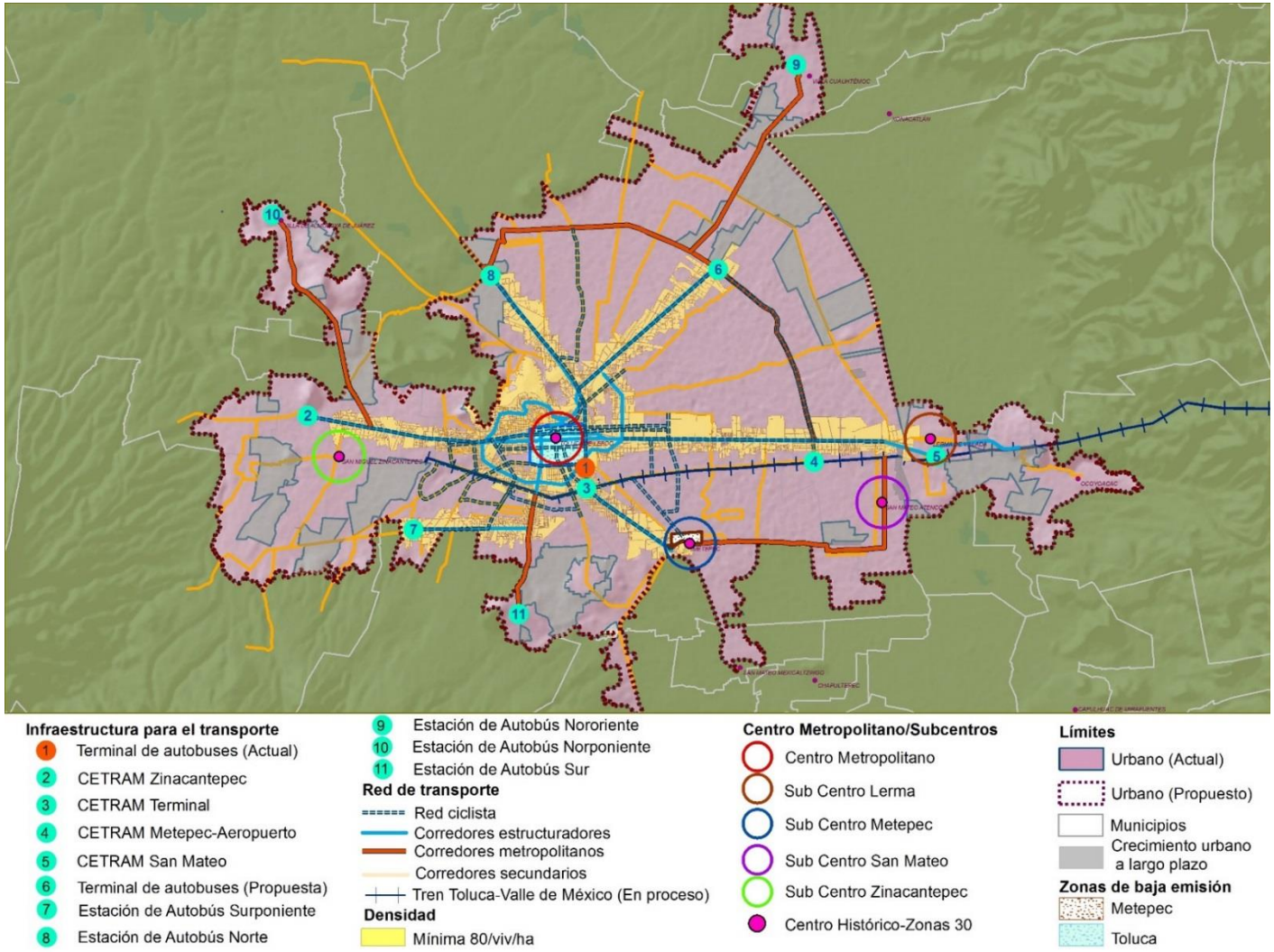
Fuente: Elaboración propia.

Figura XII.15: Líneas de acción de la Estrategia de Movilidad Sustentable para el Valle de Toluca



Fuente: Elaboración propia.

Mapa XII.9: Propuestas operativas de la Estrategia de Movilidad Sustentable para el Valle de Toluca



Fuente: Elaboración propia.

XII.3 Impacto ambiental por cambio a sistemas BRT en los corredores estructuradores

La evaluación de los beneficios ambientales por la propuesta de reorganización del servicio de transporte público en los cuatro corredores estructuradores identificados en la zona urbana de estudio, se realizó para diez contaminantes: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), partículas menores a diez micrómetros (PM_{10}), partículas menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$), compuestos orgánicos volátiles (COV) y bióxido de azufre (SO_2), amoniaco (NH_3), óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4) y bióxido de carbono (CO_2).

La estimación de reducción de emisiones se realizó al considerar dos escenarios; un escenario actual caracterizado por la oferta de 162 rutas con un aproximado de 1 332 vehículos; y un segundo escenario considera la implementación de cuatro sistemas de autobuses de tránsito rápido o BRT que viajan entre los extremos de cada corredor estructurador de forma cíclica.

La metodología de estimación consiste en la determinación de los kilómetros recorridos por todas las unidades de transporte público cuyo servicio los obliga a circular por los corredores estructuradores. Las emisiones estimadas son el resultado del producto entre los kilómetros recorridos totales por el factor de emisión correspondiente a cada contaminante, bajo el supuesto de que todos los vehículos son autobuses. Tal supuesto se valida al corroborar que en la base de datos de los vehículos de transporte público de la ZMT, el registro de microbuses es solo del 13%.

Para cada escenario, se requirió la adopción de diferentes supuestos específicos. Estos se detallan en las secciones respectivas a cada escenario.

XII.3.1.1 Estimación de emisiones para el escenario actual

La estimación de emisiones para el escenario actual emplea los datos proporcionados por el SIPATP, que agrupa todos los derroteros que influyen sobre los corredores estructuradores de la ciudad, la longitud de cada uno de estos tramos de influencia, el número promedio de unidades en servicio para cada derrotero y el número de ciclos en promedio que recorre cada unidad durante el día por derrotero. Cabe señalar que de acuerdo a las proyecciones de población para 2014 éstos datos se ajustaron para obtener una representación adecuada para la situación actual de operación (Tabla XII.9).

Con base en esta proyección, se realizó el cálculo de los kilómetros recorridos al día por los vehículos en servicio en cada corredor, de acuerdo a la Ecuación 1.

Ecuación 1. Cálculo de kilómetros recorridos

$$KMR_k = \sum_N L_{kn} * C_{kn} * Veh_{kn}$$

Dónde:
KMR_k= kilómetros recorridos diarios por autobuses que circulan en el corredor estructurador k

L_{kn}= longitud en kilómetros de influencia en el corredor k por el derrotero n
C_{kn}= número de ciclos en promedio que realiza una unidad en el corredor k perteneciente al derrotero n diariamente
Veh_{kn}= número de vehículos en circulación en el corredor estructurador k y perteneciente al derrotero n
N= número de derroteros influyentes en el corredor estructurador k

La expresión anterior, obedece al supuesto de que cada autobús en circulación concerniente a un derrotero específico, viaja por un tramo del corredor estructurador y lo hace repetidas veces durante el día.

El resultado del cálculo para cada uno de los corredores se encuentra expresado en la Tabla XII.8.

Tabla XII.9: Kilómetros recorridos por corredor estructurador, escenario actual

Corredor estructurante	KMR_k	Distribución
1 Eje Oriente - Poniente	160 694	47%
2 Nororiente - Surponiente	103 653	30%
3 Eje Norponiente - Suroriente	63 729	19%
4 Eje Circular	14 682	4%
Total	**342 758**	**100%**

Fuente: Elaboración propia con base en ST-SIPATP (2007).

