

“2021. Año de la Consumación de la Independencia y la Grandeza de México”.

SECRETARÍA DE MOVILIDAD

SISTEMA DE AUTOPISTAS, AEROPUERTOS, SERVICIOS CONEXOS Y AUXILIARES DEL ESTADO DE MÉXICO

CONCURSO PÚBLICO INTERNACIONAL NO. SMEM-CCA -01-2021

APÉNDICE II

PERFIL INFORMATIVO

PROYECTO PARA EL “OTORGAMIENTO DE UNA CONCESIÓN PARA LLEVAR A CABO EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO, CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE UNA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA INTERCONECTAR LA CALZADA IGNACIO ZARAGOZA Y LA AUTOPISTA PEÑÓN – TEXCOCO SOBRE EL PERIFÉRICO ORIENTE, EN LOS LÍMITES TERRITORIALES DEL ESTADO DE MÉXICO Y LA CIUDAD DE MÉXICO (CONEXIÓN ORIENTE), CONSIDERANDO UNA CARRETERA DE CUOTA TIPO A4, CON UNA LONGITUD APROXIMADA DE 7 KM Y CONTEMPLANDO SUS ENTRONQUES CON SUS RESPECTIVAS ENTRADAS Y SALIDAS”

“2021. Año de la Consumación de la Independencia y la Grandeza de México”.

Tabla de contenido

Objetivo General	3
Información del Proyecto.....	3
Características técnicas del Proyecto	5
Localización	5
Medio físico.....	6
Condiciones geográficas.....	6
Estructura y formación de suelos	9
Descripción del proyecto.....	11

Objetivo General

El objetivo del presente Apéndice es establecer las características técnicas del proyecto para el otorgamiento de una concesión para el diseño, construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de una infraestructura vial, que permita mejorar la comunicación, mediante la construcción de una vía para interconectar la Calzada Ignacio Zaragoza y la Autopista Peñón – Texcoco sobre el Periférico Oriente, al oriente de la Zona Metropolitana del Valle de México

Información del Proyecto

Debido al incremento de las zonas suburbanas, o de la misma mancha urbana y a la fuerte demanda de un sistema vial que satisfaga las necesidades viales y de transporte, para la zona Oriente del Valle de México, así como su corta forma de intercomunicarse entre sí, se integra una solución vial que consiste en una vialidad elevada y en unos tramos de la misma a nivel, el cual contara con gazas de entrada y salida que permita conectar a otras vialidades de importancia, además de dar solución al tránsito de los vehículos que utilizan las rutas que convergen al Oriente del Valle de México, a través del Periférico Oriente, teniendo como finalidad de interconectar el Oriente con el Norte y Sur del Valle de México; así como mejorar las salidas de los destinos principales como: Puebla, Cuernavaca, Texcoco y Pachuca; en el que se transporta bienes y personas.

Ilustración 1 Ubicación Geográfica del Periférico Oriente



“2021. Año de la Consumación de la Independencia y la Grandeza de México”.

Actualmente se tienen vialidades a nivel que alivian los problemas de congestión vial en la zona Oriente de la zona del Valle de México, pero debido a la demanda desigual que se tiene en los ramales y al entrecruce que se genera, se reduce considerablemente la velocidad de los vehículos circulantes en la zona, además de volverse inseguro el paso vehicular, provocando un nodo de conflicto vial, lo cual conlleva a una pérdida de tiempo y una contribución al tráfico, debido al intenso tránsito local que se genera en la zona.

La principal característica que identifica a esta zona, es que se tienen muy importantes flujos vehiculares en vialidades primarias, provocado en parte por la contribución de los vehículos de paso, transportando bienes y personas, desde diferentes puntos del Área Metropolitana del Valle de México, debido a la centralidad de esta zona Oriente y a la importancia de estas vialidades, con sus orígenes y destinos, presentando en horas pico su saturación, que incide en dificultar los accesos y salidas de la zona, además de un elevado uso en forma intensiva del transporte particular, lo cual propicia una comunicación interna inadecuada conforme a la estructura vial existente, si bien internamente la estructura secundaria permite mayor movilidad. Asimismo, se destaca la cercanía del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México y de zonas comerciales muy importantes como la central de abastos; resaltando también en cuanto a actividades y superficies que ocupan, cuatro áreas de transferencia vial, ubicadas en el entronque de Viaducto de la Piedad y Calzada de Tlalpan; la estación metro Santa Anita; la estación metro Puebla y la estación metro Pantitlán, a lo cual, hay que agregar las instalaciones de equipamiento urbano de cobertura regional tales como el macro complejo de Ciudad Deportiva Magdalena Mixhuca, que generan una carga vehicular adicional muy importante, saturando las vialidades existentes de Viaducto Río de la Piedad y la Calz. Ignacio Zaragoza, provocando un tránsito intenso y congestión vial importantes, lo anterior se debe a que la infraestructura existente ha sido rebasada, no permitiendo la continuidad del flujo en las vialidades y que para lograrlo se requeriría de una inversión muy importante, tanto para dar continuidad a las mismas como para proteger el medio ambiente, de tal modo que la operación del puente vehicular, tiene como finalidad aumentar el nivel de servicio que actualmente se tiene en la zona y no interrumpir el flujo del tráfico entre otras rutas de tránsito cuando se cruzan entre sí.

De esta manera surge la necesidad de cruzar la zona en conflicto a través de una vialidad confinada, sin afectar el movimiento que se tiene actualmente en la zona, además de interconectar de forma directa y de una manera segura la zona en cuestión; con esto ayuda a resolver la problemática de conectividad y congestión vial en la zona, así como garantizar la seguridad de los usuarios que cruzan la zona, dando solución además a la problemática de tránsito de los vehículos que utilizan las rutas que convergen en dicha zona.

La solución de la Autopista Conexión Oriente, plantea la necesidad de resolver los problemas de interconexión y congestión generados en la zona en cuestión, que debe soportar la mayor parte de los elevados flujos que desde la zona poniente y centro del Valle de México, se dirigen a esta zona Oriente y tienen como destino el Norte y Sur del Valle de México.

Características técnicas del Proyecto

Localización

La solución vial de la Autopista Conexión Oriente, se ubicará principalmente sobre la vialidad del Periférico Oriente; esta vialidad se desarrolla en los límites del Estado de México y la Ciudad de México; circulando al poniente del límite del municipio de Nezahualcóyotl, limitando con las alcaldías de Venustiano Carranza, Iztacalco e Iztapalapa al Oriente de estas (Ilustración. 2), el trazo de esta vialidad será principalmente sobre Periférico Oriente, iniciando sobre las laterales Oriente y Poniente de la vialidad de calle 7, ubicado al Norte de la Calz. Ignacio Zaragoza y se dirigirá al Norte cruzando vialidades principales como la Av. Pantitlán, Av. Chimalhuacán y Av. Bordo de Xochiaca, hasta llegar a la altura de la Autopista Peñón Texcoco, para conectar con la ampliación de la Autopista Naucalpan - Ecatepec, teniendo la finalidad de unir con fluidez la zona Norte del Valle de México, con el Centro y Surde la Ciudad de México, facilitando además la movilidad entre los aeropuertos del AICM y el AIFA; beneficiara principalmente a más de 80 mil habitantes provenientes de diferentes localidades, así como a los 10 mil usuarios que circulan por la zona en ambos sentidos y que la atraviesan por diferentes motivos, siendo estos de largo y corto itinerario.

Ilustración 2 Localización en la Ciudad de México del Periférico Oriente.



Medio físico

El territorio ocupado por la Autopista Conexión Oriente, pasa principalmente por el municipio de Nezahualcóyotl al Poniente, colindando con las alcaldías de Venustiano Carranza, Iztacalco e Iztapalapa; en esta zona Oriente se presenta una característica central: es un continuo urbano en el que no existe una vocación agro productiva del suelo. Las características climáticas, geológicas y edafológicas del territorio de esta zona, impiden su utilización agrícola y pecuaria, debido a la baja precipitación y alta salinidad presente en los suelos de tipo solonchak.

Condiciones geográficas

Clima. En esta zona oriente del Valle de México, predominan dos climas: semiseco templado con lluvias en verano (verano cálido) en el 99.65% de la superficie y templado subhúmedo, con lluvias en verano (de menor humedad) que corresponde al 0.35% de la superficie. La temperatura máxima entre abril y junio oscila entre 30 y 32°C.

Al comenzar la estación de lluvias, la insolación disminuye, los días son más frescos y se mantienen temperaturas máximas entre 26 y 29°C de julio a octubre; mientras que, en la estación fría, la temperatura máxima varía de 26 a 28°C. La precipitación media anual en el municipio es de 774 mm, concentrándose más de la mitad del volumen precipitado, en los meses de junio a octubre.

Tomando en cuenta las altas temperaturas que se manifiestan y la frecuencia y duración de los vientos que favorecen a la evaporación, ésta ha alcanzado valores anuales hasta de 2,453.8 mm, con una media de 1,743 mm. Las temperaturas mínimas extremas tuvieron un promedio de 18°C. No obstante que se registran temperaturas bajas, éstas son esporádicas, lo cual permite que durante los meses invernales se encuentren en los lagos aves migratorias que vienen del Norte.

Orografía. En esta zona Oriente del Valle de México se encuentra a una altitud promedio de 2,240 msnm; siendo las superficies más bajas en términos generales, por lo que sufren permanentemente de inundaciones y encharcamientos en la temporada de lluvias. Algunos de los elementos orográficos más importantes están fuera de la zona, sin embargo, a partir de estos, se configura el patrón de escurrimientos que finalmente llegan a las partes más bajas del Valle, en las cuales está asentado esta zona Oriente. Al suroriente, aproximadamente a 2 kilómetros del límite municipal de Nezahualcóyotl se encuentra el "Cerro de Chimalihuache Las Palomas", en el municipio de Chimalhuacán; a escasos 5 kilómetros, en el municipio de La Paz se localiza el cerro "El Pino" y en el municipio de Chicoloapan el cerro "Xolcuango" a una distancia aproximada de 7 kilómetros.

En términos fisiográficos, la zona pertenece a la provincia "Eje Neovolcánico", a la sub provincia "Lagos y Volcanes de Anáhuac" (clave 57); sistema de topo formas "Llanura" (clave 500), que cubre el 100% de la superficie de la zona.

“2021. Año de la Consumación de la Independencia y la Grandeza de México”.

Geomorfología. En esta zona Oriente, está conformado en su mayor parte por terrenos del antiguo Lago de Texcoco en un área ocupada por un acuitardo de hasta 800 metros de espesor. Su superficie es prácticamente plana, por lo que no presenta alteraciones topográficas de ningún tipo. Es posible asegurar, que no presenta pendientes de terreno mayores al 3 por ciento, lo que implica que en estricto no cumple con las características para alojar usos urbanos, dado que, debido a la extensión y la llanura del terreno, se dificulta en gran medida el desalojo de las aguas servidas.

Hidrología. Esta zona forma parte de la región hidrológica número 26 denominado Alto Pánuco y se localiza en la cuenca del Río Moctezuma (subcuenca del Lago de Texcoco y Zumpango).

Se tienen cuerpos de agua en el Municipio de Nezahualcóyotl y que son la presa "Cola de Pato", la presa "Tesorito" y la presa "La Regalada"; así como un lago artificial localizado en el Parque del Pueblo.

Esta zona Oriente del Valle de México, se encuentra asentado en terrenos pertenecientes al Ex vaso del Lago de Texcoco, el sistema hidrológico de la región se conforma por los canales de desagüe (receptores de las aguas residuales de la zona): el Río Churubusco, el Canal de la Compañía y el Río de los Remedios, los cuales se encuentran en los límites de la Ciudad de México y los municipios de Chimalhuacán y Ecatepec respectivamente. Con el paso del tiempo, los tres ríos se transformaron en canales de desagüe, pasando a ser los receptores de las aguas residuales de la zona urbana de la Ciudad de México, así como de algunos municipios colindantes pertenecientes al Estado de México.

El Canal de la Compañía tuvo una gran importancia como elemento fortalecedor del riego natural de las zonas aledañas, su trayectoria tiene origen en el municipio de Tlalmanalco, como desagüe natural del deshielo del Iztaccíhuatl, pasa por los municipios de Chalco, Nezahualcóyotl y los Reyes la Paz.

En esta zona Oriente del valle de México, constituida por Ecatepec, Nezahualcóyotl, Chimalhuacán, Valle de Chalco Solidaridad, La Paz, Ixtapaluca y Chicoloapan, cuenta con insuficiente caudal de agua potable. Se tienen problemas con la calidad del líquido existente, porque no cumple con las normas para hierro y manganeso. Las fuentes de abastecimiento de agua en bloque se encuentran alejadas, ya que hace falta prolongar el Acuaférico 15 km más y 30 km para la llegada del Macrocircuito.

Vegetación. En esta zona Oriente, se ha perdido casi por completo su cubierta vegetal original, sin embargo, levantamientos florísticos realizados por la Universidad Autónoma de Chapingo, demuestran la existencia de cerca de 140 especies que prosperan en la cuenca salina de Texcoco y que se consideran resistentes a la sal (halófitas). Destacan la "verdolaga" (*Sesuvium portulacastrum*), la "cola de alacrán" (*Heliotropium* sp), el "zacate salado" (*Distichlis spicata*), la "navajita" (*Bouteloua* sp) y el "saladillo" (*Atriplex* sp). Dichas especies se utilizan aún como forraje para la alimentación de exiguos hatos de bovinos y caprinos confinados en establos localizados en áreas urbanas del municipio.

“2021. Año de la Consumación de la Independencia y la Grandeza de México”.

Debido a las condiciones de salinidad de los terrenos de la zona, existe una reducida variedad de flora, al mismo tiempo que se dificulta la introducción de especies exóticas. En la actualidad existen aproximadamente 500,000 árboles implantados con éxito en la zona, entre los que destacan los eucaliptos (*Eucaliptus* spp.), casuarinas (*Casuarina equisetifolia*), fresnos (*Fraxinus udhei*), cedros (*Cupressus lindleyi*), sauces llorones (*Salix babilonica*), entre los más comunes. Antes de la desecación acelerada del antiguo Lago de Texcoco, existían cerca de 150 especies vegetales terrestres y acuáticas autóctonas, las cuales desaparecieron al modificarse las condiciones ecológicas del lugar.

Fauna. La diversidad de especies de avifauna registrada hasta el momento es de 134, de las cuales 74 son de ambientes acuáticos; destacan por su abundancia las variedades relativas a los patos y a las aves de ribera, a las garzas y otras que son típicas de ambientes marinos como gaviotas y pelícanos blancos. Las 60 especies restantes habitan bosques y pastizales. En primavera, en las áreas con vegetación acuática se observan nidos de gallina de agua (*Fulica americana*), gallaretas (*Gallinula chloropus*) y zambullidores (*Podiceps nigricollis*). Las poblaciones de patos que se reproducen en la zona son las cercetas de alas azules (*Anas discors*), cercetas de alas café (*Anas cyanoptera*), el pato tepellate (*Oxyura jamricensis*) y el pato mexicano (*Anas platyrhynchos diazi*). Es importante destacar que esta última población se ha logrado proteger, lo que es un éxito, ya que los expertos la consideraban en grave peligro de extinción, inclusive a nivel mundial. Ahora el ex Lago de Texcoco se encarga de ofrecerles un hábitat potencial para su desarrollo.

En la actualidad, en Nezahualcóyotl existe un reducido número de especies de fauna silvestre que habitan en la zona inundable del municipio; éstas se limitan a algunas especies autóctonas como los ajolotes, algunas lagartijas de la especie (*Sceloporus scalaris*) y algunas culebras.

Fauna feral y fauna nociva. La prevalencia de basureros clandestinos a cielo abierto, tianguis en la vía pública y mercados sin la infraestructura sanitaria adecuada, así como la falta de una cobertura completa en materia de recolección y disposición final de residuos sólidos urbanos, es la causa principal de la proliferación de moscas y cucarachas, así como de numerosos agentes patógenos potencialmente peligrosos para la salud pública.

Otro gran problema que enfrenta esta zona conurbada, lo constituye la existencia de al menos 800 unidades de producción en zona urbana de especies de ganado mayor y menor. La producción de este tipo de especies trae consigo un sinnúmero de molestias para los vecinos: malos olores, descargas de materia fecal al drenaje o a las guarniciones, la proliferación de moscas y cucarachas y la diseminación de agentes patógenos tales como la tenía y su forma larvaria llamada cisticerco, causante de la neuro cisticercosis.

En esta zona Oriente del Valle de México ha sufrido recientemente de una nueva amenaza para la seguridad pública, a causa de la proliferación de perros de pelea. Dichas razas se caracterizan por su elevada agresividad y ferocidad. Algunas colonias periféricas a la Ciudad de México han sido escenario de terribles accidentes ya que los perros entran en un estado de frenesí durante la pelea, lo que ha ocasionado ataques muy graves a los dueños y transeúntes. Por lo que es necesario establecer mecanismos de control y regulación de la propiedad de perros de pelea, con el fin de evitar cualquier riesgo de ataque por parte de estos animales.

Estructura y formación de suelos

Geología. Esta zona Oriente, se encuentra asentada por entero sobre suelo de origen lacustre. Las características geológicas de este lugar se refieren a los distintos materiales de origen aluvial arrastrados en las diferentes épocas geológicas. La roca madre (basalto), se encuentra a una profundidad de hasta 800 metros, bajo un acuitado de arcillas expansivas. Los horizontes superficiales se componen de diferentes materiales que van desde la ceniza arrojada por los conos cineríticos contiguos, localizados en los municipios de Chimalhuacán y La Paz, hasta materiales heterogéneos producto de los procesos de erosión laminar de edificios volcánicos y montañas pertenecientes a la Sierra Nevada y a la Sierra del Chichinautzin.

Dichos materiales se depositaron progresivamente con la formación de la cuenca endorreica de Anáhuac, durante el terciario e inicios del cuaternario.

La zona Oriente se encuentra afectado por una serie de grietas que se han formado y expandido como consecuencia de la desecación del lago en años recientes.

Las formaciones geológicas corresponden a la era cenozoica (C), al periodo Cuaternario (19.64%)⁷, y la unidad litológica correspondiente es la lacustre, que ocupa el 100% de la superficie de esta zona.

Edafología. En esta zona Oriente se presenta una estructura edafológica compuesta por suelos aluviales sódico-salinos sin evolución edafo-genética suficiente. Presentan fuertes efectos de intemperismo y erosión eólica. En una gran parte de la superficie de estos suelos, se forman promontorios formados por capas blancas de tequezquite (arcilla-limo-trona $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) con espesores que varían de 2 a 10 mm.

Existen dos clases de suelos identificadas: Solonchak y Feozem. Predomina el Solonchak que se caracteriza por presentar un alto contenido de sales en porciones importantes y en algunos casos en el total de la superficie. Las subunidades del suelo existentes en esta zona Oriente que se derivan del Solonchak son:

Mólico (Zm): comprende una superficie de 49.83 km², es decir, 79.2% del total de la unidad. Se localiza en la parte noreste y sur de esta zona Oriente y tiene un alto contenido de sales depositadas en capas inferiores que retienen el agua.

Gleyco (Zg): representa una superficie de 12.95 km², es decir 20.58% del total de la unidad; se ubica al noreste y al sureste de esta zona Oriente. Esta unidad presenta en el subsuelo una capa impermeable que retiene el agua.

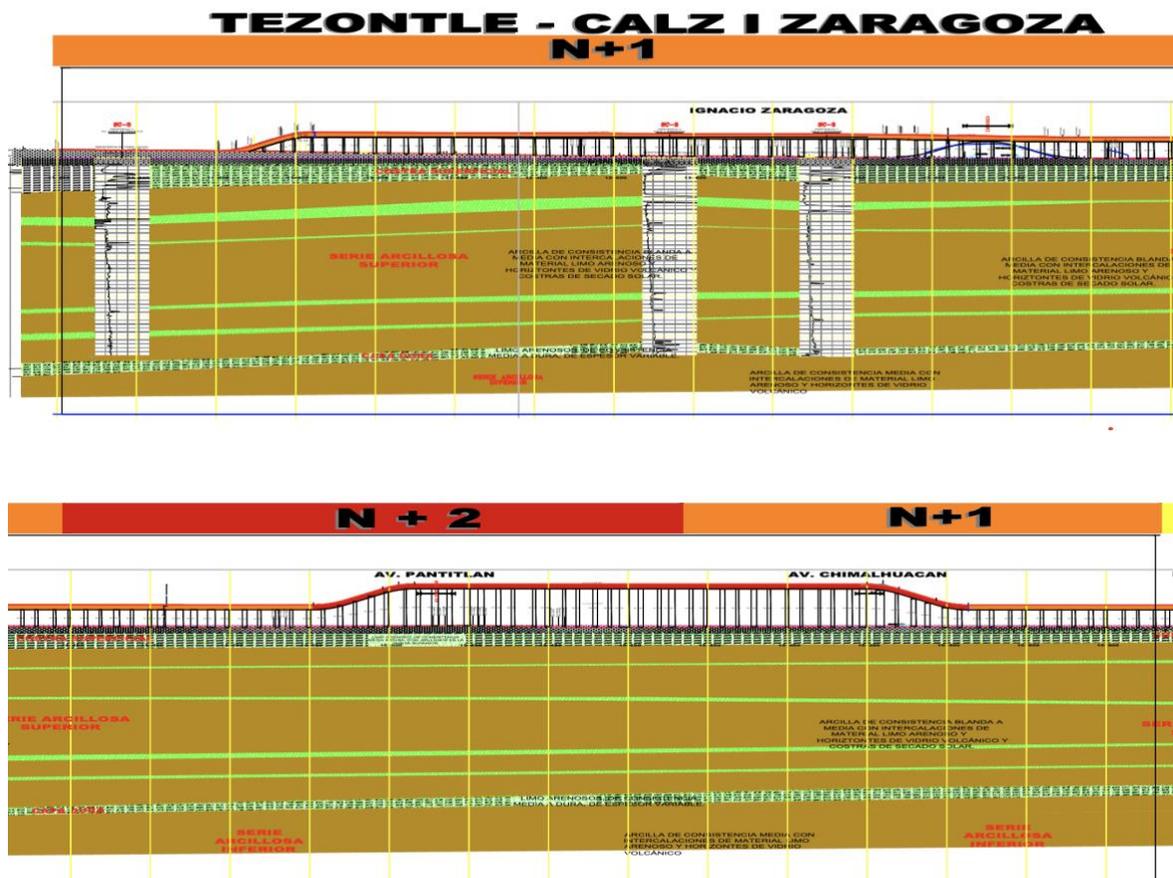
Gleyco + Órtico (Zo): este tipo de Solonchak, está compuesto en su primera capa por Solonchak Gleyco y en una segunda capa, por Solonchak Órtico. Esta subunidad compuesta ocupa una superficie de

0.13 km², lo que representa el 0.20% del total de la unidad. Se localiza en la porción sureste de esta zona Oriente.

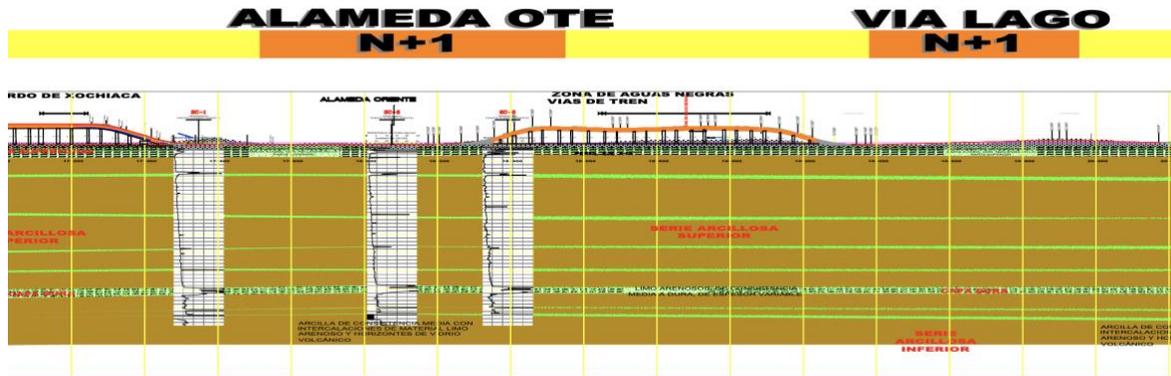
“2021. Año de la Consumación de la Independencia y la Grandeza de México”.

Geotecnia. De acuerdo a la información geotécnica, en esta zona se tiene en los primeros metros la "costra superficial" constituida por material limo arenoso de consistencia media a dura, con material de relleno en la parte superior; posteriormente se tiene un importante estrato de serie arcilla superior de consistencia blanda a media, con intercalaciones de material limo arenoso, así como horizontes de vidrio volcánico y costras de secado solar; después se tiene un estrato de capa dura con consistencia media limo arenoso, de consistencia media dura, de espesor variable; finalmente se tiene el estrato de la serie arcillosa inferior, constituido por materiales de arcilla de consistencia media con intercalaciones de material limo arenoso y horizontes de vidrio volcánico (Ilustración. 3).

Ilustración 3 Perfil Estratigráfico Autopista Conexión Oriente



“2021. Año de la Consumación de la Independencia y la Grandeza de México”.



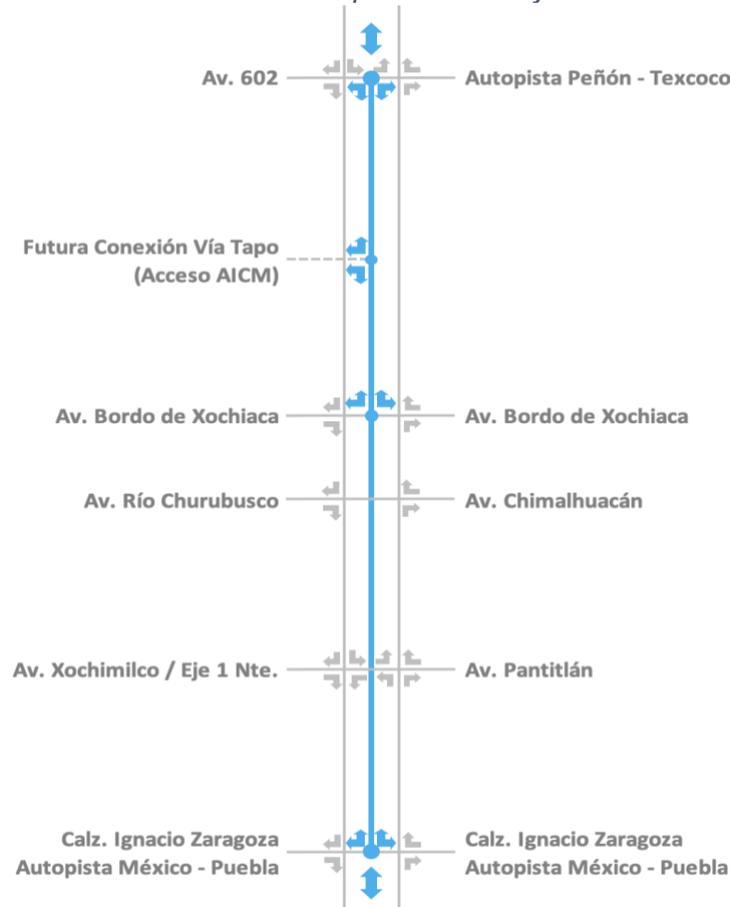
Descripción del proyecto

El Proyecto se propone como una autopista urbana con dos carriles de circulación por sentido, con una longitud aproximada de 6.8 km, la cual está diseñada como una mejora vial para la zona de influencia del Anillo Periférico en el tramo que va desde la Calzada Ignacio Zaragoza a la Carretera Peñón - Texcoco. Se desarrolla en los límites del Estado de México y la Ciudad de México; circulando al poniente del límite del municipio de Netzahualcóyotl, limitando con las alcaldías de Venustiano Carranza, Iztacalco e Iztapalapa al Oriente de estas. El trazo de esta vialidad será principalmente sobre Periférico Oriente, iniciando sobre las laterales Oriente y Poniente de la vialidad de calle 7, ubicado al Norte de la Calz. Ignacio Zaragoza y se dirigirá al Norte cruzando vialidades principales como la Av. Pantitlán, Av. Chimalhuacán y Av. Bordo de Xochiaca, hasta llegar a la altura de la Autopista Peñón Texcoco, para conectar con la ampliación de la Autopista Naucalpan - Ecatepec, teniendo la finalidad de unir con fluidez la zona Norte del Valle de México, con el Centro y Sur de la Ciudad de México, facilitando además la movilidad entre el Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles (AIFA) y el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

El Proyecto que se propone es una autopista de cuota que contará con un Sistema de Gestión de Telepeaje que permita el registro de los cruces vehiculares, así como la debida recaudación de las cuotas de peaje correspondientes y el Sistema de Gestión de Telepeaje estará diseñado para operar en un esquema de operación de Telepeaje cerrado. Asimismo, la Autopista contará con infraestructura de comunicaciones, infraestructura ITS y Centro de Control de Operación.

“2021. Año de la Consumación de la Independencia y la Grandeza de México”.

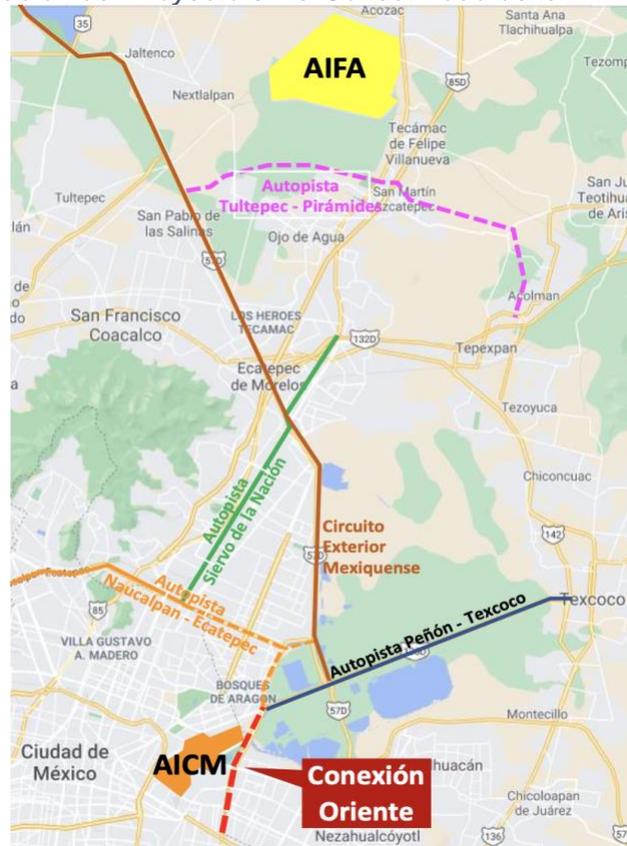
Ilustración 4 Esquema del Proyecto



El desarrollo de esta infraestructura vial permitirá interconectar las carreteras hacia el nororiente (Pachuca y Texcoco), oriente (Puebla) y suroriente (Morelos); agilizando la movilidad de personas y mercancías entre el nororiente del Estado de México y el centro y suroriente de la Ciudad de México. De igual forma, permitirá interconectar las autopistas Naucalpan – Ecatepec y Circuito Exterior Mexiquense con el Periférico Oriente y el Centro de la Ciudad de México, facilitando la conectividad aeroportuaria entre el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México y el Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles, de esta manera se pretende coadyuvar a la ampliación, mejoramiento y reestructura de la cobertura vial existente, conformando un sistema vial funcional a nivel local y regional.

“2021. Año de la Consumación de la Independencia y la Grandeza de México”.

Ilustración 5 Integración del Proyecto en la Conectividad de la ZMVM y el AIFA – AICM

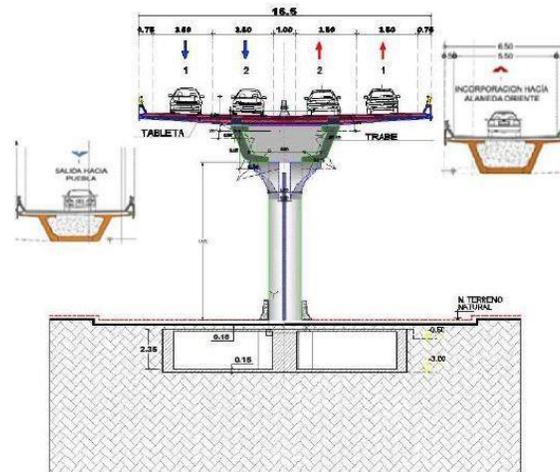


El Proyecto iniciará sobre las laterales Oriente y Poniente de la vialidad calle 7, al norte de la Calzada I. Zaragoza con rampas de accesos y salidas que estarán conformada por elementos estructurales de concreto armado, colados en sitio como: pilotes y zapatas, así como elementos prefabricados de concreto armado para formar la superestructura de la vialidad como: columnas, travesaños; tendrán un ancho de vialidad de 5.50 m, con un ancho de acotamiento + parapeto de concreto a ambos lados de la vialidad de 0.50 m y una pendiente máxima del 6.00 %.

Las rampas de acceso y salida, se ligarán a un cuerpo elevado aproximadamente en el cadenamiento 0+930 (ilustración. 6), con una estructuración tipo árbol, conformado por elementos estructurales de concreto armado, colados en sitio como: pilotes y zapatas, así como elementos prefabricados de concreto armado para formar la superestructura de la vialidad como: columnas, travesaños y tabletas; la vialidad tendrá un ancho de rodadura de 14.00 m, con 4 carriles de 3.50 m de ancho cada uno; teniendo dos carriles para cada sentido de circulación los cuales permitirán canalizar los flujos al Norte y al Sur del Periférico Oriente, además se tiene un ancho de acotamiento + parapeto de concreto a ambos lados de la vialidad de 0.75 m de ancho, así como una barra separadora de carriles con un ancho delimitado de 1.00 m; se tendrá una pendiente máxima del 6% y un galibo vertical libre de 5.50 m como mínimo.

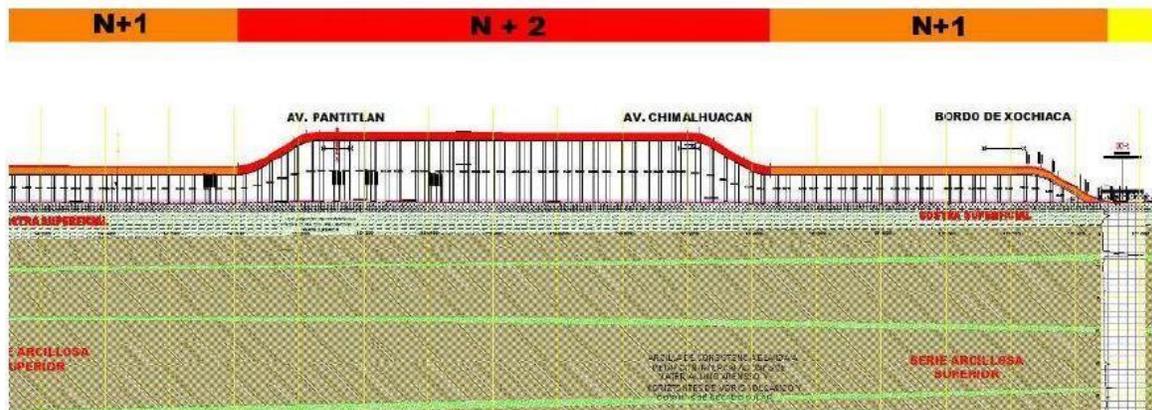
“2021. Año de la Consumación de la Independencia y la Grandeza de México”.

Ilustración 6 Sección de rampas de acceso y salida Calle 7- Calzada Ignacio Zaragoza



A partir del cadenamiento 1+235 se convertirá a un nivel +2, cruzando las avenidas principales Pantitlán y Chimalhuacán, continuando así hasta llegar al cadenamiento 2+860, en donde descenderá nuevamente a nivel +1, hasta cruzar la Av. Bordo de Xochiaca y llegar a la rampa de acceso y salida de la vialidad elevada aproximadamente en el cadenamiento 4+060, en esta parte continuará a nivel.

Ilustración 7 Perfil de la vialidad elevada en el tramo nivel +2.

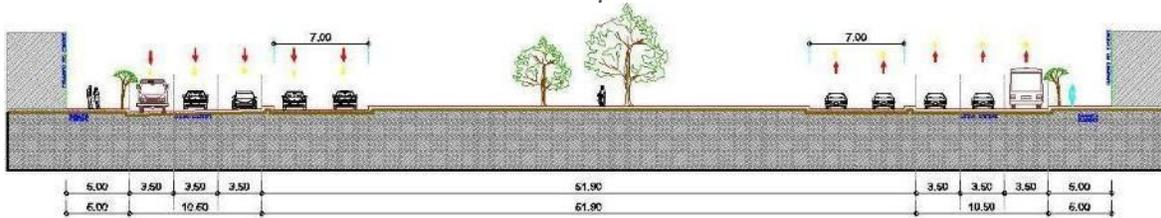


La finalidad de ir a un nivel +2 en este tramo de vialidad elevada, es para poder librar el nivel que se tiene actualmente en los distribuidores de Av. Pantitlán y de Av. Chimalhuacán.

Cruzando la Av. Bordo de Xochiaca la vialidad bajará a nivel en una longitud de aproximadamente 800m, pasando estos 800m se elevará la vialidad, finalmente al cruzar los cuerpos de agua de Nabor Carrillo, vuelve a bajar a nivel nuevamente, como una vialidad tipo A4, hasta llegar al entronque de la Peñón Texcoco, en una longitud aproximada de 1000 m.

“2021. Año de la Consumación de la Independencia y la Grandeza de México”.

Ilustración 8 Sección tipo en vialidad a nivel

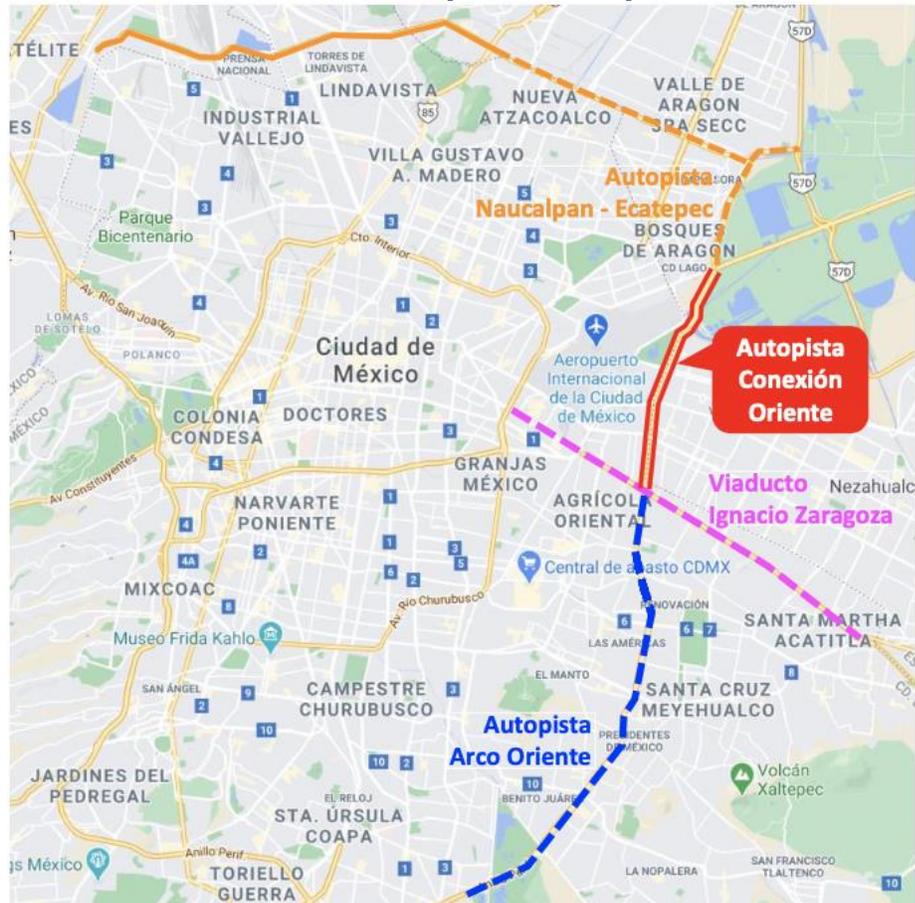


Como se ha indicado el Proyecto facilita la conexión entre importantes vialidades urbanas sobre las que se están desarrollando autopistas o viaductos complementarios a dichas vialidades, como son (Proyectos Futuros):

- i. Viaducto elevado sobre Calzada Ignacio Zaragoza de 12.5 Km aproximadamente a construirse entre el Viaducto Río Piedad y el Puente La Concordia (salida a Puebla) en la Ciudad de México, la cual interconecta con el Proyecto en el extremo sur. En diciembre de 2020 el Gobierno de la Ciudad de México publicó la declaratoria de necesidad para otorgar la concesión de este Viaducto, por lo que se estima que su licitación y adjudicación se realice en 2021 y su puesta en operación sea en 2023.
- ii. Autopista Arco Oriente sobre el Periférico Oriente de 14.9 km aproximadamente a construirse entre Av. Cafetales y la Calz. Ignacio Zaragoza en la Ciudad de México, que interconecta con el Proyecto en el extremo sur. Esta Autopista está concesionada, actualmente y su ejecución está prevista una vez que se concluya el tramo pendiente de la de la Autopista Urbana Sur, lo cual se estima sea en el mediano plazo.
- iii. Autopista Naucalpan – Ecatepec de 9.6 km aproximadamente a construirse entre Av. Insurgentes y el Circuito Exterior Mexiquense en el Estado de México, que interconecta con el Proyecto en el lado norte. La Autopista actualmente está operando de Av. Aquiles Serdán (Puente de Vigas) hasta Av. Insurgentes (Indios Verdes) quedando pendiente su ejecución en el mediano plazo de Insurgentes hasta la altura del Proyecto.

“2021. Año de la Consumación de la Independencia y la Grandeza de México”.

Ilustración 9 Conectividad del Proyecto con Proyectos Futuros

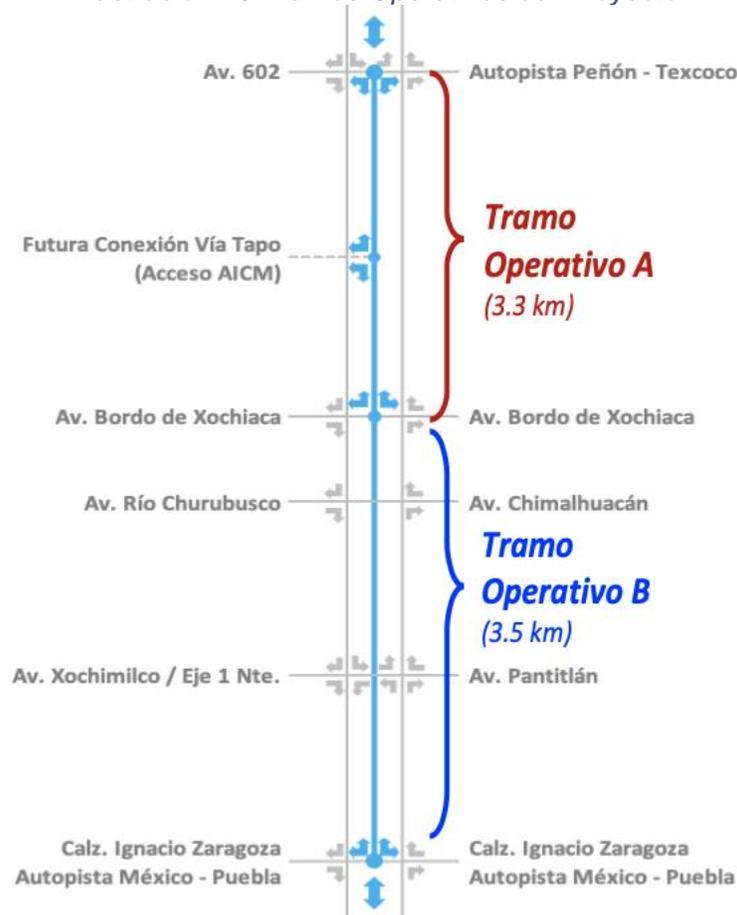


Por lo anterior, se propone ejecutar el Proyecto en dos tramos operativos:

1. Tramo Operativo A: que va desde la Carretera Peñón – Texcoco a la Av. Bordo de Xochiaca de 3.3 km aproximadamente, de los cuales 1.1 km corresponden a un viaducto elevado, 1.6 km transcurren a nivel y el resto corresponde a intervenciones a calles laterales.
2. Tramo Operativo B: que va desde la Av. Bordo de Xochiaca a la Calzada Ignacio Zaragoza, con una longitud de 3.5 km aproximadamente, toda ella en viaducto elevado, excepto por 600 metros antes de conectar con la Calz. Ignacio Zaradigoza en los cuales se hacen intervenciones en las calles laterales.