Puesto que no se cuenta con factores de emisión relativos a las unidades que circulan en la zona urbana de estudio y específicamente sobre los corredores de análisis, se utilizan los factores de emisión más actualizados disponibles, que corresponden al Inventario de Emisiones de la ZMVM 2012, donde se incluyen los municipios al norte del Estado de México. Dichos factores de emisión se calcularon con el programa Mobile 6 y comparten para la ciudad de Toluca dos importantes supuestos de las condiciones de operación; la composición del diesel y gasolina empleados como combustible, y las condiciones de presión en ambas ciudades.

Sin embargo, para mejorar la estimación, se calcularon factores de emisión promedio ponderados en función del padrón de autobuses para la ZMT, proporcionado por la Dirección General del Registro Estatal de Transporte Público de la Secretaría de Transporte del Estado de México[73]. De esta forma, los factores de emisión reflejan la composición del parque vehicular que brinda el servicio de transporte público en la ZMT, particularmente en relación a la edad de los vehículos registrados. El resultado se encuentra en la Tabla XII.10.

[73] Para más detalles de la caracterización de la flota vehicular de autobuses ver *IX.13 Edad de la flota vehicular de transporte público* de este documento.

Tabla XII.10: Factores de emisión ajustados a la flota vehicular de la ZMT

Contaminantes criterio	g/Km
CO	20.77
NO_X	16.85
PM_{10}	0.20
$PM_{2.5}$	0.17
COV	3.85
SO_2	0.006
NH_3	0.017
N_2O	0.003
CH_4	0.004
CO_2	1 381

Fuente: Elaboración propia, con base en el Inventario de Emisiones Contaminantes y de Efecto Invernadero de la ZMVM, 2012.

Con estos dos insumos es posible estimar las emisiones contaminantes que son producidas solo y exclusivamente en los corredores estructuradores de la ciudad diariamente.

La Tabla XII.11 expresa la cantidad de emisiones contaminantes emitidas por corredor estructurador diariamente y en forma anual.

Tabla XII.11: Estimación de emisiones contaminantes en toneladas

Corredor estructurante	CO		NO_X		PM_{10}		$PM_{2.5}$		COV		SO_2	
	Ton/día	Ton/año	Ton/día	Ton/año	Ton/día	Ton/año	Ton/día	Ton/año	Ton/día	Ton/año	Ton/día	Ton/día
1 Eje Oriente Poniente	3.3	1 155	2.7	945	0.03	11.01	0.028	9.73	0.62	216.27	0.001	0.36
2 Nororiente-Surponiente	2.2	770	1.7	595	0.02	7.14	0.018	6.26	0.39	139.5	0.0006	0.23
3 Eje Norponiente-Suroriente	1.3	455	1.1	385	0.013	4.41	0.011	3.85	0.25	85.8	0.0004	0.14
4 Eje Circular	0.3	105	0.2	70	0.003	1.02	0.002	0.88	0.06	19.8	0.00009	0.03
Total	**7.1**	**2 485**	**5.7**	**1 995**	**0.07**	**23.6**	**0.06**	**20.7**	**1.3**	**461.4**	**0.002**	**0.8**

Corredor estructurante	NH_3		N_2O		CH_4		CO_2	
	Ton/día	Ton/año	Ton/día	Ton/año	Ton/día	Ton/año	Ton/día	Ton/año
1 Eje Oriente-Poniente	0.0027	0.95	0.0005	0.18	0.0007	0.25	222	77 674
2 Nororiente-Surponiente	0.0018	0.63	0.0003	0.12	0.0004	0.14	144	50 102
3 Eje Norponiente-Suroriente	0.0011	0.39	0.0002	0.07	0.0003	0.11	88	30 804
4 Eje Circular	0.0002	0.07	0.0001	0.02	0.0001	0.04	20	7 097
Total	**0.006**	**2.0**	**0.001**	**0.4**	**0.002**	**0.5**	**474**	**165 677**

Fuente: Elaboración propia.

XII.3.1.2 Estimación de emisiones para el escenario con proyecto de consolidación

De acuerdo a la consolidación de corredores propuesta, se identifica la instrumentación de cuatro rutas de BRT en los corredores estructurantes de la ciudad, con un total de 86 unidades en circulación, que sustituiría 1,332 unidades que circulan actualmente por las siguientes vialidades o ejes estructuradores:

- Eje estructurador Oriente-Poniente: constituido por parte de Paseo Tollocan al oriente; por el centro de la ciudad con un par vial en Av. José María Morelos y Pavón y Sebastián Lerdo de Tejada; y al final Adolfo López Mateos.
- Eje estructurador Norponiente-Suroriente: integrado por las vías Isidro Fabela y José María Pino Suárez hacia Tenango.
- Eje estructurador Nororiente-Sur poniente: formado por Del Pacífico, Paseo Colón, pasando por el centro de la ciudad y la Avenida López Portillo.
- Eje estructurador Circular: delimitado por las vialidades de Paseo Tollocan, Paseo Matlazincas, López Portillo y Alfredo del Mazo.

La sustitución del parque vehicular actual significa una propuesta operativa para sistemas BRT mostrada en la Tabla XII.12.

Tabla XII.12: Propuesta de BRT con parámetros operativos básicos

Corredor estructurante	Rutas	Longitud en el eje estructurador (Km)	Ciclos diarios por vehículo	Vehículos en circulación
1 Eje Oriente - Poniente	1	25.29	12	29
2 Nororiente - Surponiente	1	19.55	15	16
3 Eje Norponiente - Suroriente	1	22.02	14	22
4 Eje Circular	1	17.83	16	19
Total	**4**	**84.69**	**57**	**86**

Fuente: ST-SIPATP (2007).

Mediante la aplicación de la Ecuación 1 se estimaron los kilómetros recorridos en el escenario con proyecto, dando como resultado 25.7 mil kilómetros recorridos diariamente en los cuatro corredores estructuradores (Tabla XII.13).

Tabla XII.13: Total de kilómetros recorridos con proyecto de reestructuración

Corredor estructurante	KMR_k	Distribución
1 Eje Oriente - Poniente	8 801	34%
2 Nororiente - Surponiente	4 692	18%
3 Eje Norponiente - Suroriente	6 782	27%
4 Eje Circular	5 420	21%
Total	**25 695**	**100%**

Fuente: elaboración propia

Los factores de emisión relativos a autobuses articulados utilizados en esta estimación, fueron obtenidos igualmente del Inventario de Emisiones Contaminantes y de Efecto Invernadero de la ZMVM 2012 (Tabla XII.14).

La estimación de emisiones contaminantes diarias y de forma anual se expresa en la Tabla XII.15.

Tabla XII.14: Factores de emisión para autobús articulado año modelo 2012

Contaminantes criterio	g/Km
CO	4.85
NO_X	2.43
PM_{10}	0.036
$PM_{2.5}$	0.026
COV	2.002
SO_2	0.004
NH_3	0.017
N_2O	0.003
CH_4	0.004
CO_2	1 302

Fuente: Inventario de Emisiones Contaminantes y de Efecto Invernadero de la ZMVM, (2012).

Tabla XII.15: Estimación de emisiones contaminantes con proyecto de reestructuración en toneladas

Eje Estructurador	CO		NO_X		PM_{10}		$PM_{2.5}$		COV		SO_2	
	Ton/día	Ton/año	Ton/día	Ton/año	Ton/día	Ton/año	Ton/día	Ton/año	Ton/día	Ton/año	Ton/día	Ton/día
1 Eje Oriente - Poniente	0.043	15	0.02	7.5	0.0003	0.11	0.0002	0.07	0.018	6.16	0.00004	0.014
2 Nororiente - Surponiente	0.023	8	0.01	4	0.0002	0.07	0.0001	0.04	0.009	3.29	0.00002	0.007
3 Eje Norponiente - Suroriente	0.033	12	0.016	6	0.0002	0.07	0.0002	0.07	0.014	4.76	0.00003	0.011
4 Eje Circular	0.026	9	0.013	5	0.0002	0.07	0.0001	0.04	0.011	3.82	0.00002	0.007
Total	**0.125**	**44**	**0.059**	**22.5**	**0.0009**	**0.32**	**0.0006**	**0.22**	**0.052**	**18.03**	**0.00011**	**0.039**

Eje Estructurador	NH_3		N_2O		CH_4		CO_2	
	Ton/día	Ton/año	Ton/día	Ton/año	Ton/día	Ton/año	Ton/día	Ton/año
1 Eje Oriente - Poniente	0.0001	0.035	0.00003	0.011	0.00004	0.014	11.46	4 011
2 Nororiente - Surponiente	0.0001	0.035	0.00001	0.004	0.00002	0.007	6.11	2 138
3 Eje Norponiente - Suroriente	0.0001	0.035	0.00002	0.007	0.00003	0.011	8.83	3 091
4 Eje Circular	0.0001	0.035	0.00002	0.007	0.00002	0.007	7.06	2 470
Total	**0.0004**	**0.14**	**0.00008**	**0.029**	**0.00011**	**0.039**	**33.46**	**11 710**

Fuente: Elaboración propia

XII.3.1.3 Mitigación de emisiones contaminantes y gases de efecto invernadero

Al comparar las estimaciones para ambos escenarios (actual y con proyecto de consolidación en un sistema de BRT), en términos generales, es posible mitigar casi la totalidad de las emisiones contaminantes y gases de efecto invernadero emitidos sobre los corredores estructuradores. En la Tabla XII.15 se muestran los porcentajes de reducción de emisiones por contaminante.

Este cambio tan sustancial se debe principalmente a la reducción del 94 por ciento de las unidades que circularían en el corredor y la reducción de un total de 93 por ciento de los kilómetros recorridos en los cuatros corredores (Tabla XII.16). Es decir, a la eliminación de la sobre oferta de unidades y de rutas.

Es importante mencionar que como parte de la consolidación de rutas, algunas de éstas no necesariamente serían eliminadas de la red de transporte, solo se redistribuirían territorialmente, específicamente aquellas con menos de 10 años de antigüedad, en tanto que el resto deberá formar parte de un programa de chatarrización. Por ello, la estimación de la fracción de emisiones redistribuidas presenta una limitante importante al cálculo definitivo de la mitigación en la reestructuración de todo el sistema de transporte, puesto que la reorientación de cada ruta significaría también su rediseño operativo y repercutiría en las variables utilizadas en esta estimación. Por lo tanto, intentar obtener una estimación de la fracción de emisiones redistribuidas de forma indirecta con base en los datos que se presentan en esta sección, sería inexacto. No obstante, a pesar de este inconveniente, es evidente que las emisiones contaminantes en los corredores estructuradores se reducirían de forma significativa gracias a la implementación de sistemas BRT.

Para verificar la fiabilidad de los resultados presentados, se realizaron estimaciones con factores de emisión de diversas fuentes, incluyendo factores de emisión ajustados a las condiciones ambientales de la ciudad. En todos los casos, los porcentajes de mitigación resultaron mayores a 90% en cada uno de los corredores. Por esa razón se decidió utilizar los factores de emisión reportados para vehículos de la ZMVM, que además de ser los más actuales y por esta razón incluir datos para unidades con año modelo recientes, se calcularon bajo un mismo escenario.

La reducción estimada en los kilómetros recorridos es de una magnitud tal, que es evidente asumir que el cambio en las emisiones es consecuencia mayoritaria de la implementación de un sistema de transporte estructurado mucho más eficiente con respecto al actual modelo organizacional y operativo que presenta la ZMT. En forma menor, pero no por ello menos importante, contribuyen a la mitigación el hecho de que con la operación de un sistema de BRT se renovaría la flota vehicular a una menos contaminante, sustituyendo las unidades en operación, de las cuales 43% tiene 10 o más años de antigüedad. Por lo tanto el cambio tan significativo se debe principalmente al cambio de sistema de transporte en los corredores estructuradores de la ciudad, potencializado por el cambio de tecnología vehicular.

Tabla XII.16: Estimación del cambio de las emisiones con proyectos BRT

Corredor estructurador	CO	NO_X	PM_{10}	$PM_{2.5}$	COV	SO_2	NH_3	N_2O	CH_4	CO_2
Emisiones actuales (Ton/año)	2 485	1 995	23.58	20.72	461.37	0.76	2.04	0.39	0.54	165 676
Emisiones con BRT (Ton/año)	44	22.5	0.32	0.22	18.03	0.039	0.14	0.029	0.039	11 710
Mitigación de emisiones con proyecto de consolidación										
1 Eje Oriente - Poniente	-99%	-99%	-99%	-99%	-97%	-96%	-96%	-94%	-94%	-95%
2 Nororiente - Surponiente	-99%	-99%	-99%	-99%	-98%	-97%	-94%	-97%	-95%	-96%
3 Eje Norponiente - Suroriente	-97%	-99%	-98%	-98%	-94%	-93%	-91%	-90%	-90%	-90%
4 Eje Circular	-91%	-93%	-93%	-96%	-81%	-78%	-50%	-60%	-80%	-65%
Total	**-98%**	**-99%**	**-99%**	**-99%**	**-96%**	**-95%**	**-93%**	**-93%**	**-93%**	**-93%**

Fuente: Elaboración propia

Tabla XII.17: Estimación del cambio en parámetros operativos dentro de los corredores estructuradores

Corredor estructurador	Vehículos en servicio			Kilómetros recorridos		
	Actual	Con proyecto	Variación	Actual	Con proyecto	Variación
1 Eje Oriente - Poniente	455	29	-94%	160 694	8 800	-95%
2 Nororiente - Surponiente	432	16	-96%	103 653	4 692	-95%
3 Eje Norponiente - Suroriente	341	22	-94%	63 729	6 782	-89%
4 Eje Circular.	104	19	-82%	14 682	5 420	-63%
Total	**1 332**	**86**	**-94%**	**342 758**	**25 695**	**-93%**

Fuente: Elaboración propia.

XIII REFLEXIONES FINALES

Transformar la forma en la que las personas realizan sus desplazamientos cotidianos en una ciudad es uno de los retos que actualmente comparten absolutamente todas las ciudades del mundo. La discusión en torno a la movilidad sustentable en el contexto global está abordando temas de frontera como equidad, accesibilidad, salud pública, calidad de vida y competitividad. En muchas ciudades se ha logrado materializar estos conceptos mediante planes ambiciosos que construyen conciencia para cambiar hábitos de desplazamiento y darles nuevo cauce enfocado a la movilidad.

El aprendizaje global es que estos cambios no son sencillos ni inmediatos. Toman tiempo, gran inversión pública y privada, decisión y liderazgo político, fortaleza institucional y participación ciudadana. La solución mágica que satisface a todos no existe en la práctica. Como tampoco es posible mantener el status actual de las cosas, continuar con el *business as usual* o la práctica conocida dadas las condiciones de vitrina pública en la que se han convertido los proyectos viales y de movilidad, y el nivel de exigencia que impone la sociedad para enfrentar estos retos.

La pauta seguida por ciudades que han ambiciosamente cambiado desde la raíz su enfoque técnico, institucional, presupuestal y político en torno a la movilidad, como Nueva York, Los Ángeles, Madrid, Paris, Londres, Seúl, Singapur, Medellín o Santiago, es empezar por nociones sencillas ante un fenómeno con tantas aristas como la movilidad.

La forma sencilla de iniciar es incluir todas las formas en las que hoy se mueven las personas, darles un lugar, comprender la razón de su uso -ya que si fueran totalmente imprácticas las personas no las usarían-, vislumbrar sus beneficios y riesgos y, al final, decidir por un camino.