“2021. Año de la Consumación de la Independencia y la Grandeza de México”.

Ilustración 10 Tramos Operativos del Proyecto



El futuro Concesionario de la Autopista deberá operar, mantener y conservar la Autopista a lo largo de la vigencia de la Concesión en condiciones que permitan un tránsito fluido, cómodo y seguro a los usuarios y eviten su deterioro progresivo. La forma de medir el cumplimiento de este compromiso es a través de los Indicadores de Servicio de Mantenimiento y Rehabilitación (para la calificación del estado físico de la Autopista), "Indicadores de Servicio MR", y los Indicadores de Servicio de Operación (para la calificación de los servicios de operación de la Autopista), "Indicadores de Servicio O". Lo anterior cuando estén en operación los dos Tramos Operativos A y B. El tiempo en el que está en operación únicamente el Tramo Operativo A la forma de medir el cumplimiento será a través de las "NORMAS PARA CALIFICAR EL ESTADO FÍSICO DE UN CAMINO" y el "PROCEDIMIENTO PARA CALIFICAR LOS SERVICIOS EN AUTOPISTAS CONCESIONADAS", ambos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

“2021. Año de la Consumación de la Independencia y la Grandeza de México”.

Estudios de aforo, demanda y tarifa del Proyecto para el otorgamiento de una concesión para el diseño, construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de una infraestructura vial, que permita mejorar la comunicación, mediante la construcción de una vía para interconectar la Calzada Ignacio Zaragoza y la Autopista Peñón – Texcoco sobre el Periférico Oriente, al oriente de la Zona Metropolitana del Valle de México, considerando una carretera de cuota tipo A4, con una longitud aproximada de 7 km y contemplando sus entronques con sus respectivas entradas y salidas.

“2021. Año de la Consumación de la Independencia y la Grandeza de México”.

1. Objetivo

El objetivo del presente documento es cumplir con lo establecido en los artículos 5, fracción I, inciso j), y 6, fracción X de los Lineamientos que Determinan el Contenido y Requisitos que debe cubrir el Anteproyecto que acompaña a la Propuesta No Solicitada prevista en el Código Administrativo y en el Reglamento de Comunicaciones del Estado de México, al contener los estudios de aforo, demanda y tarifa que permitan verificar las condiciones de demanda, aforo y tarifas propuestas para el otorgamiento de la concesión para el desarrollo del Proyecto de Propuesta No Solicitada para el otorgamiento de una concesión para el diseño, construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de una infraestructura vial, que permita mejorar la comunicación, mediante la construcción de una vía para interconectar la Calzada Ignacio Zaragoza y la Autopista Peñón – Texcoco sobre el Periférico Oriente, al oriente de la Zona Metropolitana del Valle de México, considerando una carretera de cuota tipo A4, con una longitud aproximada de 7 km y contemplando sus entronques con sus respectivas entradas y salidas (en lo sucesivo el “Proyecto”).

2. Descripción de los estudios de aforo, demanda y tarifa.

En diciembre de 2020, SyT realizó el Estudio de Demanda a fin de estimar, entre otros, la proyección de vehículos que utilizarán el Proyecto en términos de Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) y la tarifa óptima, considerando 2019 como año base, toda vez que el año 2020 no es representativo por el impacto del COVID. Se agrega como **Apendice A** el Estudio de Demanda realizado por SyT. El Estudio de Demanda considera tres Escenarios:

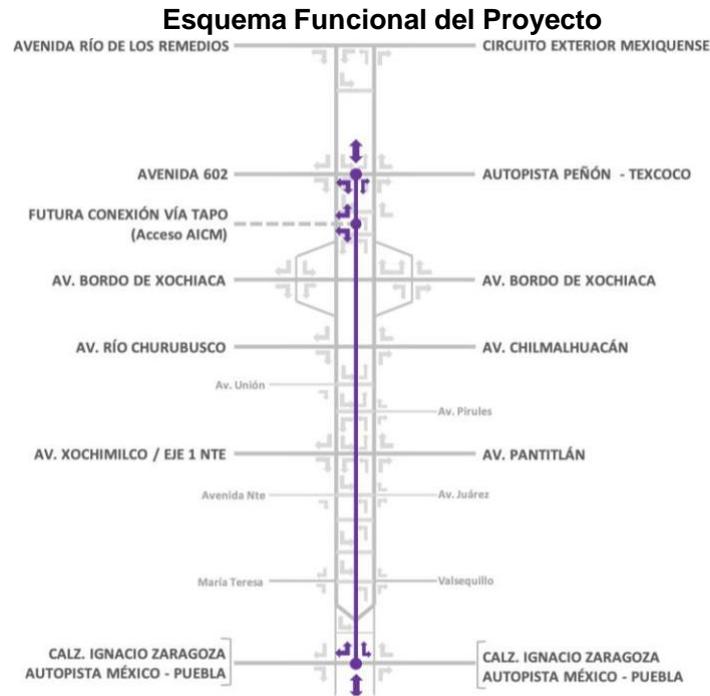
Escenario 1 (E-1). Considera que el Proyecto se incorporará al modelo integrado en la vialidad actual (es decir no incluye el efecto de Proyectos Futuros como Viaducto Elevado Ignacio Zaragoza, Autopista Siervo de la Nación, Arco Oriente y Autopista Naucalpan – Ecatepec, etc) , considerando movimientos direccionales en los entronques siguientes:

- Ignacio Zaragoza: Todos los movimientos
- Acceso a AICM. Sólo entradas y salidas a AICM
- Peñón Texcoco. Todos los movimientos

Las características del Proyecto consisten en:

- Vía Rápida (80/km/h)
- Un cuerpo de dos carriles por sentido.
- Uso exclusivo autos.
- Longitud 7.0km (desde Av. Ignacio Zaragoza hasta Autopista Peñón – Texcoco).
- Funciona en ambos sentidos durante todo el día.
- Se ha aplicado un peaje cerrado a cada uno de los tramos del proyecto.
- El Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles (AIFA) impacta el proyecto.
- Tarifa: \$4 por kilómetro a precios de 2019, IVA incluido.

“2021. Año de la Consumación de la Independencia y la Grandeza de México”.



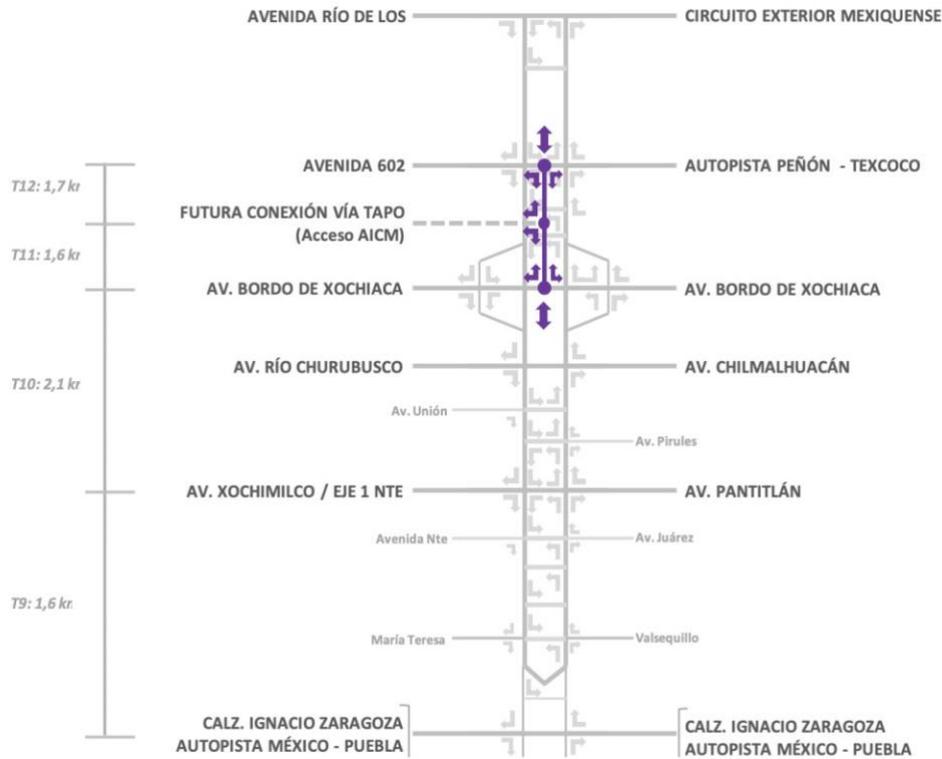
Fuente: Estudio de Demanda.

Escenario 2 (E-2). Corresponde a la misma configuración funcional del E-1, pero estableciendo como premisa el impacto de los Proyectos Futuros: Viaducto Elevado Ignacio Zaragoza, Autopista Siervo de la Nación, Arco Oriente y Autopista Naucalpan – Ecatepec. Se asume que dichos Proyectos se materializan y operan simultáneamente con el Proyecto.

Escenario 3 (E-3). Partiendo de la configuración funcional del E-1, se asume que sólo opera el tramo que va de la Autopista Peñón – Texcoco a la Av. Bordo de Xochiaca, estimando el TDPA correspondiente.

“2021. Año de la Consumación de la Independencia y la Grandeza de México”.

Esquema Funcional del E-3



Fuente: Estudio de Demanda.

Las proyecciones de TDPA para cada uno de los escenarios antes descritos se muestran a continuación:

“2021. Año de la Consumación de la Independencia y la Grandeza de México”.

TDPA Estimado para el Proyecto

Año	E-1	E-2	E-3
2019	19,978	26,568	7,388
2020	20,706	27,621	7,664
2021	21,460	28,715	7,950
2022	22,242	29,853	8,247
2023	23,051	31,037	8,555
2024	23,891	32,267	8,874
2025	24,762	33,546	9,206
2026	25,663	34,877	9,550
2027	26,598	36,260	9,907
2028	27,567	37,698	10,277
2029	28,571	39,194	10,661
2030	29,460	40,964	10,995
2031	30,376	42,814	11,340
2032	31,321	44,748	11,695
2033	32,295	46,769	12,062
2034	33,300	48,881	12,440
2035	34,336	51,090	12,830
2036	35,404	53,398	13,233
2037	36,505	55,811	13,648
2038	37,641	58,332	14,076
2039	38,812	60,969	14,517
2040	40,007	63,697	14,968
2041	41,227	66,518	15,428
2042	42,472	69,436	15,897
2043	43,741	72,451	16,376
2044	45,035	75,566	16,864
2045	46,353	78,783	17,362
2046	47,698	82,103	17,870
2047	49,067	85,529	18,387
2048	50,462	89,063	18,914
2049	51,881	92,706	19,450
2050	53,326	96,460	19,996
2051	54,797	100,328	20,552

Fuente: Estudio de Demanda.

Asimismo, en el Estudio se indica el impacto, en términos de TDPA, que cada Proyecto Futuro, de forma individual y conjunta (E-2), tiene en el Proyecto para el año 2019 .

“2021. Año de la Consumación de la Independencia y la Grandeza de México”.

TDPA Estimado para el Proyecto en 2019

Año	TDPA	Variación	
		TDPA	%
Escenario 1	19,979	N.A.	N.A.
+ Calz. Ignacio Zaragoza	22,732	2,753	13.8
+ Arco Oriente	21,553	1,574	7.9
+ Naucalpan Ecatepec	20,919	940	4.7
+ Siervo de la Nación	19,810	-169	-0.8
Escenario 2	26,568	6,589	33.0

Fuente: Estudio de Demanda SyT.

De la tabla anterior se puede identificar el impacto que cada Proyecto Futuro tiene de forma individual en el TDPA del Proyecto para el año base (2019), siendo el más relevante el de la Calz. Ignacio Zaragoza, que de forma individual sumaría 2,753 vehículos diarios al Proyecto. De igual forma, se indica que el impacto conjunto en caso de existir todos los Proyectos Futuros (Escenario 2) agregaría 6,589 vehículos al Proyecto, pasando el TDPA de 19, 979 a 26,568 en el año base, explicado por las sinergias positivas que representa el que todos los proyectos operen simultáneamente.

Se agrega como **Apéndice A** el Estudio de Demanda realizado por SyT.

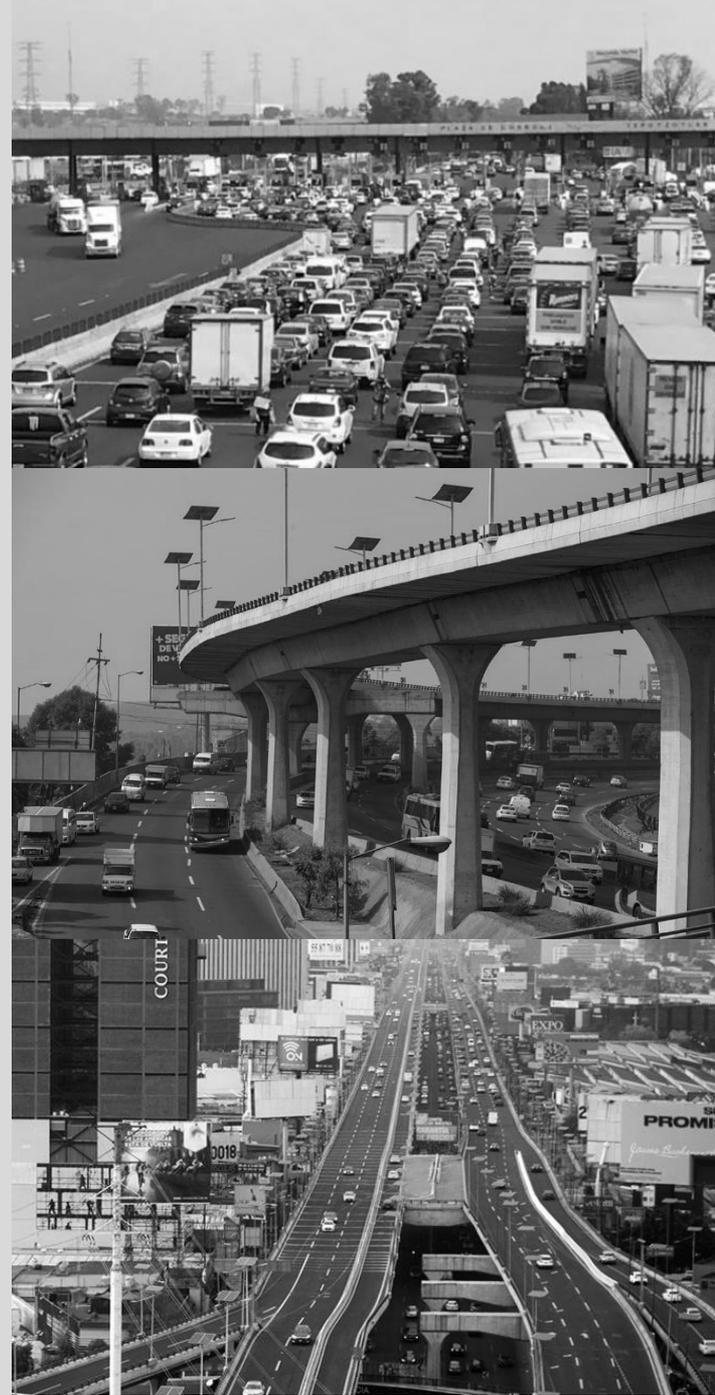
3. Apéndices

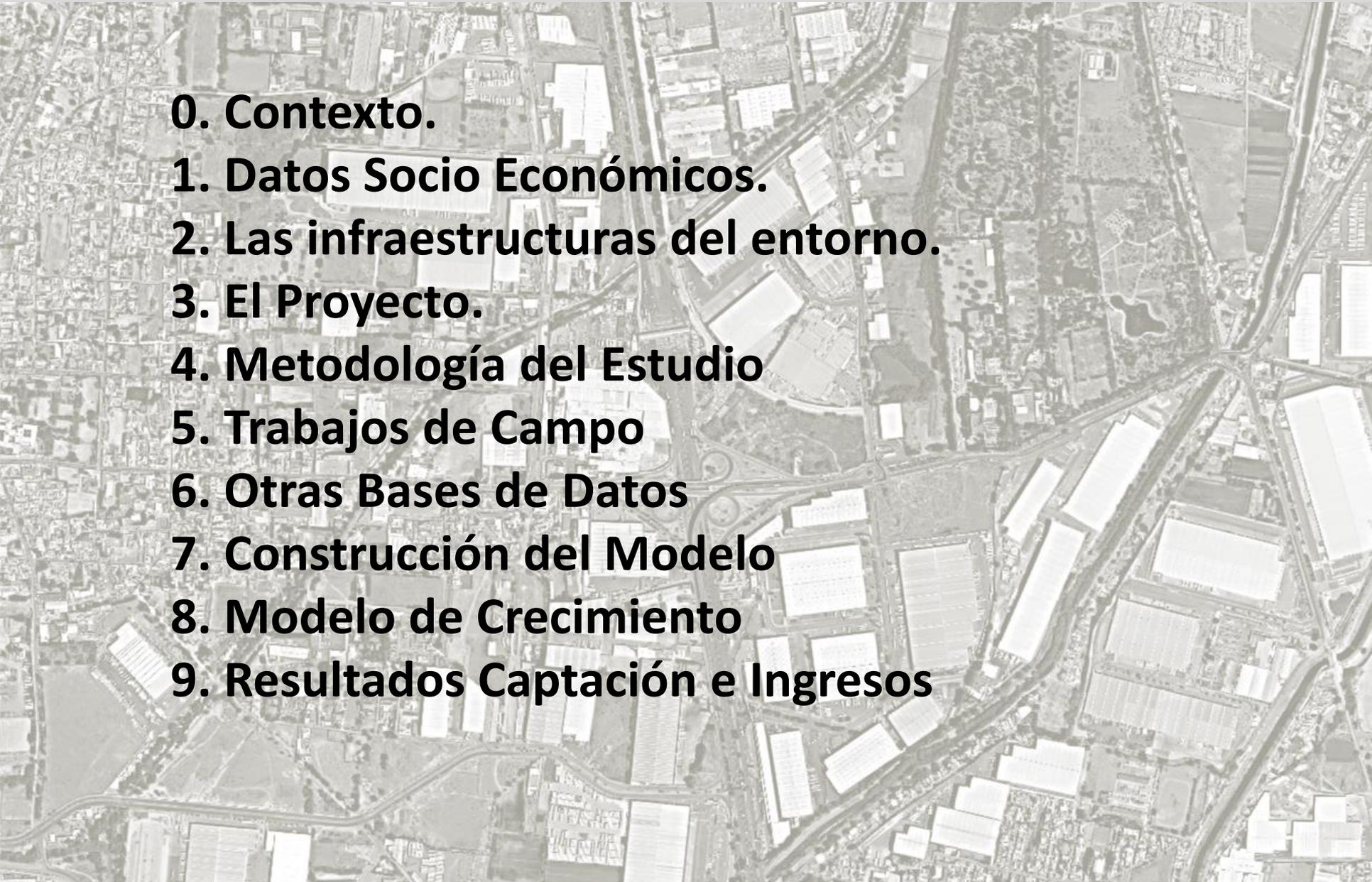
Apéndice A. Estudio de Demanda realizado por SyT.

ESTUDIO DE DEMANDA PARA LA CONEXIÓN ORIENTE VALLE DE MÉXICO

Informe Final

Diciembre 2020



- 
- 0. Contexto.**
 - 1. Datos Socio Económicos.**
 - 2. Las infraestructuras del entorno.**
 - 3. El Proyecto.**
 - 4. Metodología del Estudio**
 - 5. Trabajos de Campo**
 - 6. Otras Bases de Datos**
 - 7. Construcción del Modelo**
 - 8. Modelo de Crecimiento**
 - 9. Resultados Captación e Ingresos**

0. Contexto: El Proyecto. Inserción Urbana.

El proyecto objeto de estudio es un viaducto que recorrerá el actual tramo del Periférico Oriente entre Ignacio Zaragoza (extremo Sur) y hasta llegar a la conexión con la autopista Peñón- Texcoco (extremo Norte). Este tramo actualmente tiene un carácter netamente urbano. La conexión al Norte con la Autopista de Texcoco , y con la futura Autopista Naucalpán-Ecatepec, constituye funcionalmente un arco norte en el sector Oriente del Valle de México.

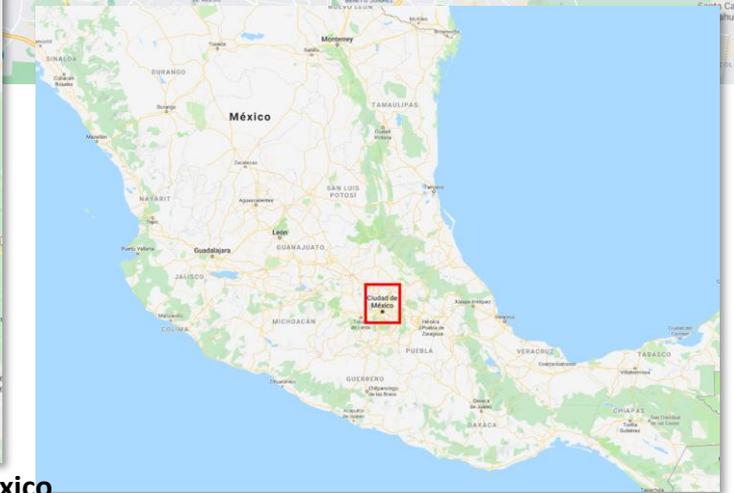
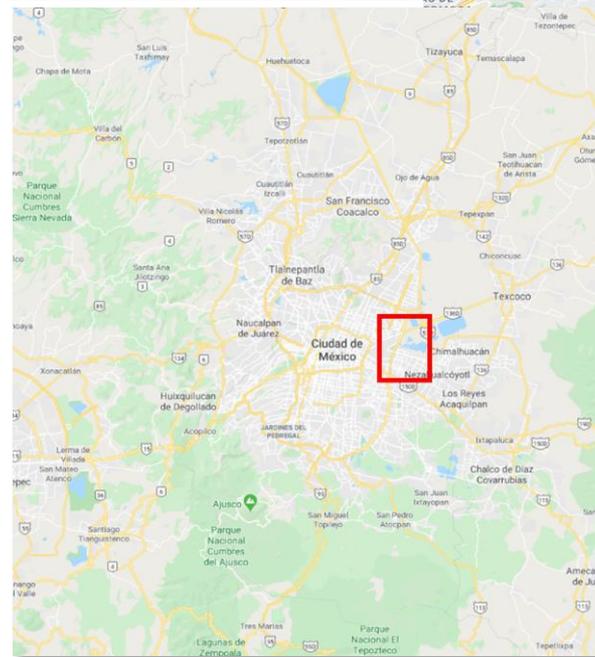
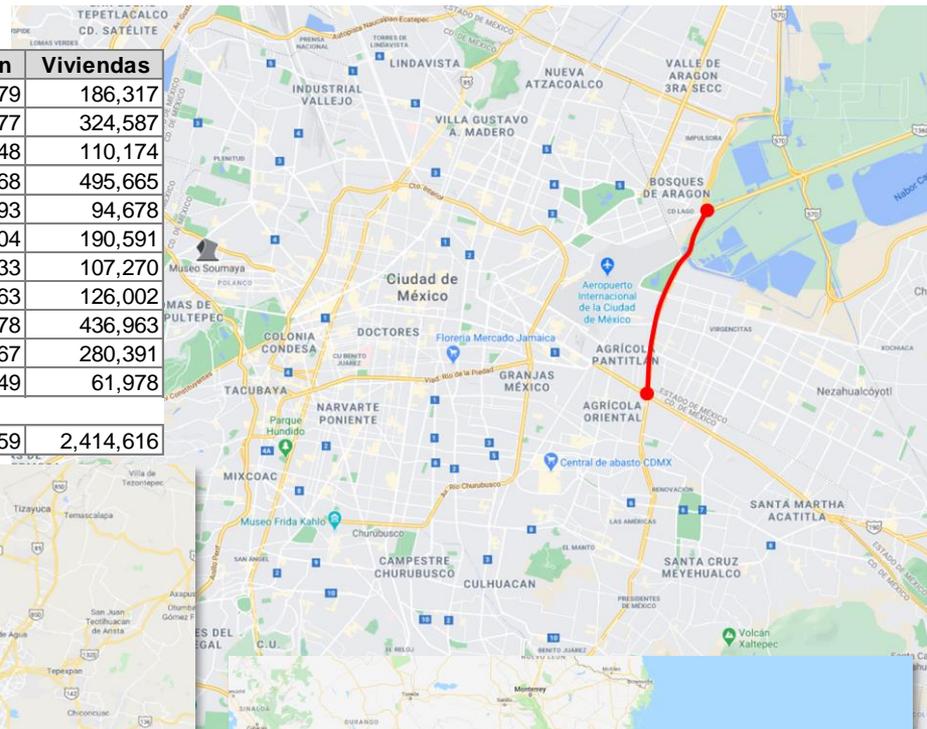
El trazado de la conexión discurre por el Estado de México por los municipios de Ecatepec de Morelos, Texcoco y Nezahualcóyotl.

La población residente en los Municipios próximos es de casi 5 millones de personas, destacando los Municipios de Ecatepec de Morelos, Iztapalapa, y Nezahualcóyotl, con mas de un millón de habitantes cada uno de ellos.

Además, en un futuro, la Conexión Oriente junto con la posible construcción de un viaducto entre la Rotonda de Vaqueritos e Ignacio Zaragoza constituiría un segundo anillo al centro urbano de CDMX .

Conexión Oriente Ciudad de México

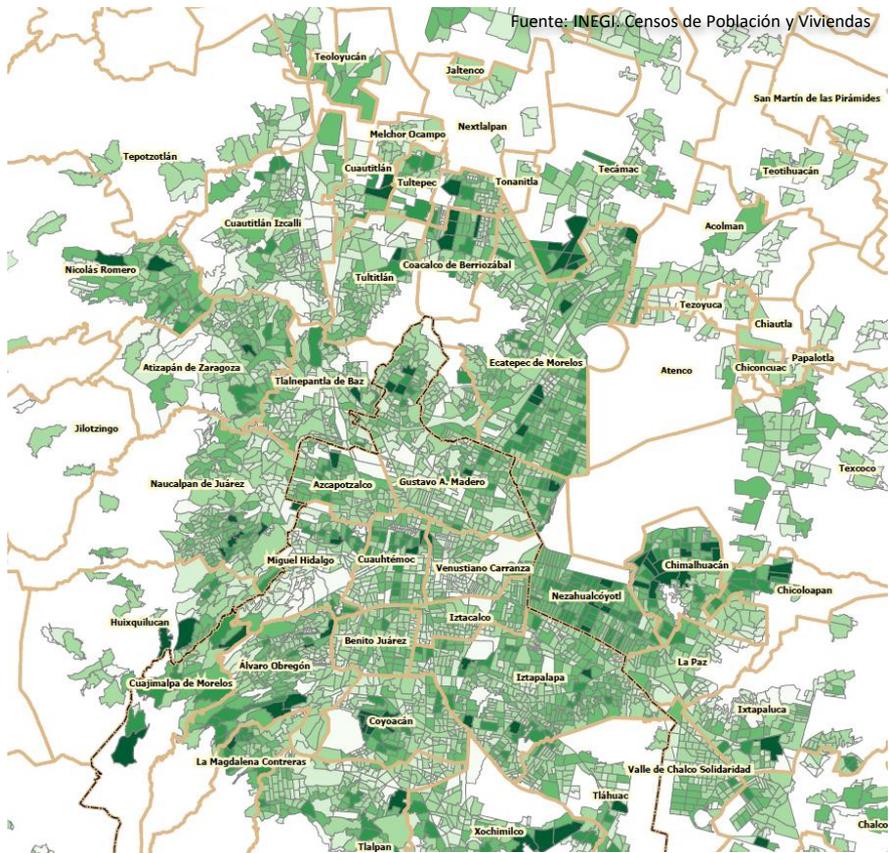
	Población	Viviendas
Coyoacán	608,479	186,317
Gustavo A. Madero	1,164,477	324,587
Iztacalco	390,348	110,174
Iztapalapa	1,827,868	495,665
Tláhuac	361,593	94,678
Tlalpan	677,104	190,591
Xochimilco	415,933	107,270
Venustiano Carranza	427,263	126,002
Ecatepec de Morelos	1,677,678	436,963
Nezahualcóyotl	1,039,867	280,391
Texcoco	240,749	61,978
Total	8,831,359	2,414,616



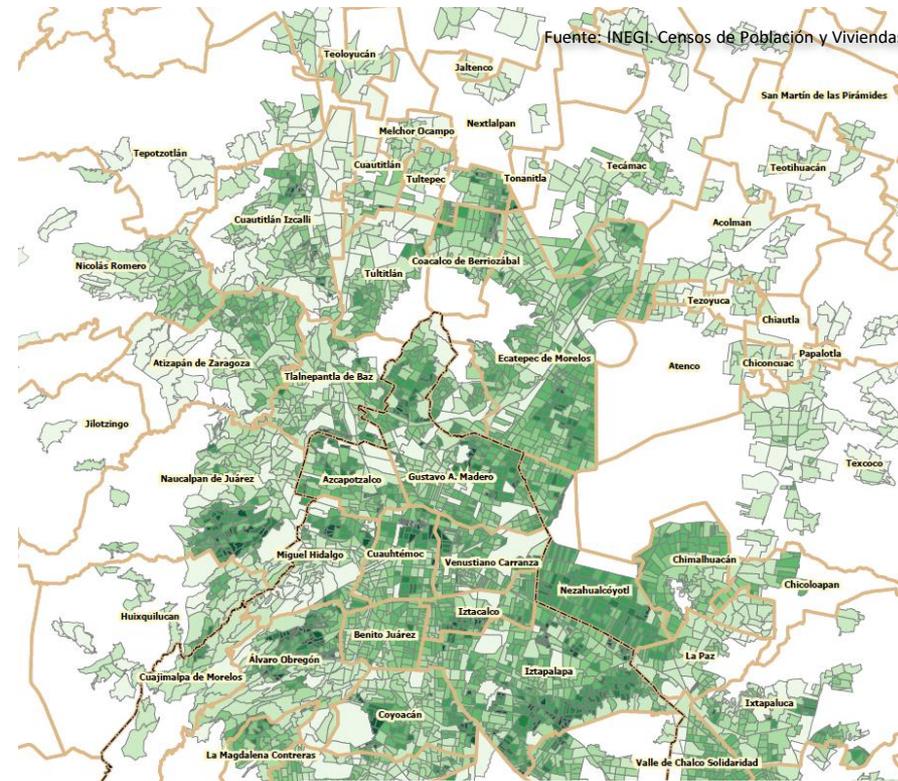
Ubicación Conexión Oriente Ciudad de México

1. Datos Socioeconómicos. Censos de Población y Viviendas 2010.

La Zona Metropolitana del Valle de México o por sus siglas ZMVM, es el área metropolitana formada por la Ciudad de México y 60 municipios aglomerados uno de ellos en el Estado de Hidalgo, los restantes del Estado de México.

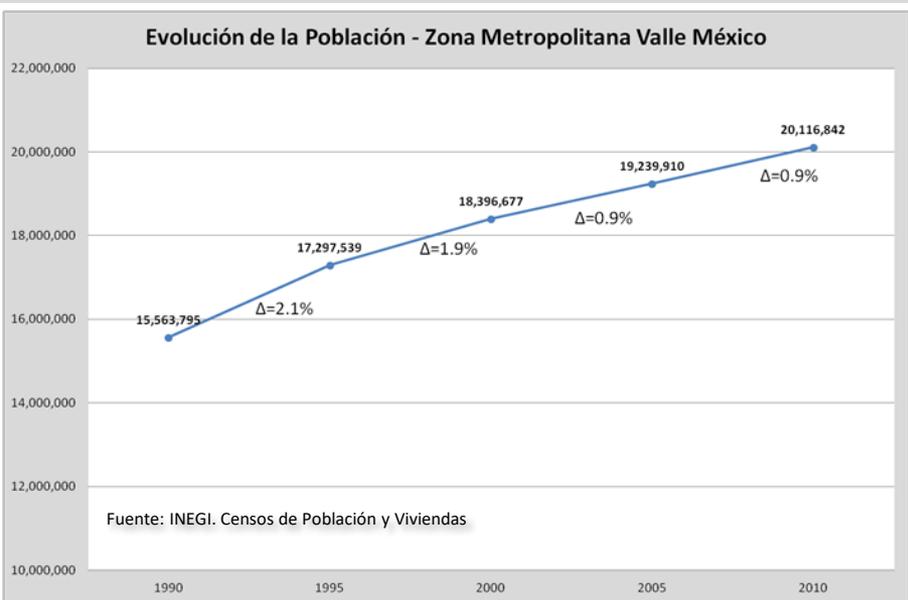
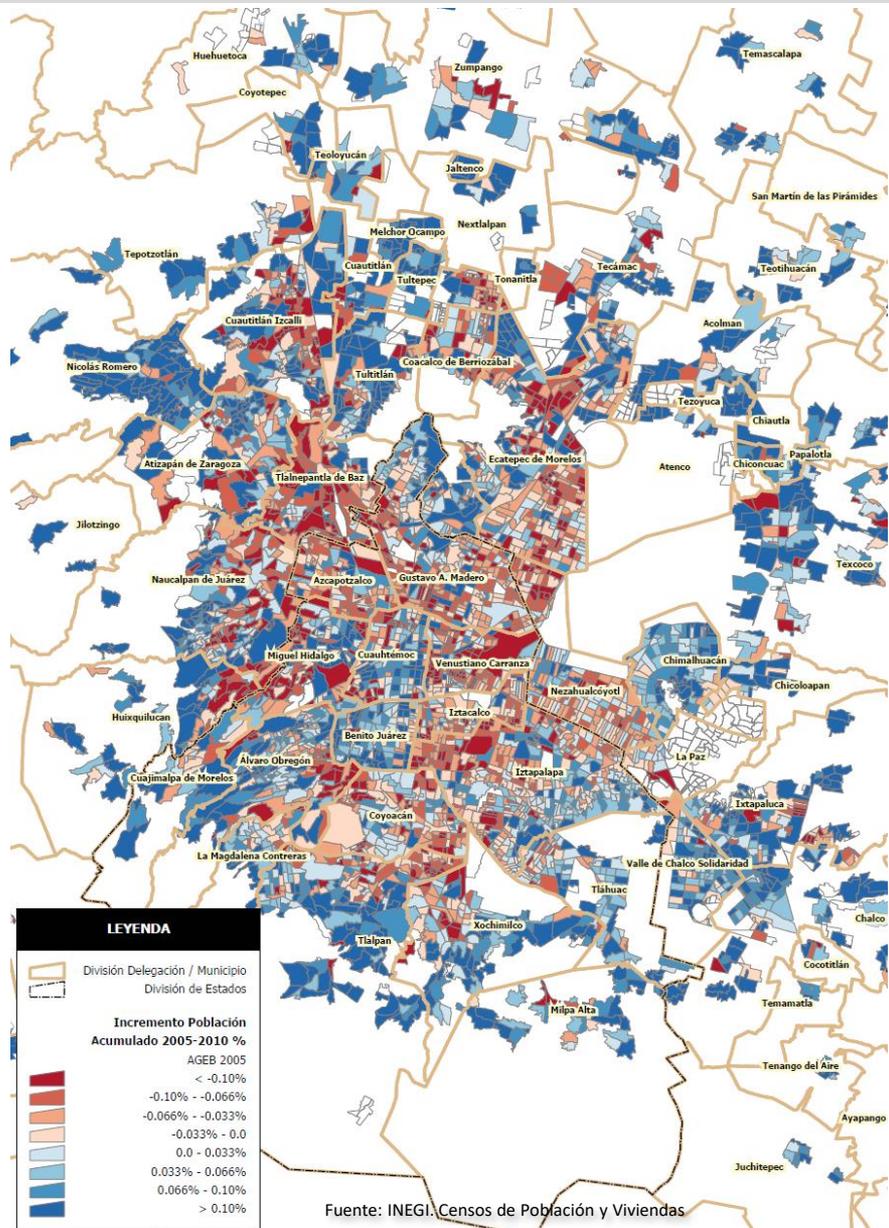


Según los resultados del censo elaborado por el INEGI en el año 2010 esta zona contaba con una población de alrededor de 20 millones de habitantes (tan solo en el Distrito Federal son 8.851.080 habitantes). No hay datos a nivel de Ageb's mas recientes.



En el entorno del tramo se registran densidades de población de nivel medio, entre los 25 y los 125 habitantes/Hectárea en la mayor parte de los sectores urbanos. Estas densidades resultan mucho más bajas que las registradas en otras áreas más centrales del Valle de México, como Nezahualcóyotl, Iztapalapa, Álvaro Obregón o Naucalpan de Juárez.

1. Datos Socioeconómicos. Censos de Población y Viviendas 2010.

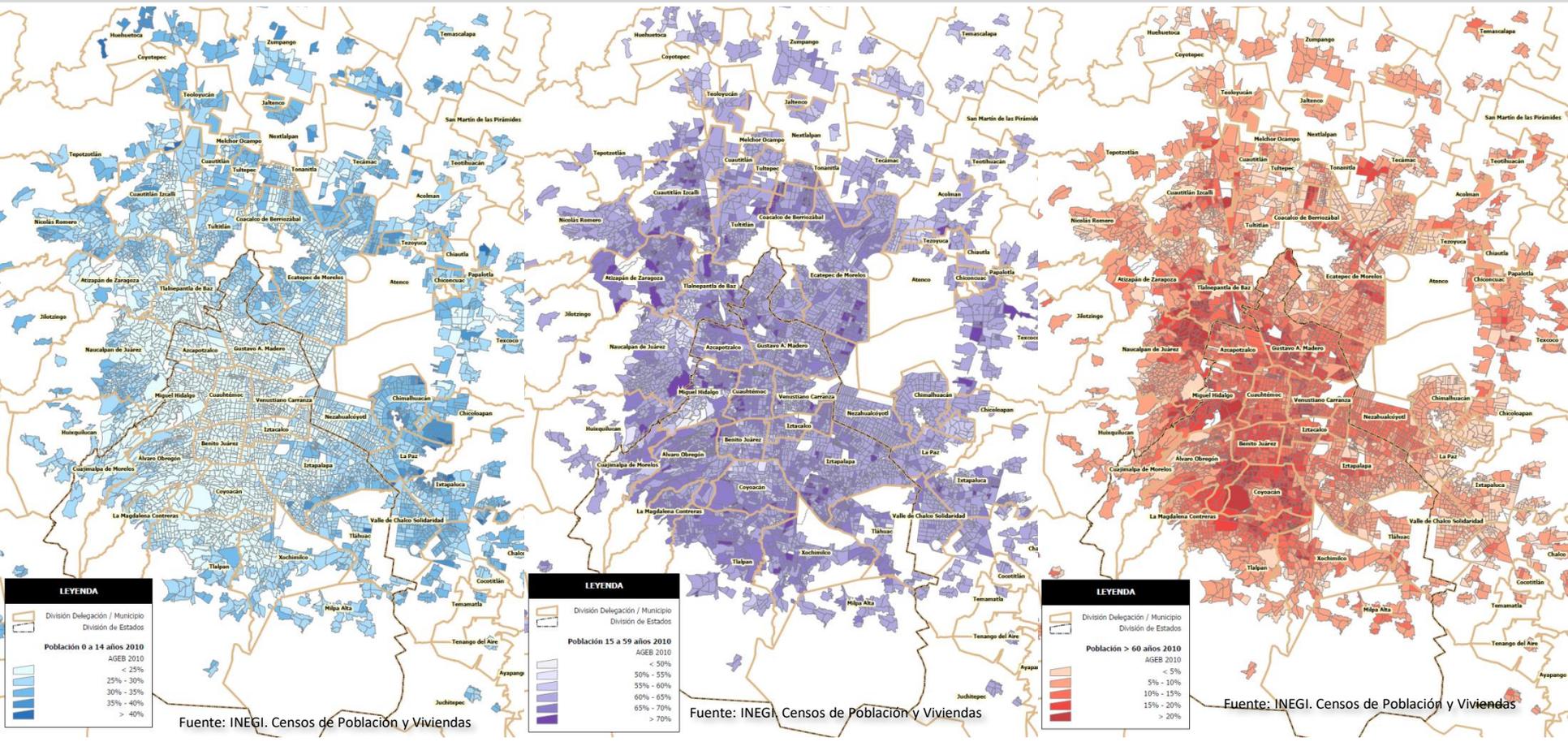


Desde los años 90 del siglo pasado la población en la ZMVM ha experimentado un crecimiento notable que se ha ralentizado en la última década.

Observando la evolución de la localización espacial en el periodo 2005-2010, destaca una ligera recuperación de la población del centro del DF (delegaciones de Benito Juárez y Cuauhtémoc) la pérdida de población de una primera corona metropolitana (Venustiano Carranza, Iztacalco, Azcapotzalco etc.) y un incremento de población en la corona más periférica (Tlalpan, Cuajimalpa de Morelos, Chalco, Texcoco, etc.).

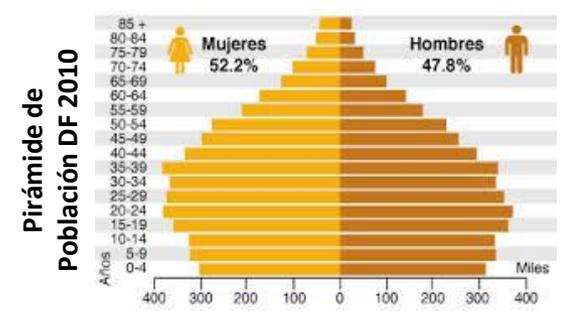
En concreto, y en lo que respecta al Proyecto, se observan fuertes crecimientos en la zona Nor-Poniente del Valle de México, y más en concreto en los sectores más externos de Nicolás Romero, Tepotztlán, Tultitlán o Cuautitlán Izcalli, lo que se corresponde con un proceso de "extensión" de la mancha urbana del Valle de México.

1. Datos Socioeconómicos. Censos de Población y Viviendas 2010.

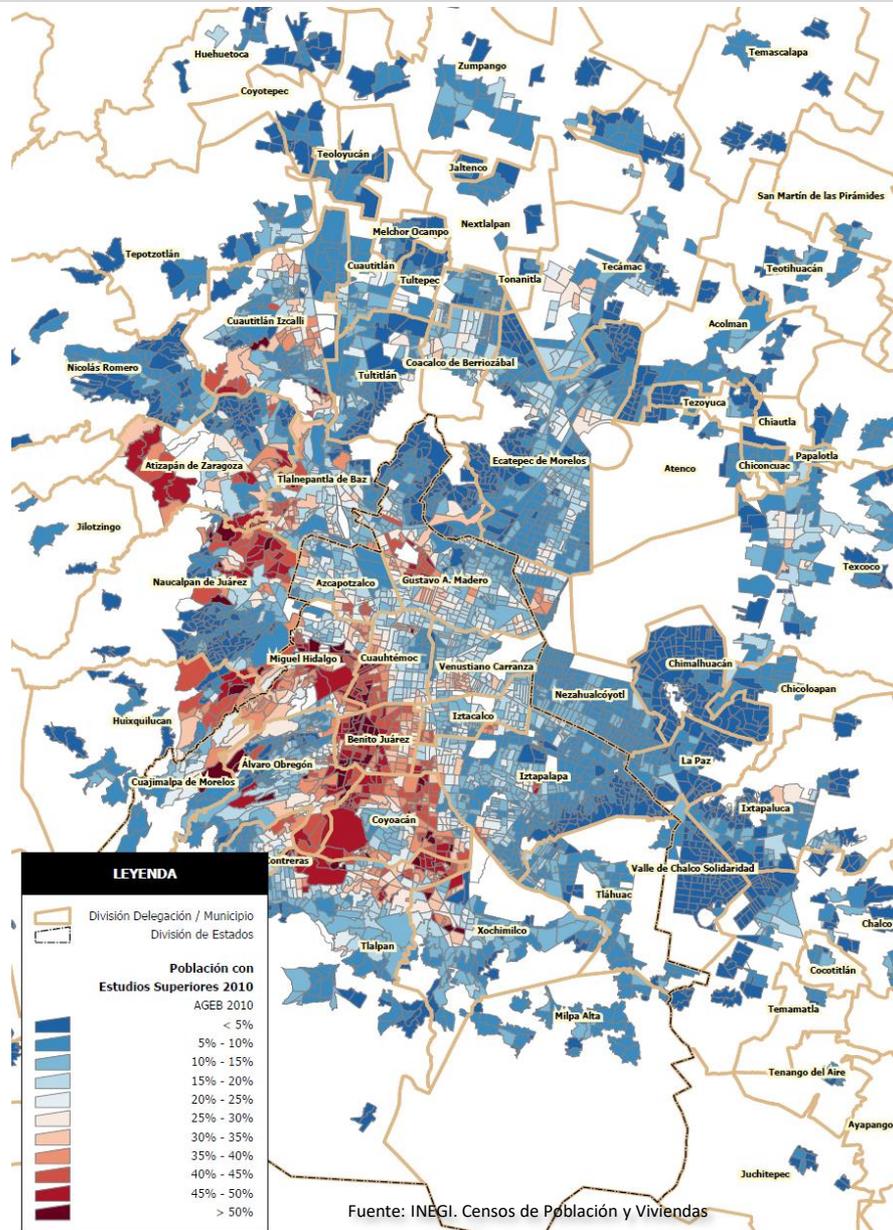


La población joven se tiende a localizar en la periferia de la ZMVM. Así municipios como Ecatepec, Iztapalapa, Chalco, etc. muestran áreas con porcentajes de población menor de 14 años superiores al 40%. Sin embargo en términos generales, la población anciana (mayores de 65 años) se concentra en el centro del área metropolitana en las delegaciones de Benito Juárez, Coyoacán, Venustiano Carranza, etc. La zona del Proyecto muestra una concentración elevada de población joven.