Las ciudades que han cambiado su movilidad lo han decidido. Ninguna ha dejado que el destino lo decida por ellas porque han tomado conciencia de las consecuencias que esto implica. Esa decisión ha sido, en mayor parte apoyada por el colectivo de ciudadanos, aunque ciertamente algunas decisiones han generado controversias temporales ya que las nuevas condiciones de movilidad exigen cambiar patrones de conducta.

El automovilista representa en la ciudad contemporánea el usuario que domina el espacio en la vía. Es también responsable por la mayoría de las externalidades ambientales, sociales y económicas derivadas del actual patrón de viajes en una ciudad.

La decisión de movilidad de vanguardia que han tomado esas ciudades es dejar de construir infraestructura dedicada al automóvil, y usar los recursos en transformar sus calles para hacerlas incluyentes a todos los modos de transporte, el auto incluido, pero con un enfoque de compartir y convivir con el resto de las opciones de transporte.

Dejar de construir infraestructura exclusiva para el auto significa no más pasos a desnivel, no más viaductos elevados, no más autopistas urbanas, no más semáforos sin fase peatonal, no más calles urbanas que permitan velocidades arriba de los 60 km/hora (incluso, numerosas zonas de esas ciudades se han convertido en zonas de 30 km/hora). En su lugar han construido parques lineales, designado carriles exclusivos de autobús, establecido redes de ciclovías, y mejorado significativamente las condiciones de las banquetas. Este es un mensaje poderoso a sus habitantes quienes han adaptado y transformado sus decisiones en torno a los modos de transporte.

Con esta propuesta para un Sistema Integral de Movilidad Sustentable para el Valle de Toluca se presenta una alternativa incluyente a todos los modos de transporte siguiendo las modelos que han posibilitado que ciudades gocen de otra movilidad.

La propuesta se hace sobre la base de un diagnóstico amplio, una recopilación de estudios previos que reconocen y apuntan a la necesaria transformación del servicio de transporte público de la ZMT, una meticulosa integración de la información usando sistemas de información geográfica expresamente construidos para el caso y un procesamiento ordenado de los datos para identificar las tendencias que estructuran la movilidad en la ZMT.

Un aspecto muy enriquecedor fueron los talleres realizados en el proceso. Uno al inicio para recoger las motivaciones e ideas en torno a la movilidad sustentable de la ciudadanía, las empresas y los gobiernos. Un segundo taller que se convirtió en un hito del proceso donde se discutió con información sólida el futuro de la movilidad y se llegó al acuerdo de un reparto modal al 2025, el cual se sitúa en el núcleo de esta propuesta.

Esa información provino de una encuesta sobre los hábitos y las percepciones de la movilidad aplicada en 11 municipios de la ZMT, y que forman en conjunto la ciudad central. Los encuestadores acudieron a casi todas las colonias de la ciudad y en los espacios públicos de cada rincón de la ZMT preguntaron a las personas sobre sus viajes cotidianos, hábitos, percepciones y opiniones de la movilidad. Inspirada en los modelos franceses de los planes de desplazamiento, tuvo el objetivo de entender la movilidad a partir de quien la realiza: el ciudadano.

Es necesario reconocer el interés de los municipios y del Gobierno del Estado en el desarrollo de la propuesta. Se sostuvieron entrevistas individuales, con funcionarios de 10 municipios participantes: Almoloya de Juárez, Calimaya, Lerma, Metepec, Ocoyoacac, Otzolotepec, San Mateo Atenco, Temoaya, Toluca y Zinacantepec. Además se realizaron reuniones y talleres conjuntos con representantes de los tres ámbitos de gobierno, ONG y academia, teniendo como resultado orientaciones muy valiosas, las cuales profundizaron en el nivel de comprensión sobre cada localidad.

De ahí que la propuesta reconoce que la ZMT es un mosaico de movilidad con extremos muy necesarios de entender: Calimaya tiene un 75% de uso del automóvil mientras que Otzolotepec solo un 11%. O que el taxi colectivo ocupa gran parte del espacio vial en el

centro de Ocoyoacac. O bien que el Municipio de Toluca realiza un esfuerzo muy significativo para crear una red de ciclovías. La llegada del Tren México-Toluca es en esta propuesta una gran oportunidad a la cual se integran las diversas líneas de acción recomendadas.

Esta propuesta contiene líneas de acción para el peatón como la ampliación, mejoramiento y construcción de banquetas en las colonias y fraccionamientos al interior de la zona urbana; o el destinar algunas vialidades en los principales centros históricos exclusivos para la movilidad peatonal. Para la movilidad en bicicleta la dotación de infraestructura ciclista en todas las vialidades primarias de la ZMT con una inversión aproximada en 116 millones de pesos.

El transporte público es el componente estructurante de la propuesta. Entre otras cosas se apunta a la modernización y reestructuración del modelo organizacional del servicio de transporte público para los 4 corredores estructuradores de la ciudad, los cuales son el eje de la transformación de la movilidad, ya que a la solución de transporte se acompaña una estrategia de desarrollo urbano con aumento de la densidad. Se atiende a la cobertura completa de la ZMT con el reordenamiento territorial de las 222 rutas de transporte público, siguiendo los principios de eficiencia, cobertura y calidad. Adicionalmente y dada la antigüedad de las unidades que actualmente prestan el servicio público de transporte (que en promedio es de 12 años), la propuesta de un transporte estructurado lograría reducir casi en su totalidad, las emisiones contaminantes del escenario anárquico de sobreoferta de unidades y sobreposición de rutas que opera actualmente.

Al automóvil le corresponde recibir normas más estrictas para su operación y a los gobiernos endurecer las sanciones a los modelos más contaminantes. Se propone también implementar zonas 30 km/h en los principales centros históricos y zonas habitacionales.

Estas medidas son parte de un conjunto mayor de propuestas. Las propuestas están interrelacionadas para crear un sistema con beneficios compartidos. Es recomendable atender el enfoque de sistema para que estas medidas funcionen ya que la acción aislada reduce sus beneficios.

Una medida imprescindible para la operación de este sistema de movilidad es que la ZMT frene su extensión sobre el territorio de manera desconectada y dispersa. Por eso se hace énfasis en un nuevo plan urbano metropolitano que consense un límite al crecimiento urbano considerando las necesidades reales futuras en materia demográfica, habitacional de equipamiento y de infraestructura para la región. Se requiere en síntesis hacer un uso más racional del suelo, elevando la densidad de la ciudad, particularmente en la zona de influencia de los corredores estructurantes, donde actualmente es de 16 viv/ha y no facilita la operación exitosa de sistemas de transporte estructurados.

Para ello, se hace necesario y urgente actualizar el marco legal de la movilidad mediante la creación de una Ley de Movilidad para del Estado de México que contemple esquemas y organismos de gestión metropolitana de la movilidad, faculte a la administración estatal a

asignar recursos a proyectos de movilidad mediante la priorización del tema en el Fondo Metropolitano del Valle de Toluca, y constituya un Fondo para la Movilidad Metropolitana Sustentable a partir de recursos estatales y locales que incluyan la creación de instrumentos económicos.

El marco de planeación es de 10 años, 2015 a 2025. Una década es un tiempo razonable para lograr los cambios propuestos. Es un plazo que permite a los ciudadanos de la ZMT primero imaginar el cambio y luego ver la progresiva transformación y sumarse a ella. Así mismo, a los diferentes órdenes de gobierno les permite planear los cambios en sus programas operativos anuales y, conjuntamente, lograr el gran cambio.

La ZMT está en un momento totalmente oportuno de definir para sí misma un nuevo rumbo en su movilidad que la puede llevar a elevar significativamente la calidad de vida que ofrece a sus ciudadanos y con ello convertirse en una ciudad atractiva a la inversión, al empleo y al desarrollo humano y económico. Aquí se propone una ruta para lograrlo la cual necesariamente discutirse y enriquecerse. Pero representa un punto de partida integral. Cualquiera que sea el debate que esta propuesta genere, la recomendación principal es mantener en la discusión el enfoque sistémico, integral, incluyente y sustentable y con una gran dosis de voluntad de cambio.

XIV ANEXOS

Anexo 1: METODOLOGÍA DEL ÍNDICE DE ESTRATIFICACIÓN SOCIOESPACIAL

La técnica que se ha utilizado para este análisis socio-espacial fue el Análisis de Componentes Principales (ACP), procedimiento también conocido como análisis de factores que permite hacer categorizaciones multivariadas de unidades geográficas, permitiendo captar la complejidad de procesos socio-económicos a través de diversas variables reduciéndolas a componentes (o factores) de variables agrupadas de acuerdo a la mayor varianza explicada, otorgando como resultado una calificación ponderada a cada una de las unidades geográficas estudiadas (CMM 2012).

El objetivo es obtener una sola medida resumen a través de valores ponderados y correlacionados de diversos indicadores que consideren dos dimensiones:

1. Dimensión urbana
2. Dimensión socioeconómica

Lo anterior asumiendo que la estratificación socio espacial puede definirse por dichas dimensiones.

Tabla XIV.1: Indicadores para cada dimensión

Dimensión	Clave Censo	Descripción de la variable
Urbana	viv24_r	Porcentaje de viviendas particulares habitadas que disponen de los tres servicios básicos
Socioeconómica	viv8_r	Porcentaje de viviendas particulares habitadas con dos dormitorios o más
	viv19_r	Porcentaje de viviendas particulares habitadas que disponen de excusado
	viv26_r	Porcentaje de viviendas particulares habitadas que disponen de refrigerador
	viv28_r	Porcentaje de viviendas particulares habitadas que disponen de automóvil
	salud1_r	Porcentaje de habitantes con acceso a servicios de salud
	edu40_r	Porcentaje de población de 15 años y más con educación pos básica
	edu43_r	Porcentaje de población de 15 años y más con al menos un grado de educación media superior
	edu46_r	Porcentaje de población de 25 años y más con al menos un grado de universidad
	viv33_r	Porcentaje de viviendas particulares habitadas que disponen de computadora
	viv36_r	Porcentaje de viviendas particulares habitadas que disponen de internet

Fuente: CMM con datos de INEGI, 2010.

Algunas especificaciones del método estadístico empleado

El método estadístico conocido como “Componentes Principales” es un procedimiento también conocido como análisis de factores que permite hacer clasificaciones multivariadas de unidades geográficas, permitiendo captar la complejidad de procesos socioeconómicos a través de una buena cantidad de variables reduciéndolas a componentes (Factores) de variables agrupadas de acuerdo a la mayor varianza explicada, otorgando como resultado una **calificación ponderada** a cada una de las unidades geográficas con las que se esté trabajando. La expresión de la fórmula es la siguiente:

$$ICP = \sum_{I=1}^{n} FPi \frac{X - \overline{X}}{di}$$

ICP: Índice de componentes principales

Fpi: Factor de ponderación de la variable i

Xij: Valor de la variable i en la unidad geográfica j

El potencial de la fórmula y su complejidad radica en la expresión Fpi, que significa el factor de ponderación que se calcula para cada variable involucrada en el procedimiento. Dicha factor es calculada mediante una matriz de correlación entre todos los pares posibles de variables en juego, y en base a ella el cálculo matricial de los valores propios (eingenvalores), los valores de vector propio asociado a los eingenvalores y con ello el cálculo del factor ponderado de cada variable.

Aplicación del método de Componentes Principales

1.- El primer paso consiste en extraer de la base de INEGI, Censo 2010 por AGEB Urbano las **variables requeridas en valores relativos**. (En caso de no estar en porcentajes será necesario calcular dichos valores), es un requisito indispensable para efectuar el método de componentes principales.

2.- El segundo paso consiste en construir la base de datos a trabajar[74].

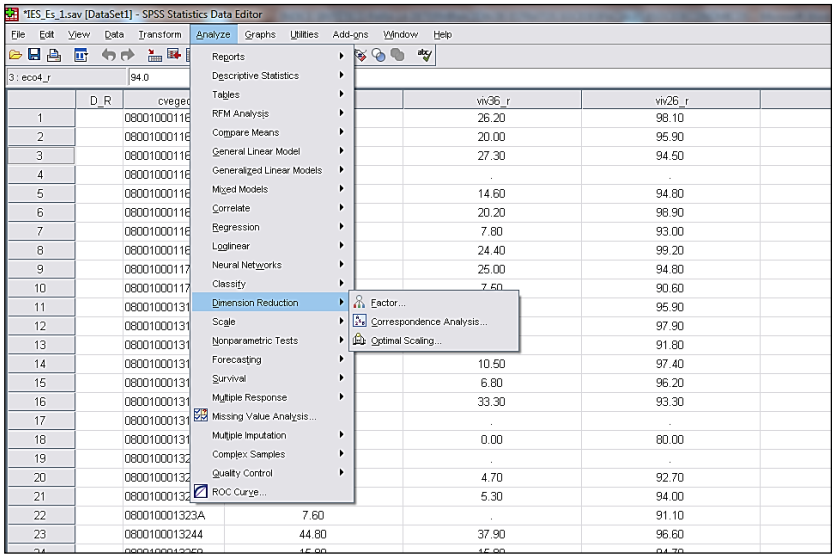
3.- El siguiente paso consiste en convertir la base de datos a un formato que pueda ser manipulado en el programa SPSS. (.DBF) o cualquier otro software para análisis estadísticos.

4.- Una vez convertida la base al formato .DBF se procede a cargarla con el programa SPSS y lleva a cabo la construcción de los factores de la siguiente forma:

[74] Se debe tener cuidado con las celdas donde existen valores nulos, en el caso que nos ocupa todos se sustituyeron por el valor “sd” y se filtran o excluyen del proceso.

En el menú archivo se selecciona la opción Analizar; Reducir Dimensiones; Factor.

Figura XIV.1: Uso del programa SPSS



Fuente: Elaboración propia.

El programa SPSS simplifica enormemente la construcción de las matrices de correlación y la posterior definición de factores. Los resultados que arroja el programa son los siguientes: un cuadro con estadística descriptiva de cada una de las variables consideradas (Figura XIV.2), y una matriz de correlación de variables a partir de la cual el programa construye los factores de ponderación (Figura XIV.3).

Figura XIV.2: Cuadro de estadística descriptiva

	Mean	Std. Deviation	Analysis N
viv8_r	66.186	17.1628	8307
viv16_r	89.652	23.4027	8307
viv19_r	96.434	13.2534	8307
viv22_r	95.385	14.8161	8307
viv24_r	88.051	24.1994	8307
viv26_r	82.644	18.2946	8307
viv28_r	43.860	19.2010	8307
salud1_r	58.319	14.2180	8307
edu40_r	45.095	20.2128	8307
edu43_r	21.724	6.9152	8307
edu46_r	22.937	18.7909	8307
eco4_r	93.696	12.1890	8307
viv33_r	37.523	22.2941	8307
viv36_r	28.146	21.3953	8307

Fuente: Elaboración propia.

Figura XIV.3: Matriz de correlación

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.920
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	15344.145
	df	66
	Sig.	.000

Fuente: Elaboración propia.

Un cuadro con la prueba de esfericidad de Kaiser Mayer KMO y la de Chi cuadrada, con las cuales se valida la aplicación o no del método.