La composición de la pirámide de población muestra una población joven con una amplia franja de individuos entre los 15 y los 40 años, pero cuya base se empieza a estrechar.

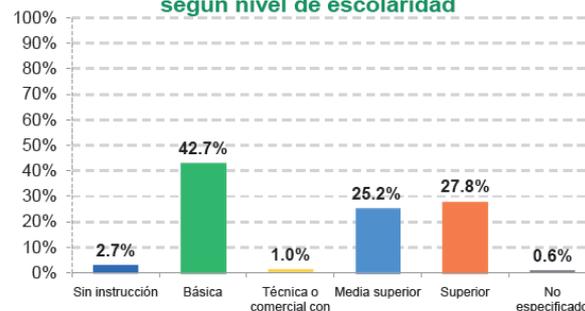


1. Datos Socioeconómicos. Censos de Población y Viviendas 2010.



Nivel de Escolaridad en el DF

Distribución de la población de 15 años y más según nivel de escolaridad



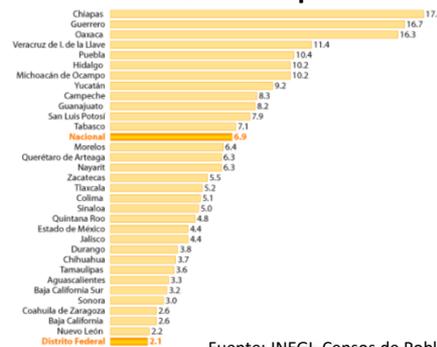
Fuente: INEGI. Censos de Población y Viviendas

La tasa de alfabetización del DF es la más elevada del País. También presenta un elevado nivel de alfabetización el Estado de México.

La población con niveles educativos más elevados se tiende a localizar en zonas de elevado poder adquisitivo como son las Delegaciones y Municipios situados al Poniente del Valle de México (Álvaro Obregón, Benito Juárez, Naucalpan, etc.)

La zona Norte donde se ubica el Proyecto también muestra concentraciones de población con alto nivel educativo especialmente en la zona de Cuautitlán Izcalli. En esta zonas se localizan también las viviendas con una mejor dotación de equipamientos.

Tasa de Alfabetización por Estado



Fuente: INEGI. Censos de Población y Viviendas

Parámetros Alfabetización DF

Tasa de alfabetización por grupo de edad:

15-24 años	98.6%
25 años y más	96.6%

De cada 100 personas entre 15 y 24 años, 99 saben leer y escribir un recado.

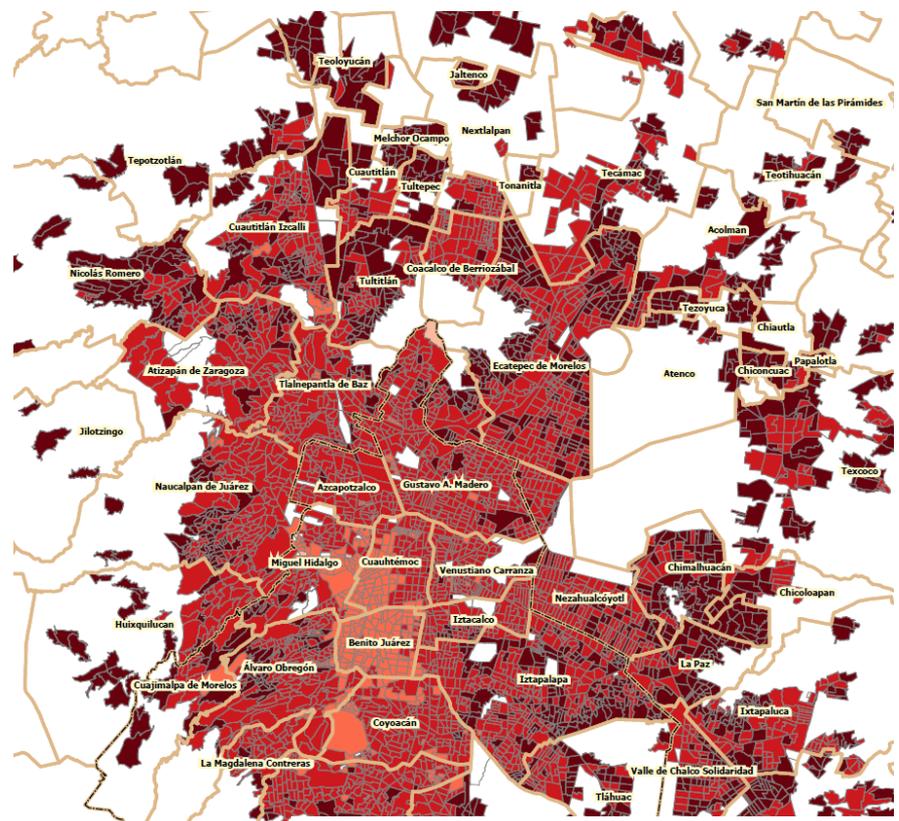
Asistencia escolar por grupo de edad:

3-5 años	62.2%
6-11 años	96.9%
12-14 años	95.2%
15-24 años	52.0%

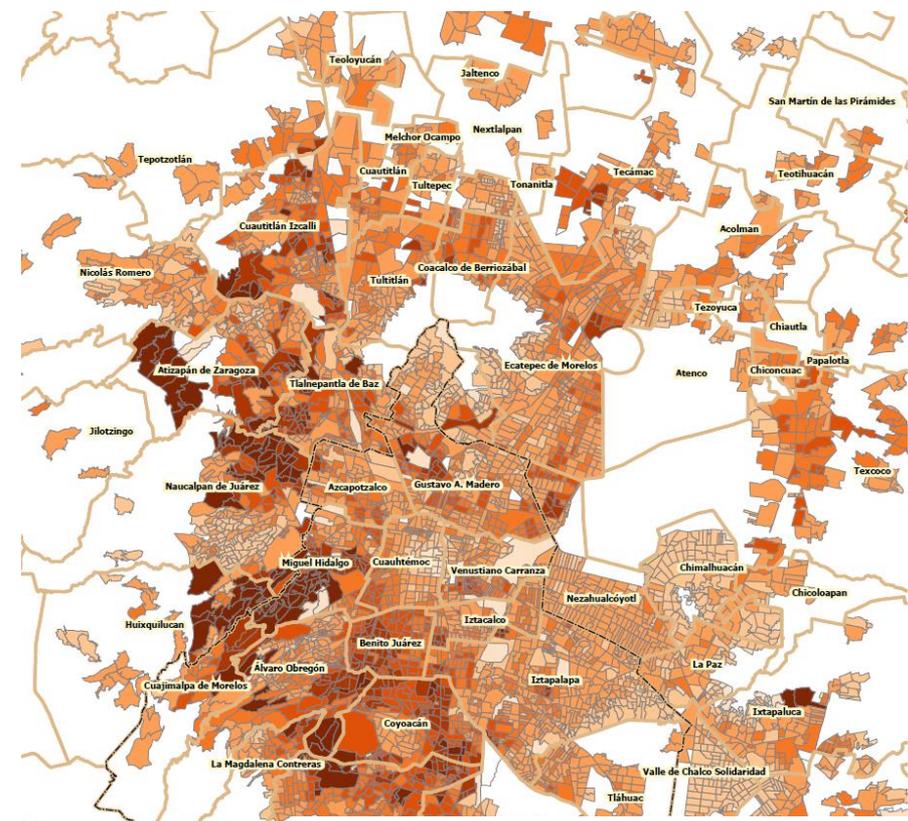
De cada 100 personas entre 6 y 11 años, 97 asisten a la escuela.

1. Datos Socioeconómicos. Censos de Población y Viviendas 2010.

El crecimiento de las viviendas en las últimas décadas ha sido de manera horizontal, incluso aún lo sigue siendo. El espacio para construir nuevas viviendas es cada vez más escaso y la ciudad viene expulsando población hacia la periferia



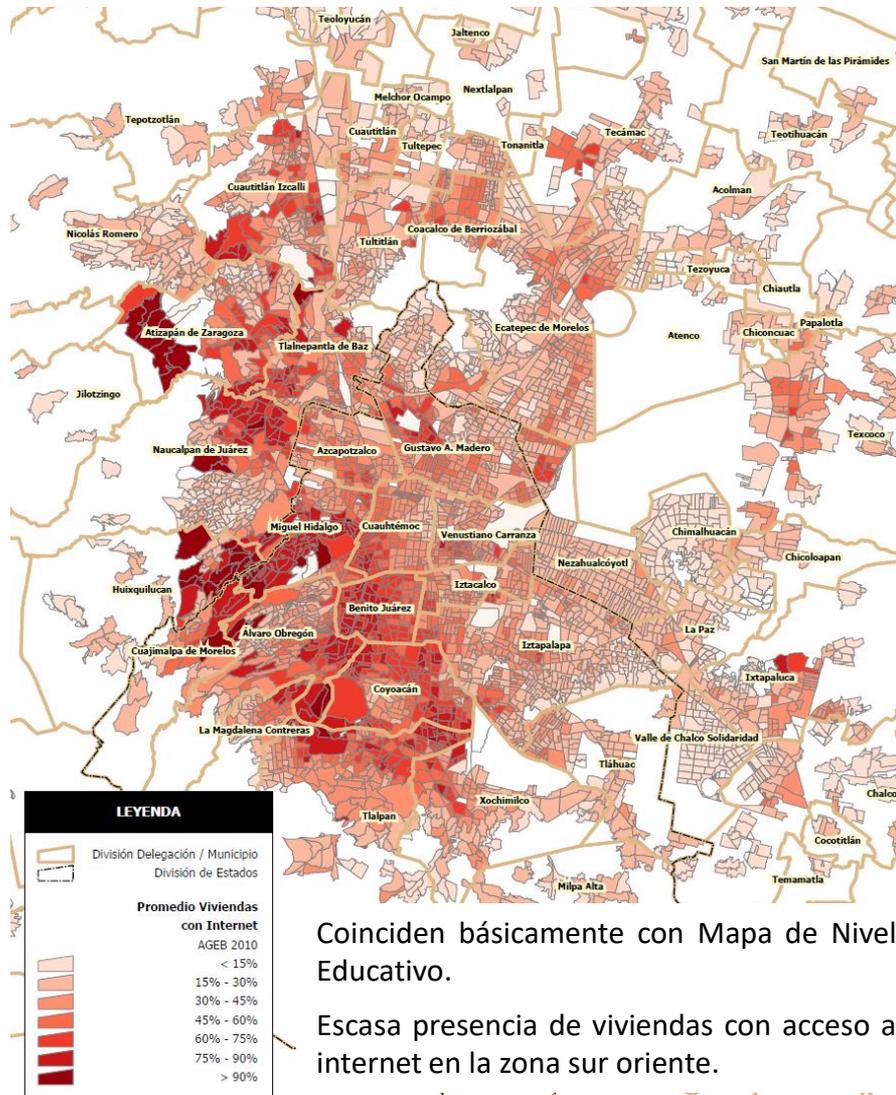
El promedio de ocupantes por vivienda en la periferia es notablemente mayor que en el centro del DF. Corresponde con las zonas cuya densidad de población es mayor y hogares más jóvenes. Señalar las zonas de Tultitlán y Teoloyucan como zonas con elevado número de ocupantes en vivienda.



Destaca el elevado porcentaje de viviendas que poseen vehículo privado en el centro del DF y la zona periférica oriente. La zona periférica oriente presenta un porcentaje menor de posesión de vehículo privado. Destaca la zona de Cuautitlán Izcalli como una zona con elevada concentración de viviendas con vehículo.

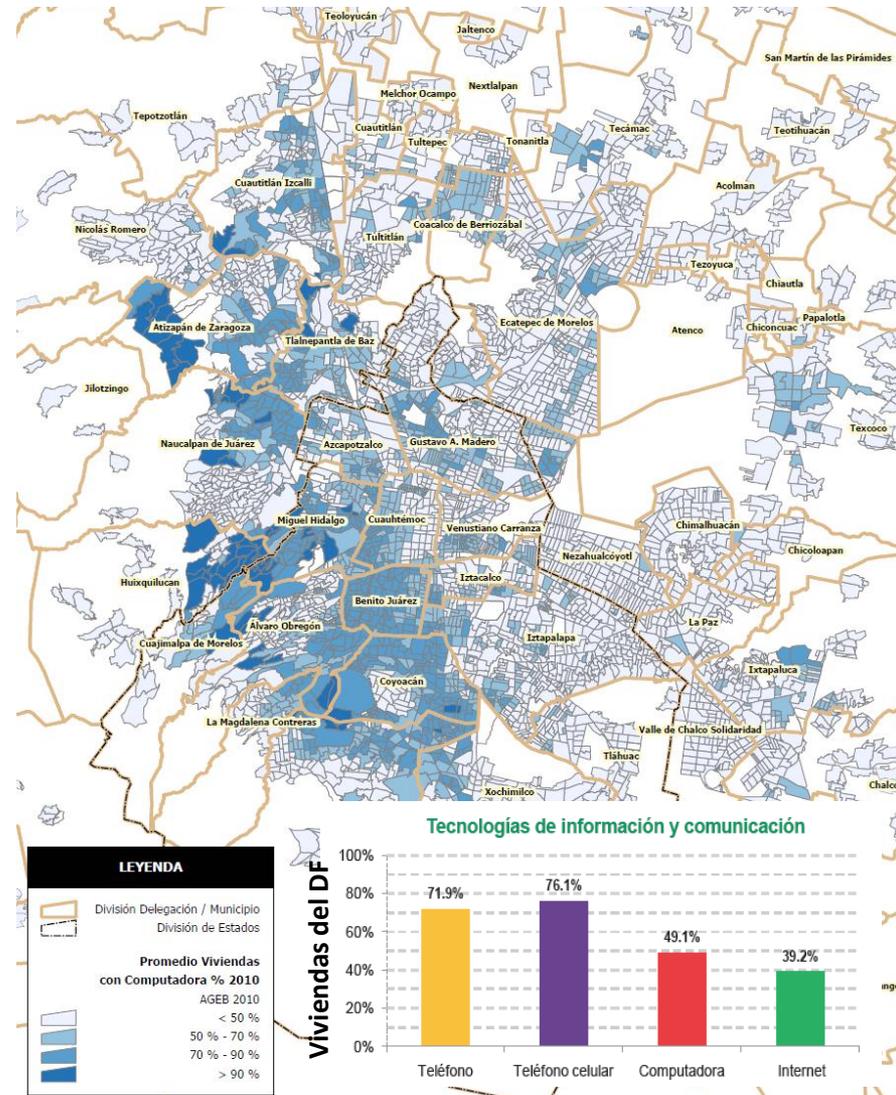
1. Datos Socioeconómicos. Censos de Población y Viviendas 2010.

La distribución geográfica de las viviendas con acceso a internet o aquellas en las que existe una computadora, permiten clasificar el nivel socio económico de las diferentes áreas de la ZMVM. Así la zona centro y poniente muestra una mayor concentración de viviendas con equipamientos de “alto” nivel.

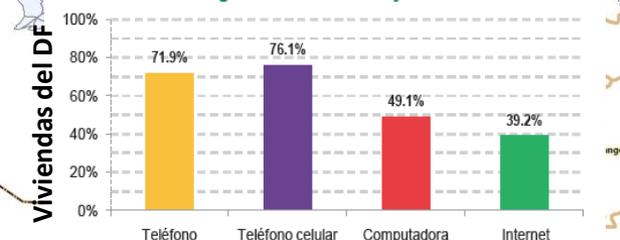


Coinciden básicamente con Mapa de Nivel Educativo.

Escasa presencia de viviendas con acceso a internet en la zona sur oriente.



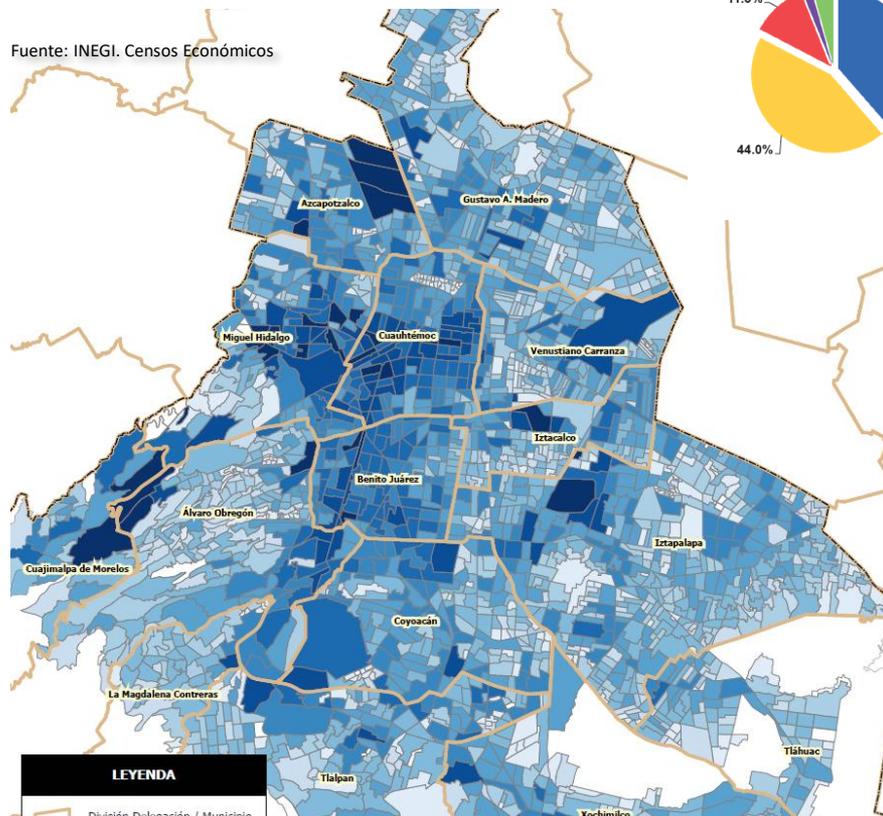
Tecnologías de información y comunicación



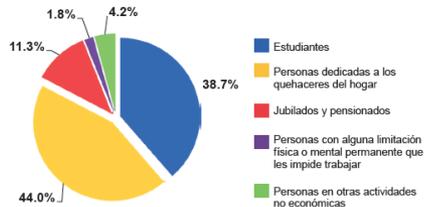
1. Datos Socioeconómicos. Censo Socio-Económico.

Importante concentración de empleos en sectores centrales del DF y en zonas con clara segregación de usos.

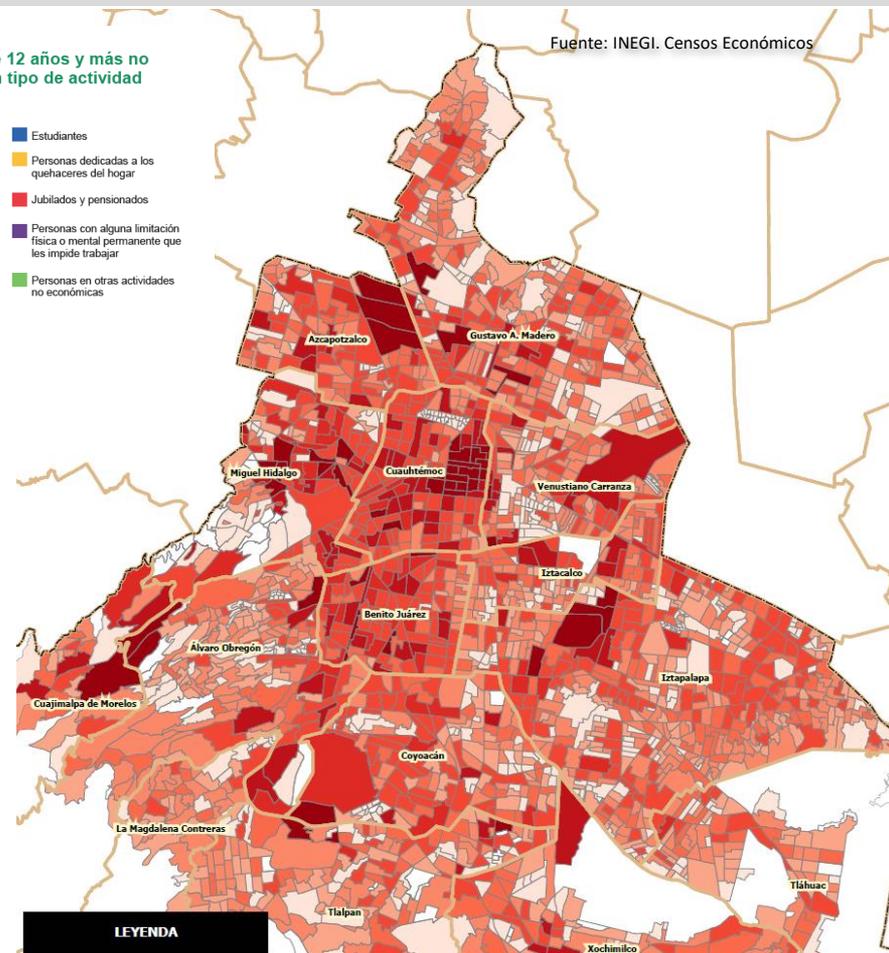
Fuente: INEGI. Censos Económicos



Distribución de la población de 12 años y más no económicamente activa según tipo de actividad



Fuente: INEGI. Censos Económicos



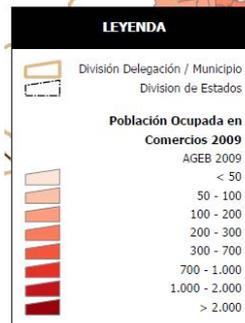
Población de 12 años y más	Total	Hombres	Mujeres
Económicamente activa:	56.8%	71.3%	43.8%
Ocupada:	95.2%	94.5%	96.2%
No ocupada:	4.8%	5.5%	3.8%

De cada 100 personas de 12 años y más, 57 participan en las actividades económicas; de cada 100 de estas personas, 95 tienen alguna ocupación.

No económicamente activa:	42.4%	27.5%	55.7%
---------------------------	-------	-------	-------

De cada 100 personas de 12 años y más, 42 no participan en las actividades económicas.

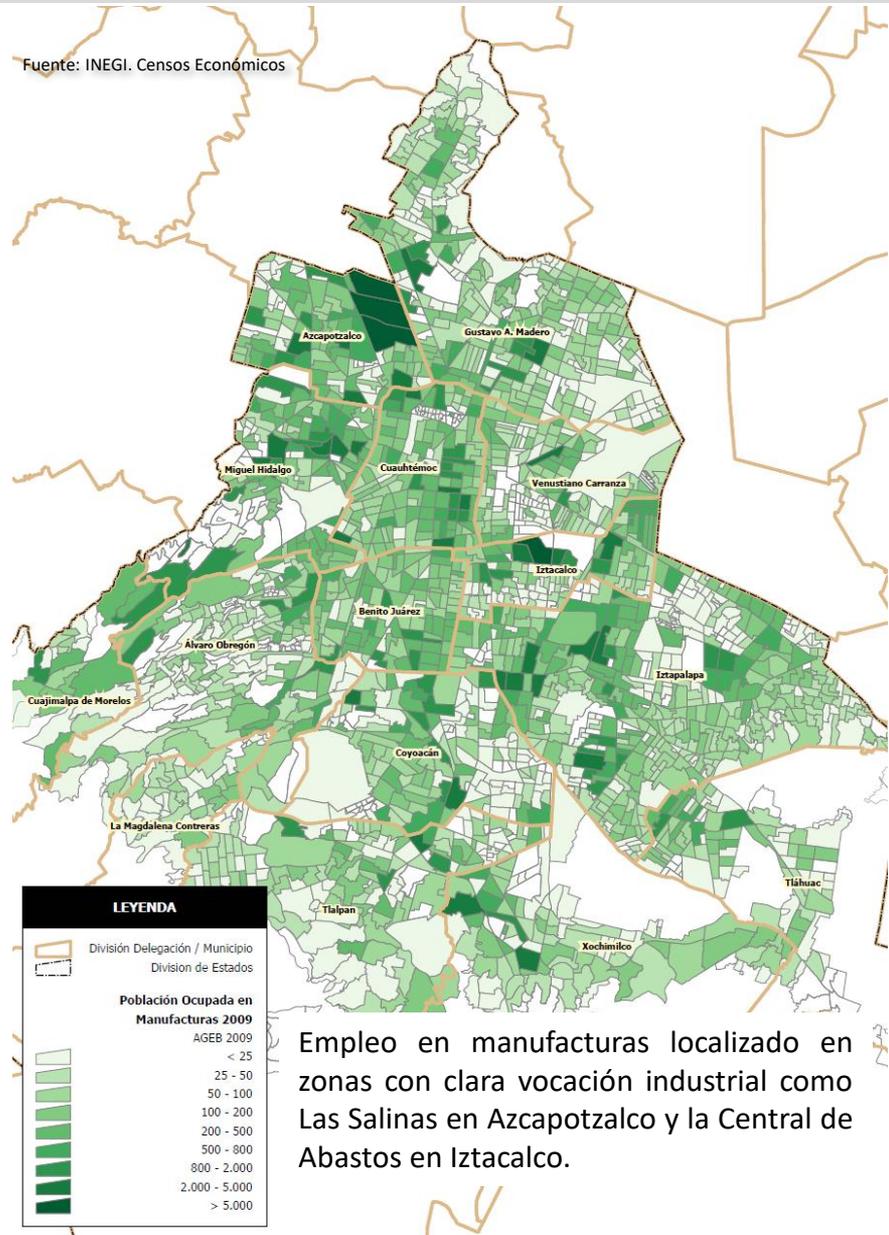
Condición de actividad no especificada:	0.8%	1.2%	0.5%
---	------	------	------



Empleo en comercio repartido de manera bastante uniforme por todo el DF. Destaca la importancia del empleo en comercio en las delegaciones de Cuauhtémoc y Benito Juárez.

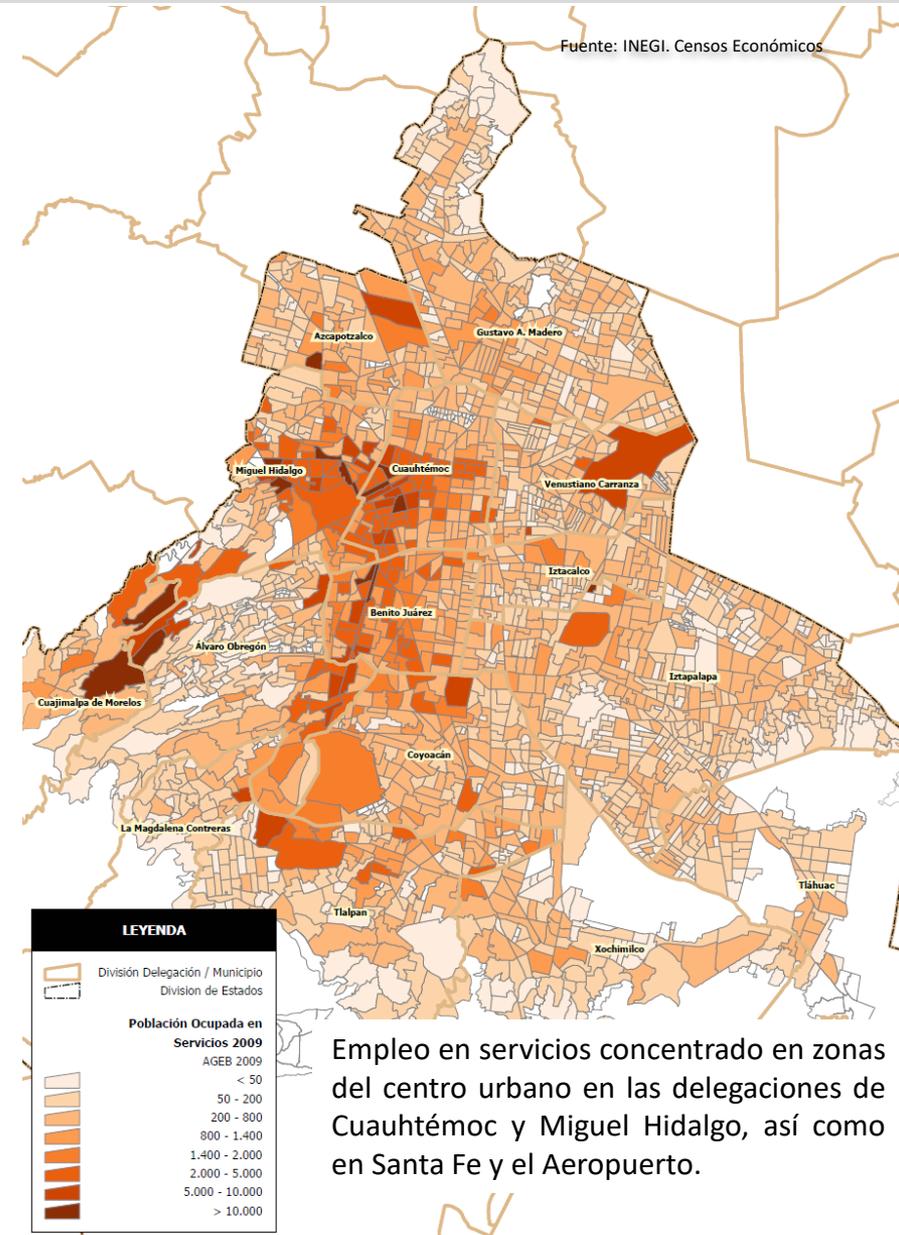
1. Datos Socioeconómicos. Censo Socio-Económico.

Fuente: INEGI. Censos Económicos



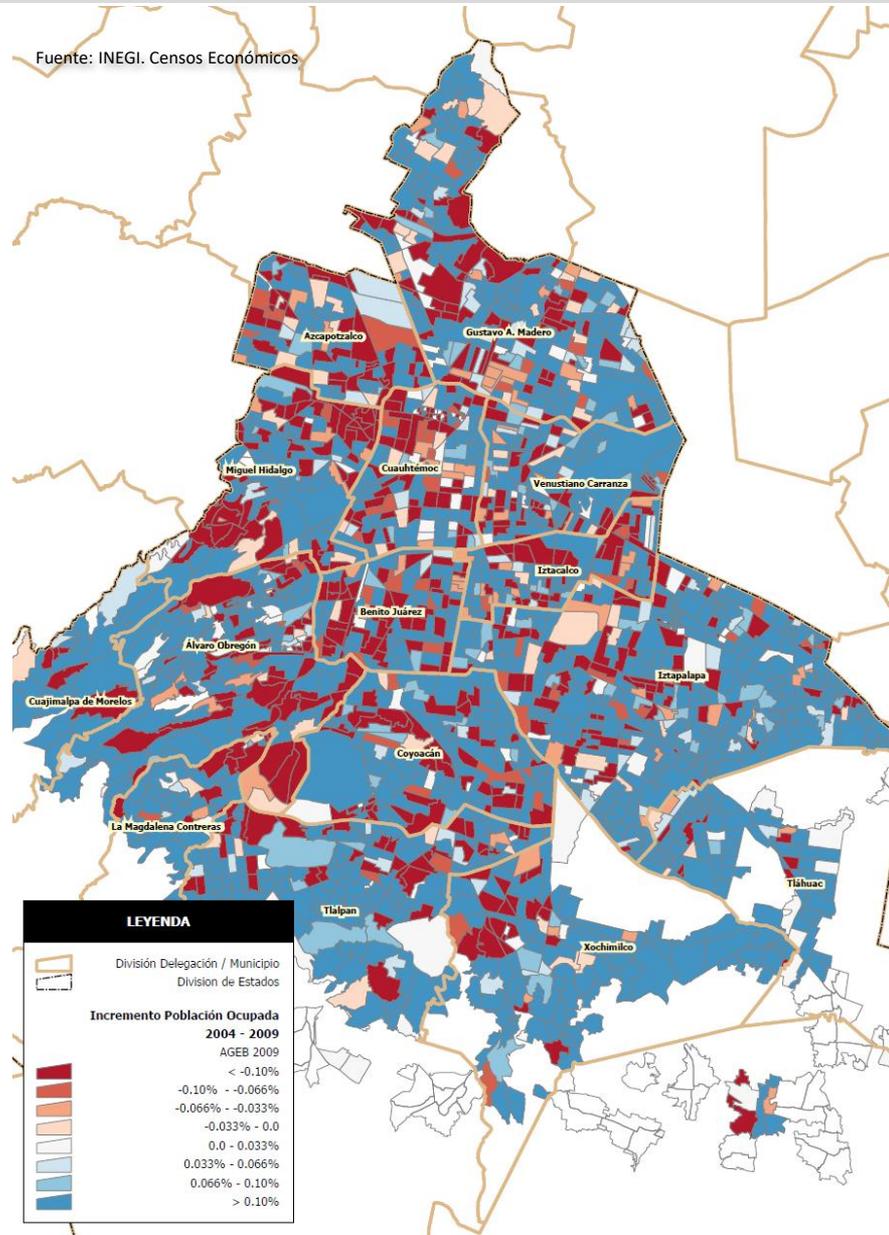
Empleo en manufacturas localizado en zonas con clara vocación industrial como Las Salinas en Azcapotzalco y la Central de Abastos en Iztacalco.

Fuente: INEGI. Censos Económicos



Empleo en servicios concentrado en zonas del centro urbano en las delegaciones de Cuauhtémoc y Miguel Hidalgo, así como en Santa Fe y el Aeropuerto.

1. Datos Socioeconómicos. Censo Socio-Económico.

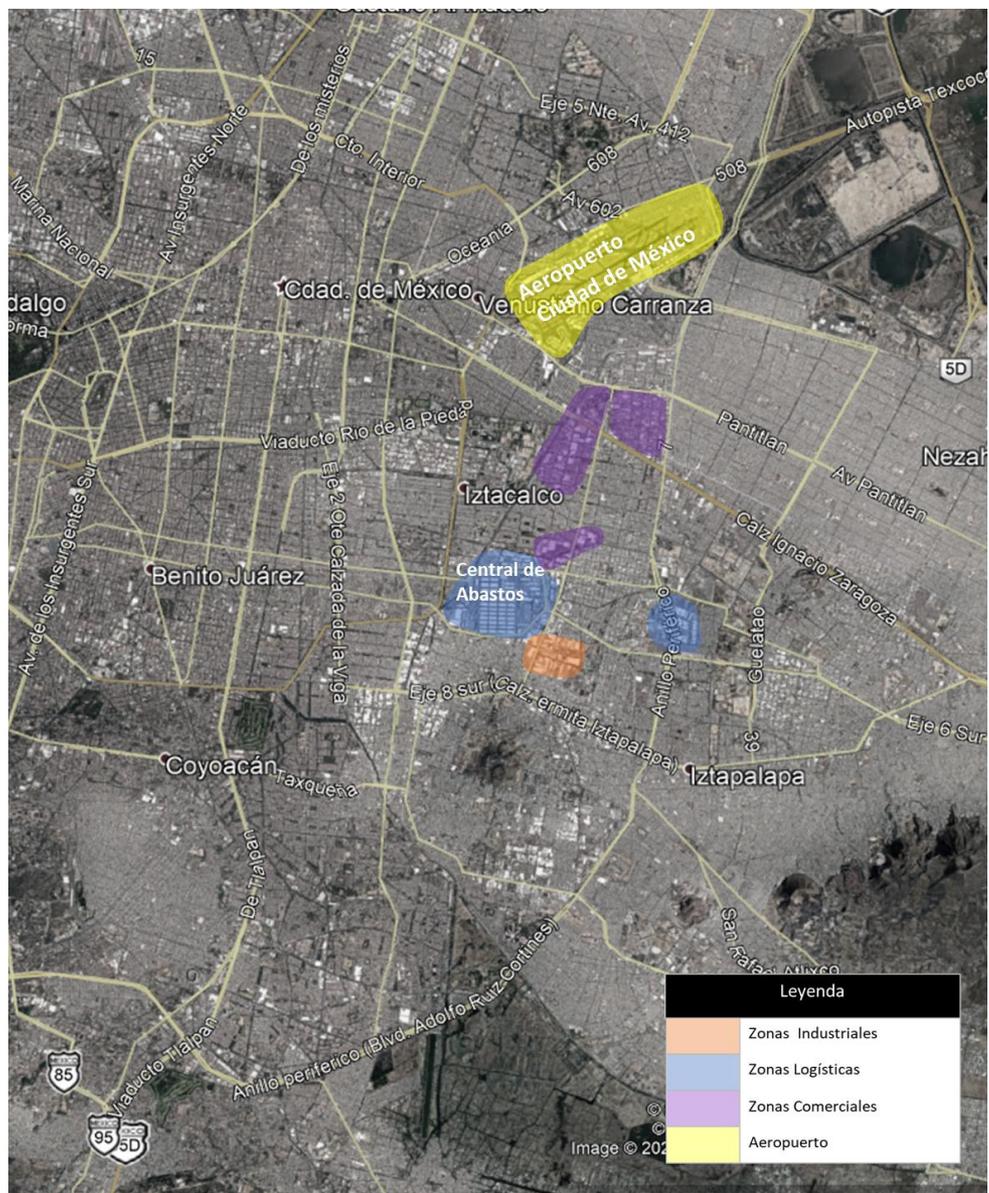


Evolución del empleo concentrándose en nuevos desarrollos urbanos y residenciales.

Pérdida de empleos en las delegaciones centrales y ganancia en las zonas periféricas.

El balance global es un crecimiento importante del empleo en la Ciudad de México.

1. Datos Socioeconómicos. Localización Actividades del Entorno.



Respecto a las actividades económicas situadas a lo largo del corredor hay que destacar el volumen de suelo ocupado por centros logísticos e industriales, como puede verse en la figura adjunta.

Sobre esta figura se han diferenciado suelos para actividad Industrial y para actividades Logísticas. En muchos casos es difícil diferenciar uno de otro, aunque al final no es tan relevante, ya que en ambos casos se trata de actividades que generan un alto volumen de tráfico de vehículos de carga, y que eligen localizarse en este zona de la Ciudad, por su proximidad a los Corredores Interurbanos que canalizan los flujos de mercancías del Valle de México con el Oriente del País (autopistas México-Puebla y Peñón Texcoco).

Es relevante la posición de la Central de Abastos que es un foco generador de tráfico de camiones.

Respecto a las actividades comerciales hay que destacar las zonas comerciales situadas en la zona de Iztacalco. Se trata de negocios locales ubicados en una amplia extensión de terreno.

No existe un gran número de Centros Comerciales y de Ocio, sino que la actividad comercial, se articula en esta zona de Ciudad de México en zonas comerciales, que abarca barrios completos.

También es relevante la posición del Aeropuerto Internacional de Ciudad de México-Benito Juárez (AICM).

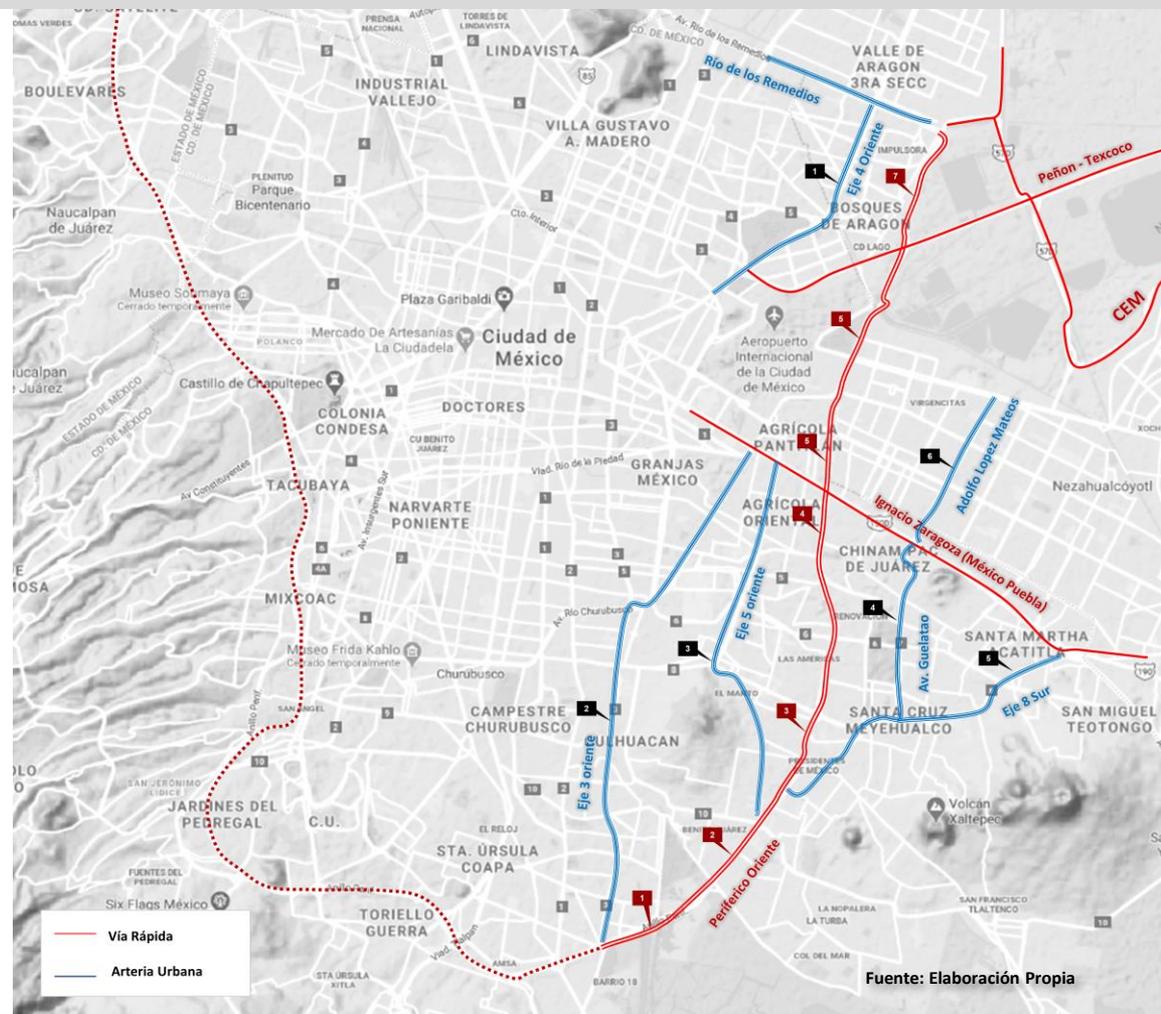
Fuente: Elaboración Propia

2. Las Infraestructuras del Corredor.

El proyecto objeto de estudio se insertará en el corredor Oriente de Ciudad de México, una zona densamente poblada, con una dotación de actividades económicas relevante que actualmente esta vertebrada por la carretera Periférico Oriente que canaliza básicamente las relaciones del corredor. También existe una vialidad complementaria compuesta básicamente por dos tipos de vías:

Vías Rápidas. Se trata de Vías expresas, segregadas y sin intersecciones a nivel, sin más afecciones a los flujos que la congestión que puedan generar sus tráficos. Por tanto, operan con velocidades altas, superiores a los 80 km/h. Las vías incluidas en este grupo son el Circuito Exterior Mexiquense (CEM), la autopista Peñón – Texcoco y la Calzada Ignacio Zaragoza (Autopista México Puebla), las tres operando con cobro de peajes.

Arterias Urbanas. En este grupo se han incluido las vías con dos o más carriles por sentido de circulación. En este caso la mayor parte de las vías corresponden a calles anchas, pero sin ningún tipo de prioridad, y por tanto con intersecciones semaforizadas, retornos y en muchos casos pasos de peatones a nivel. Sus velocidades de flujo libre se situarían entre los 40 y los 60 km/h.



El actual Periférico Oriente no tiene ningún eje alternativo en sentido Norte-Sur, ya que los existentes, ni tienen un estándar adecuado ni tienen una continuidad longitudinal que los constituya en alternativas reales para flujos urbanos de media distancia. Por tanto, el nuevo proyecto que se propone constituirá una alternativa para los flujos que actualmente emplean esta vía en el tramo entre Ignacio Zaragoza y Texcoco, bien para desplazamientos internos en esa zona, o bien para desplazamientos que deseen acceder a la zona Nor – Oeste de Ciudad de México.

2. Las Infraestructuras del Corredor. Arterias Urbanas.

Sección 1. Eje 4 Oriente



Sección 4. Via Guelatao



Sección 2. Eje 3 Oriente



Sección 5. Eje 8 Sur



Sección 3. Eje 5 Oriente



Sección 6. Lopez Maetos



En relación a las arterias urbanas relevantes de la zona de estudio en la que se insertará el proyecto, hay que señalar que presentan un estándar de vialidad local en la mayor parte de sus tramos:

Sección 1. Corresponden a Eje 4 Oriente, que, aunque tienen una continuidad longitudinal y entre dos y tres carriles por sentido, dependiendo el tramo, presentan un estándar de vía urbana con cruces a nivel y semáforos. Presenta un alto volumen de vehículos de carga, ya que es uno de los accesos principales a la Central de Abastos desde la México - Puebla.

Sección 2, en el eje 3 Oriente, tiene tres carriles por sentido, pero con frecuentes afecciones por giros a izquierda, semáforos e interferencias de flujos de transporte colectivo y peatones. Además, presenta también un alto volumen de vehículos de carga con frecuentes maniobras de incorporación desde las instalaciones situadas en la zona norte donde conecta con el Eje 4 Oriente.

Sección 3. Eje 5 Oriente, en la mayor parte de su longitud tramos dos carriles por sentido y en algunas secciones se estrecha a sólo uno. No tiene continuidad longitudinal, y las afecciones por tráficos de incorporación a la Central de Abastos son frecuentes.

Sección 4. en Vía Guelatao ofrece al oriente del corredor un par vial, con tres carriles por sentido con mediana segregada. Canaliza flujos básicamente residenciales y no presenta continuidad longitudinal. Frecuentes entradas y salidas a nivel a los estacionamientos y a las vías transversales.

Sección 5, Eje 8 Sur, que es la alternativa a la Calzada Ignacio Zaragoza para acceder a Ciudad de México por Iztapalapa. Cuenta con tres o cuatro carriles por sentido (dependiendo la sección) y presenta frecuentes interferencias con vialidad local (cruces a nivel). La mayor parte de su recorrido esta semaforizado, por lo que pese a su capacidad es una via netamente urbana.

Fuente: Elaboración Propia

Sección 6, Avenida Lopez Mateos que es la conexión transversal más importante de Nezahualcóyotl. Cuenta con una sección central con dos carriles por sentido y sendas vías laterales de dos carriles por sentido también. En la mayor parte de su recorrido presenta elementos de regulación de tráfico (semáforos, pasos a nivel, etc.), que hacen que existan importantes interferencias con el tráfico de peatones.

2. Las Infraestructuras del Corredor. PERIFÉRICO ORIENTE. NÚMERO DE CARRILES



Fuente: Elaboración Propia



2. Las Infraestructuras del Corredor. Periférico Oriente.

Sección 1. Periférico Oriente



Sección 4. Periférico Oriente



Sección 2. Periférico Oriente



Sección 5. Periférico Oriente



Sección 3. Periférico Oriente



Sección 6. Periférico Oriente



Sección 7. Periférico Oriente



Tal y cómo se ha comentado previamente el Periférico Oriente presenta una diversidad de secciones a lo largo de su recorrido.

En la parte sur entre Avenida de Cafetales e Iztapalapa, Secciones 1, 2 y 3 presenta varios tramos con vías de servicio a ambos lados y un cuerpo central con tres carriles por sentido. Las vías laterales, no son continuas a lo largo del tramo. Las incorporaciones cuando existen vías laterales, se articulan a través de las mismas y si no existen estos carriles laterales, los movimientos se resuelven en el cuerpo central. En este tramo las intersecciones a nivel se resuelven mediante semáforos.

Las secciones 4 y 5 corresponde un tramo del Periférico Oriente en el que no existen vías laterales, y todos los movimientos se resuelven a nivel en el tronco central (elevado número de intersecciones semaforizadas). Destaca su carácter de vía netamente urbana, insertado en la vialidad local, con una importante interacción del tráfico rodado con el peatonal y con los servicios de transporte colectivo. En algunos casos las actividades del entorno del viario interfieren con el tráfico rodado.

Las secciones 6 y 7 corresponden a la zona norte del Periférico Oriente. En este tramo no existen vías laterales (excepto en la sección en el que se cruza con la Avenida Bordo de Xochiaca), y presenta un estándar de vía más interurbana, con menos intersecciones y mejor estándar en cuanto a anchuras y pavimentos.

Fuente: Elaboración Propia

3. El Proyecto. Ubicación y Características.

El proyecto comienza en el Sur en el entronque con Ignacio Zaragoza y finaliza al Norte en la confluencia con la Autopista Peñon-Texcoco.

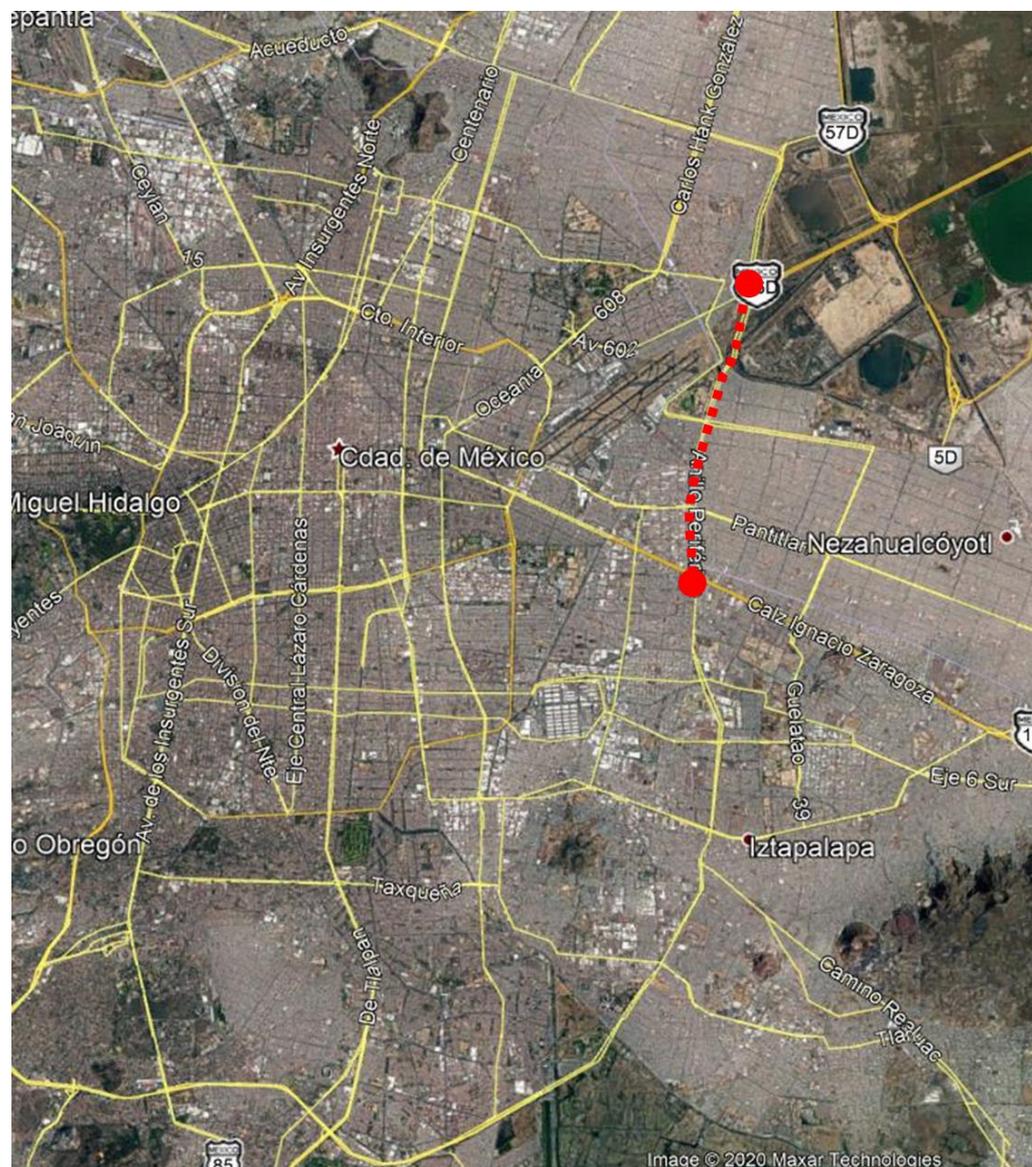
La inserción en la vialidad actual del futuro proyecto proporcionará un acceso desde el oeste de la Zona Metropolitana del Valle de México a Norte y al Noreste de Ciudad de México.

Se configura como un nuevo viaducto elevado entre Ignacio Zaragoza y la conexión con la autopista Peñon Texcoco. A lo largo del viaducto se habilitarán rampas de entrada y salida que conectan con los diferentes entronques en las vías transversales.

El proyecto final tendrá una longitud de 7.0 kilómetros, sin contar las rampas de entrada y salida, y una sección que consta de dos cuerpos con dos carriles por sentido. Se desarrollará sobre terreno plano, velocidad de proyecto de 80 km/h y la superficie de rodamiento de concreto asfáltico.

En principio exclusivo para vehículos ligeros.

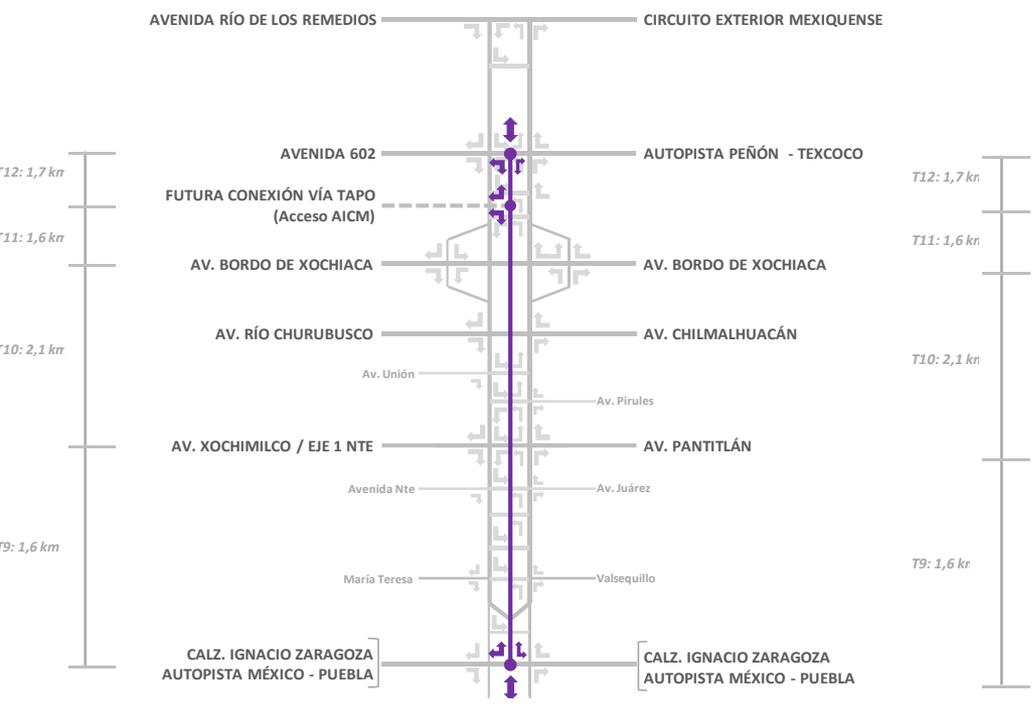
El pago del peaje se realizará mediante un sistema de telepeaje.



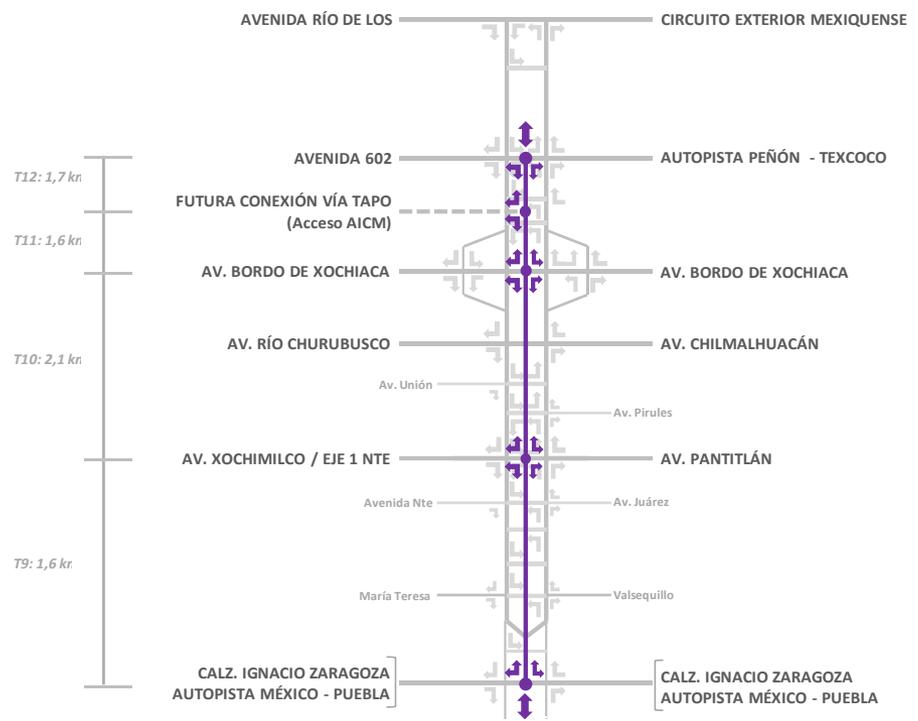
3. El Proyecto. Descripción: Esquema Funcional.

El esquema adjunto muestra la inserción del nuevo proyecto en la vialidad del entorno del proyecto. Se presentan dos posibles etapas funcionales en el desarrollo del Proyecto. En la Etapa I se habilitan las conexiones en ambos extremos del Proyecto más el Entronque con Vía Tapo de acceso al AICM. En la Epata II se permitirían conexiones con todos los entronques de las vías principales.

Etapa I



Etapa II



Fuente: Elaboración Propia a partir de datos de INDI

4. Metodología del Estudio.

El Objeto del trabajo es estudiar la captación de Tráficos que tendrá el nuevo Viaducto entre Av. Cafetales y Rio de los Remedios. Para ello se ha construido un modelo de simulación de tráficos que responde al siguiente esquema:

Formulación de Modelos

Formulación teórica del modelo. Delimitación de zonas, elaboración de redes, metodología de asignación, funciones flujo velocidad, etc.

Determinación de la Movilidad Actual:

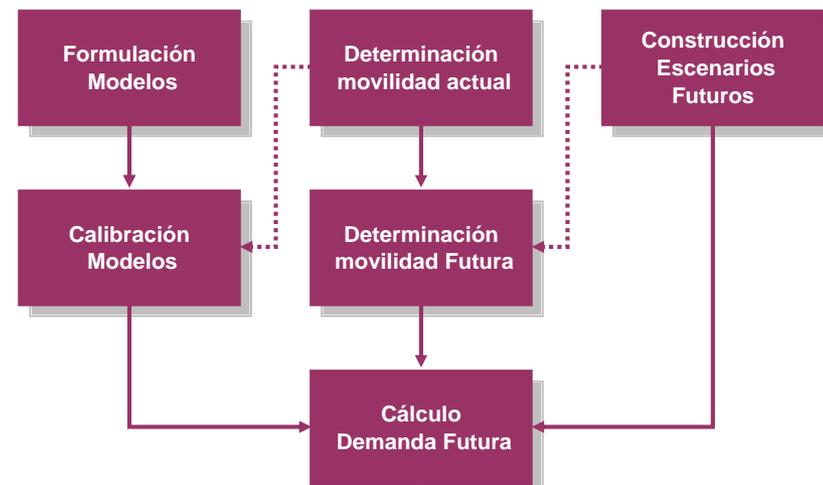
En función de los resultados de la campaña de trabajos de campo realizados, información registrada en la base de datos del equipo consultor y información de la EOD de México 2017 se construyen las matrices Origen–Destino que caracterizan la movilidad actual en el ámbito de análisis.

Los trabajos de campo que se han empleado son los siguientes:

- Conteos manuales y automáticos (2017).
- Encuestas de Preferencias Declaradas (2019).
- Medición de velocidades (Base Datos equipo consultor).

Calibración de Modelos:

Se obtienen los parámetros que ingresarán en las funciones que se han formulado en el modelo de simulación. La aplicación de estos parámetros reproducirá la situación observada. Se ha calibrado el Modelo para el **año 2017** en los periodos de Hora Punta de Mañana, Hora Punta de Tarde y Hora Valle.



Fuente: Elaboración Propia

Construcción de Escenarios de Futuro:

Se desarrollan modelos de crecimiento que relacionan la evolución de determinadas variables socio-económicas con los tráficos del entorno del proyecto.

Determinación de Movilidad Futura:

La aplicación de los modelos de crecimiento a las matrices de movilidad actual calculadas a partir de la información recogida en los trabajos de campo, permitirán calcular la movilidad futura.

Cálculo de la Demanda Futura:

La aplicación del modelo de simulación a la movilidad futura permitirá calcular la demanda futura.

5. Trabajos de Campo. Definición.

Inicialmente estaba prevista la realización de una campaña de aforos y encuestas de preferencias declaradas en las inmediaciones del corredor. Sin embargo y dada la situación de excepcionalidad ocasionada por la pandemia de la COVID-19 no se ha podido realizar esta campaña prevista.

Sin embargo se dispone de datos adicionales que se han usado para la calibración del modelo:

- Aforos Manuales y Automáticos (8 puntos)

Se ha tomado como referencia los trabajos realizados en los meses de Enero y Junio del año 2017 encargados por la empresa Steer Davies & Gleave. Se ha registrado información de contadores neumáticos en 7 secciones del Periférico Oriente tanto en carriles centrales como en laterales. Se ha medido durante una semana representativa de los meses de Enero y Junio. En estos mismos puntos se han realizado aforos manuales que sirven para el contraste y clasificación de la información reportadas por los aforos automáticos. Se ha realizado un aforo manual adicional en el punto AA2.

- Encuestas de Preferencias Declaradas (5 Puntos).

Se han realizado encuestas de preferencias declaradas en cinco estaciones de servicio ubicadas en los laterales de la autopista en el tramo comprendido entre el nudo de Tepalcapa y la caseta de Tepotzotlán. Estas encuestas se realizaron en Septiembre del año 2019 por el equipo consultor para un trabajo encargado por MOTA ENGIL en el que se estudiaba la prolongación del Viaducto Bicentenario hasta Tepotzotlán.

- Base datos de Velocidades

Los registros de velocidad empleados son los que están disponibles en la base de datos del equipo consultor para la vialidad de Ciudad de México, y que se han construido a partir de trabajos de campo (vehículos flotantes) y análisis Big Data de las señales GPS de los teléfonos móviles. Se han contrastado esta información en el entorno del proyecto, con datos de velocidades por periodo de fuentes accesibles y contrastadas (Google Maps).

Los datos recogidos en la campaña de datos (en concreto aforos) constituyen la base para calibrar las matrices obtenidas a partir del procesamiento de la EOD de México realizada en el año 2017.

Las encuestas de Preferencias Declaradas serán la base para calibrar los valores del tiempo registrados en el entorno del proyecto y que son un parámetro básico de la función de impedancia.

5. Trabajos de Campo. Aforos automáticos y Manuales: Ubicación.

Para caracterizar las condiciones operativas del tramo del Arco Oriente entre Avenida Cafetales y Río de los Remedios que es el corredor donde se insertara el proyecto objeto de estudio, se llevo a cabo en el año 2017 una campaña de campo consistente en medición de tráficos, con aforos automáticos y manuales.

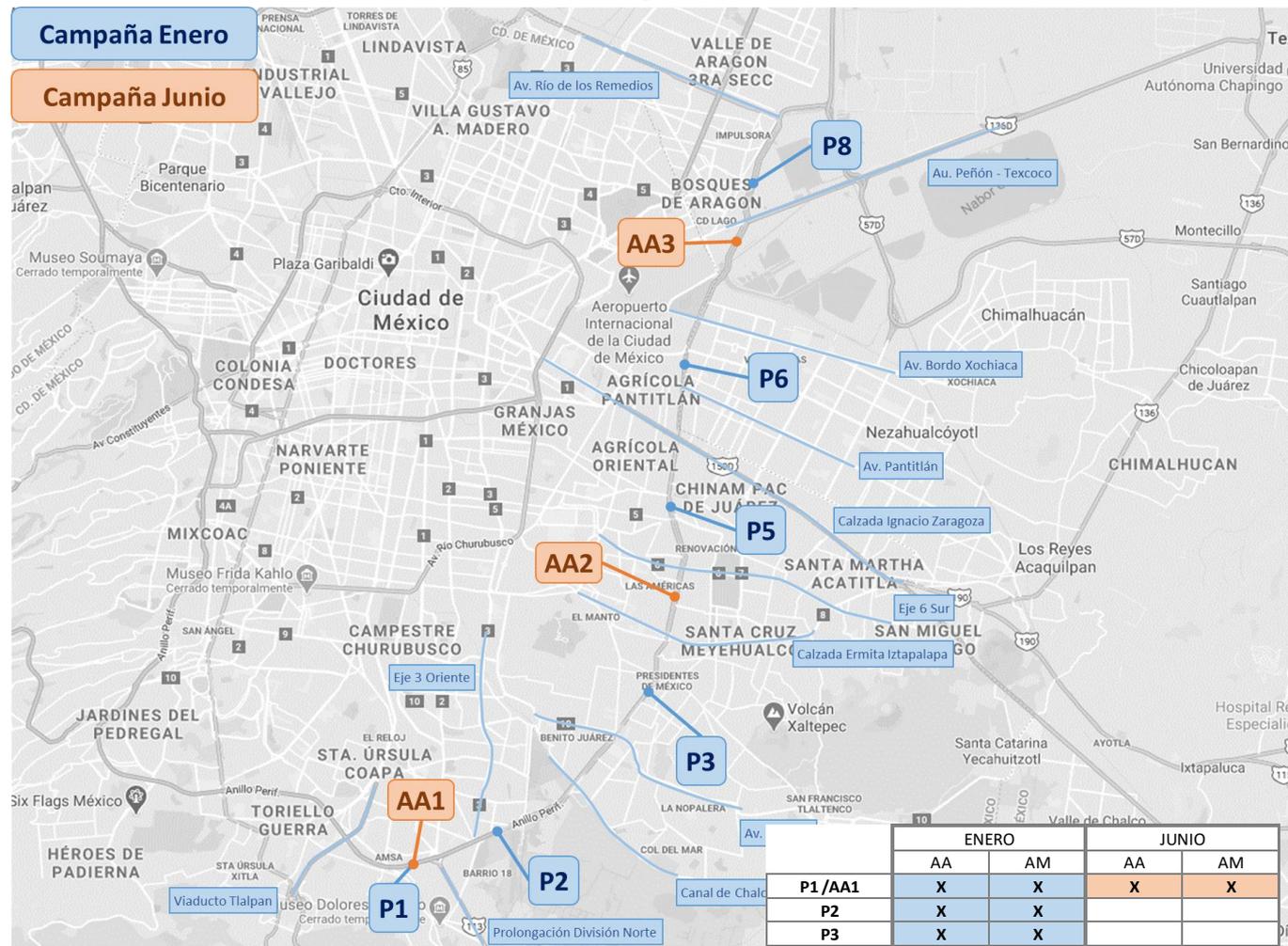
La campaña se realizo en los meses de Enero (6 secciones) y Junio (3 secciones).

En la Campaña de Enero en cada sección aforada se hicieron aforos automáticos, mediante mangueras, a lo largo de una semana completa, junto a aforos manuales para la calibración de los registros de las mangueras.

En la Campaña de Junio en las secciones AA1 y AA3 se realizaron Aforos Automáticos y Manuales, mientras que en la sección AA2 solamente se realizaron aforos manuales.

En todos los puntos se han tomado mediciones en el carril central y en los laterales existentes.

Puntos de Aforos Automáticos y Manuales 2017



Fuente: Elaboración Propia

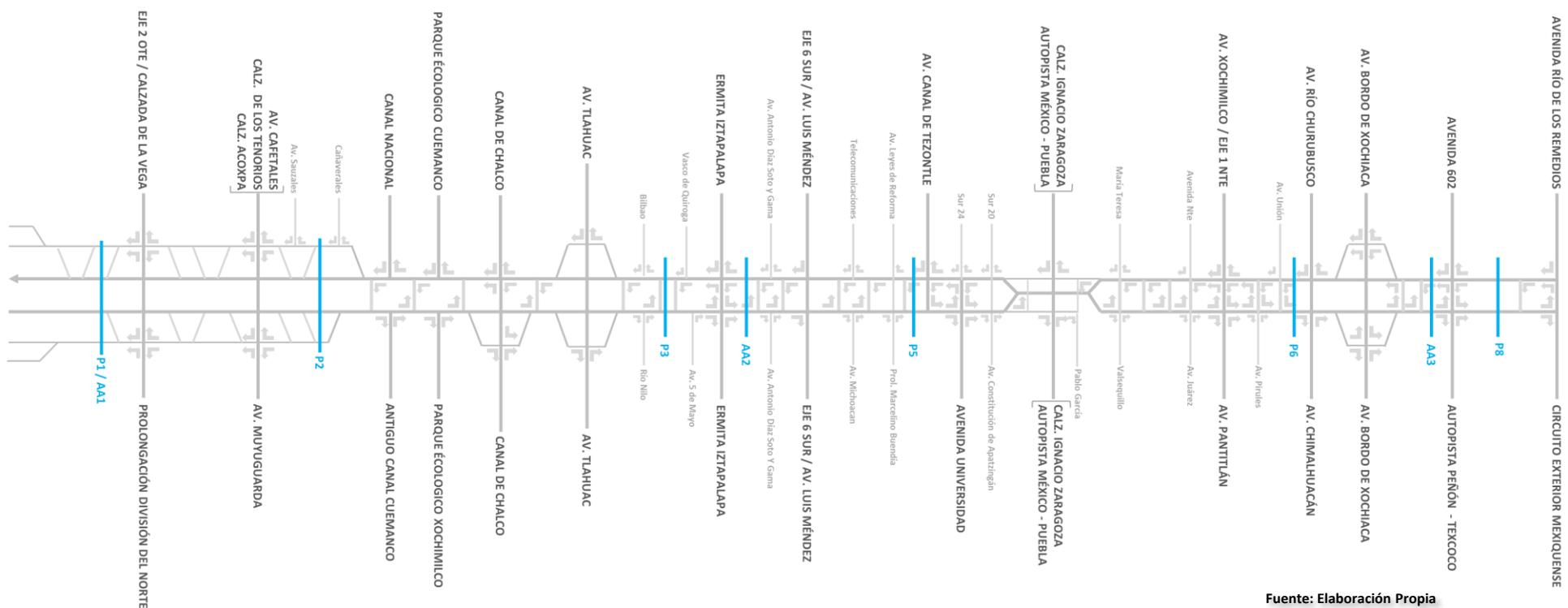
5. Trabajos de Campo. Aforos automáticos y Manuales: Detalle de posición.



Fuente: Elaboración Propia

5. Trabajos de Campo. Aforos automáticos y Manuales: Ubicación.

El esquema adjunto muestra la ubicación de los puntos de aforo sobre la vialidad del Periférico Oriente.



Fuente: Elaboración Propia

Tal y cómo se ha comentado previamente se realizaron dos campañas en los meses de Enero (6 secciones) y Junio (3 secciones).

Para calcular el volumen de tráficos promedio en los diferentes periodos a simular, se han realizado los siguientes ajustes en los tráficos:

- Se han escalado los tráficos registrados en las secciones AA1, AA2 y AA3 para homogeneizarlos a tráficos del mes de Enero. Se ha utilizado un factor de escala calculado a partir de los tráficos registrados en el punto P1/AA1 en las campañas de Enero y Junio.
- Se ha aplicado un factor de estacionalidad que corrige los tráficos medidos en Enero a tráficos promedio anuales.

5. Trabajos de Campo. Aforos automáticos y Manuales: Estacionalidad.

Para calcular el Transito Promedio en el ámbito de estudio se han “corregido” los aforos obtenidos en la semana de medición con el factor estacional del mes de Enero de forma que el tráfico “corregido” represente el tráfico promedio.

Se ha tomado como referencia los datos de tráfico mensual publicado por la SCT para la casetas del ámbito de estudio (Ixtapaluca, Peñón- Texcoco- Ojo de Agua y Tlalpan). Se han analizado los datos del año 2018 se ha calculado el promedio ponderado (TPDA) de los factores registrados.

Para el mes de Enero el promedio tráfico registrado en el ámbito es de 8.15% del tráfico anual. Si el Tráfico se distribuyese uniformemente a lo largo del año en el mes de Enero se debería registrar un tráfico del 8.49%.

Es decir el tráfico del mes de Enero es inferior al tráfico del mes promedio. Se ha aplicado un incremento de tráfico de un incremento del tráfico de un 4% para tener en cuenta este factor de estacionalidad.

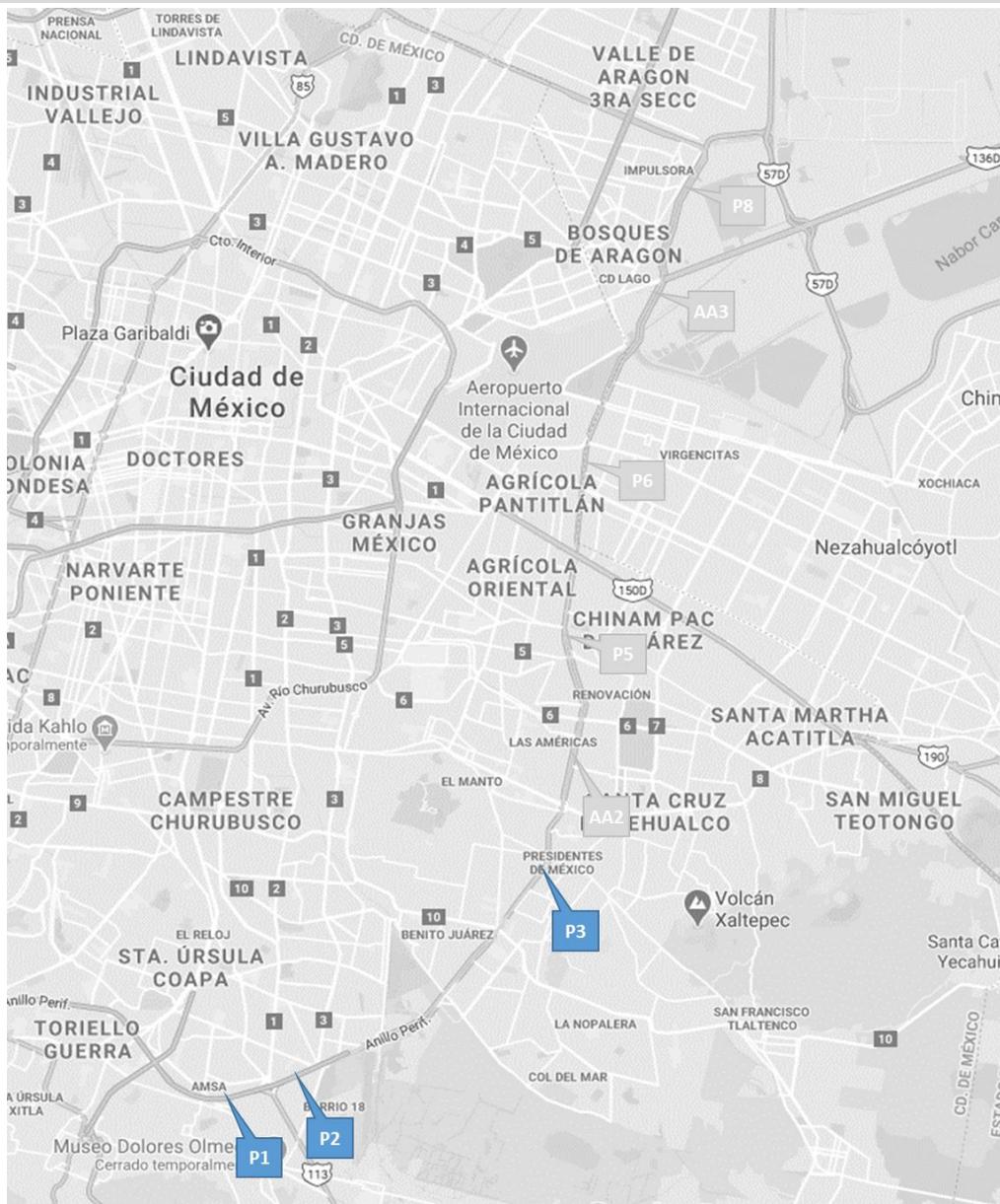
Factor de Estacionalidad

	días	Sin Estacionalidad	Ixtapaluca	Peñón/Texcoco	Ojo de Agua	Tlalpan	Promedio ponderado TPDA
enero	31	8.49	8.7	8	7.9	8.6	8.15
febrero	28	7.67	7.8	7.5	7.4	7.8	7.55
marzo	31	8.49	8.2	8.5	8.2	9.8	8.58
abril	30	8.22	8.3	8.7	8.5	8.9	8.60
mayo	31	8.49	8.4	8.4	8.2	8.3	8.29
junio	30	8.22	7.9	8.4	8	7.3	7.96
julio	31	8.49	8.4	8.6	8.6	9.3	8.71
agosto	31	8.49	8.2	8.4	8.6	8.4	8.46
septiembre	30	8.22	8	7.8	8.3	5.3	7.57
octubre	31	8.49	8.7	8.5	8.6	7.9	8.45
noviembre	30	8.22	8.5	8.4	8.4	8.3	8.39
diciembre	31	8.49	8.9	8.8	9.3	10.1	9.28

Fuente: Elaboración Propia a partir de Datos de la SCT

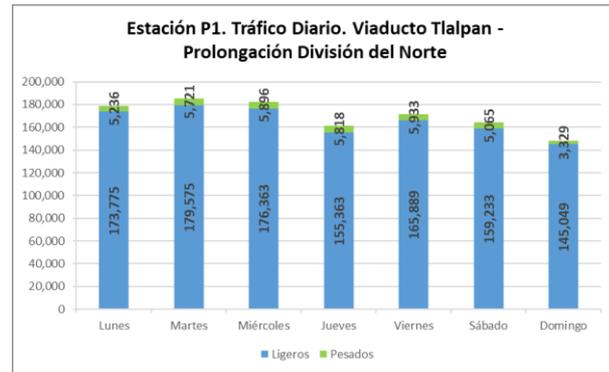
En los gráficos que siguen a continuación ya se incorpora la corrección de estacionalidad.