Figura XIV.4: Prueba de esfericidad

		viv8_r	viv16_r	viv19_r	viv22_r	viv24_r	viv26_r	viv28_r	salud1_r	edu40_r	edu43_r	edu46_r	eco4_r	viv33_r	viv36_r
Correlation	viv8_r	1.000	.488	.524	.529	.500	.700	.674	.610	.680	.570	.556	.476	.661	.592
	viv16_r	.488	1.000	.548	.607	.974	.634	.343	.508	.463	.503	.333	.471	.436	.375
	viv19_r	.524	.548	1.000	.906	.573	.687	.346	.536	.380	.502	.228	.898	.312	.252
	viv22_r	.529	.607	.906	1.000	.669	.728	.368	.531	.424	.541	.265	.794	.363	.295
	viv24_r	.500	.974	.573	.669	1.000	.688	.373	.512	.506	.547	.367	.448	.482	.414
	viv26_r	.700	.634	.687	.728	.688	1.000	.622	.640	.740	.684	.585	.563	.718	.643
	viv28_r	.674	.343	.346	.368	.373	.622	1.000	.518	.846	.318	.859	.314	.857	.842
	salud1_r	.610	.508	.536	.531	.512	.640	.518	1.000	.622	.547	.505	.507	.578	.505
	edu40_r	.680	.463	.380	.424	.506	.740	.846	.622	1.000	.554	.940	.293	.946	.904
	edu43_r	.570	.503	.502	.541	.547	.684	.318	.547	.554	1.000	.258	.380	.454	.321
	edu46_r	.556	.333	.228	.265	.367	.585	.859	.505	.940	.258	1.000	.176	.930	.933
	eco4_r	.476	.471	.898	.794	.448	.563	.314	.507	.293	.380	.176	1.000	.230	.185
	viv33_r	.661	.436	.312	.363	.482	.718	.857	.578	.946	.454	.930	.230	1.000	.972
	viv36_r	.592	.375	.252	.295	.414	.643	.842	.505	.904	.321	.933	.185	.972	1.000

Fuente: Elaboración propia.

En este caso el KMO presenta un excelente valor de 0.9 que de acuerdo con la prueba, deberá ser mayor a 0.5 para asegurar valides y viabilidad en la aplicación del método. (Específicamente nos habla de una muy elevada correlación entre las variables consideradas)

Por otro lado, el valor de significancia es de 0.000 lo cual está por debajo del 0.05, es decir, la confiabilidad del modelo es alta (con un 5% de error).

Un cuadro con los factores de ponderación generados a partir de la mayor varianza explicada, a mayor porcentaje, mayor será la explicación que los factores obtenidos dan del fenómeno en cuestión. Solo se toman en cuenta aquellos factores mayores a 1.

Figura XIV.5: Factores de ponderación

Rotated Component Matrix[a]

	Component	
	1	2
viv8_r	.579	.554
viv16_r	.205	.805
viv19_r	.094	.856
viv22_r	.125	.886
viv24_r	.238	.829
viv26_r	.533	.742
viv28_r	.884	.231
salud1_r	.469	.596
edu40_r	.905	.357
edu43_r	.254	.697
edu46_r	.960	.127
viv33_r	.939	.282
viv36_r	.948	.181

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 3 iterations.

Fuente: Elaboración propia.

Con base en el cuadro anterior el primer factor explica más del 70% de la estratificación socioeconómica, por tanto, es altamente confiable y no hace falta ponderarlo con el segundo o el tercero.

Y finalmente, un cuadro con el factor de ponderación (Fpi) correspondiente a cada variable:

Figura XIV.6: Matriz de componente por variable

Total Variance Explained

	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
Component	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	7.915	60.887	60.887	7.915	60.887	60.887	5.329	40.990	40.990
2	2.273	17.484	78.371	2.273	17.484	78.371	4.860	37.381	78.371
3	.811	6.241	84.612						
4	.644	4.951	89.563						
5	.443	3.405	92.968						
6	.380	2.920	95.888						
7	.176	1.353	97.241						
8	.143	1.097	98.338						
9	.091	.703	99.041						
10	.087	.671	99.712						
11	.017	.134	99.846						
12	.014	.108	99.954						
13	.006	.046	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Fuente: Elaboración propia.

De este último cuadro se pueden deducir varios puntos: Las variables que mayor explicación y/o peso tienen en la estratificación socioeconómica o diferenciación socio espacial de la megalópolis son:

(1)El nivel educativo, en especial la educación universitaria es un factor importante de diferenciación socio espacial, (2) la disponibilidad de computadora, (3) la disponibilidad de internet, (4) la disponibilidad de automóvil particular y (5) en mucho menor medida, el número de cuartos dormitorio en la vivienda y la disponibilidad de refrigerador en la vivienda.

La variable que menor explicación tiene en la estratificación, es la disponibilidad de excusado o sanitario.

5.- **Estandarización de datos.** Una vez obtenidos los Factores de ponderación para cada variable (Fpi), se procede a estandarizar las variables, procedimiento que anula las diferencias entre las unidades de medida de las variables reduciendo la información a su valor matemático.

Este consiste en que a cada variable (Xi) se le restará su correspondiente promedio (Xi), y se dividirá entre su desviación estándar (di).

Una vez obtenido un valor específico de estandarización para cada variable, no queda más que multiplicarla por el Factor de ponderación obtenido previamente (Fpi).

6.- El último paso consiste en sumar los valores obtenidos para cada variable respecto de las unidades geográficas (AGEB en este caso) y el valor final obtenido es el índice que servirá para definir los estratos socioeconómicos.

Lo más recomendable es generar las clasificaciones por el método de estratificación optima (natural break)[75].

El resultado permite asociar unidades espaciales (en este caso AGEB urbanas) a seis diferentes niveles socioeconómicos y por lo tanto clasificar el territorio según los criterios anteriormente descritos como se muestra el en el Mapa VI.8. A partir de esta representación se pueden obtener algunos otros indicadores como la proporción de población inmersa en cada uno de los estratos o niveles socioeconómicos y también la distribución de población urbana inmersa en cada estrato por municipio.

[75] Es importante aclarar que estos estratos no definen nivel de ingresos propiamente, pero si permiten ante la ausencia de estos datos en el Censo 2010, estimar la distribución socio espacial de los distintos estratos sociales dentro de un territorio en específico. La dimensión del ingreso se sustituye a partir de la inclusión de variables que consideran la disponibilidad de bienes específicos dentro de la vivienda, además de algunas condicionantes físico espaciales dentro de las mismas.

ANEXO 2: METODOLOGÍA PARA LA PROYECCIÓN DE LOS USOS DE SUELO Y VEGETACIÓN AÑO 2025

La proyección de los usos de suelo, se presenta como una herramienta de suma importancia para evaluar los cambios que tendrá la Megalópolis en cuanto a la conservación de su cobertura natural vegetal y actividades antrópicas. El resultado de esta modelación puede apoyar a la creación de planes y políticas que permitan la regulación sustentable del territorio. Por lo anterior se plantea la metodología para la obtención de un mapa de uso de suelo del año 2025 a través de la técnica cartográfica automatizada denominada Cadenas de Markov.

Método de modelación prospectiva utilizando Sistemas de Información Geográfica

El Método utilizado para las proyecciones de cambio de uso de suelo se basa en tres puntos:

• Cadenas de Markov.

• Evaluación Multicriterio.

• Cadenas de Markov acopladas a un algoritmo de automatismo celular.

El programa utilizado fue IDRISI Andes (Clark Labs, 1987-2006) el cual es un software especializado que integra componentes de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y procesamiento de imágenes ráster con un módulo (Environmental/Simulation Models) para predicciones de cambios de uso de suelo.

Cadenas de Markov

Las Cadenas de Markov simulan el estado de un sistema en un tiempo t2 a partir de dos estados precedentes t1 y t0. (En nuestro caso t2= 2025, t1= 2008 y t0= 1976). En esta primera parte, la modelación, se basa exclusivamente en el análisis de la dinámica interna de la evolución de los usos del suelo, analizando las variaciones entre los mapas t1 y t0 al paso del tiempo.

Como resultado se obtiene una matriz de probabilidades de transición de todas las categorías de ocupación del suelo y una matriz de áreas de transición donde se indica el número de píxeles que pueden sufrir una transformación con base en los tiempos t1 y t0. Para ello se tiene en cuenta el número de unidades temporales (años en nuestro caso, que definen el número de iteraciones) transcurridos entre t0 y t1, y entre esta última fecha y la que se pretende modelar (t2), asumiendo una evolución lineal.