5. Trabajos de Campo. Aforos automáticos y Manuales: Semana Promedio.

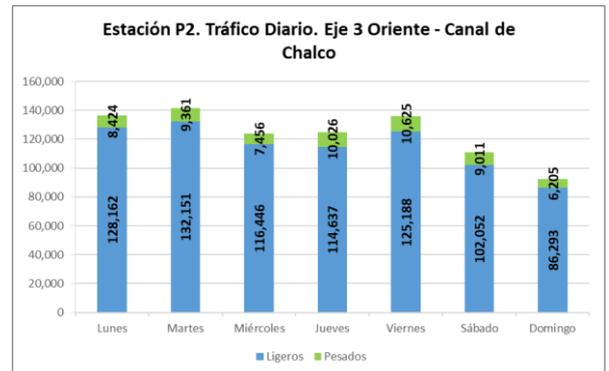


TRÁFICO DIARIO. Semana Promedio

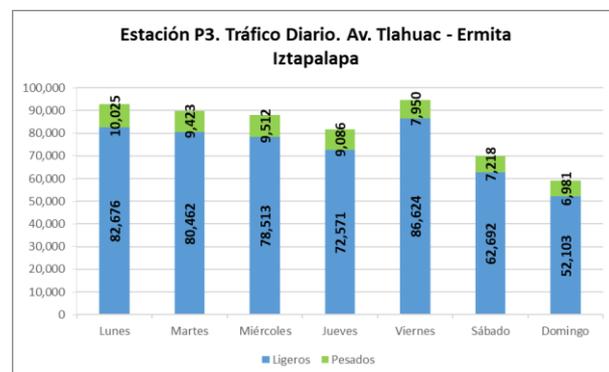
P1



P2

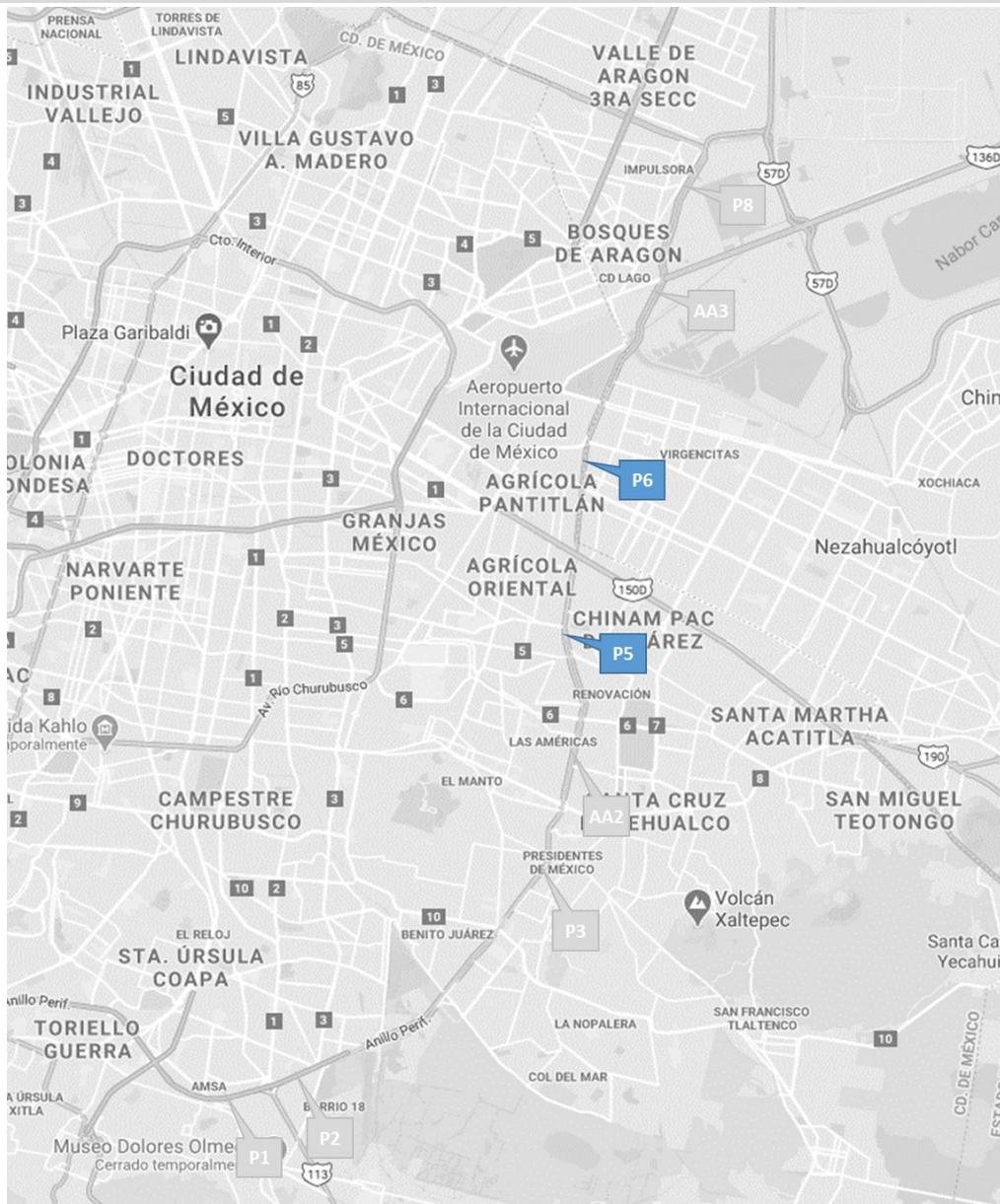


P3



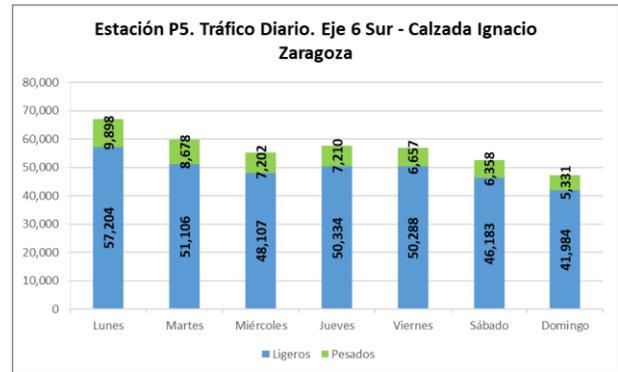
Fuente: Elaboración Propia

5. Trabajos de Campo. Aforos automáticos y Manuales: Semana Promedio.

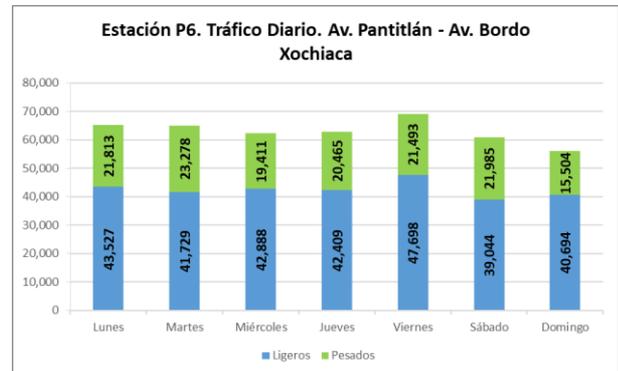


TRÁFICO DIARIO. Semana Promedio

P5

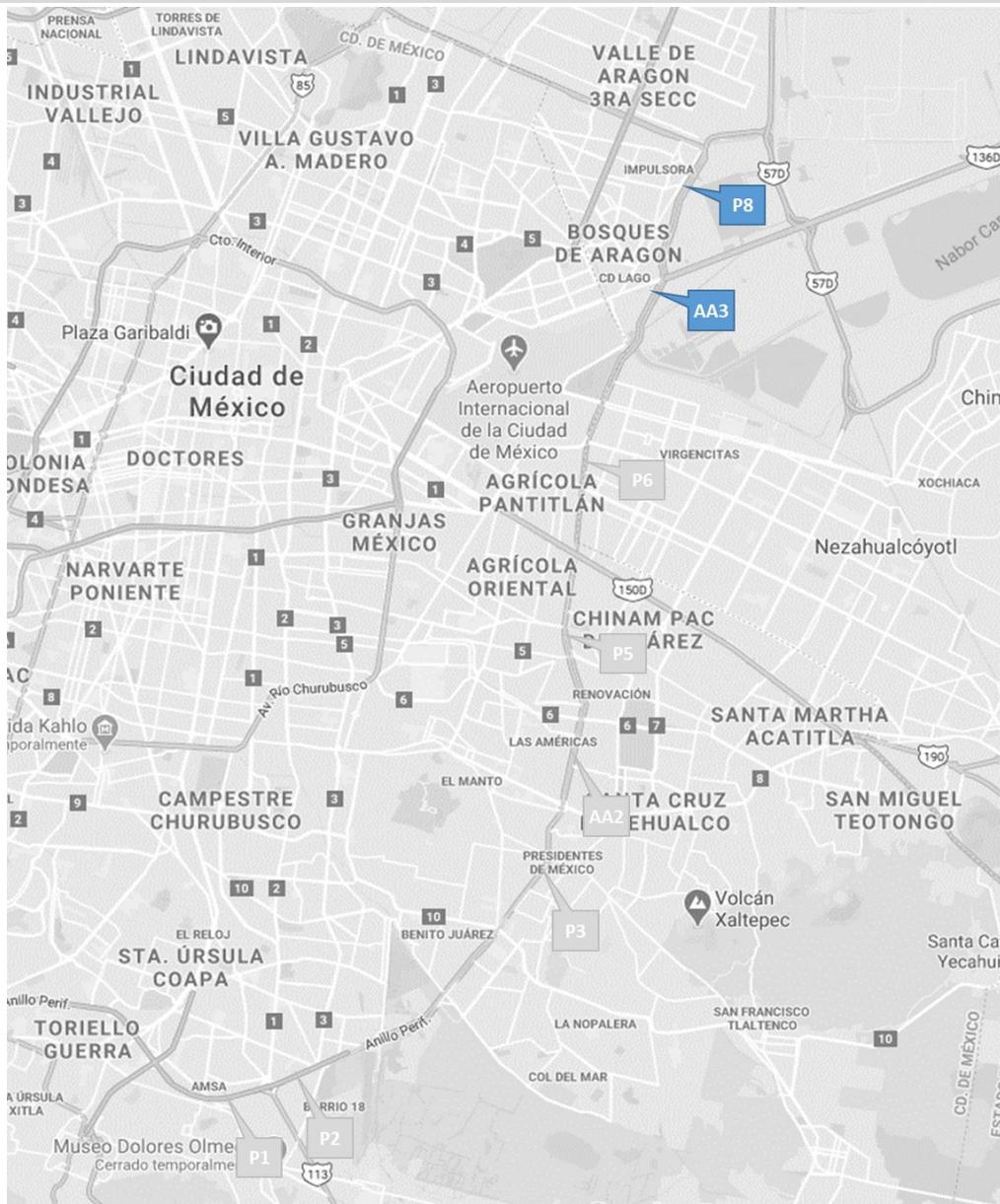


P6



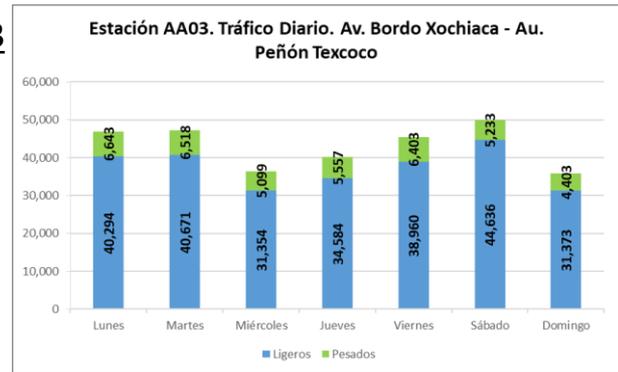
Fuente: Elaboración Propia

5. Trabajos de Campo. Aforos automáticos y Manuales: Semana Promedio.

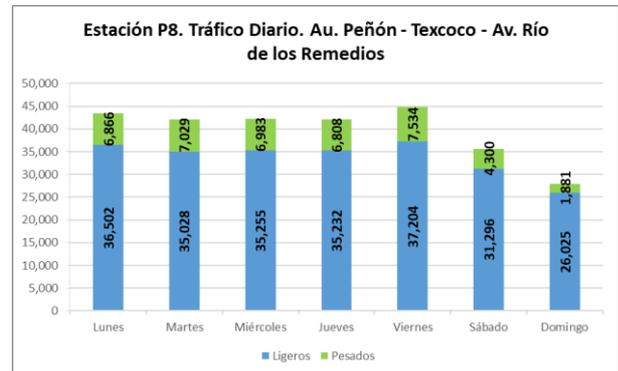


TRÁFICO DIARIO. Semana Promedio

AA3

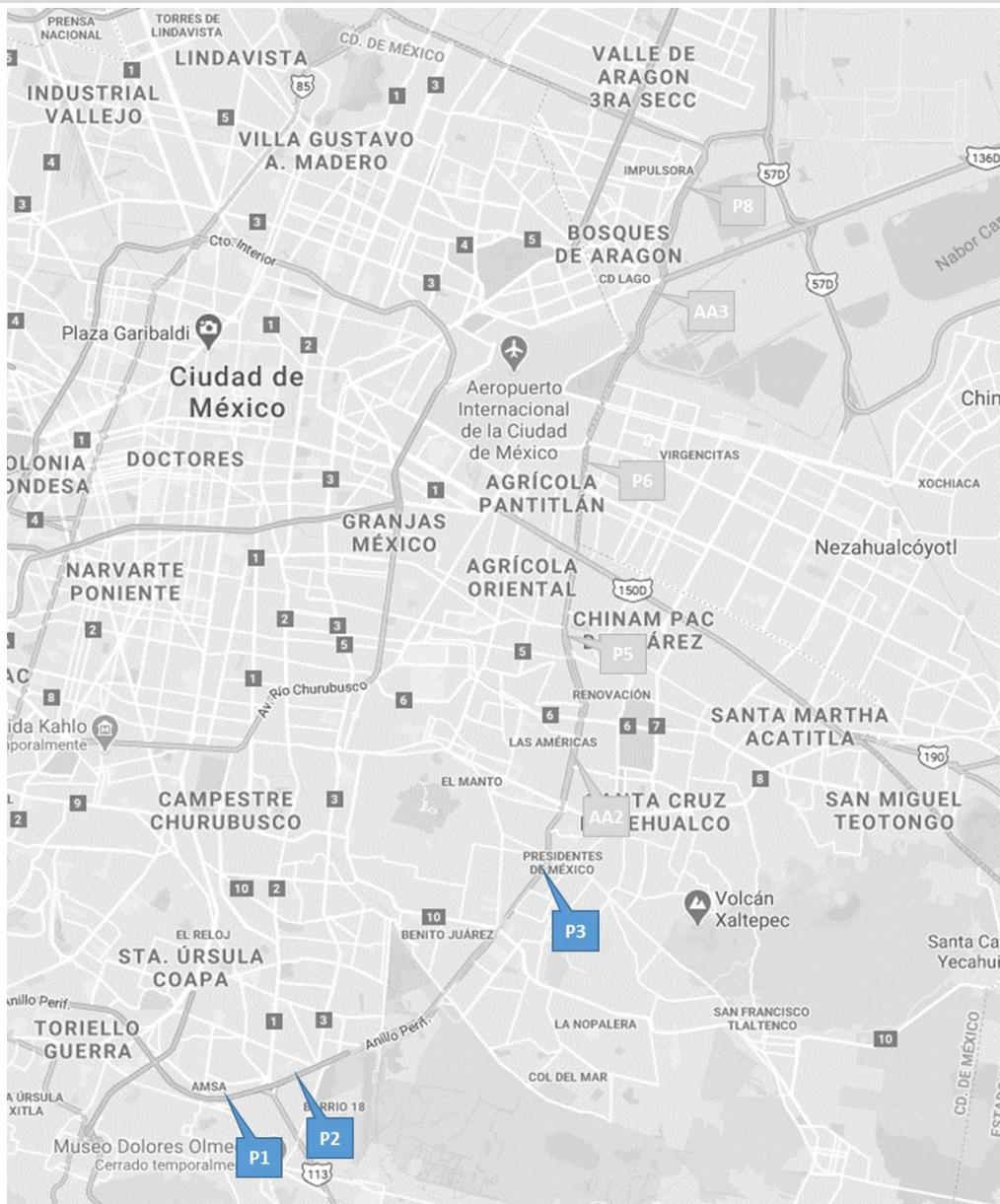


P8



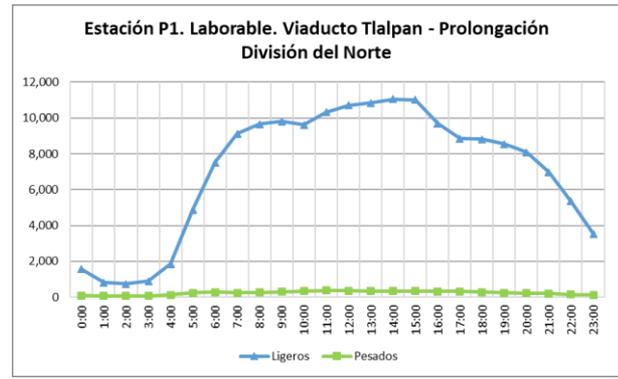
Fuente: Elaboración Propia

5. Trabajos de Campo. Aforos automáticos y Manuales: Semana Promedio.

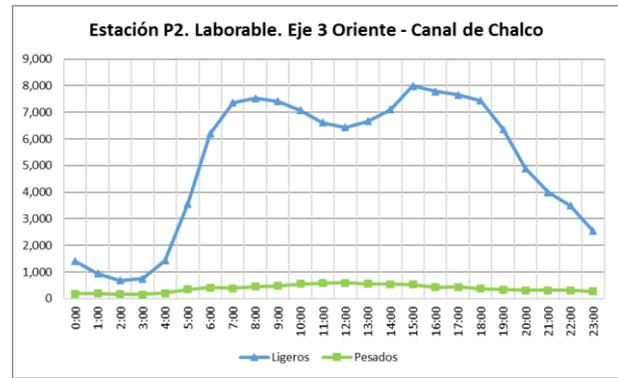


Distribución horaria. Día Laborable. Ambos sentidos

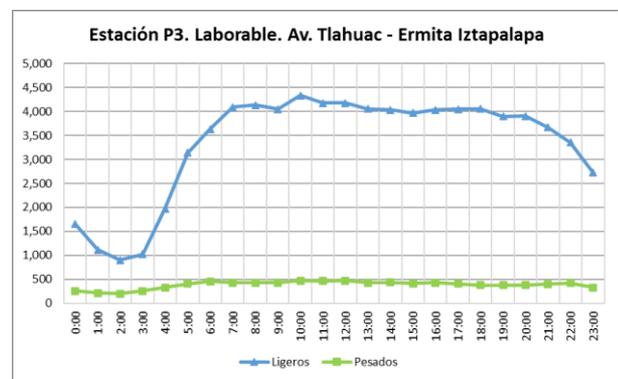
P1



P2

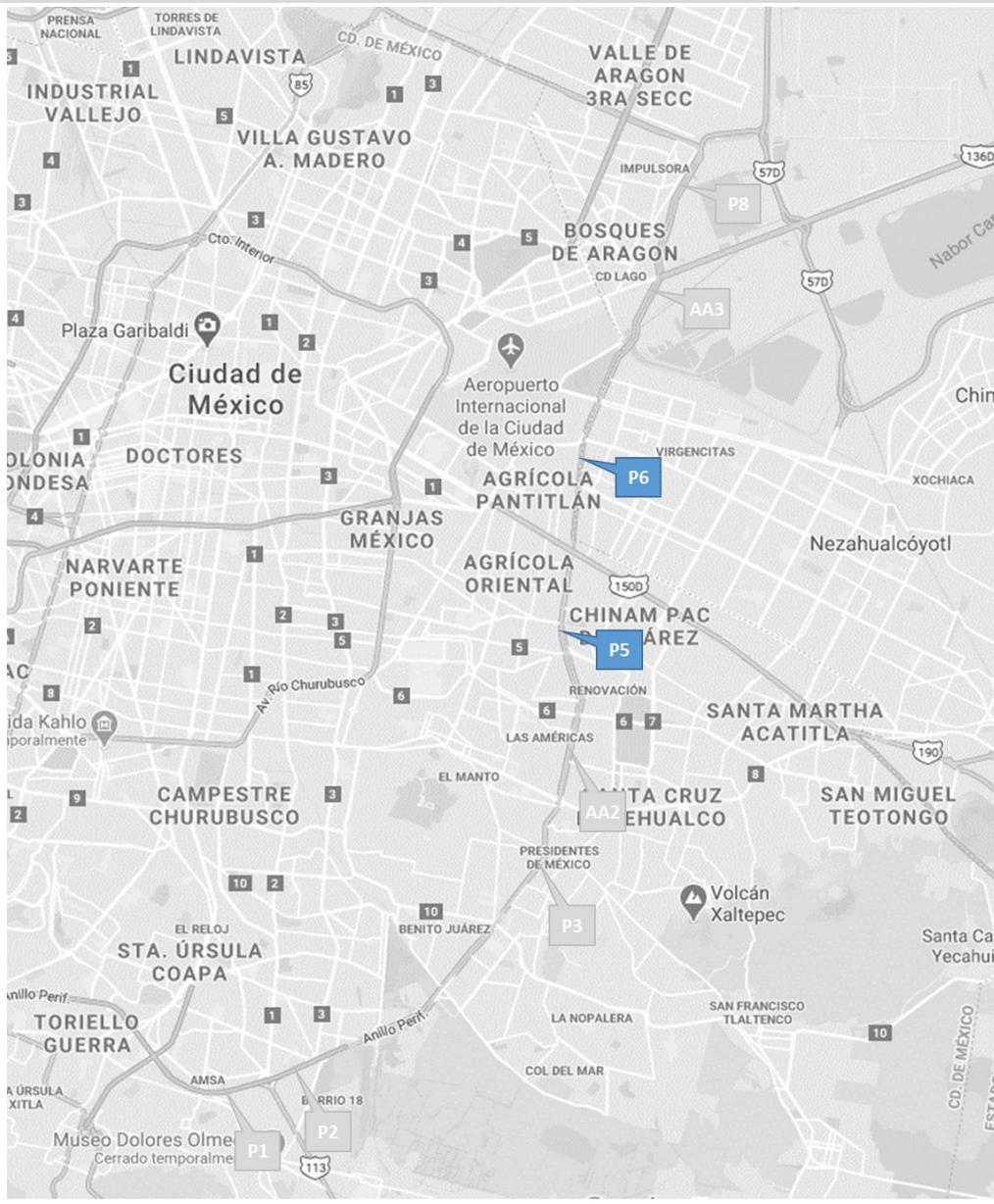


P3



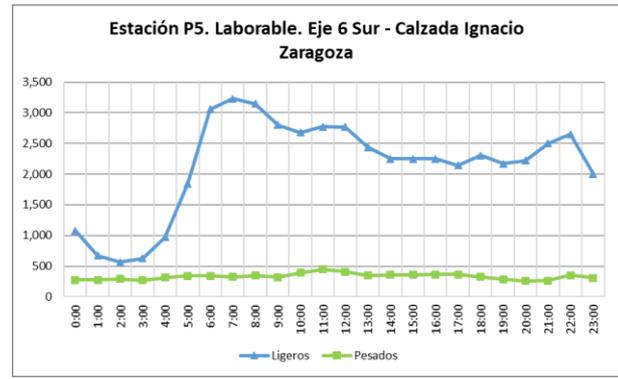
Fuente: Elaboración Propia

5. Trabajos de Campo. Aforos automáticos y Manuales: Semana Promedio.

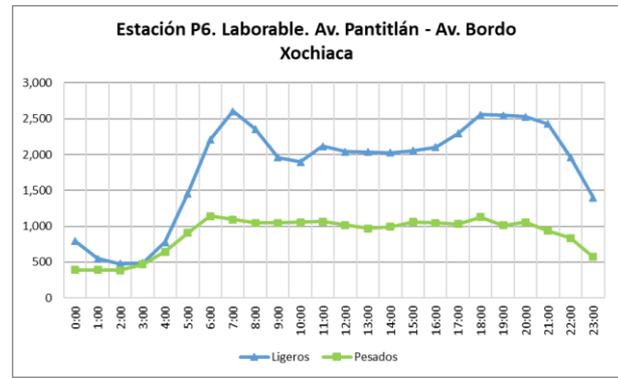


Distribución horaria. Día Laborable. Ambos sentidos

P5

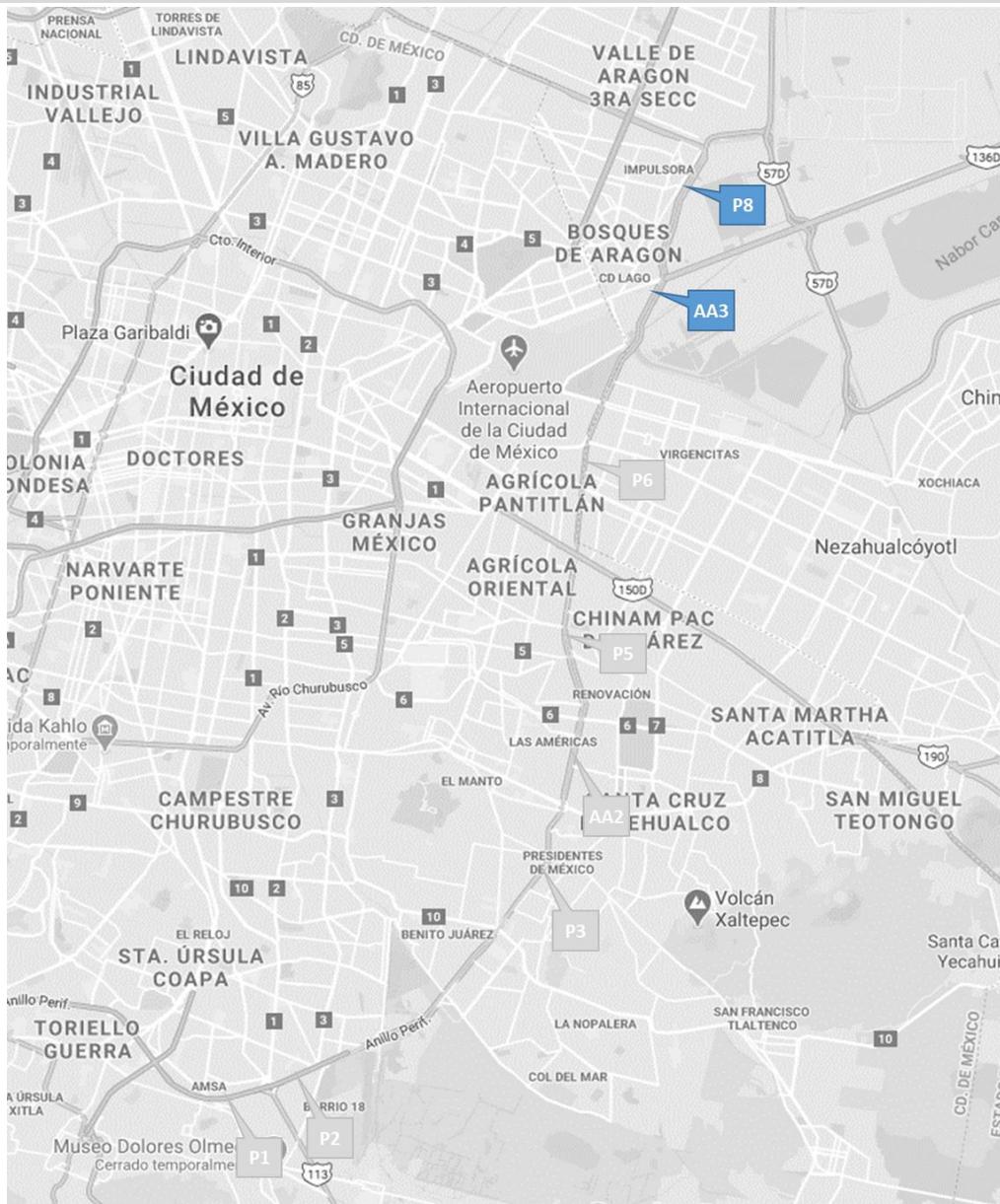


P6



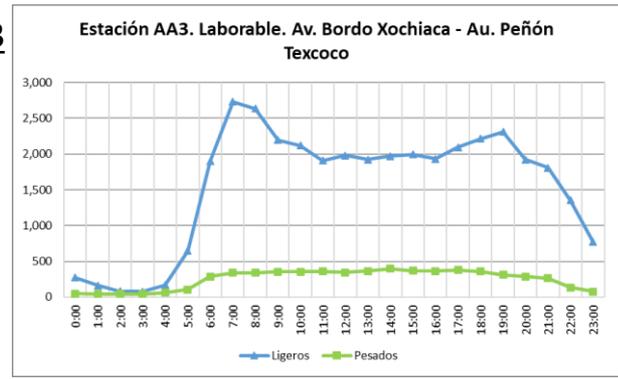
Fuente: Elaboración Propia

5. Trabajos de Campo. Aforos automáticos y Manuales: Semana Promedio.

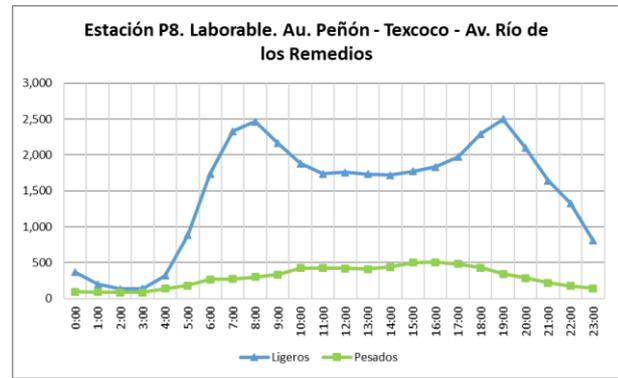


Distribución horaria. Día Laborable. Ambos sentidos

AA3

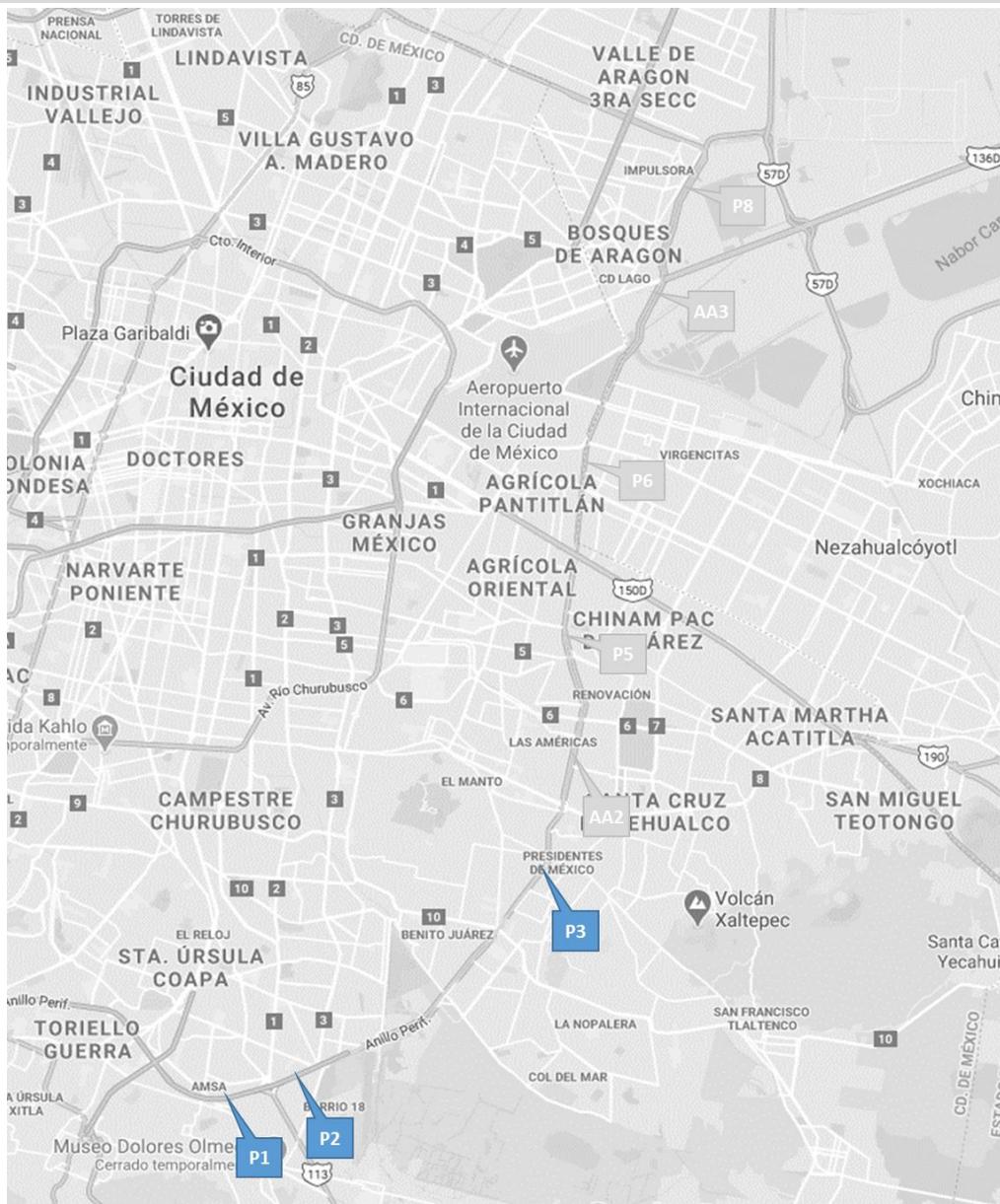


P8



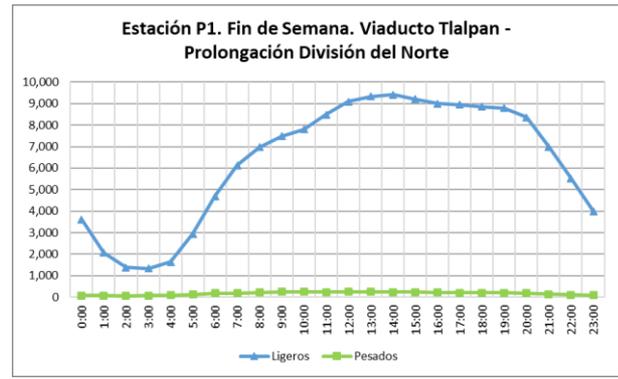
Fuente: Elaboración Propia

5. Trabajos de Campo. Aforos automáticos y Manuales: Semana Promedio.

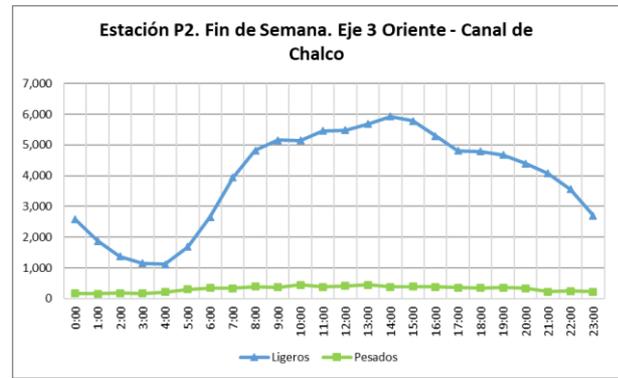


Distribución horaria. Fin de Semana. Ambos sentidos

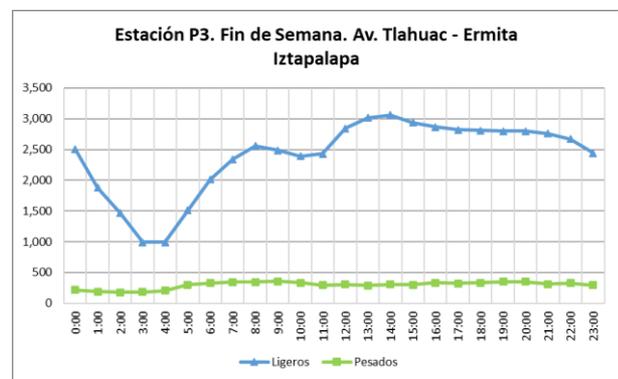
P1



P2

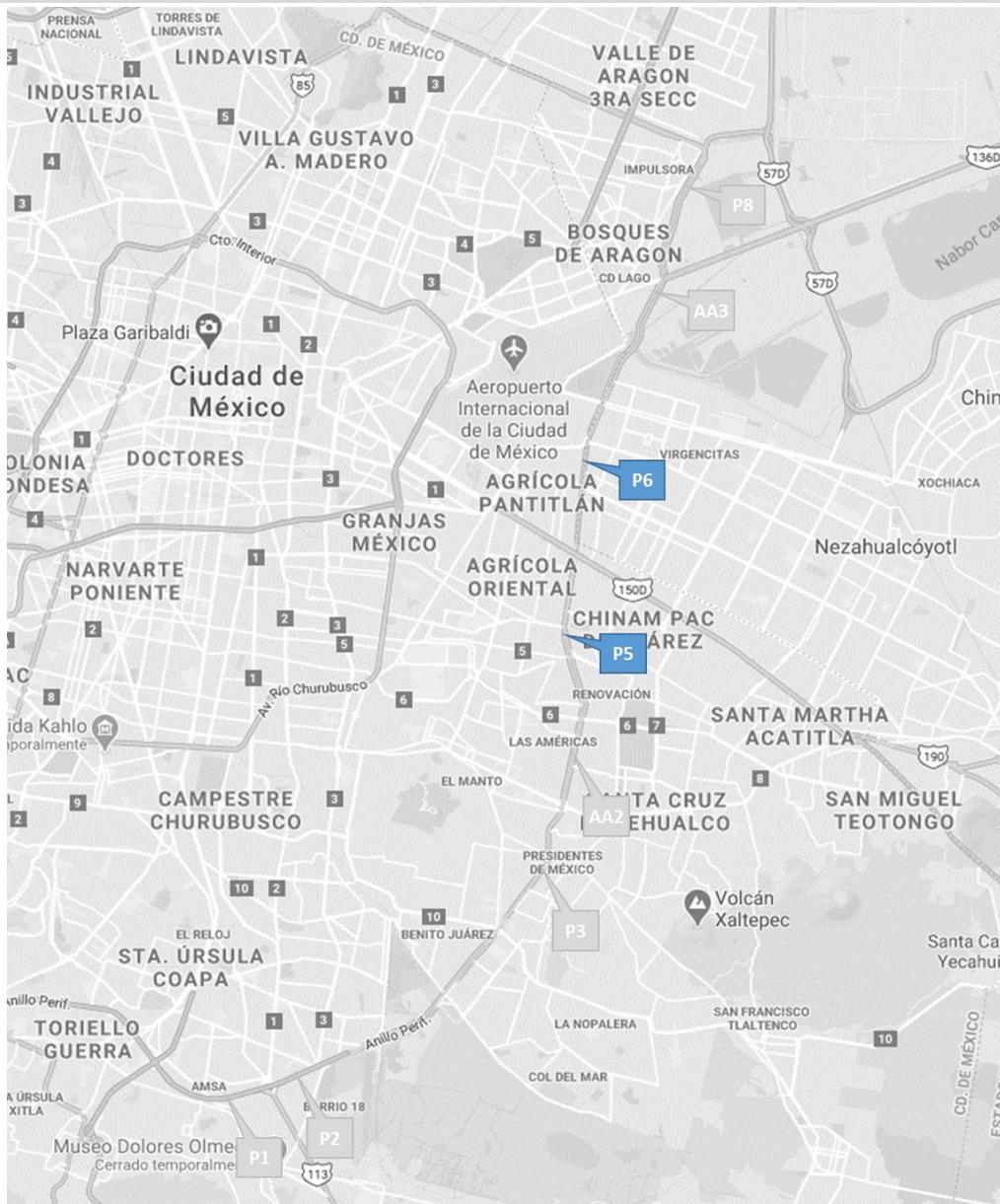


P3



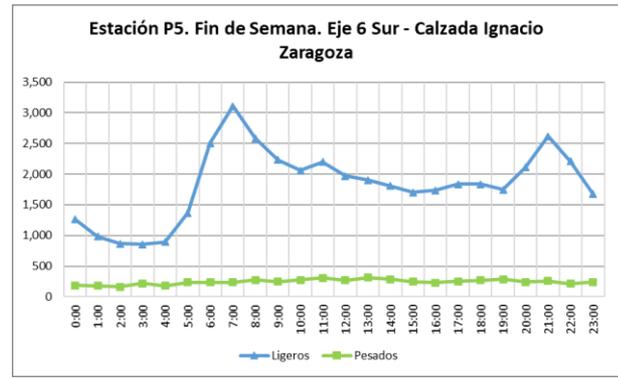
Fuente: Elaboración Propia

5. Trabajos de Campo. Aforos automáticos y Manuales: Semana Promedio.

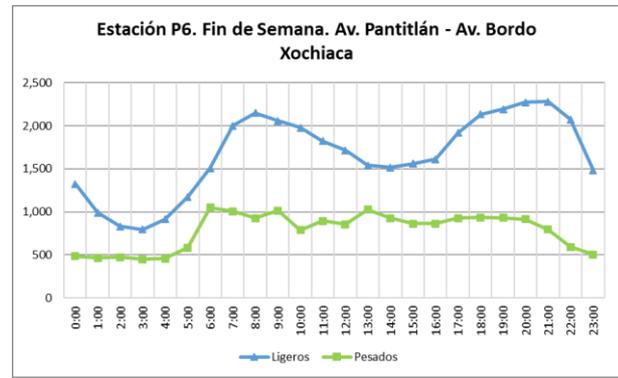


Distribución horaria. Fin de Semana. Ambos sentidos

P5

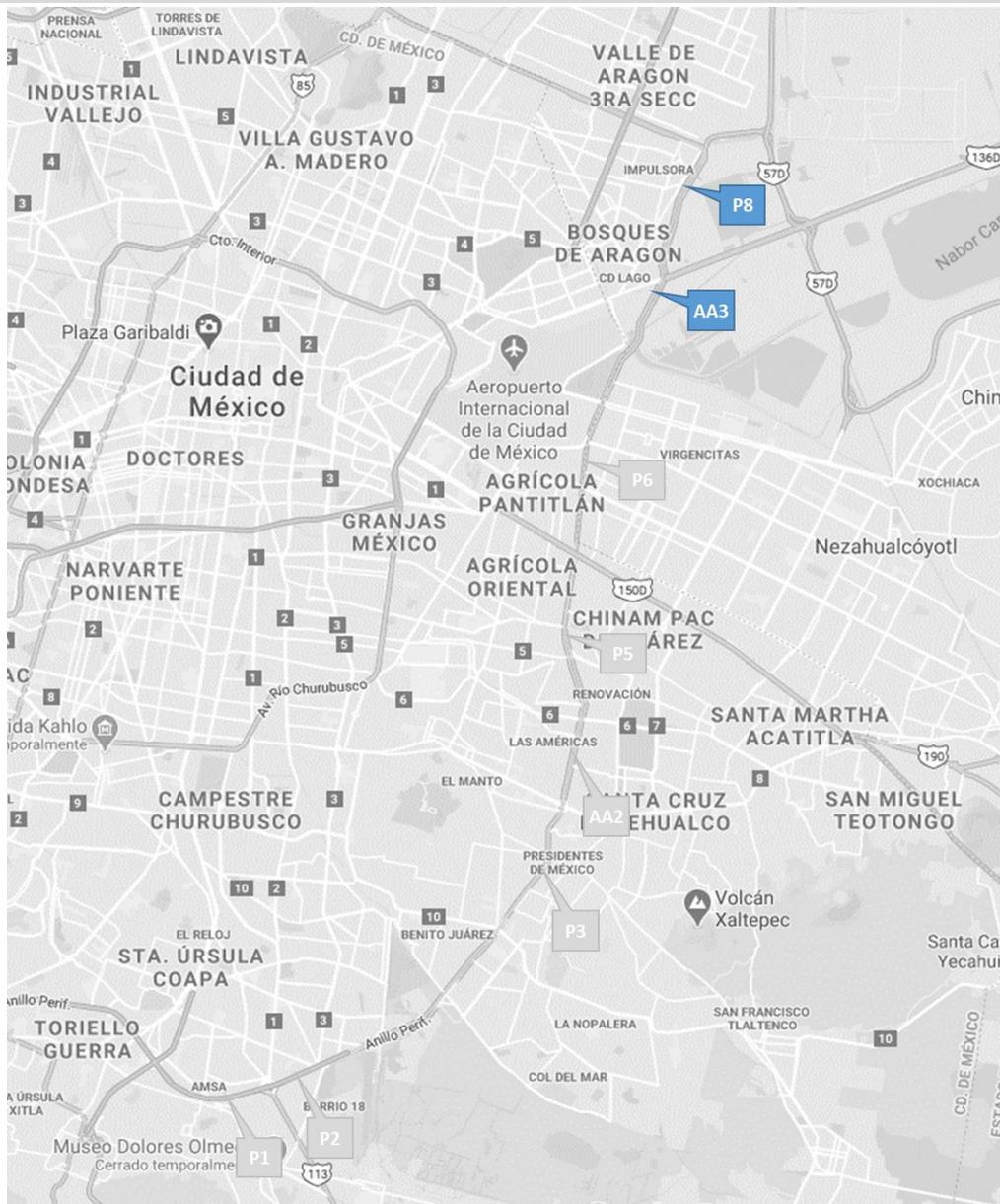


P6



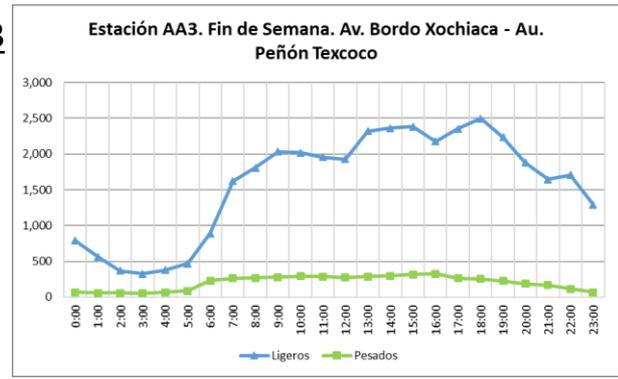
Fuente: Elaboración Propia

5. Trabajos de Campo. Aforos automáticos y Manuales: Semana Promedio.

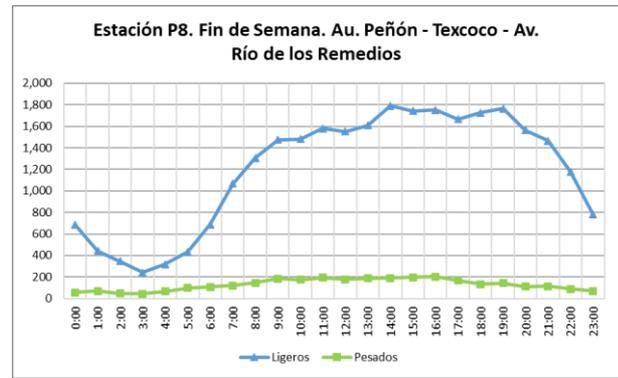


Distribución horaria. Fin de Semana. Ambos sentidos

AA3

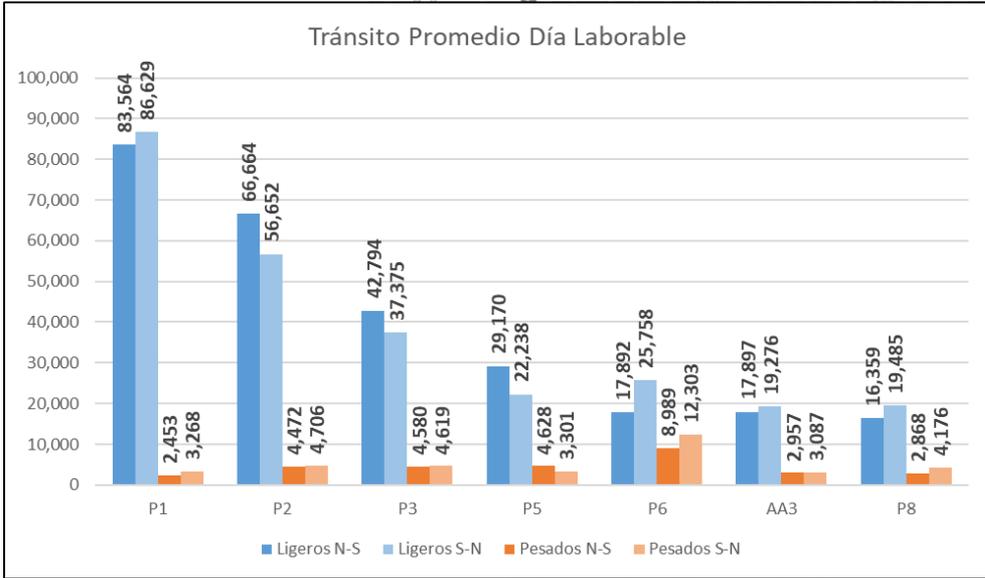
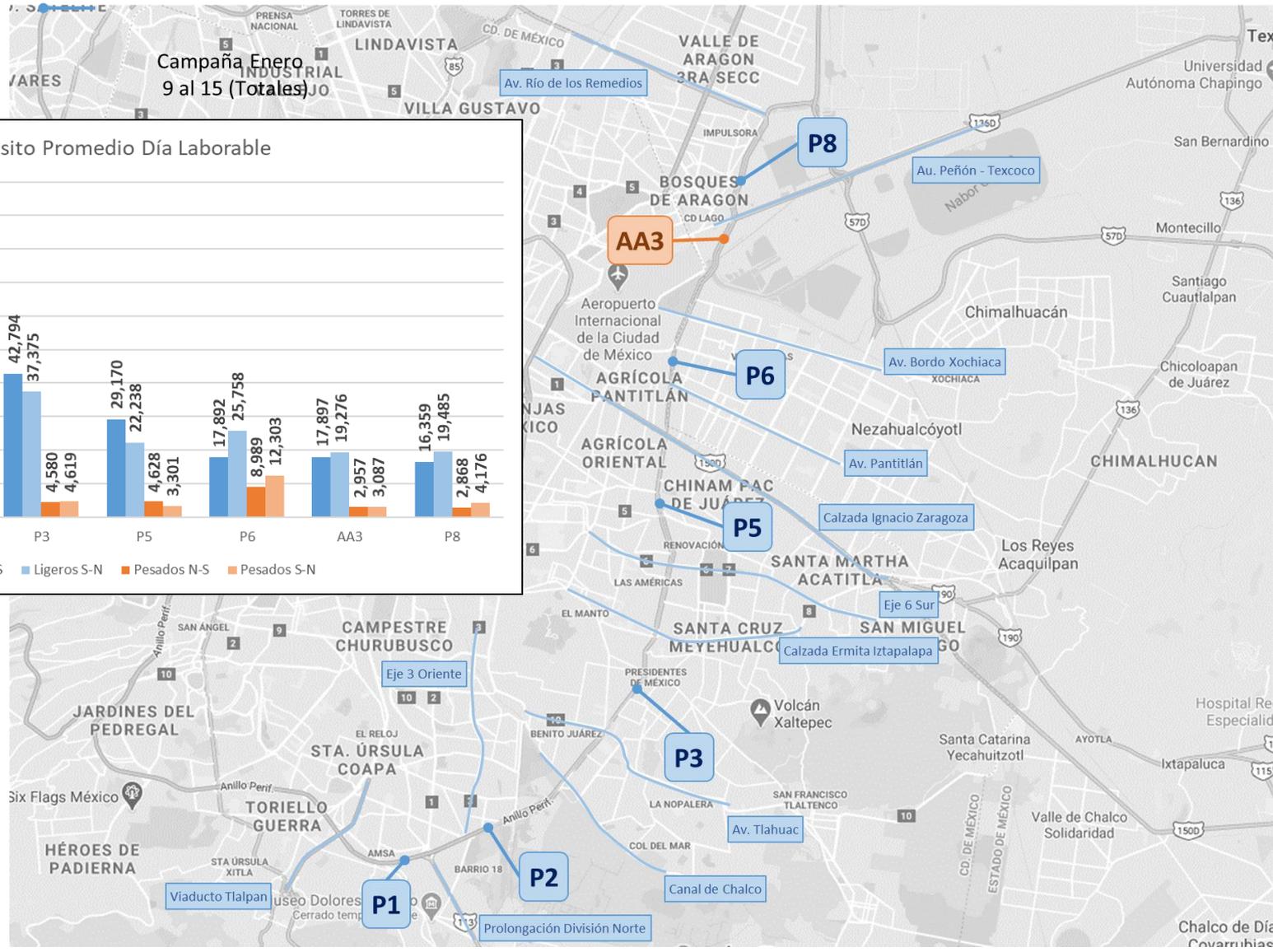


P8



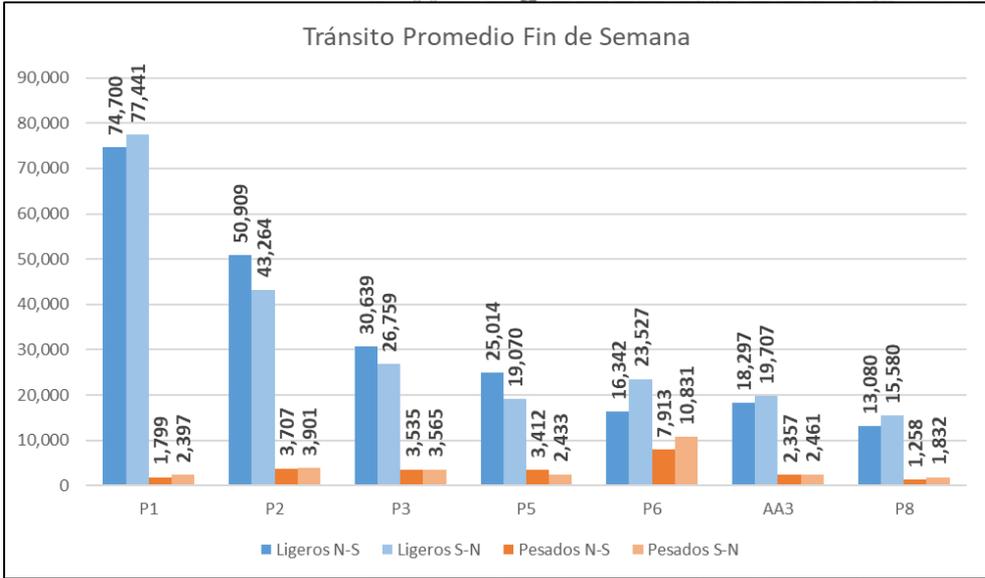
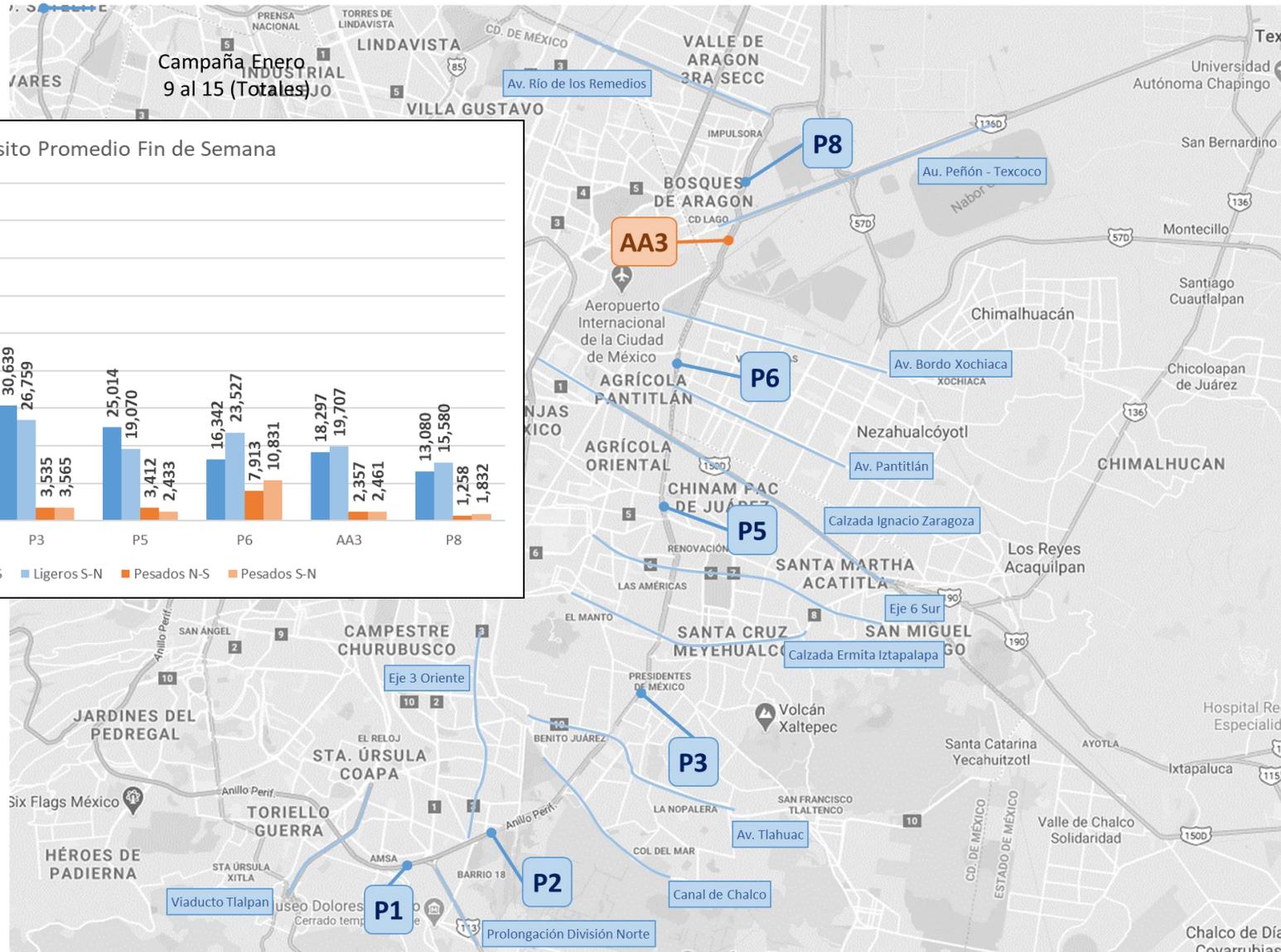
Fuente: Elaboración Propia

5. Trabajos de Campo. Aforos automáticos y Manuales: Tránsito Día Laborable.



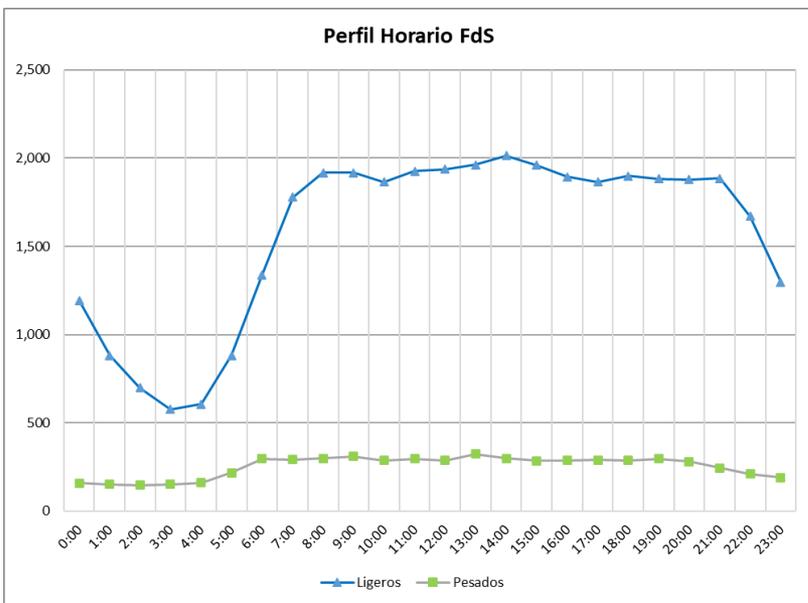
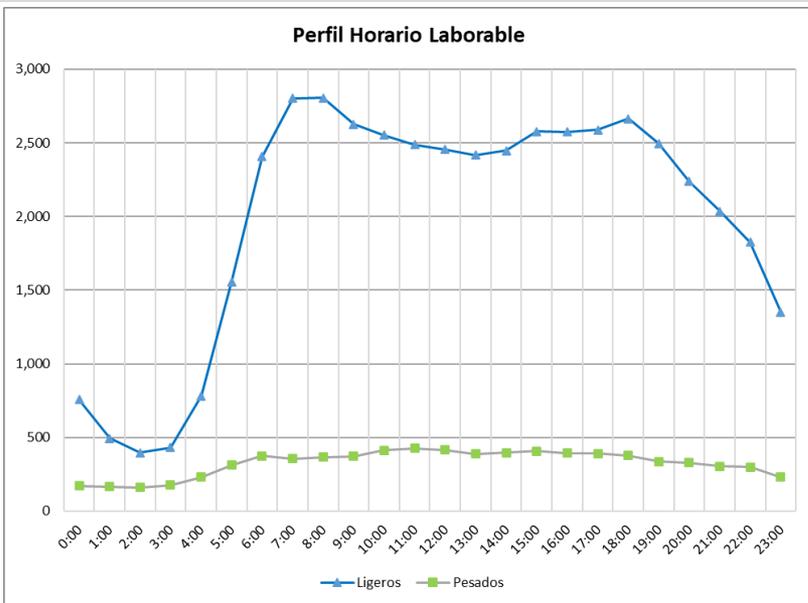
Fuente: Elaboración Propia

5. Trabajos de Campo. Aforos automáticos y Manuales: Tránsito Fin de Semana.



Fuente: Elaboración Propia

5. Trabajos de Campo. Periodos de Simulación.



El procesamiento de los aforos automáticos proporciona un perfil horario que constituye la base para el establecimiento de los periodos de simulación así como de los factores de expansión a día Laborable y a Fin de Semana.

• Día Laborable:

El comportamiento de los tráficos muestra una punta clara de los tráficos por la mañana y una punta de tarde. El comportamiento es prácticamente independiente del sentido.

Periodos de Simulación	Cálculo Matriz	Factores de Expansión a Día Laborable
Hora Punta Mañana (HPM)	Promedio 3 horas 7:00-10:00	3
Hora Valle (HV)	Promedio 7 horas 10:00-16:00	12
Hora Punta de Tarde (HPT)	Promedio 3 horas 17:00-20:00	3

La hora valle se eleva a 12 horas para incorporar las captaciones anteriores a la punta de la mañana y posteriores a la punta de la tarde (periodos desde las 5:00 hasta las 7:00 y desde las 20:00 hasta las 24:00).

• Día Fin De semana:

El comportamiento de los tráficos es más homogéneo a lo largo de todo el día e independiente del sentido.

No se simulará un periodo de Fin de Semana. Tal y cómo se muestra en el gráfico, los tráficos en fin de semana son prácticamente constantes desde las 8:00 hasta las 21:00. Las captaciones del fin de semana se calcularán a partir de la elevación de la hora promedio del día laborable a un factor de 15 horas que reproduce los tráficos en Fin de Semana.

Fuente: Elaboración Propia

5. Trabajos de Campo. Encuestas de PD's: Ubicación.

Ubicación Encuestas de Preferencias Declaradas

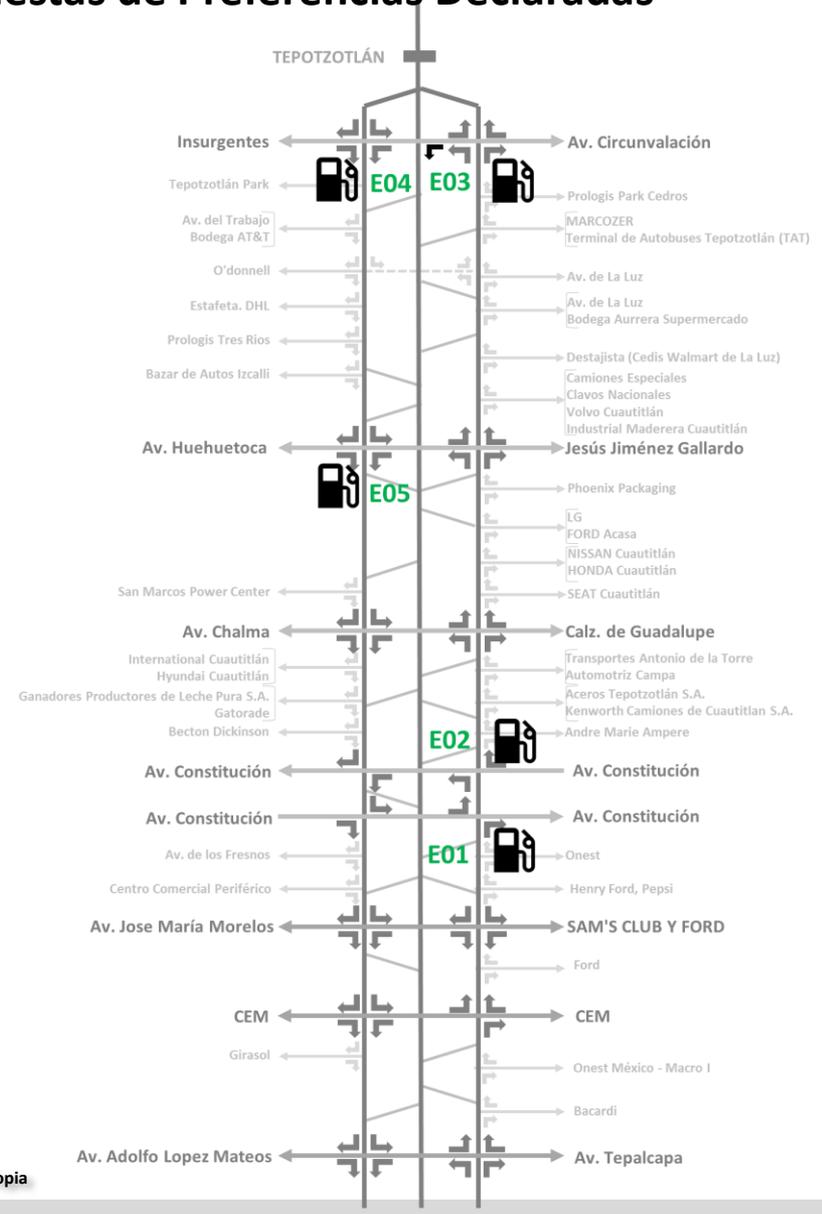
Las encuestas de preferencias declaradas sirven para caracterizar los patrones de elección de los usuarios de la infraestructura.

En este caso se han hecho encuestas a los vehículos ligeros en cinco estaciones de servicio ubicadas en el entorno del proyecto.

Se han hecho un total de 577 encuestas, en día laborable y en fin de semana los días 7 y 11 de septiembre del año 2019.

La ubicación exacta de los puntos es la que se muestra en el esquema adjunto.

También se presenta la tarjeta del experimento de preferencias declaradas que se ha aplicado en este caso.

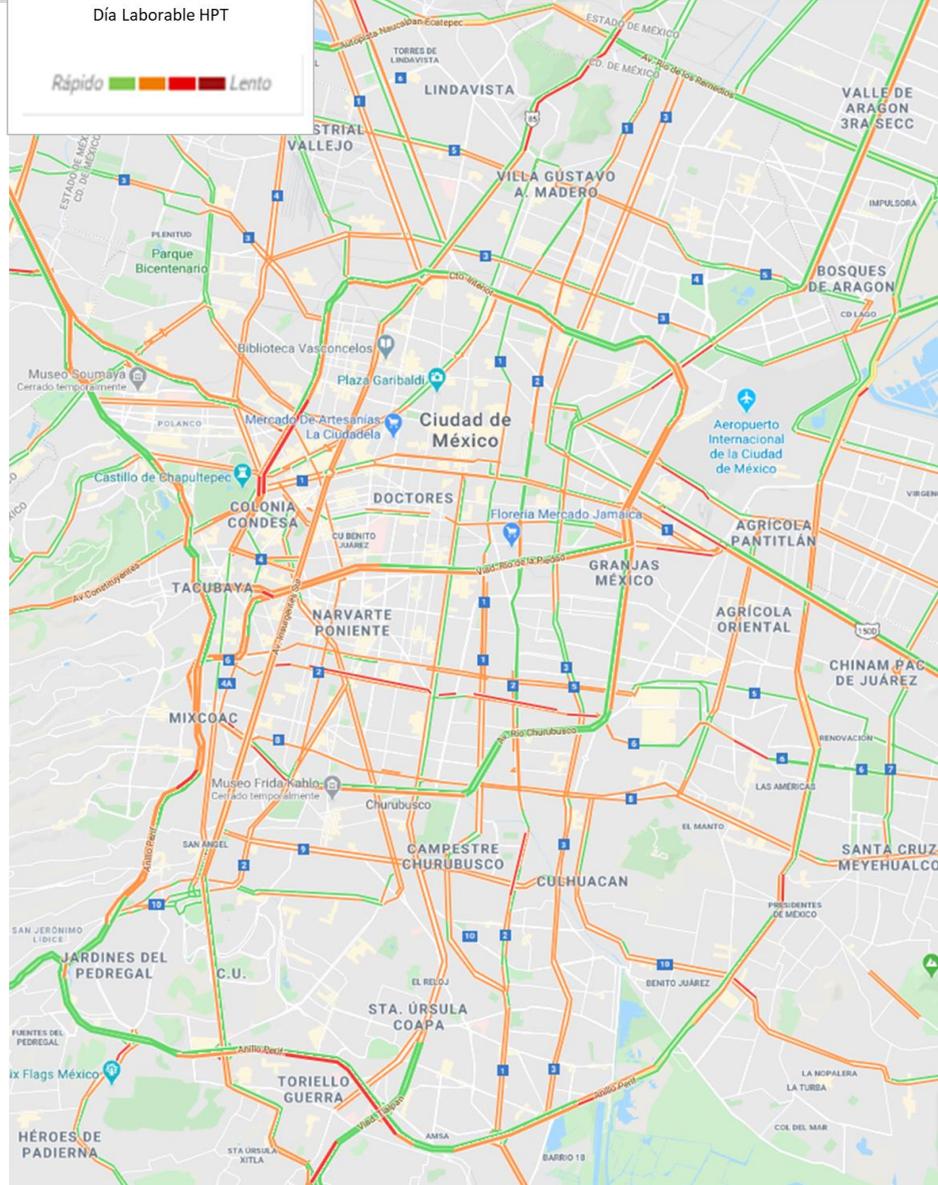
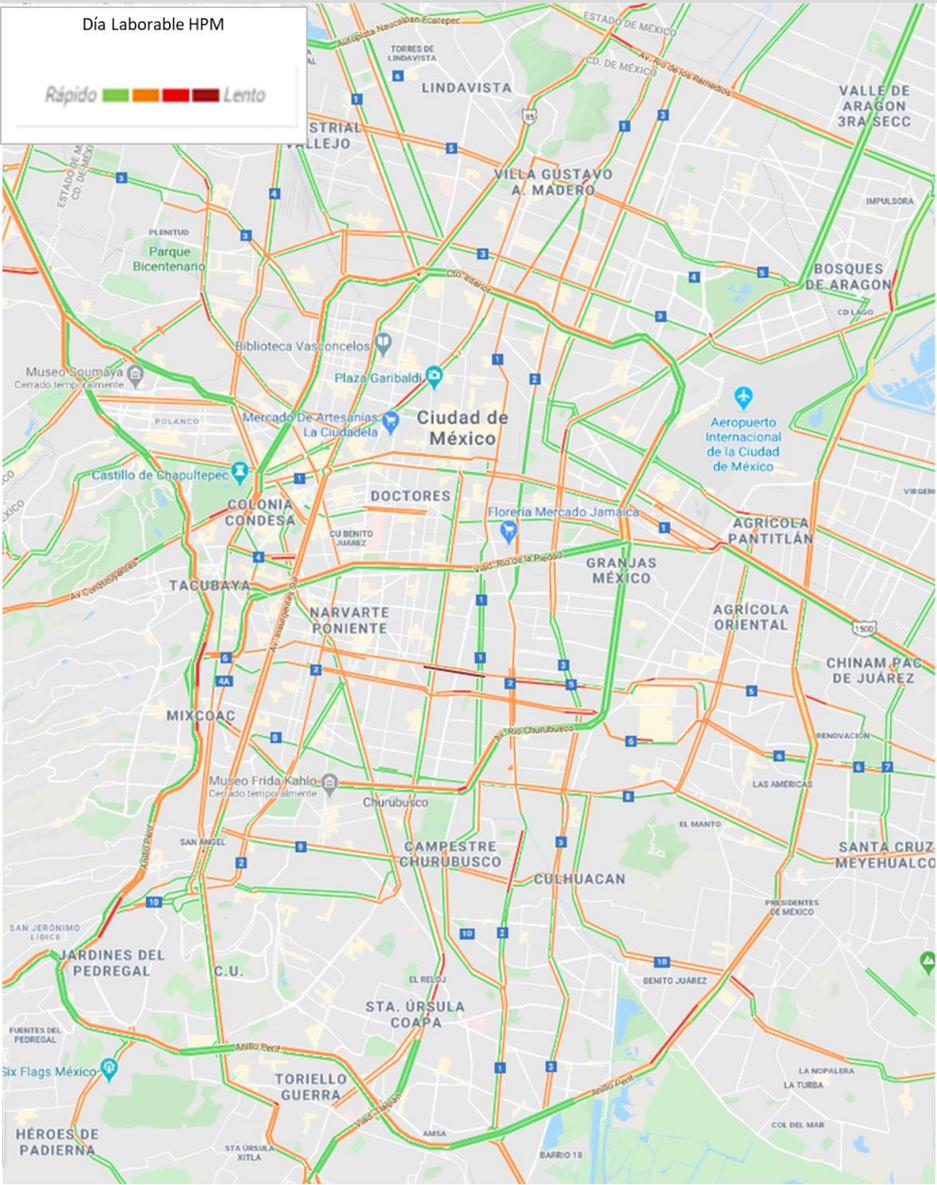


Tarjeta Encuestas de Preferencias Declaradas

TIPO DE VEHICULO			Tiempo de ahorro (Min)	T-1 (\$)	T-2 (\$)	T-3 (\$)
AUTOS		A1	15	60	45	10
		A2	30	100	80	35
		A3	45	100	90	75

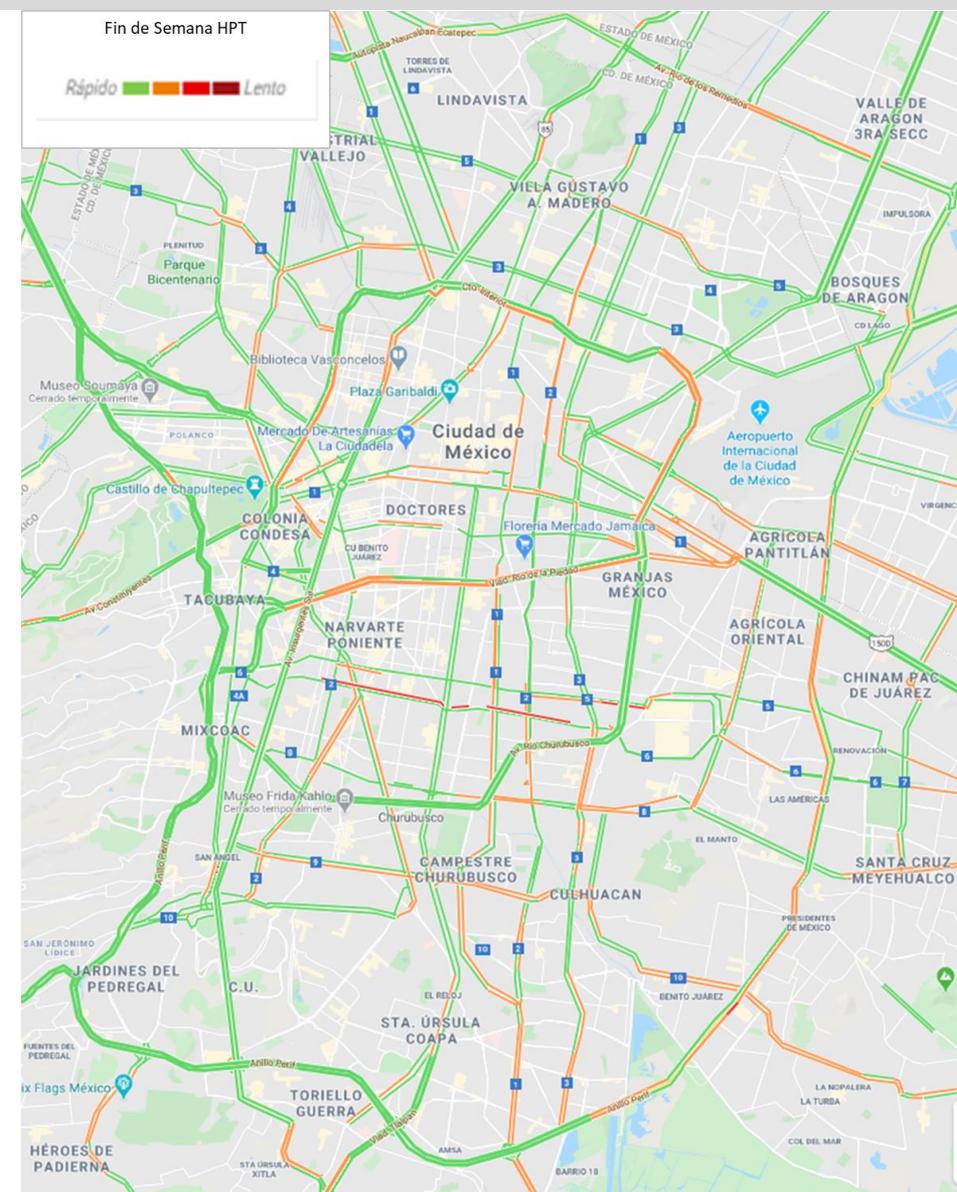
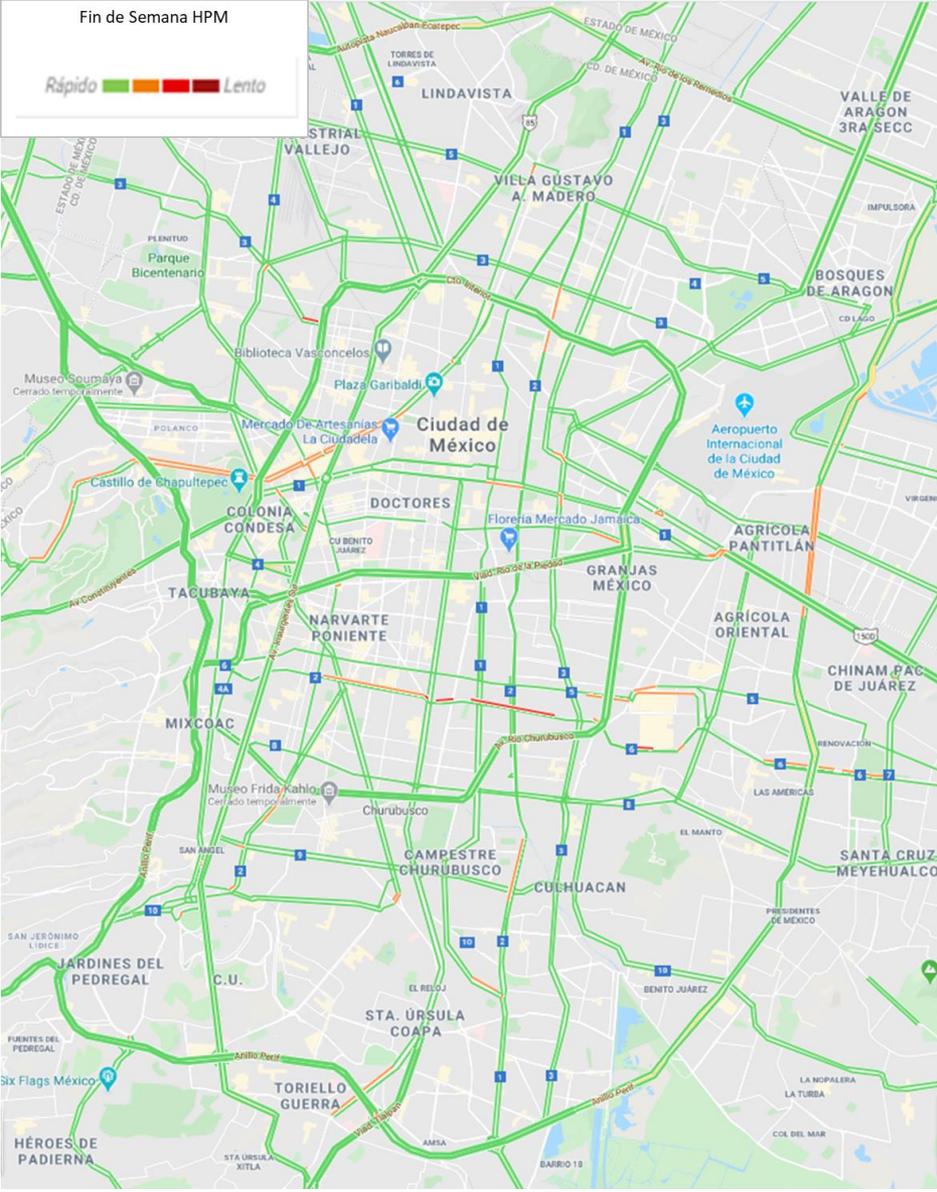
Fuente: Elaboración Propia

5. Trabajos de Campo. Velocidades Día Laborable.



Fuente: Elaboración Propia

5. Trabajos de Campo. Velocidades Fin de Semana.



Fuente: Elaboración Propia

6. Otras Bases de Datos. Descripción.

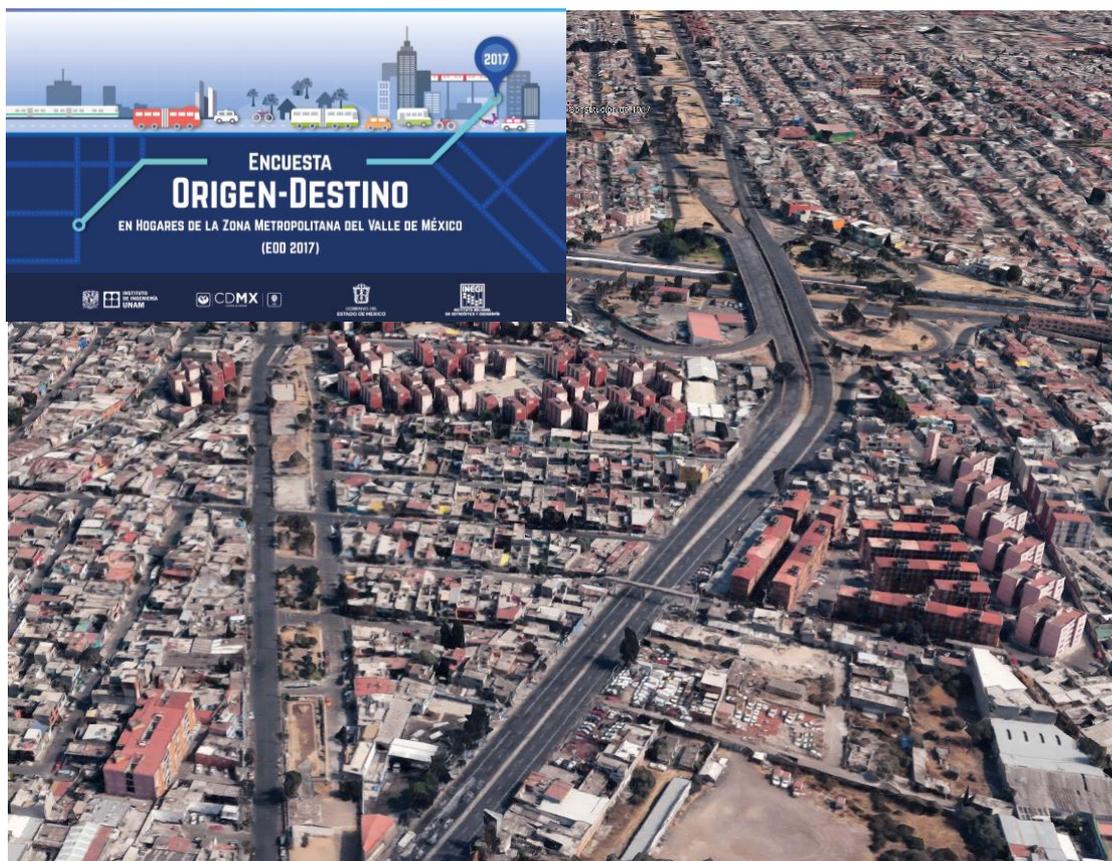
Un aspecto fundamental es la caracterización de la movilidad del ámbito. Para ello habitualmente se suelen realizar encuestas Origen – Destino en las mismas secciones en las que se realizan los conteos. En vías interurbanas la realización de estas encuestas es relativamente sencillo, ya que se pueden separar los autos de la carretera, y encuestarles en una plataforma habilitada para este propósito.

En vías urbanas altamente congestionadas como es el corredor del Arco Oriente, resulta imposible encontrar puntos en los cuales se pueda detener al vehículo con seguridad (carriles centrales y laterales) y por tanto realizar la encuesta.

Por tanto para construir las matrices iniciales que caracterizarán la movilidad del entorno, se ha tomado como base la matriz de la Encuesta Origen Destino de la Zona Metropolitana del Valle de México.

La encuesta fue realizada en el año 2017 a cerca de 67.000 hogares ubicados en Ciudad de México y municipios colindantes de los Estados de México e Hidalgo.

Se realizaron entrevistas personales a los residentes mayores de 6 años de los hogares seleccionados y se recopiló información sobre la caracterización socioeconómica y los desplazamientos realizados en día laborable y en sábado por los individuos objeto de estudio.



Fuente: Elaboración Propia

6. Otras Bases de Datos. Descripción. Encuesta Origen Destino de Hogares de la ZMVM 2017 (EOD ZMVM 2017).

Características metodológicas

Unidad de observación

- Vivienda
- Hogares
- Personas de 6 años y más



Población objetivo
Población de 6 años y más que realizan viajes

Cobertura geográfica

CDMX. 16 delegaciones (86 distritos)
EDO. MEX. 59 municipios conurbados (108 distritos)
HGO. Un municipio (1 sólo distrito)
Total: 194 distritos



Esquema de muestreo
Probabilístico, estratificado y por conglomerados



Tamaño de muestra
66 625 viviendas



Método de recolección
Entrevista directa con un cuestionario electrónico

Periodo de levantamiento. Del 23 de enero al 03 de marzo 2017

El INEGI junto con expertos del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), a solicitud de los gobiernos de la Ciudad de México y el Estado de México, acordaron realizar el levantamiento de la Encuesta Origen-Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017.

La encuesta proporciona información sobre desplazamientos en día laborable y en sábado.

El cuestionario consta de seis secciones:

Sección	Número de preguntas
I. Residentes y hogares	3
II. Vehículos disponibles	2
III. Características sociodemográficas	8
IV. Identificación de las personas que viajaron	4
V. Viajes realizados entre semana	31
VI. Viajes realizados en sábado	32

Cuestionario

Fuente: Encuesta Origen – Destino de Hogares de la ZMVM 2017

6. Otras Bases de Datos. Descripción. Encuesta Origen Destino de Hogares de la ZMVM 2017 (EOD ZMVM 2017).

RESULTADOS PRINCIPALES EOD ZMVM 2017

Población viajera por lugar de residencia

i De los 19.38 millones de personas de 6 años y más en la ZMVM, poco más del 80% (15.63 millones) realiza al menos un viaje entre semana. Esta proporción es del 84% en la CDMX y del 78% en los municipios conurbados.

Población de 6 años y más que realizó viajes en un día entre semana y su distribución porcentual por área geográfica de residencia según sexo

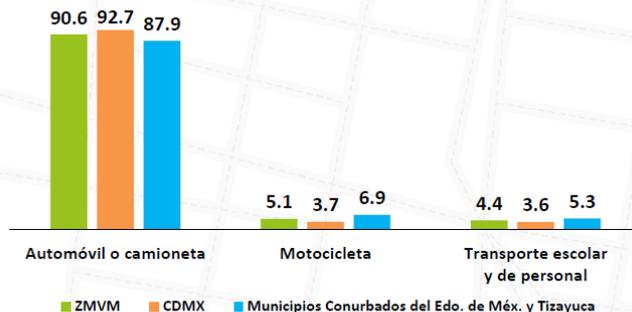
Área geográfica	Total ¹	Mujeres	%	Hombres	%
Zona metropolitana del Valle de México	15.62	7.91	50.6	7.72	49.4
Ciudad de México	6.93	3.56	51.3	3.38	48.7
Municipios conurbados del Estado de México y Tizayuca	8.69	4.35	50.1	4.34	49.9

¹ Millones de personas
Fuente: INEGI. Encuesta Origen - Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017.

Medios de transporte privado

i Los viajes en transporte privado ascienden a 7.29 millones, de los cuales más del 90% se realizan en automóvil en la ZMVM. En la zona conurbada del Estado de México y Tizayuca es un poco menor.

Porcentaje de viajes realizados en un día entre semana por la población de 6 años y más en transporte privado, según medio de transporte utilizado por área geográfica de origen del viaje



Fuente: INEGI. Encuesta Origen - Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017.

Fuente: Encuesta Origen – Destino de Hogares de la ZMVM 2017

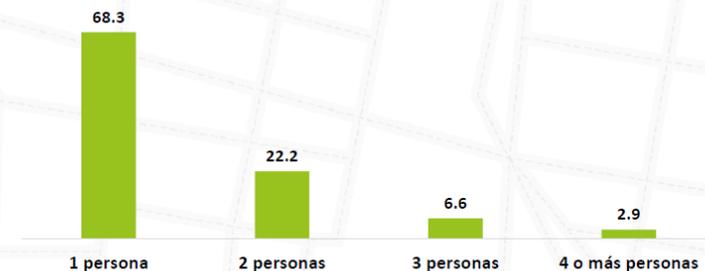
6. Otras Bases de Datos. Descripción. Encuesta Origen Destino de Hogares de la ZMVM 2017 (EOD ZMVM 2017).

RESULTADOS PRINCIPALES EOD ZMVM 2017

¿Cuántos van en el auto, incluido el conductor?

i De los 6.60 millones de viajes en automóvil, 4.34 millones fueron declarados por el conductor. En el 90.5% de ellos, el conductor inicia viajando a lo más con otra persona. El promedio de ocupantes¹ por automóvil es de 1.5 personas.

Distribución porcentual de viajes realizados en un día entre semana en automóvil o camioneta, por número de personas (incluido el conductor) en el auto al iniciar el viaje

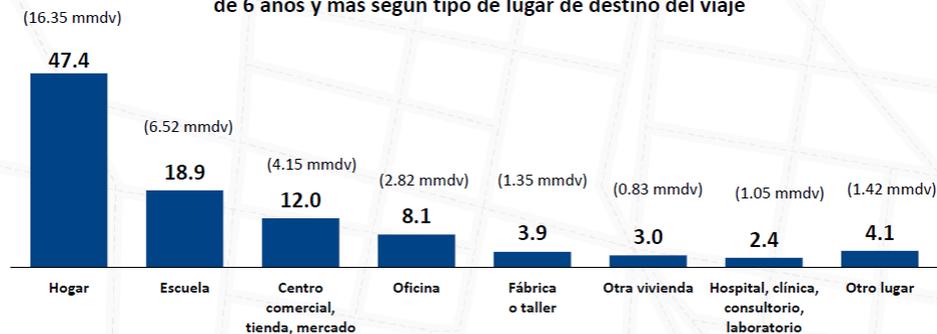


¹ El promedio de ocupantes es considerando el inicio de los viajes.
Fuente: INEGI. Encuesta Origen - Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017.

Lugar de destino

i De los 34.56 millones de viajes¹ realizados entre semana, casi la mitad son para regresar al hogar. Los 18.14 millones de viajes restantes, se distribuyen en lugares de destino distintos.

Distribución porcentual de viajes realizados un día entre semana por la población de 6 años y más según tipo de lugar de destino del viaje



¹ Incluye 52 mil viajes con lugar de destino no especificado.
Nota: Otro lugar, incluye restaurante, bar, cafetería, deportivo, gimnasio, entre otros.
Fuente: INEGI. Encuesta Origen - Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017.

6. Otras Bases de Datos. Descripción. Encuesta Origen Destino de Hogares de la ZMVM 2017 (EOD ZMVM 2017).

Población viajera por tipo y modos de transporte

Población de 6 años y más que realizó viajes en un día entre semana, por tipo y modo de transporte utilizado en al menos uno de los tramos de su(s) viaje(s) según sexo

Tipo y modo de transporte	Total		Sexo			
	Millones de personas ¹	%	Mujeres	%	Hombres	%
Zona metropolitana del Valle de México	15.62		7.91		7.72	
Transporte público²	7.96	50.9	3.95	49.9	4.01	52.0
Colectivo	6.09	76.6	2.96	75.1	3.13	78.0
Taxi (calle, sitio o aplicación)	1.07	13.4	0.68	17.3	0.39	9.7
Metro	2.39	30.0	1.01	25.5	1.38	34.4
Metrobús o Mexibús	0.62	7.8	0.30	7.5	0.32	8.0
Otro transporte público	1.20	15.1	0.58	14.7	0.62	15.5
Transporte privado³	3.48	22.3	1.44	18.2	2.04	26.4
Automóvil	3.15	90.5	1.32	91.6	1.83	89.8
Motocicleta	0.18	5.1	0.04	3.0	0.13	6.5
Transporte escolar	0.16	4.5	0.08	5.6	0.08	3.7
Transporte personal	0.02	0.6	0.01	0.7	0.01	0.6
Caminar en la calle	10.30	65.9	5.65	71.4	4.65	60.3
Bicicleta ⁴	0.34	2.2	0.09	1.1	0.26	3.3
Otro ⁵	0.02	0.2	0.01	0.1	0.02	0.2

¹ La suma por modo de transporte utilizado, puede ser mayor que su total correspondiente, debido a que una persona puede emplear más de un modo de transporte.

² El porcentaje de los transportes se obtiene con respecto al total de transporte público.

³ El porcentaje de los transportes se obtiene con respecto al total de transporte privado.

⁴ Debido a la forma en que se captó la bicicleta, no es posible distinguir si es transporte público o privado.

⁵ En la categoría "Otro" se incluye trajinera y lancha, entre otros.

Viajes y modo de transporte

i De los **34.56** millones de viajes un día entre semana en la ZMVM, **11.15** son exclusivamente caminando, eliminando este tipo de viajes, se tienen **23.41** millones de viajes. En el 2007 el monto de viajes, bajo esta última situación, fue de **21.9** millones.

Viajes realizados en un día entre semana por la población de 6 años y más, por tipo y modo de transporte utilizado en al menos uno de sus tramos, según área geográfica de origen del viaje

Modo de transporte	Millones de viajes		
	ZMVM ¹	Ciudad de México	Municipios Conurbados del Estado de México y Tizayuca
Total	34.56	17.30	17.09
Transporte público	15.57	8.62	6.88
Transporte privado	7.29	4.06	3.17
Bicicleta	0.72	0.24	0.48
Exclusivamente caminando ²	11.15	4.50	6.62
Otro modo de transporte ³	0.04	0.02	0.02

¹ La suma por área geográfica puede ser menor que el total, debido a que se excluyen 154 mil viajes con origen no especificado.

² Incluye todos los viajes que se realizan caminando sin haber usado algún medio de transporte e independientemente de su duración. Cabe aclarar que aquellos tramos caminando que duran menos de 10 minutos y que se efectúan con otros medios de transporte, son considerados como "cambios de modo", es decir, caminatas con el fin de pasar de un medio de transporte a otro.

³ Incluye trajinera, lancha, patineta, entre otros.

Fuente: INEGI. Encuesta Origen - Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017.

Fuente: Encuesta Origen – Destino de Hogares de la ZMVM 2017

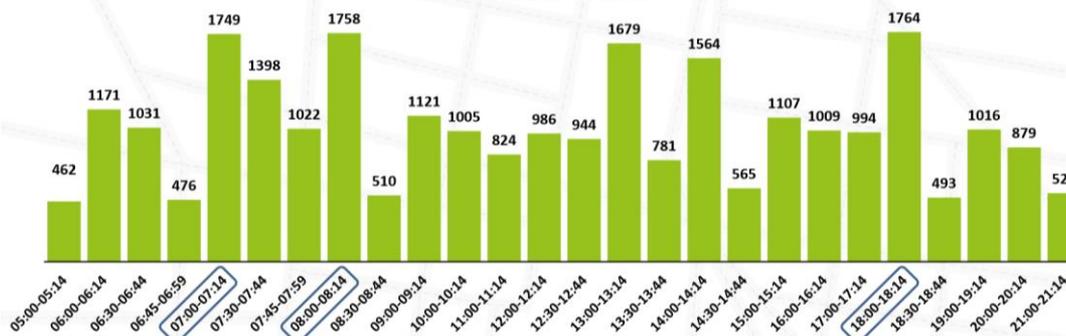
6. Otras Bases de Datos. Descripción. Encuesta Origen Destino de Hogares de la ZMVM 2017 (EOD ZMVM 2017).

RESULTADOS PRINCIPALES EOD ZMVM 2017

Hora de inicio de los viajes

Según la hora de inicio del viaje en cortes de 15 minutos, se seleccionaron los rangos de horarios con mayor volumen de viajes¹, destacando que más de 4 millones de viajes se inician entre 7:00 y 7:59 a.m.

Número de viajes realizados un día entre semana por la población de 6 años y más según hora inicio del viaje¹ (Miles)



¹ Se seleccionaron aquellos cortes de horario con 400 mil o más viajes para representarlos en la gráfica.
Fuente: INEGI. Encuesta Origen - Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017.