Los cambios de cobertura vegetal y uso de suelo, se definieron con base en las diferentes asociaciones vegetales de las cartas de uso de suelo series I y IV del INEGI. Por lo que se obtuvieron seis categorías:

- Área agrícola. Incluye agricultura de riego, de humedad y temporal.

- Área sin vegetación aparente. Se refiere a áreas con nula o escasa vegetación.
- Asentamientos humanos. Se refiere a las zonas urbanas y asentamientos humanos.
- Bosque. Incluye los bosques de coníferas, de latifoliadas y mesófilo de montaña.
- Cuerpo de agua. Incluye cuerpos de agua naturales y construidos por el hombre.
- Matorrales: Incluye a los matorrales cracicaule y desértico rosetófilo.
- Otros tipos de vegetación. Incluye al palmar inducido, tular y vegetación hidrófila halófila.
- Pastizal. Agrupa a los pastizales naturales, inducidos, cultivados y pradera de alta montaña.
- Selva. Incluye selva baja caducifolia.

Evaluación multicriterio

La evaluación multicriterio se basa en la ponderación y compensación de variables, ya sean determinantes o bien factores de aptitud.

Las variables que configuran la base de datos han sido elegidas por ser explicativas o descriptivas de la dinámica del paisaje en las áreas de estudio.

Tabla XIV.2: Variables determinantes en la evaluación multicriterio

Factor	Fuente
Áreas naturales protegidas (ANP)	CONANP, 2012
Localidades urbanas geoestadísticas de más de 2,500 habitantes	INEGI, 2010
Vialidades	INEGI,
Pendientes	USGS Data Warehouse, 2011

Fuente: Elaboración propia.

Las ANP son un factor determinante para la evaluación multicriterio debido a que el uso de suelo en estas zonas, en principio debe permanecer sin alteraciones y por tanto, sin cambios significativos. Para introducir dicha categoría en el análisis Multicriterio, se calcularon las distancias entre las Áreas Naturales Protegidas como un indicador de sustentabilidad que nos indica que entre menos distancia exista entre ANP mayor será la sustentabilidad de una región debido a los pocos o nulos cambios en su aptitud original en el uso de suelo.

El factor de Localidades es considerado debido a que es de importancia en el crecimiento de las zonas urbanas porque al existir la infraestructura de agua, luz, drenaje etc. potencia la proliferación de nuevos asentamientos humanos que incrementan el tamaño de las zonas urbanas ya existentes. Para introducir este factor al análisis Multicriterio, se calcularon las distancias entre las áreas de esta categoría y se estableció como indicador de sustentabilidad que entre menos distancia exista entre dos zonas urbanas menor será la

sustentabilidad de una región debido a que se ha modificado su vocación original del uso de suelo.

El factor Vialidades fue considerada dado que hay mayor propensión a que las zonas urbanas se extiendan en dirección a esta infraestructura debido a que proporcionan facilidad de acceso a las localidades. De igual forma se calcularon las distancias entre estos caminos y se decidió que el indicador de sustentabilidad en este caso es que a mayor distancia exista entre Vialidades, mayor será la sustentabilidad de la región en cuanto a uso de suelo debido a que la probabilidad de que se modifiquen zonas aledañas es menor.

El factor Pendientes se tomó en cuenta debido a que en zonas de pendiente baja la propensión a la construcción de localidades es mayor, mientras que el crecimiento de zonas urbanas en pendientes altas es menor o nulo. Definiendo el límite del crecimiento urbano las altas pendientes. En este sentido, se obtuvieron las distancias para este factor, y se generó el indicador que nos dice que a menor valor en la pendiente, mayor será la factibilidad de establecer zonas urbanas y a mayor pendiente la factibilidad disminuirá.

Finalmente, para la aplicación del módulo de Evaluación Multicriterio, es necesario ponderar cada factor, para este caso se definieron los pesos como se muestra en la Tabla 33.

Tabla XIV.3: Ponderación de los factores

Factor	Ponderación
Localidades urbanas	0.5
Áreas naturales protegidas	0.2
Vialidades	0.2
Pendientes	0.1

Fuente: Elaboración propia.

Cadenas de Markov acopladas a un algoritmo de automatismo celular

Los tratamientos anteriores se integran finalmente en la función CA_MARKOV, en donde no sólo se tiene en cuenta el análisis de la serie cronológica de usos del suelo para la modelización (Cadenas de Markov), sino también la relación entre estos usos y las variables de la base de datos (Evaluación Multicriterio), para, por último, asignar a cada píxel una categoría de ocupación del suelo en la fecha proyectada. A la vez un algoritmo de automatismo celular mide la contigüidad local y su resultado es multiplicado por los mapas de aptitud resultantes en la fase de evaluación multicriterio, incrementando la probabilidad de pertenecer a una categoría por vecindad.

Los requerimientos necesarios para la aplicación de esta función son el mapa de usos del suelo de referencia utilizado para la aplicación de las Cadenas de Markov, la matriz de áreas de transición (Cadenas de Markov), los mapas de aptitud para cada categoría de usos del suelo (evaluación multicriterio), y la indicación del número de iteraciones (que

deben coincidir con los años de extrapolación para el cálculo de la proyección) y del tipo de filtro para el análisis de contigüidad local.

Finalmente, el resultado es un mapa de probabilidad para el año 2025, que toma en consideración la relación entre la ocupación del suelo y el conjunto de variables consideradas factores determinantes de la evaluación multicriterio.

ANEXO 3 LISTADO DE VIALIDADES E INTERSECCIONES CONFLICTIVAS

Tabla XIV.4 Vialidades conflictivas por congestionamiento

Municipio	Desde	Hasta o intersecta con
Toluca	Tollocan	Colón
	Tollocan	Heriberto Enríquez
	Tollocan lateral desde Felipe Berriozábal	Díaz Mirón
	Tollocan carriles centrales dirección poniente oriente	Comonfort (en horas pico)
	Tollocan lateral (dirección oriente poniente desde 28 de Octubre	Hasta Pino Suárez
	Alfredo del Mazo de Industria Automotriz	Puente del Cambio (en ambos sentidos)
	Adolfo López Mateos de Vicente Guerrero	Profesor Filiberto Nava en ambos sentidos
	Díaz Mirón de Torres	Tollocan en ambos sentidos
Almoloya de Juárez	Hidalgo	5 de Mayo
	Hidalgo	Ramos Millán
	Morelos	Ramos Millán
	Morelos	5 de Mayo
Calimaya	Hidalgo	Javier Ibarra
	Hidalgo	Independencia
	Javier Ibarra	Juárez
	Juárez	Independencia
Lerma	Boulevard Miguel Alemán	dirección norte sur
	Avenida las partidas de Tollocan	Cerrillo
Metepec	Tollocan de Comonfort	Tecnológico circulación poniente - oriente
	Avenida Tecnológico de Tollocan	Torres
	Torres	Díaz Mirón
	Pilares	Tollocan
	Torres	Pino Suárez
Zinacantepec	Adolfo López Mateos	desviación Almoloya de Juárez
	Adolfo López Mateos	16 de septiembre
	Adolfo López Mateos	entrada al Parque Sierra Morelos
	Avenida 16 de septiembre	Independencia
	Avenida 16 de septiembre	Morelos
	Avenida 16 de septiembre	Niños Héroes

Fuente: Secretaría de Seguridad Ciudadana del Estado de México

Tabla XIV.5: Tasas de accidentes semanales por municipio

Municipio	Promedio de accidentes ocurridos a la semana
Toluca	40
Almoloya de Juárez	2
Calimaya	2
Lerma	6
Metepec	10
Zinacantepec	7

Fuente: Secretaría de Seguridad Ciudadana del Estado de México

Tabla XIV.6: Intersecciones peligrosas

Municipio	Intersección	
	Calle 1	Calle 2
Toluca	Tollocan	Jesús Carranza
	Tollocan	Matamoros
	Tollocan (frente a la clínica 220)	
	Tollocan	Díaz Mirón
	Tollocan	Comonfort
	Alfredo del Mazo	María Curie
	Alfredo del Mazo	José Martí
	Alfredo del Mazo	López Portillo
	López Portillo	Ganadería
	Alfredo del Mazo	Isidro Favela
	Díaz Mirón	Torres
	Díaz Mirón	Nezahualcóyotl
	Adolfo López Mateos	Torres Chicas
	Adolfo López Mateos	Aldama
	Adolfo López Mateos	Profesor Filiberto Nava
	Torres	Laguna del Volcán
Almoloya de Juárez	Carretera Almoloya de Juárez	San Mateo Tlalchichilpan
Calimaya	Javier Ibarra	Juárez
Lerma	Tollocan Centrales y lateral de Avenida las partidas	Boulevard Miguel Alemán
Metepec	Tollocan	carriles centrales a la incorporación
	Tollocan	lateral a la altura de Pilares
	Tollocan centrales	incorporaciones a carriles centrales

Municipio	Intersección	
	Calle 1	Calle 2
	Tollocan	lateral a la altura de Tecnológico
	Torres carriles centrales	desde Tecnológico hasta Comonfort
Zinacantepec	Adolfo López Mateos	desviación Almoloya de Juárez
	16 de Septiembre	Morelos
	Independencia	León Guzmán
	Carretera Sultepec- Toluca km. 1+500	

Fuente: Secretaría de Seguridad Ciudadana del Estado de México

XV BIBLIOGRAFÍA

ALG Consultores (2007). "Estudio Técnico para la Reestructuración de la Red de Transporte Público y Dimensionamiento del Sistema de Prepago en la Zona Metropolitana Conurbada del Valle de Toluca del 2007."

Arteaga Botello, N. (2005). "Los estudios sobre la zona metropolitana del valle de Toluca. Aproximaciones estructurales y centradas en los actores." Región y Sociedad, **Vol. XVII**(No 33): pp 71-105.

Ayuntamiento de Toluca de Lerdo (2013). "Estudio de Movilidad de Transporte Prívado en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca."

Bardach, E. (1998) Los ochos pasos para el análisis de las políticas públicas. Centro de Investigación y Docencias Económicas

CentroEure (2011). Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Toluca. G. d. E. d. México.

CAM (2002) Programa para mejorar la calidad del aire ZMVM 2002-2010.

CMM (2012). Propuestas estratégicas para el desarrollo sustentable de la Megalópolis del centro de México. Ciudad de México.

CMM, C. M. M. (2012) Propuestas estratégicas para el desarrollo sustentable de la Megalópolis del centro de México.

COFEMER (2010). Anteproyecto de Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.

CONAGUA (2012). Guía identificación de actores clave. México, Comisión Nacional del Agua 32.

CONAPRA (2012). Perfil Estatal del Estado de México. Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes Viales.

Cruz, D. R. G. (2010). Movilidad Intermetropolitana en la región del Centro de México. El patrón del commuting en el México Central en el 2000. Escenarios Demográficos y Política de Población en el Siglo XXI. E. C. d. México. México, DF.

Graizbord, B., Ed. (2008). Megaciudades y Cambio Climático: Ciudades sostenibles en un mundo cambiante. . México D.F.

IGECEM (2012). PIB municipal 2012, Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México.

IMT (2004). "El transporte en la región centro de México." Publicación Técnica 232: 268.

INEGI (2007). "Encuesta Origen Destino de la Zona Metropolitana del Valle de México."

INEGI (2009). Síntesis Metodológica de la Estadística de Vehículos de Motor Registrados en Circulación, Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI (2010). Censo Nacional de Población y Vivienda 2010, www.inegi.gob.mx.

INEGI (2012). Vehículos de motor registrados en circulación. http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/registros/economicas/vehiculos/default.aspx.

INEGI, S. y. C. (2010). Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México.

Iracheta C., A. (2013). Criterios de delimitación metropolitana. Las Metrópolis del Estado de México. Revista Boliviana de Estudios de Hábitat, Urbimetría. **1, No.1:** 6-21.

ITDP (2012). Guía de fondos Federales para financiar la movilidad y la accesibilidad, Institute for Transportation and Development policy

ITDP (2014). "MEGACENTRALIDADES. Propuesta de Integración de los CETRAMS al desarrollo urbano de la ciudad de México."

ITDP (2014). Invertir para movernos. Visualización de datos de fondos federales ejercidos en proyectos de movilidad urbana, http://itdp.herokuapp.com/

Kunieda, M. and A. Gauthier (2007) Género y Transporte Urbano: Inteligente y Asequible.

Mena Vargas, A. (2014) Declaración pública, Milenio, 9 de Junio de 2014.

Molina Pasquel, M. (2010). Prólogo, en La Zona Metropolitana del Valle de México: los retos de la megalópolis. Coordinado por Roberto Eibenschutz Hartman, UAM-Xochimilco.

Plattner, H. (s.f.). Mini guía: Una introducción al Design Thinking + bootcamp bootleg, en español. Hasso.

Pozueta Echavarri, J. (2005). Situación y perspectivas de la movilidad en las ciudades. Visión general y el caso de Madrid, UNIVERSIDADES DE LA RED DE CUADERNOS DE INVESTIGACIÓN URBANÍSTICA.

Sánchez, O. (2013). Construyendo una visión común de movilidad. Estudios de movilidad y proyectos de transporte masivo ZMVT.

SCT (2012). Estudio de Origen Destino y peso, Estación "Tizayuca", Secretaría de Comunicaciones y Transporte.

SCT (2013). Estudio de Origen Destino y peso, Estación "P.C. San Martín Texmelucan", Secretaría de Comunicaciones y Transporte.

SCT (2013). Estudio de Origen Destino y peso, Estación "P.C. Tlalpan", Secretaría de Comunicaciones y Transporte.

SCT (2014). "Términos de referencia para la construcción del tramo 1 “Zinacantepec-Tunel”."

Schteingart, M. R. (2012). Ciudades Divididas. Desigualdad y Segregación Social en México México, El Colegio de México.

SDU-GEM (2010). Zonas Metropolitanas, 200 años de realidades mexiquenses.

SEDESOL, S. d. D. S. (2012). La Expansión de las ciudades 1980-2010. México, Gobierno Federal**:** 294.

SMAGEM (2012). "Programa para Mejorar la Calidad del Aire del Valle de Toluca 2012-2017."

SMAGEM (2012). Programa para mejorar la calidad del aire en el Valle de Toluca 2012-2017 www.edomexico.gob.mx.

Spiegel, M. (1988). Estadística, McGraw Hill.

ST-SIPATP (2007). Sistema Integtral de Planeación Administrativa del Transporte Público. G. d. E. d. M. Secteraría de Transporte.

Torres, D. E. P. (2013). Las zonas metropolitanas de México. México.

Transland (2000). "Deliverable 4 - Final Report for Integration. Documento en línea: http://www.cipra.org/alpknowhow/publications/transland/transland."

Tremplin (2003). "Enquete d'opinion aupres de la population de l'agglomeration Lyonnaise sur les deplacements."

Union, E. (2003). "Promotion of Results in Transport Research and Learning - European Union. Transporte y Usos de Suelo."

WWF (2005). "Cross-cutting tool: Stakeholder Analysis." World Wildlife Fund.



Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos Sobre Energía y Medio Ambiente A.C.

Paseo de los Laureles No 458 Int. 406

Col. Bosques de las Lomas

C.P. 05120

México, D.F.

T: (+55) 9177.1670

F: (+55) 9177.1690

www.centromariomolina.org

Twitter: @CentroMMolina

Facebook.com/CentroMarioMolina