Tiempo promedio según propósito del viaje, 2007 - 2017

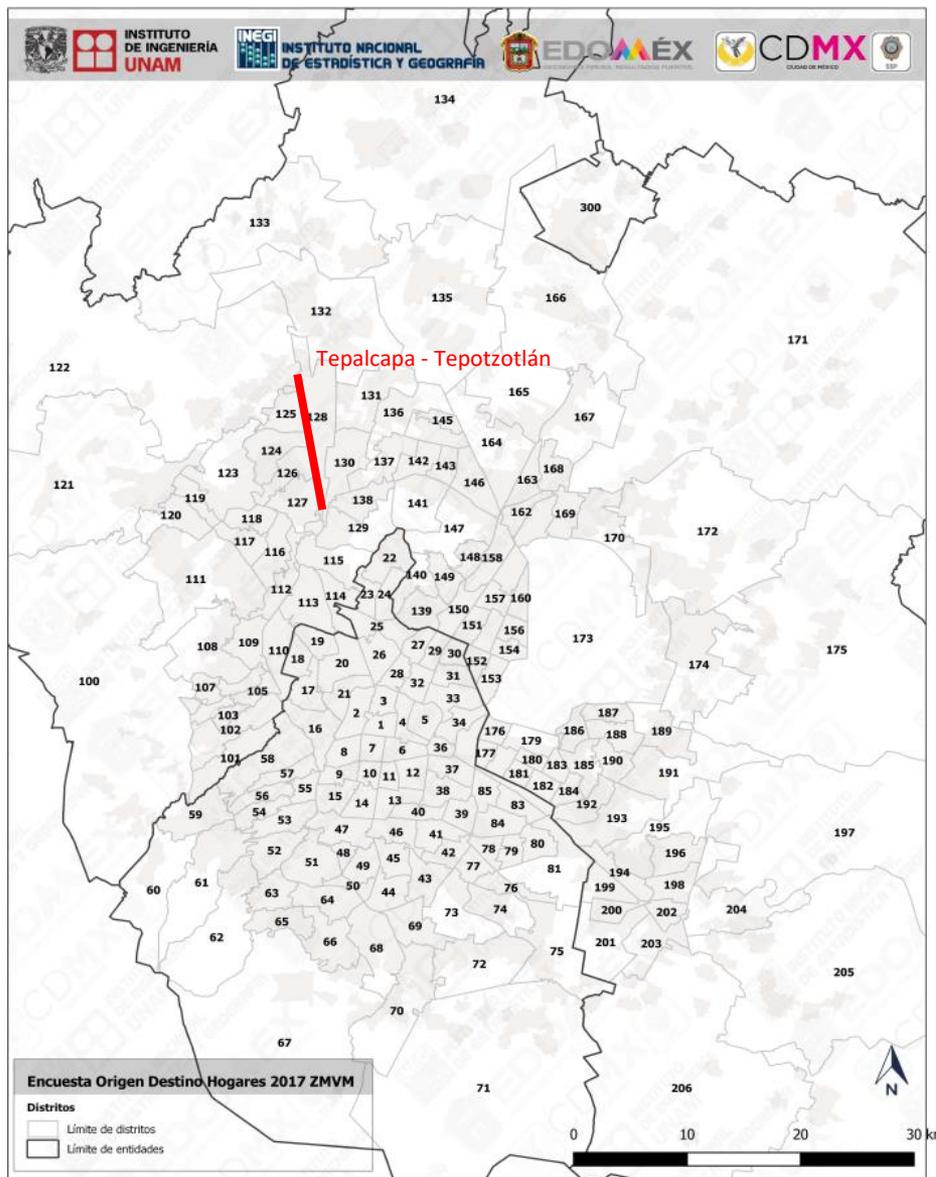
Se aprecia una ligera tendencia a incrementarse los tiempos de traslado por motivo de trabajo y estudio, al comparar los datos del 2017 con su antecesora del 2007.

Tiempo promedio por propósito del viaje, 2007 y 2017¹

Propósito del viaje	Promedio (minutos)	
	EOD 2007	EOD 2017
Total	53	56
Regresar al hogar	57	58
Trabajo	59	63
Estudio	42	46
Otro propósito	42	42

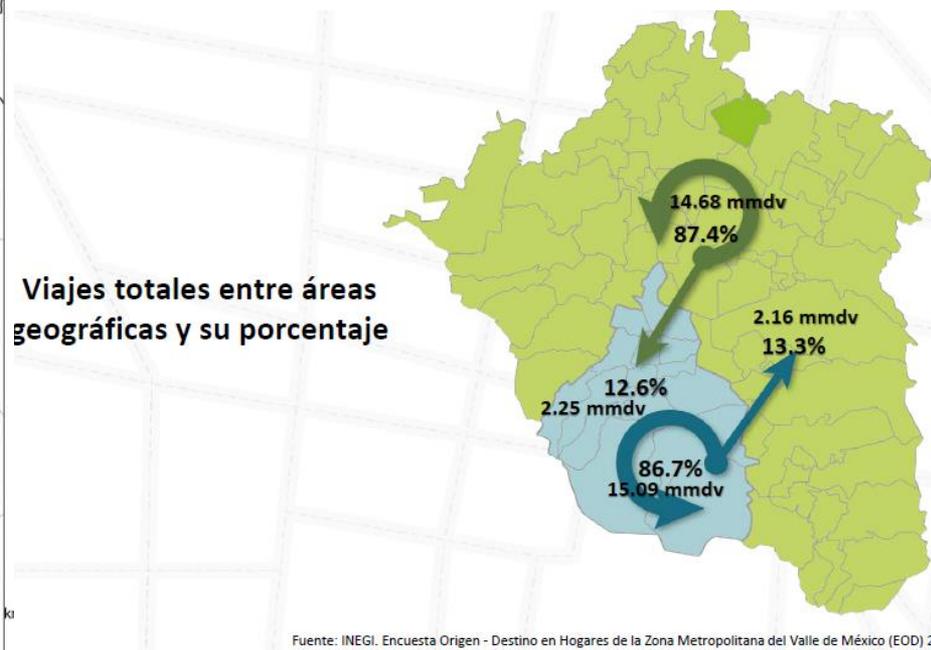
¹ Con la finalidad de que sean comparables las encuestas, para la EOD 2017 se excluyen los viajes de modo exclusivamente caminando.
Fuente: Encuesta Origen - Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2007.
INEGI. Encuesta Origen - Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017.

6. Otras Bases de Datos. Descripción. Encuesta Origen Destino de Hogares de la ZMVM 2017 (EOD ZMVM 2017).



ZONIFICACIÓN EOD ZMVM 2017

El número total de zonas de la EOD de la ZMVM 2017 asciende a 194 de las cuales 88 corresponden a Ciudad de México y el resto a los municipios Conurbados.



7. Construcción del Modelo. Descripción.

- **Zonificación.** Permite identificar de forma adecuada los posibles orígenes y destinos de los desplazamientos. Será más detallada en el entorno inmediato del Corredor previsto para cada uno de los proyectos. La Zonificación BASE del ámbito del Modelo será la utilizada en las Encuestas Origen-Destino del año 2017. **Esta Zonificación se ha revisado** en el entorno inmediato del proyecto incorporando diversos conectores que representan las diferentes actividades del entorno.
- **Redes.** Se incorporarán al Modelo las redes de transporte (carreteras) de forma que se modele adecuadamente la oferta actual de transporte y la futura. Es muy importante destacar que en **estas redes se han detallado en el entorno de los proyectos** en estudio, incorporando con especial detalle los movimientos posibles en cada entronque.
- **Estratificación de la demanda.** Se ha estratificado la demanda según tipo de vehículo y para diferenciar el diferente comportamiento de los usuarios ante una vía de peaje (propósito y nivel de renta).
- **Períodos simulados.** En principio se establecen diferentes **períodos horarios** homogéneos que se representan de forma singular en el Modelo. Se han utilizado los siguientes periodos:

Día Laborable

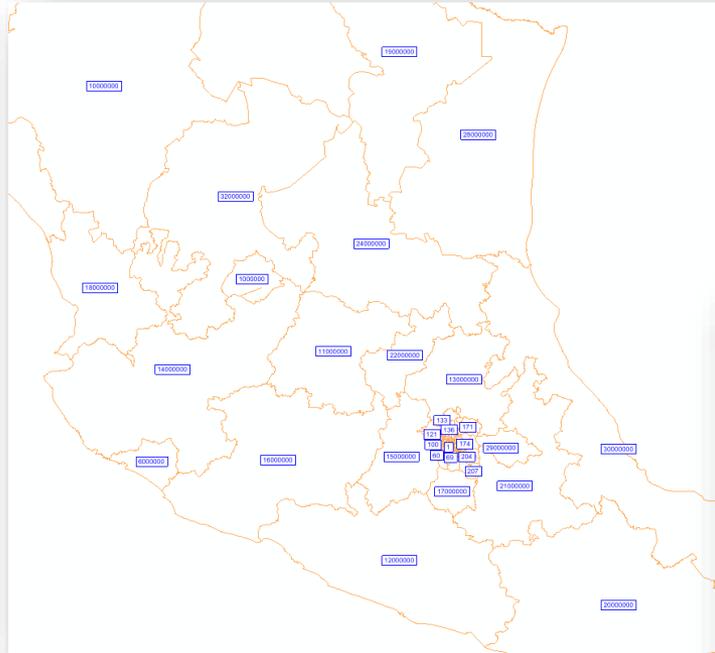
- Hora Punta de Mañana (HPM)
- Hora Valle (HV)
- Hora Punta de Tarde (HPT)

Día Fin de Semana

- El Fin de semana se construye a partir de la hora promedio en día laborable multiplicada por un factor horario que reproduce el tráfico en Fin de semana. El factor que se ha considerado es de 15 horas obtenido de los datos observados en la campaña de aforos realizada.
- **Matrices.** Se han construido unas matrices partiendo de los datos obtenidos de la EOD del año 2017 para la ZMVM. Esta matriz combinada se ha ajustado para reproducir los datos observados.

7. Construcción del Modelo: Zonas.

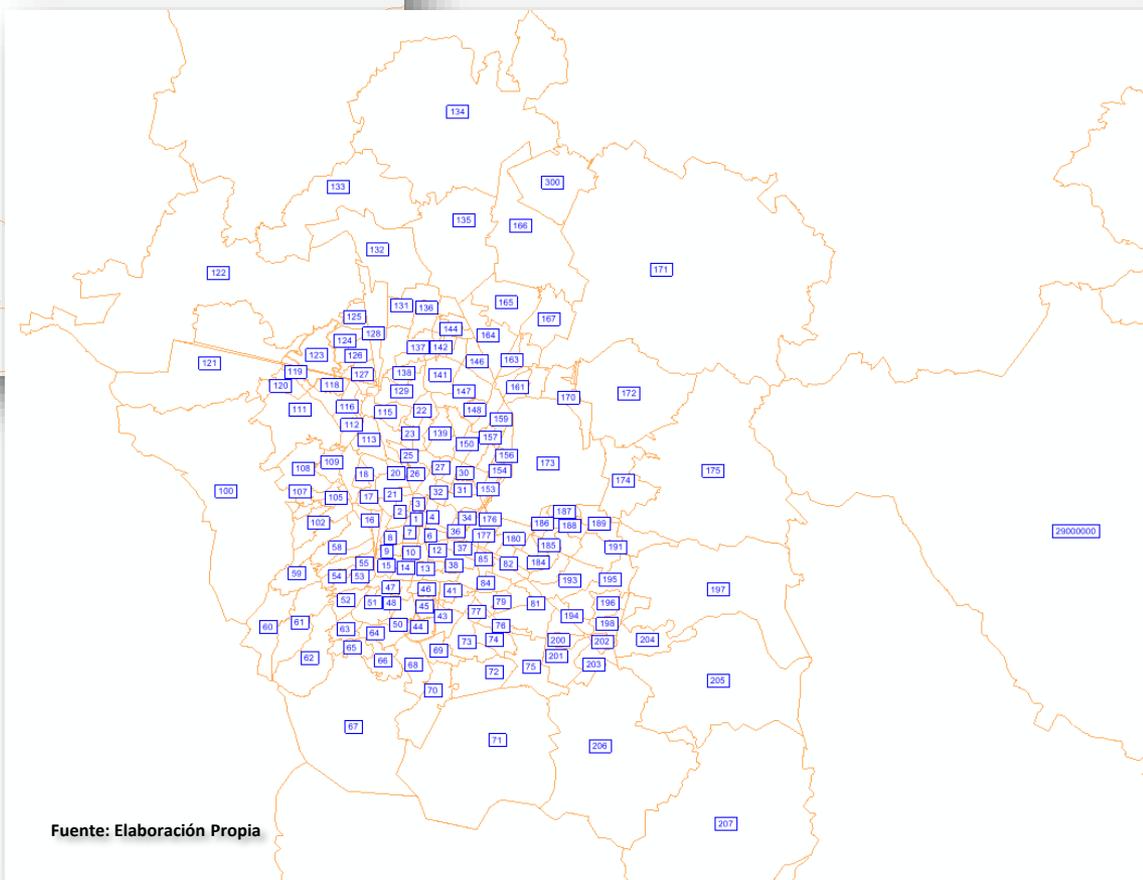
Zonificación General del Modelo



Se parte de la zonificación adoptada en la Encuesta Origen Destino ZMVM 2017. Se han añadido zonas externas que representan el resto del ámbito no contemplado en la encuesta y se ha revisado la zonificación en el entorno inmediato del corredor.

Se ha zonificado el ámbito del Modelo en tres Niveles:

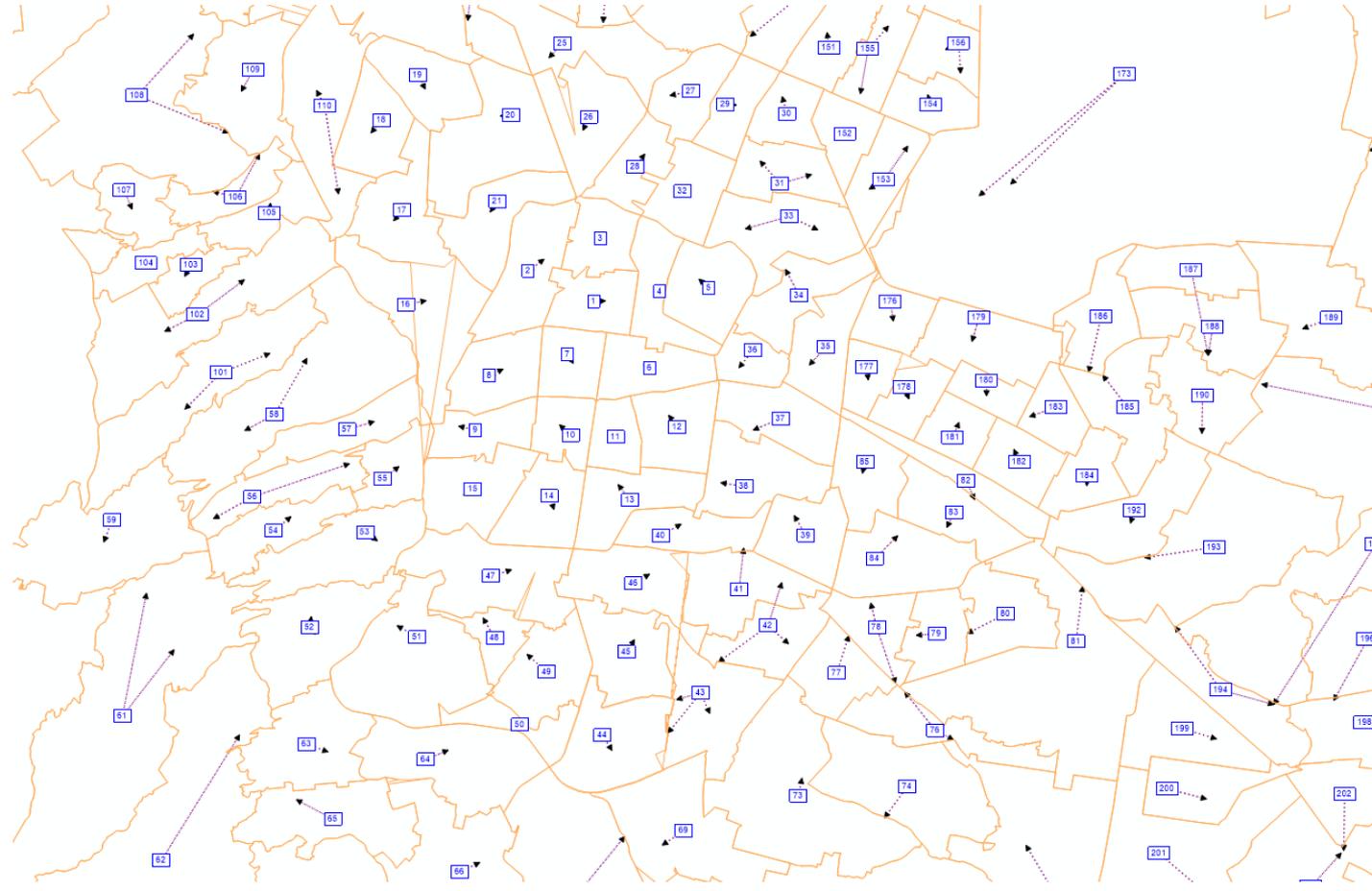
- Nivel Detallado, en el Entorno inmediato del Proyecto (30 zonas)
- Nivel Medio, para el resto del Valle de México (164 zonas)
- Nivel Agregado, para las Zonas Externas (33 zonas)



Fuente: Elaboración Propia

7. Construcción del Modelo: Zonas.

Detalle Zonificación en Entorno del Proyecto



Fuente: Elaboración Propia

Cada zona definida en el modelo está asociada a un centroide, que se une a la red a través de estos conectores. Estos conectores están representados en el mapa de zonas que se muestra en esta página. Hay zonas que están conectadas a la red a través de un único conector, mientras que otras zonas se conectan a la red empleando varios conectores (sub zonas).

7. Construcción del Modelo: Redes.

Las redes incorporadas al modelo están constituidas por los siguientes elementos:

- **Nodos:** Son objetos que definen las intersecciones de los arcos de la red. Los arcos comienzan y acaban en un nodo.
- **Arcos:** Conectan los nodos y por tanto representan la infraestructura viaria. Son direccionales.
- **Relaciones de giro:** Se vinculan a cada nodo e indican los movimientos de giro permitidos en una intersección determinada.
- **Conectores:** Conectan los centroides zonales con los arcos de la red.

Todos estos objetos contienen una relación de atributos que recogen las características funcionales más importantes de los mismos, necesarias para el proceso de asignación de tráfico a la red.

- Solo se ha definido un tipo de nodo
- Arcos

Se han considerado diferentes tipos de arcos en la red que incorporan las características en cuanto a velocidad, capacidad y costo de la red de carreteras.

Para la red viaria, se han definido diferentes tipos de arco según la funcionalidad de las carreteras de la siguiente manera:

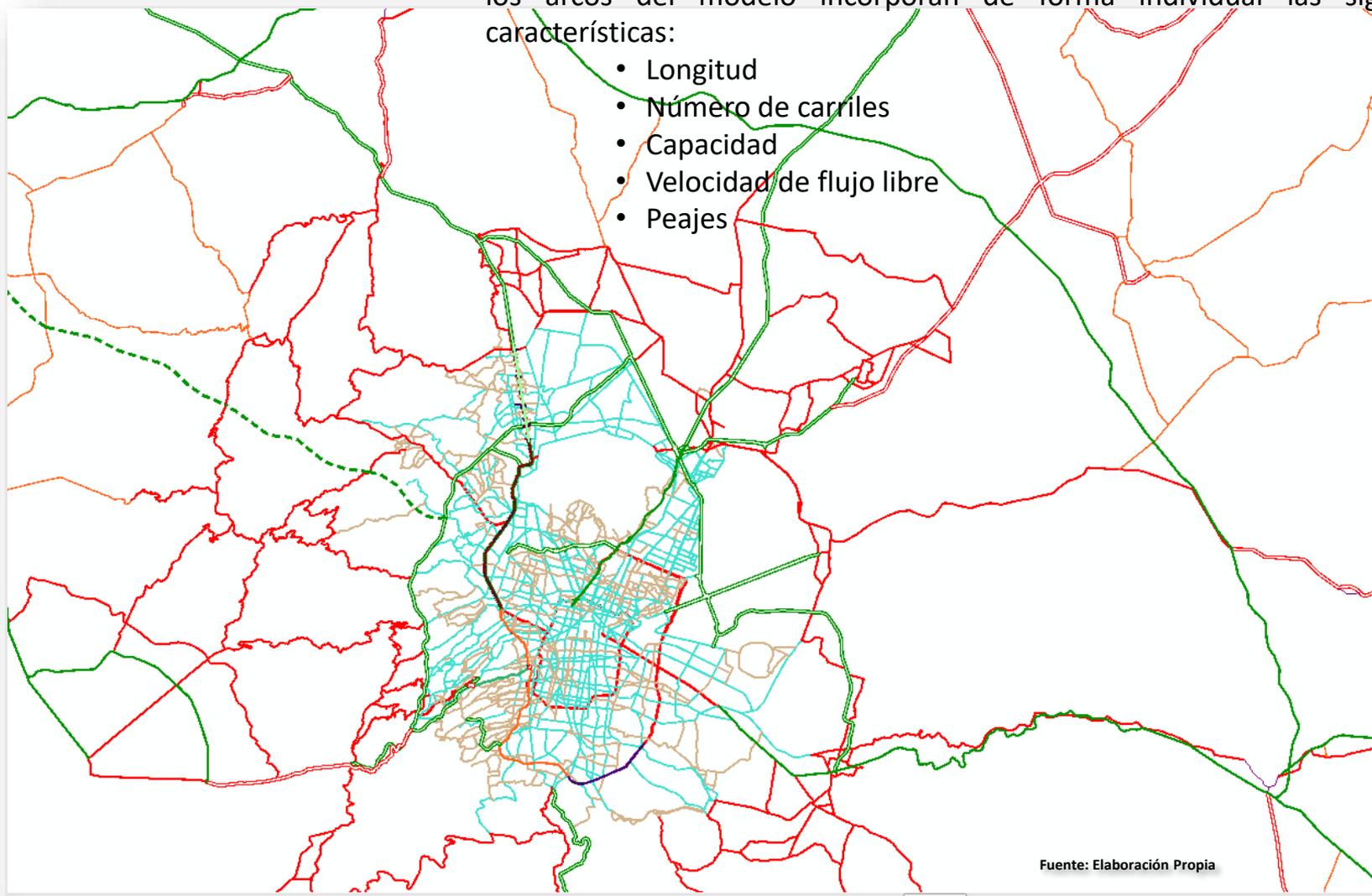
- Autopistas de cuota
- Autopistas libres
- Red de carreteras rurales bidireccionales
- Vialidad Urbana Arterial
- Vialidad Urbana Secundaria

7. Construcción del Modelo: Redes.

RED GENERAL DEL MODELO

Independientemente de las características generales de cada tipo de arco, los arcos del modelo incorporan de forma individual las siguientes características:

- Longitud
- Número de carriles
- Capacidad
- Velocidad de flujo libre
- Peajes



Fuente: Elaboración Propia

7. Construcción del Modelo: Redes.

RED EN EL ENTORNO DEL PROYECTO

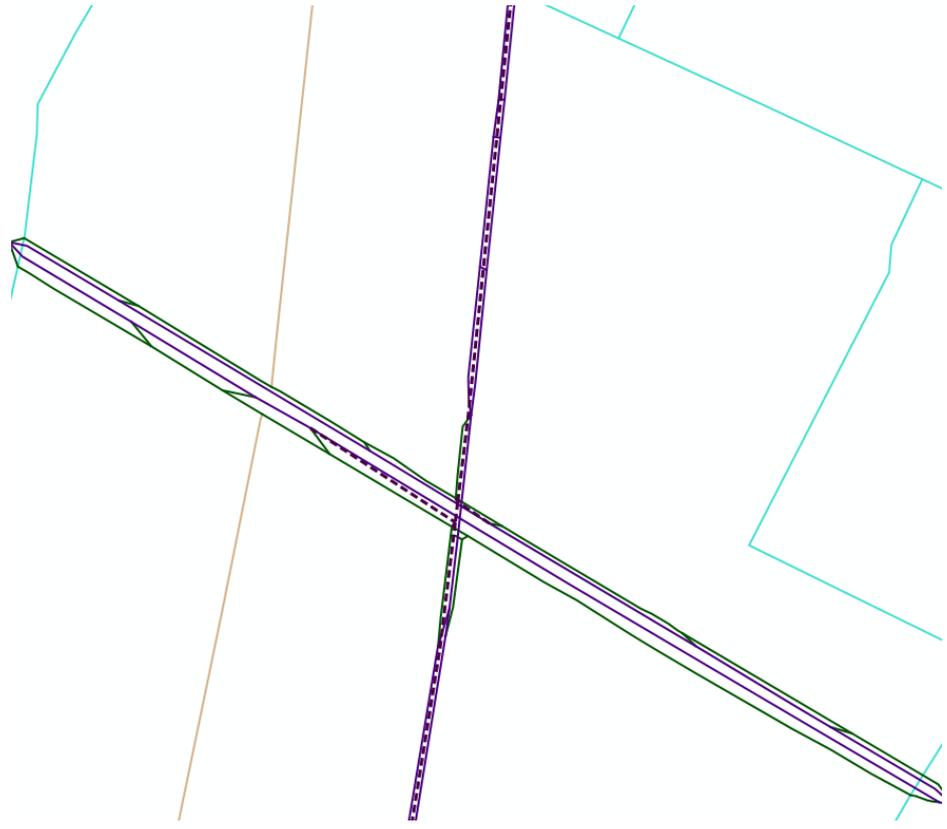


Para el cálculo de los tiempos de viaje en la red viaria congestionada se utilizan funciones de restricción de capacidad (BPR-2), que vincula la caída de velocidad, en relación a la de flujo libre, con la saturación (Flujo/Capacidad).

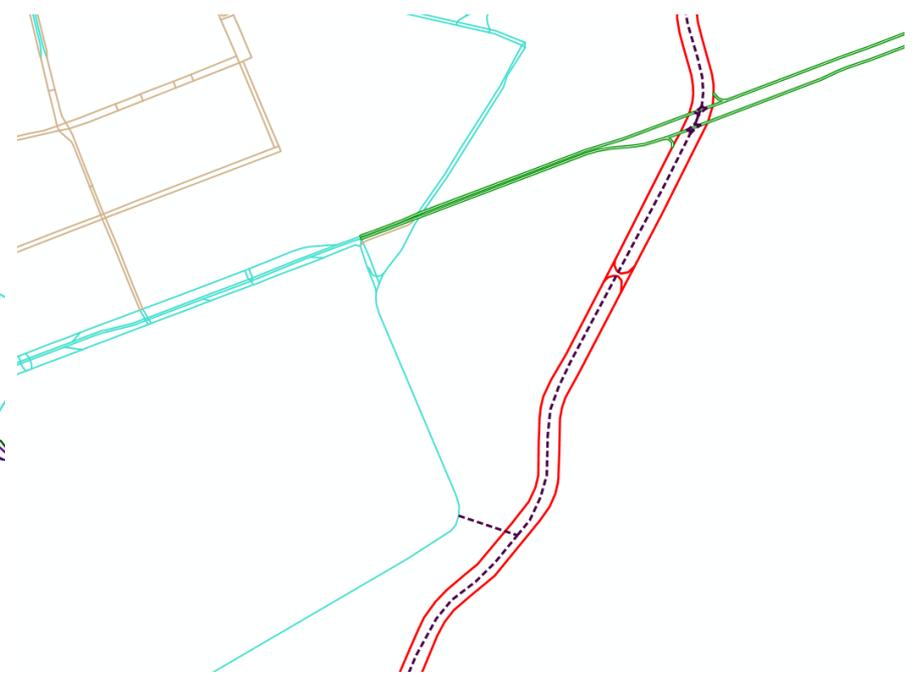
Fuente: Elaboración Propia

7. Construcción del Modelo: Redes.

DETALLE DE ENTRONQUE (Ignacio Zaragoza)



DETALLE DE ENTRONQUE (Peñón-Texcoco y Vía Tapo)



En cada uno de los nodos incorporados al modelo se han definido las relaciones de giro que están permitidas y aquellas prohibiciones de giro que existen en la red de carreteras modelada.

Fuente: Elaboración Propia

7. Construcción del Modelo: Segmentos de Demanda (Flujos).

La demanda se ha estratificado según tipo de vehículo, nivel socioeconómico y tipo de movilidad:

- Vehículos ligeros:

Se han definido seis tipos de segmentos de demanda (flujos) en función de la tipología de hogar descrito en la Encuesta Origen – Destino ZMVM 2017 y el tipo de desplazamiento que se realiza.

- Grupo Socioeconómico Alto (GSE Alto):
 - Movilidad Obligada
 - Movilidad No Obligada
- Grupo Socioeconómico Medio (GSE Medio):
 - Movilidad Obligada
 - Movilidad No Obligada
- Grupo Socioeconómico Bajo (GSE Bajo):
 - Movilidad Obligada
 - Movilidad No Obligada

- Vehículos pesados:

Se ha definido un tipo de vehículo pesado que incluye tanto autobuses como vehículos de carga.

7. Construcción del Modelo: Procedimiento de Asignación.

Los métodos utilizados para modelar el comportamiento de los viajes se basan en algoritmos de búsqueda que determinan rutas o conexiones entre un origen y un destino. Una vez determinadas estas rutas, los viajes de una relación origen/destino son distribuidos entre las anteriores. Esta combinación de búsqueda y distribución de viajes es lo que se conoce con el nombre de "Asignación".

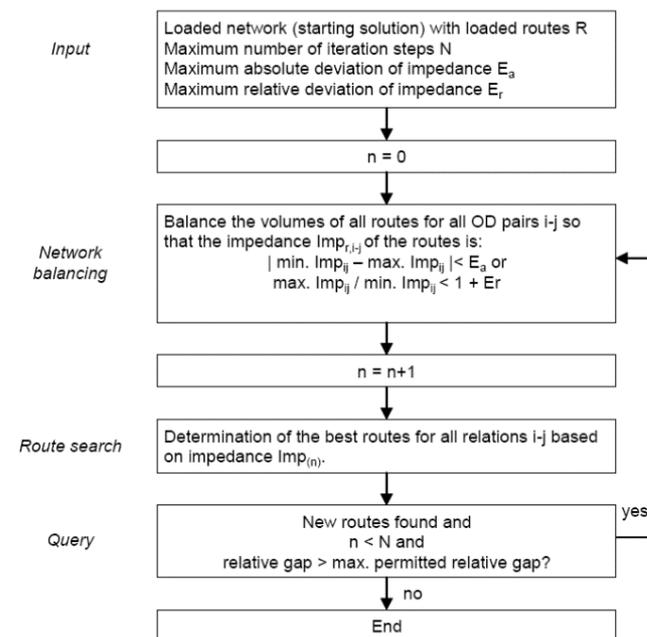
En el software VISUM se pueden aplicar distintos métodos de asignación. En concreto el modelo VISUM diseñado para el estudio ha utilizado un método de asignación mixto estocástico/determinístico.

Este procedimiento de asignación estocástica se basa en el hecho de que el valor del tiempo es una variable aleatoria con una distribución determinada.

En el caso que nos ocupa, el valor del tiempo se considera que sigue una distribución Normal, con una media "m" y una desviación estándar "s" que se calcula para cada una de los tipos de vehículos considerados utilizando los datos obtenidos en las encuestas de preferencias declaradas.

Obtenida esta distribución para cada uno de los segmentos de demanda se procede para cada uno de estos segmentos de demanda a "dividir" la demanda en "slices" de igual probabilidad. Cada una de estas "slices" tendrá su propio valor del tiempo.

Procedimiento de Equilibrio de Wardrop



Fuente: VISUM

Los diferentes estratos de demanda considerados se asignan en el Modelo mediante un procedimiento de equilibrio simultáneo. El procedimiento de asignación en equilibrio sigue el principio de equilibrio de Wardrop: bajo condiciones de equilibrio, el tráfico se distribuye en la red de tal forma que todas las rutas usadas entre un par O-D tienen el mismo costo (impedancia) y cualquier otra ruta no usada tiene costo mayor.

7. Construcción del Modelo: Funciones de Impedancia.

La Función de Impedancia cuantifica la percepción de costes por parte de los conductores. Incorpora varios elementos:

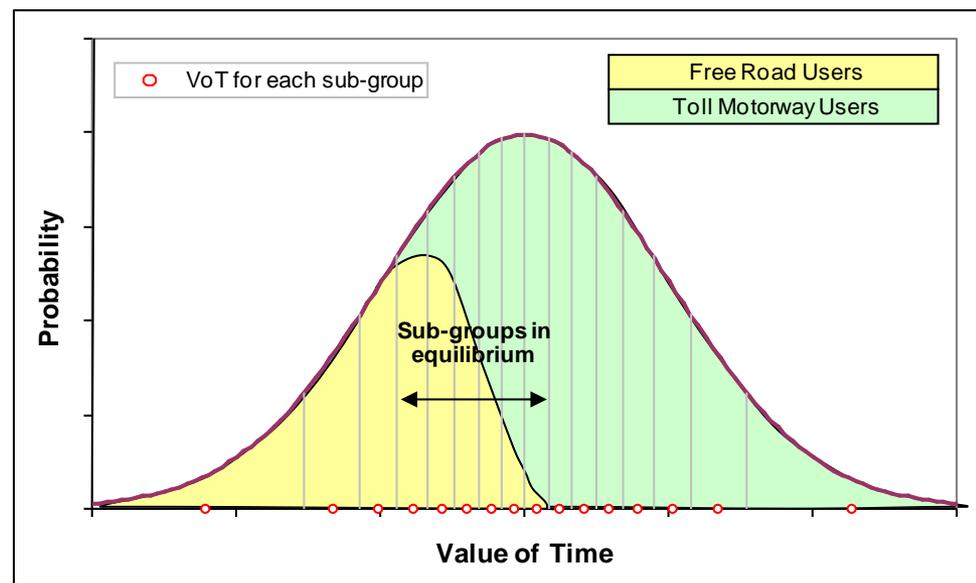
- El término Asociado al Tiempo, incorpora la monetarización de los tiempos de viaje, a partir del “Valor del Tiempo”.

La desviación típica se usa para obtener la distribución de probabilidad de los valores del tiempo, y obtener el valor representativo del valor del tiempo de cada uno de los 5 intervalos en los que se dividen los segmentos de demanda descritos previamente.

En total se asignan en equilibrio al Modelo 30 segmentos de demanda para vehículos ligeros y 15 para vehículos pesados.

- Los peajes se incorporan directamente, siempre CON IVA y corresponden al año 2019.
- El término del “Bonus de Autopista” incorpora las ventajas de las Autopistas, en cuanto a comodidad, seguridad o fiabilidad que los usuarios perciben, en relación a las vías libres alternativas, y que son adicionales a los Ahorros de tiempo. Este término se expresa como una reducción del peaje en el proyecto.

$$\text{Imp} = \text{VoT} * \text{Tiempo} + \text{Peaje} + \text{Bonus}$$



Fuente: Elaboración Propia

El Bonus Autopista que se ha incluido en esta concesión supone aproximadamente entre una bonificación entre un 20%-30% del valor del peaje para los vehículos ligeros y de un 30% del valor del peaje para los vehículos pesados.

La incorporación del Bonus Autopista es importante y su uso en los estudios de concesiones viarias es habitual.

7. Construcción del Modelo: Valores del Tiempo.

A partir de los resultados de los Escenarios planteados en encuestas de Preferencias Declaradas, se obtienen los Valores del Tiempo (VoT) asociados a los segmentos de demanda descritos para los vehículos ligeros. También se obtienen la dispersión asociada a cada VoT.

Los valores del tiempo obtenidos directamente de las PD's se ajustan ligeramente para reproducir distribuciones Libre vs Cuota Observadas.

Se han incorporado al modelo 30 valores del tiempo para los vehículos ligeros correspondientes a los cinco segmentos del valor del tiempo en los que se ha dividido cada segmento de demanda.

El segmento 5 de cada flujo muestra un valor del tiempo alto, para representar la cautividad observada en las vías de cuota.

Los VoT para los vehículos pesados, se han obtenido a partir de campañas de campo de PD's realizadas en el entorno del tramo Tepalcapa - Tepetzotlán y que forman parte de la Base de Datos del equipo consultor.

Los rangos que presentan son los habituales para este tipo de vehículos en México.

Escenarios de PD's (vehículos ligeros)

TIPO DE VEHICULO			Tiempo de ahorro (Min)	T-1 (\$)	T-2 (\$)	T-3 (\$)
AUTOS		A1	15	60	45	10
		A2	30	100	80	35
		A3	45	100	90	75

*A1,A2,A3 y T-1, T2, T-3 representan los códigos de los Cuestionarios de PD

VoT según Segmento de Demanda vehículos ligeros - Modelo

	Movilidad Obligada			Movilidad No Obligada		
	GSE Alto	GSE Medio	GSE Bajo	GSE Alto	GSE Medio	GSE Bajo
S-1	2.28236	1.48236	1.09530	2.45503	1.57503	1.20534
S-2	3.04414	2.04414	1.34414	3.28939	2.18939	1.48939
S-3	3.40000	2.40000	1.70000	3.70000	2.60000	1.90000
S-4	3.75586	2.75586	2.05586	4.11061	3.01061	2.31061
S-5	10.00000	8.00000	6.00000	10.00000	8.00000	6.00000

* Grupo Socio Económico (GSE)

* Movilidad Obligada (Trabajo y Estudio) Movilidad no Obligada (resto de propósitos)

* S-1, S-2..... Slices

Participación Segmento de Demanda en Matriz Total

	Movilidad Obligada			Movilidad No Obligada		
	GSE Alto	GSE Medio	GSE Bajo	GSE Alto	GSE Medio	GSE Bajo
%	18.4%	18.3%	18.1%	12.1%	14.9%	18.3%

VoT según Segmento de Demanda vehículos pesados - Modelo

	Pesados		
	Unitarios	Articulados 1	Articulados 2
S-1	1.79005	3.05341	4.89101
S-2	2.67877	4.40503	5.79553
S-3	3.50000	5.50000	7.00000
S-4	4.32123	6.59497	8.20447
S-5	10.00000	15.00000	20.00000

* S-1, S-2..... Slices

Fuente: Elaboración Propia

7. Construcción del Modelo: Bonus Autopista.

El Bonus se ha incorporado como una bonificación al peaje en las carreteras de cuota. La bonificación supone una reducción porcentual del peaje aplicado.

En la mayor parte de las autopistas de cuota de México cuando se pregunta a los conductores sobre la cuantía del peaje gran parte de los mismos lo desconoce y más aún cuando se emplean métodos de pago electrónicos, en los que no se realiza parada alguna para abonar el peaje.

En el caso de los vehículos pesados, las decisiones de utilizar o no vías de cuota, no están habitualmente en manos de los conductores, ni tan siquiera del empresario transportista, sino que es el propietario de la carga el que determina las rutas que debe seguir su mercancía. La mayor parte de los propietarios de carga seleccionan las vías de cuota para trasportar sus bienes.

En cuanto a la bonificación del peaje que se ha incorporado, éste se ha calculado para reproducir los repartos libre cuota observados en unas secciones de la red del ámbito de análisis (VEB y AUN).

Es importante destacar que en los análisis de Preferencias Reveladas realizados en México, se muestra de forma habitual, que con tan sólo los valores del tiempo obtenidos en las Preferencias Declaradas no se consigue reproducir los repartos libre-cuota realmente observados. Siendo necesaria la incorporación del Bonus, para reproducir correctamente estos repartos.

Secciones control (SC) Viaducto Elevado Bicentenario y Autopista Urbana Norte (VEB y AUN)



Fuente: Elaboración Propia

Reparto Libre – Cuota SC VAE y AUN

Bonus vehículos ligeros

	Bonus (% peaje)	
	O	N O
CA	30	30
CM	25	25
CB	20	20

Fuente: Elaboración Propia

Periodo	Sentido	Observado		Modelado	
		Libre	Cuota	Libre	Cuota
HPM	(N-S)	75	25	77	23
HV	(N-S)	85	15	86	14
HV	(S-N)	81	19	83	17
HPT	(S-N)	74	26	80	20

* Hora punta mañana (HPM), Hora Valle (HV) y Hora punta tarde (HPT)

* (N-S) Norte – Sur y (S-N) Sur-Norte

7. Construcción del Modelo: Matrices.

Construcción Matrices Origen-Destino.

MATRIZ INICIAL

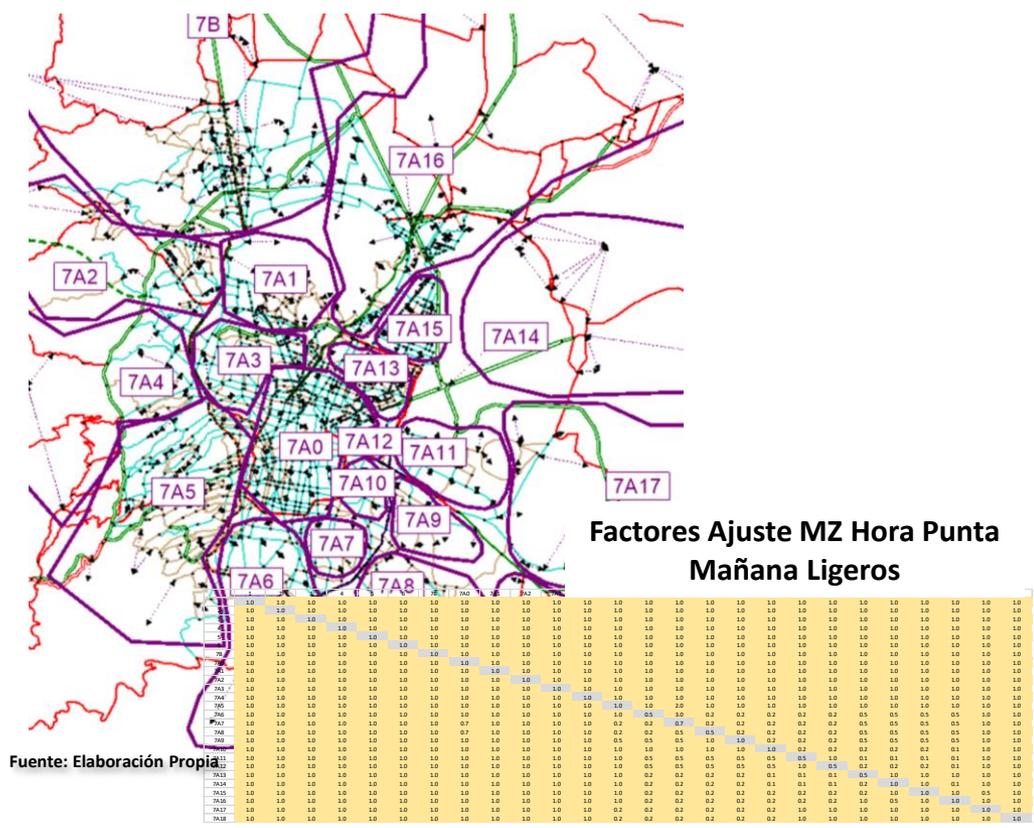
- Vehículos ligeros: Se parte de la Matriz Origen Destino de la EOD ZMVM 2017 para construir las matrices de Hora Punta de Mañana, Hora punta de Tarde y Hora Valle en día Laborable. Se procesa la matriz 2017 de acuerdo a las zonas y a los segmentos de demanda establecidos en el modelo para vehículos ligeros.
- Vehículos pesados: Se parte de la Matriz Origen Destino de la EOD ZMVM 2017 construida para vehículos ligeros en HPM, HV y HPT y se asume un porcentaje (5%) de vehículos pesados.

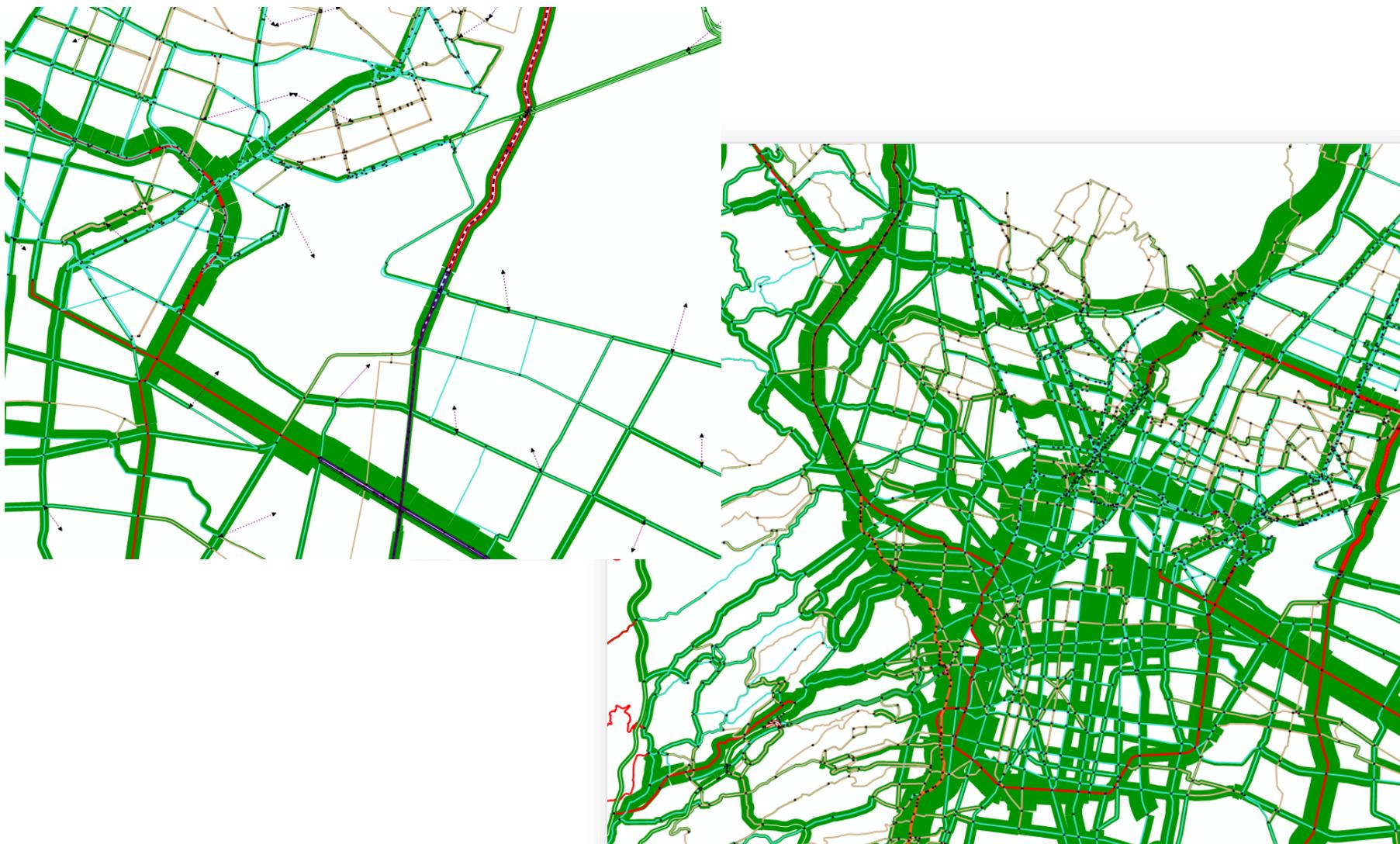
MATRIZ AJUSTADA

- Se cargan las matrices combinadas iniciales al Modelo de transporte y se ajustan de tal forma que se reproduzcan los tráficos promedio por periodo medidos en la campaña de campo de aforos.
- Para realizar este ajuste no se ha utilizado ningún algoritmo de ajuste de matrices. Se ha realizado manualmente ajustando flujos entre 26 macrozonas (MZ), aplicando factores correctores por par O/D.
- Estos factores calculados para HPM, HPT y HV permiten reproducir los aforos manuales observados para estos periodos en día Laborable.

MATRIZ FINAL

- La aplicación de estos factores calculados para cada uno de los segmentos de demanda definidos y para cada periodo de simulación constituyen las Matrices de Calibración Finales del Modelo para el año 2017.

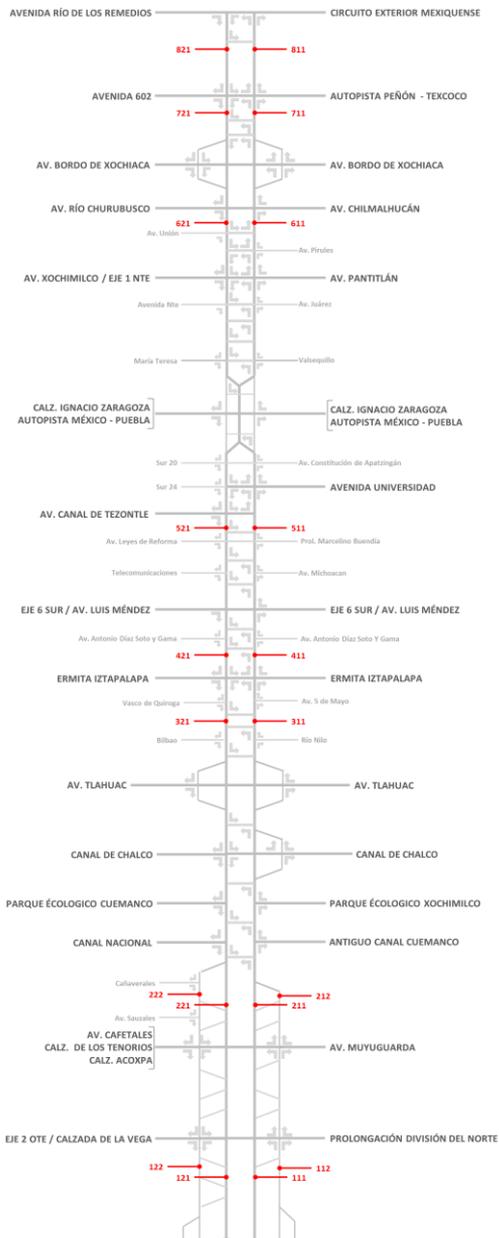


7. Construcción del Modelo: Calibración/Validación (2017).**Asignación de flujos a la red en Hora Punta de la Mañana**

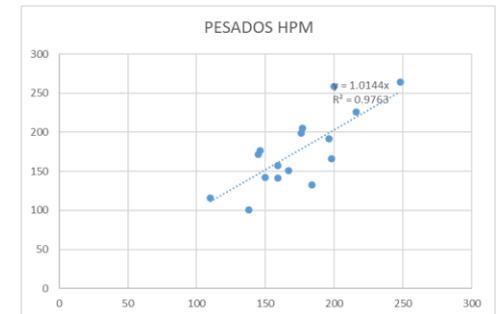
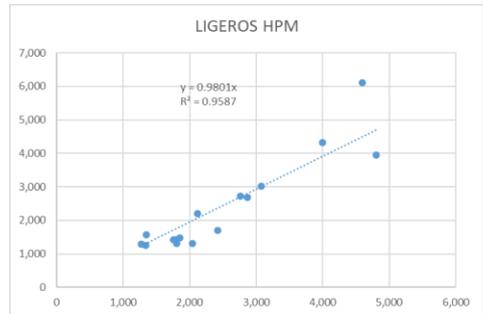
7. Construcción del Modelo: Calibración / Validación (2017).

Comparación Observados-Modelados en cada periodo horario para las siguientes secciones. Los tráficos se consideran por sentido en las comparaciones.

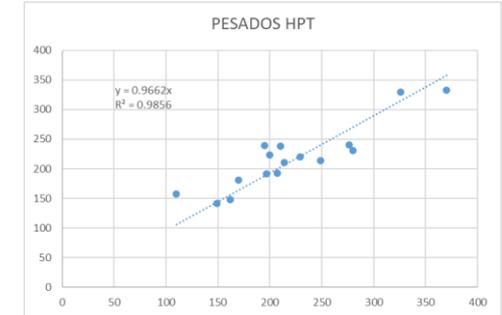
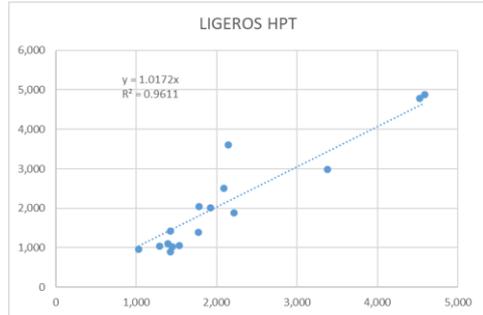
Validación Laborable



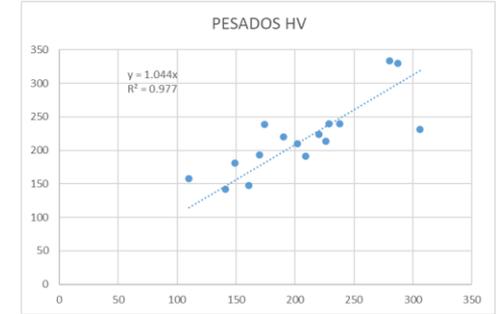
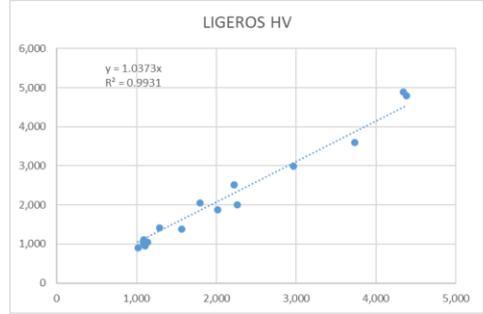
HPM



HPT



HV



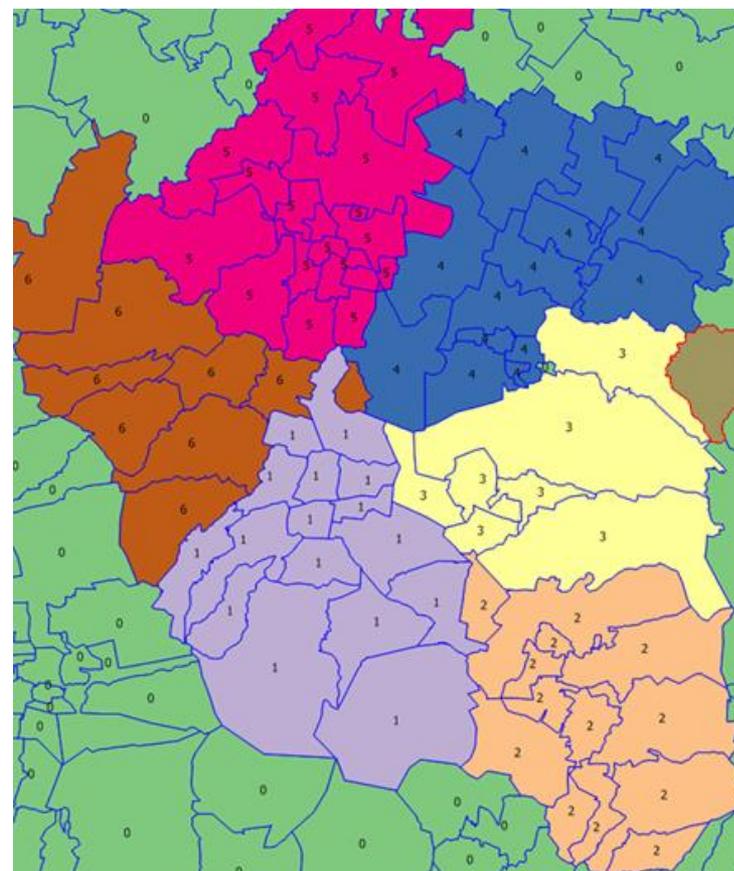
8. Modelo de Crecimiento.

Para estimar la evolución futura de los tráficos internos de Ciudad de México (ámbito de la EODZMVM 2017), se ha construido un modelo de crecimiento siguiendo las siguientes etapas:

- Se parte de los vectores de generación-Atracción de la EOD ZMVM 2017.
- Se buscan correlaciones entre los vectores generados y atraídos y variables socioeconómicas explicativas de la movilidad como la población, los empleos, los vehículos, etc.
- Se elijen los modelos que mejor “expliquen” la generación y atracción de los desplazamientos.
- Se proyectan las variables explicativas que intervengan en estos modelos
- Se aplican los modelos de regresión a estas proyecciones de las variables explicativas para obtener los crecimientos esperados de los tráficos.
- Los crecimientos obtenidos se aplican a las matrices en los diferentes escenarios temporales definidos y se obtienen los tráficos en cada horizonte temporal.

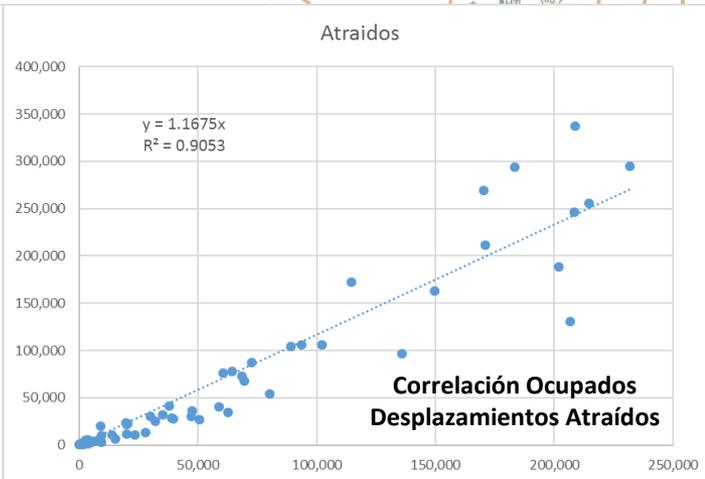
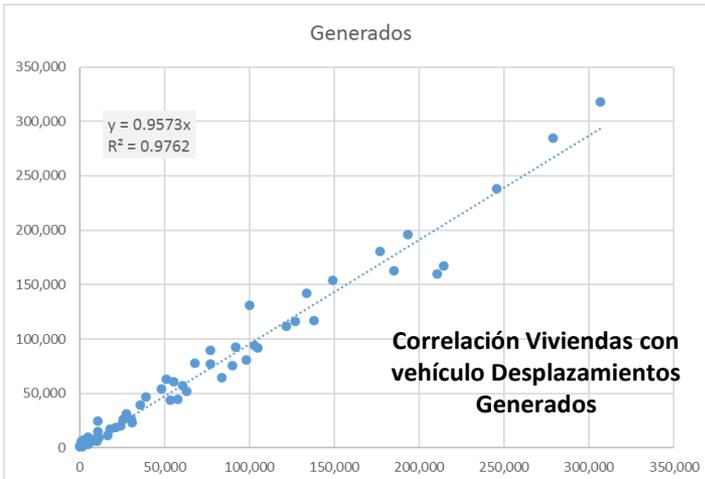
En la aplicación de este procedimiento por el equipo consultor se han agrupado las zonas de la EOD ZMVM 2017 en Macrozonas para definir los crecimientos.

Macro zonas consideradas Modelo de Crecimiento Internos

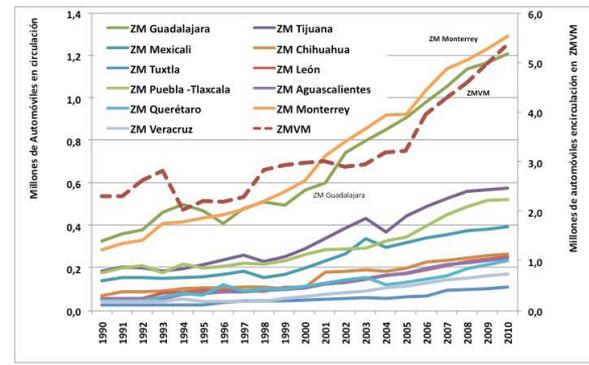


Fuente: Elaboración Propia

8. Modelo de Crecimiento. Relaciones internas.

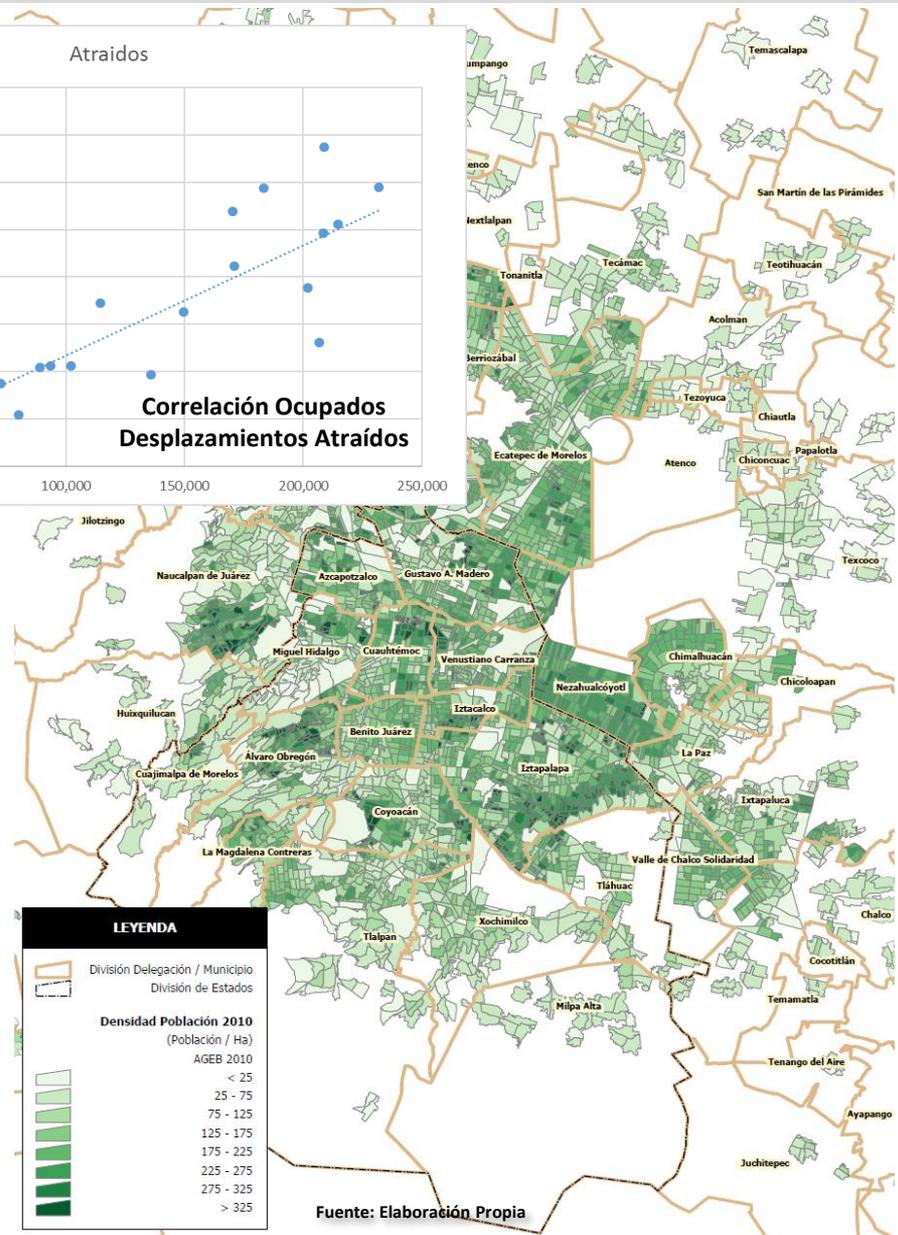


Parque Vehicular Zonas Metropolitanas México 1990-2010



Vectores de Generación y Atracción

- Variables explicativas Generación:
 - Viviendas
 - Motorización
- Variables Explicativas Atracción:
 - Empleos



8. Modelo de Crecimiento. Nuevo Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA).

Previsiones Tráfico AIFA.

El AIFA es un proyecto estratégico del Estado Mexicano clasificado como de Seguridad Nacional, que esta previsto que entre en operación en el periodo 2022-2023.

En el Plan Maestro de Desarrollo del Aeropuerto realizado por la empresa Aeroports de Paris Ingenierie (https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/510123/007_PLAN_MAESTRO_DE_DESARROLL_O.pdf), se estima que al año 2032, el AIFA tendría un tráfico anual de pasajeros de 19.46 millones, al 2042 en la fase 2 él tráfico sería de 43.2 millones y al 2052 un tráfico de 84.9 millones.

Plan Maestro
Documento base establecido por ley para la planeación del aeropuerto programando su desarrollo de manera rentable y escalable.

Movilidad
Para conocer los requerimientos de conexión del aeropuerto con los principales núcleos urbanos y los aeropuertos del SAM, las vías de comunicaciones y los medios de transporte necesarios para atender la nueva dinámica.

Aeronavegación
Análisis del espacio aéreo que permite la convivencia armónica del tránsito aéreo entre los aeropuertos que conforman el SAM y los demás aeropuertos de la red nacional.

PLANIFICACIÓN
DISEÑO
CONSTRUCCIÓN
PREPARACIÓN OPERACIONAL Y CERTIFICACIÓN (ORAT)

2018 2019 2020 2021 2022 2023



8. Modelo de Crecimiento. Nuevo Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA).

Para calcular el volumen de vehículos que generará AIFA, se dispone de una campaña de campo (aforos y encuestas) llevadas a cabo el mes de Mayo del 2017 en el actual Aeropuerto Internacional Benito Juárez (AICM).

Se han realizado aforos en los accesos a la Terminal 1 (T1) y en los accesos a la Terminal 2 (T2), y encuestas a los ocupantes de los vehículos que acceden a dichas terminales.

Entradas vehículos ligeros AICM – Mayo 2017

	T1	T2	Total
Lunes	54,869	35,368	90,237
Martes	51,174	34,887	86,061
Miércoles	52,849	33,776	86,625
Jueves	55,025	36,927	91,952
Viernes	59,189	40,449	99,638
Sábado	43,057	29,181	72,238
Domingo	42,933	28,583	71,516

Promedio	51,299	34,167	85,467
-----------------	---------------	---------------	---------------

Pasajeros Aeropuerto Internacional Benito Juárez (2017)

	Terminal 1					Terminal 2					Totales				
	Nacional		Internacional		Total	Nacional		Internacional		Total	Nacional		Internacional		Total
	Ilegadas	salidas	Ilegadas	salidas		Ilegadas	salidas	Ilegadas	salidas		Ilegadas	salidas	Ilegadas	salidas	
Ene	719,425	681,979	328,234	327,618	2,057,256	490,941	458,132	304,592	302,588	1,556,253	1,210,366	1,140,111	632,826	630,206	3,613,509
Feb	613,336	613,187	260,995	256,652	1,744,170	447,612	441,280	248,354	250,714	1,387,960	1,060,948	1,054,467	509,349	507,366	3,132,130
Mar	705,298	717,069	305,283	316,921	2,044,571	504,419	493,609	280,534	296,764	1,575,326	1,209,717	1,210,678	585,817	613,685	3,619,897
Abr	709,522	724,274	316,682	336,942	2,087,420	501,998	495,154	302,474	318,443	1,618,069	1,211,520	1,219,428	619,156	655,385	3,705,489
May	738,014	737,533	320,346	323,289	2,119,182	526,500	521,530	297,175	298,296	1,643,501	1,264,514	1,259,063	617,521	621,585	3,762,683
Jun	708,986	718,435	354,698	335,437	2,117,556	519,512	525,272	323,810	318,996	1,687,590	1,228,498	1,243,707	678,508	654,433	3,805,146
Jul	755,631	772,953	401,123	414,848	2,344,555	553,754	556,327	373,789	382,906	1,866,776	1,309,385	1,329,280	774,912	797,754	4,211,331
Ago	733,987	735,374	376,369	378,980	2,224,710	535,415	521,229	368,573	354,434	1,779,651	1,269,402	1,256,603	744,942	733,414	4,004,361
Sep	606,154	614,549	302,642	318,744	1,842,089	450,199	450,843	301,053	303,273	1,505,368	1,056,353	1,065,392	603,695	622,017	3,347,457
Oct	686,887	702,117	342,394	307,213	2,038,611	520,895	534,307	326,390	297,067	1,678,659	1,207,782	1,236,424	668,784	604,280	3,717,270
Nov	714,138	725,165	355,813	336,202	2,131,318	506,949	515,223	336,401	319,501	1,678,074	1,221,087	1,240,388	692,214	655,703	3,809,392
Dic	708,715	741,310	422,425	384,704	2,257,154	492,685	531,240	374,925	347,749	1,746,599	1,201,400	1,272,550	797,350	732,453	4,003,753
Total	8,400,093	8,483,945	4,087,004	4,037,550	25,008,592	6,050,879	6,044,146	3,838,070	3,790,731	19,723,826	14,450,972	14,528,091	7,925,074	7,828,281	44,732,418

Relacionando el volumen de vehículos ligeros que entran en T1+T2 con el volumen total de pasajeros diarios en el aeropuerto, se obtienen el ratio de vehículos que entran en el aeropuerto por pasajero.

Vehículos por Pasajero (AICM)

	T1	T2	Total
Pax/dia	68,517	54,038	122,555
veh entrada/dia	51,299	34,167	85,467

Veh/pax	0.75	0.63	0.70
---------	------	------	-------------

Anuales	T1	T2	Total
Nacional	16,884,038	12,095,025	28,979,063
Internacional	8,124,554	7,628,801	15,753,355
Total	25,008,592	19,723,826	44,732,418

Diarios	T1	T2	Total
Nacional	46,258	33,137	79,395
Internacional	22,259	20,901	43,160
Total	68,517	54,038	122,555

Fuente: Elaboración propia

8. Modelo de Crecimiento. Nuevo Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA).

Esta previsto que el AIFA entre en funcionamiento el año 2022. Para calcular el volumen de pasajeros que utilizará el nuevo aeropuerto en los escenarios 2029 y 2039, se han extrapolado los crecimientos previstos desde el 2032 al 2042 al periodo 2022-2042.

Aplicando los ratios obtenidos para el AICM en la campaña de campo del año 2017, se obtiene que el volumen diario de entradas de vehículos en el AIFA en el escenario 2029 asciende a 29,348 y en el 2039 de 65,017. (se supone un número de salidas simétrico).

Los tráficos del AIFA se han incorporado al modelo de simulación en los escenarios temporales 2029 y 2039 que son los escenarios temporales en los que se ejecuta el modelo.

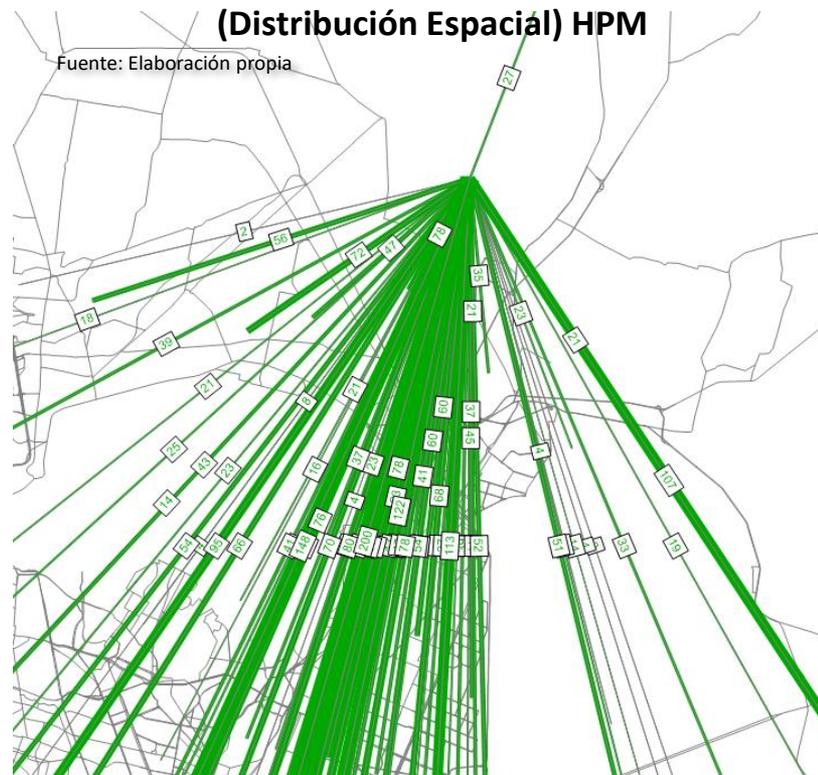
Entradas+ Salidas Vehículos día AIFA

	2022	2027	2029	2032	2037	2039	2042
Pax/año	8,802,083	13,101,169	15,360,306	19,500,000	29,024,128	34,028,986	43,200,000
Pax/día	24,115	35,894	42,083	53,425	79,518	93,230	118,356
Veh entrada/día	16,817	25,031	29,348	37,257	55,454	65,017	82,539
entradas+salidas	33,635	50,063	58,695	74,514	110,908	130,033	165,078

En cuanto a la distribución espacial, horaria y por segmento de demanda de los flujos para el año 2029 y 2039, se ha aplicado la observada actualmente en el AICM (obtenida de la EOD ZMVM 2017) .

Entradas+ Salidas Vehículos día AIFA 2029

(Distribución Espacial) HPM



8. Modelo de Crecimiento. Proyectos de Infraestructura Futuros.

Se ha considerado que en un futuro se incorporarán en el ámbito del proyecto, una serie de proyectos que se encuentran en estudio en la zona de análisis y que pueden afectar a la captación de la Conexión Oriente.

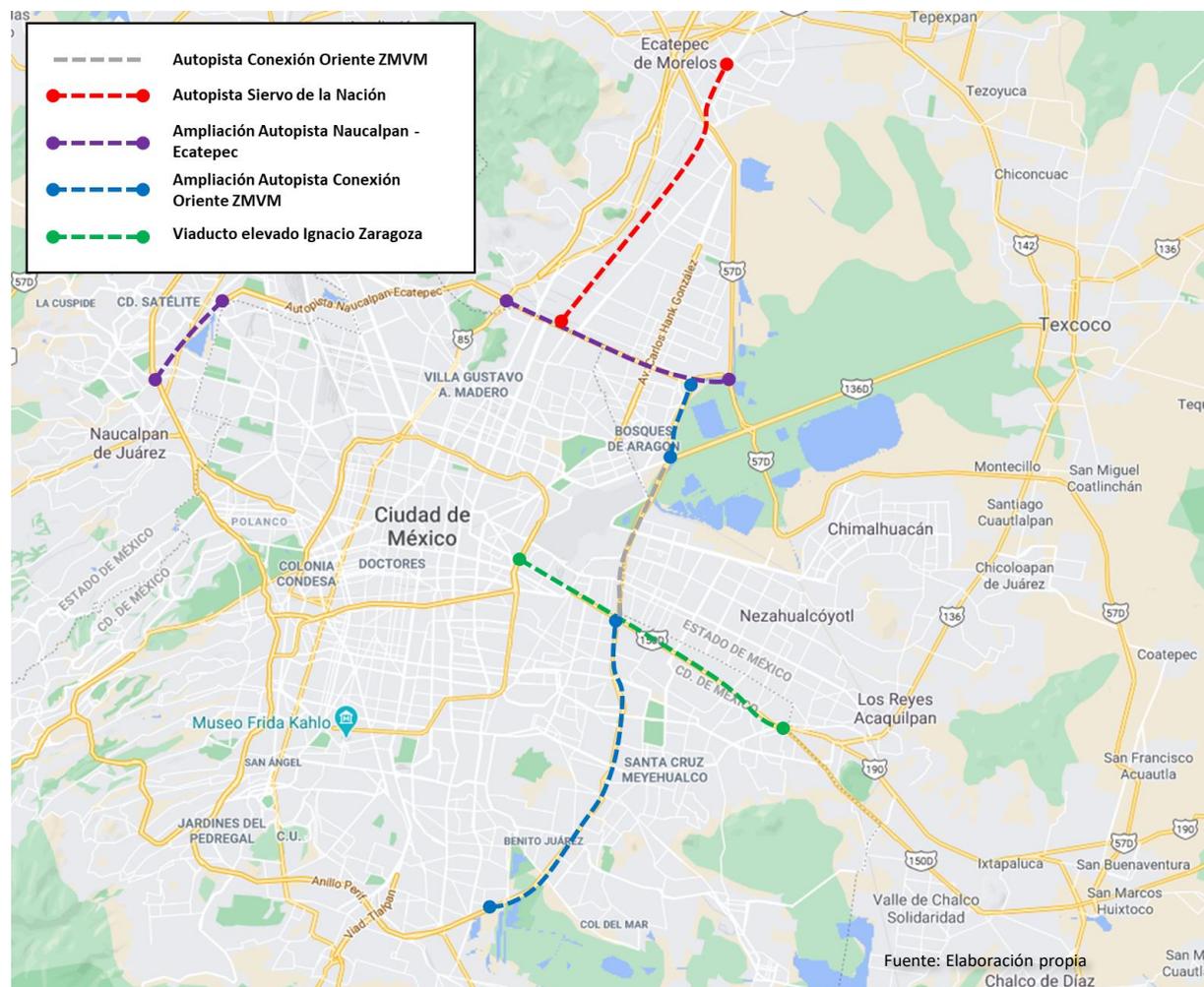
Los proyectos que se han incorporado son:

- Viaducto Elevado Ignacio Zaragoza
- Siervo de la Nación
- Arco Oriente
- Naucalpan-Ecatepec

Todos los proyectos se han incorporado con un estándar de autopista, dos carriles por sentido y 80 km/h velocidad de flujo libre.

En todos los casos son de uso exclusivo para vehículos ligeros.

Proyectos futuros Ámbito del Proyecto

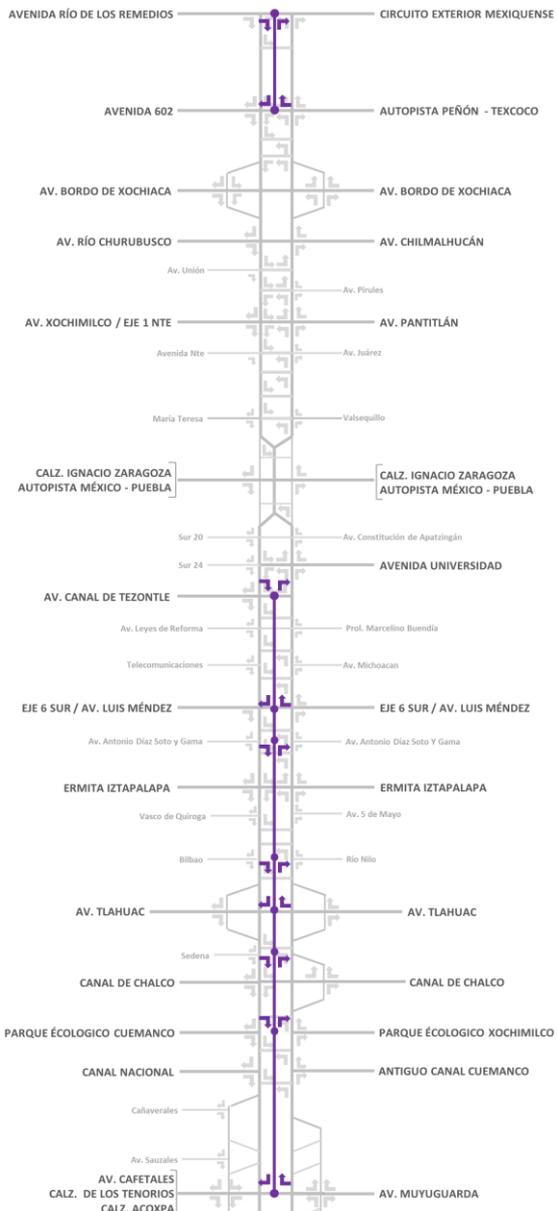


8. Modelo de Crecimiento. Proyectos de Infraestructura Futuros.



- Vía Rápida (80/km/h)
- Un cuerpo de dos carriles por sentido.
- Uso exclusivo autos.
- Longitud 13.6 km (desde Rio de los Remedios a Tepexpan).
- Inicio conexión entronque en Rio de los Remedios.
- Final conexión entronque en Jardines de Morelos.
- Tres entronques intermedios.
- Funciona en ambos sentidos durante todo el día.
- Peaje cerrado de 4\$/km (IVA incluido \$ 2019) en todos los tramos.

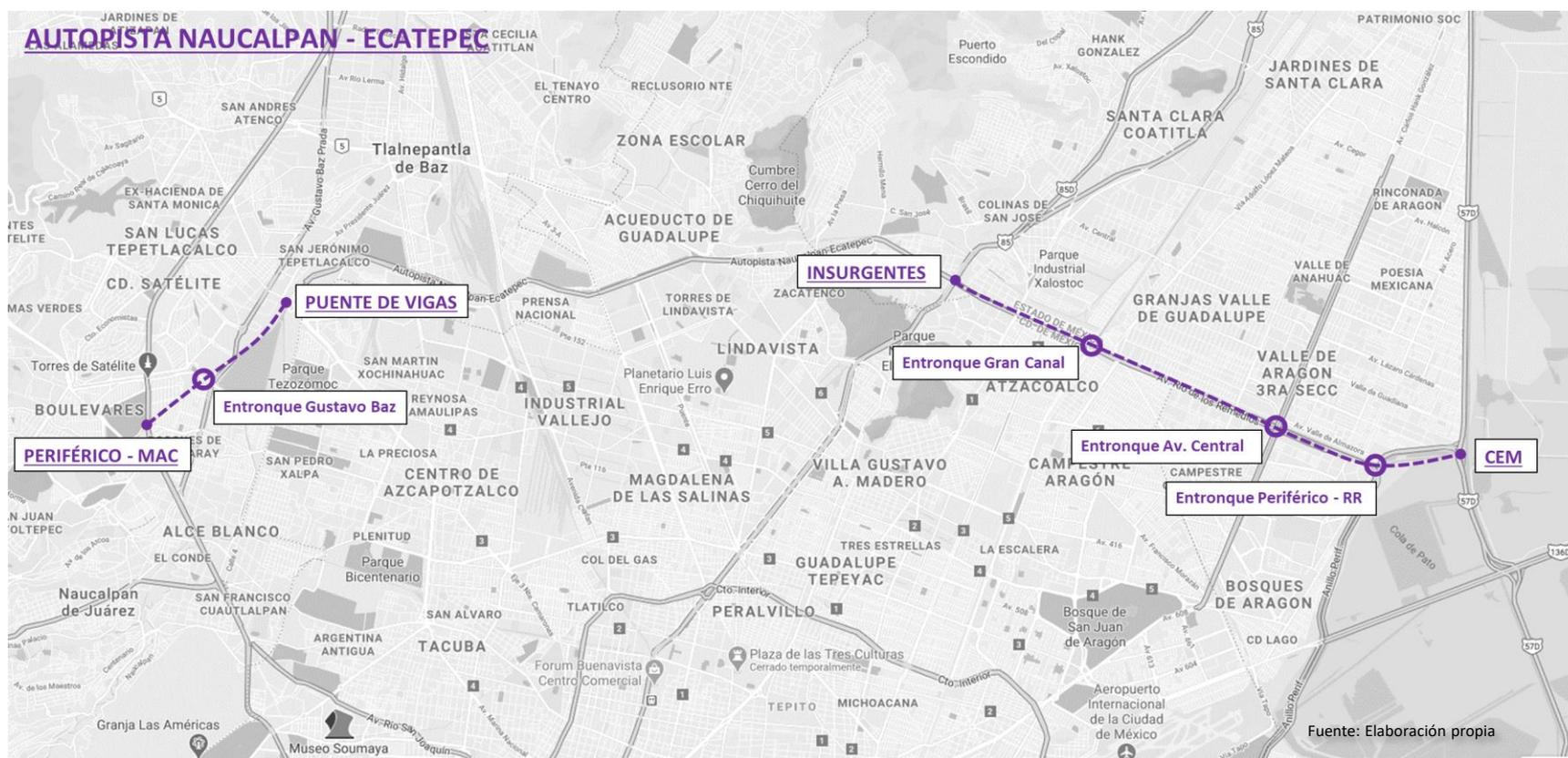
8. Modelo de Crecimiento. Proyectos de Infraestructura Futuros.



Fuente: Elaboración propia

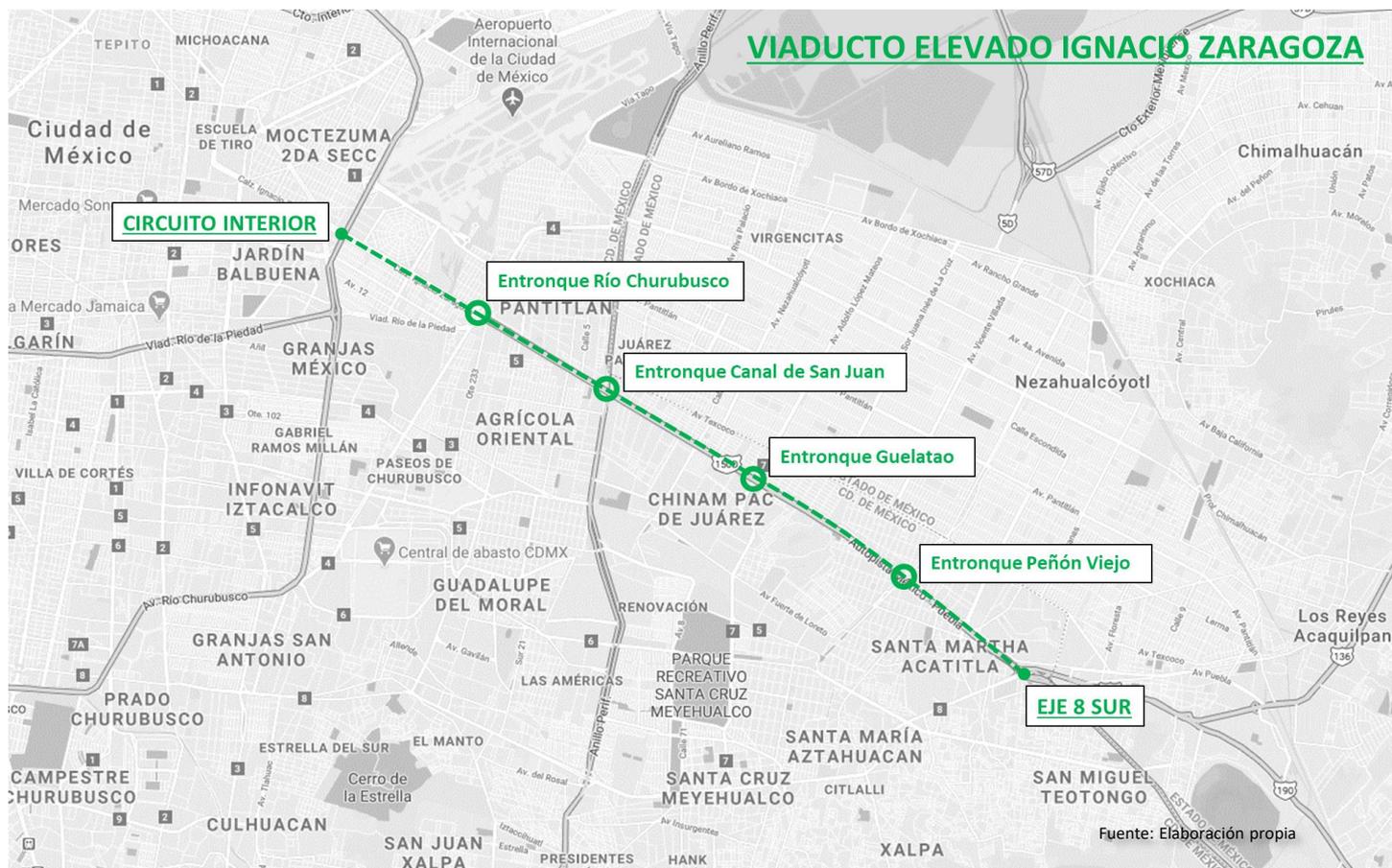
- Vía Rápida (80/km/h)
- Un cuerpo de dos carriles por sentido.
- Uso exclusivo autos.
- Longitud 14.9 km desde Av. Cafetales hasta Ignacio Zaragoza y 3.4 la conexión entre Peñón- Texcoco y Río de los Remedios.
- Siete entronques intermedios en el tramo Av. Cafetales –Ignacio Zaragoza.
- La configuración de los entronques es la misma que se considero en el estudio del Arco Oriente.
- Funciona en ambos sentidos durante todo el día.
- Peaje cerrado de 4\$/km (IVA incluido \$ 2019) en todos los tramos.

8. Modelo de Crecimiento. Proyectos de Infraestructura Futuros.



- Vía Rápida (80/km/h)
- Un cuerpo de dos carriles por sentido.
- Uso exclusivo autos.
- Longitud 9.6 km desde Insurgentes hasta el CEM y 3.2 la conexión entre el Periférico y Puente de Vigas.
- Tres entronques intermedios en el tramo Insurgentes – CEM y un entronque intermedio entre el Periférico y Puente de Vigas.
- Funciona en ambos sentidos durante todo el día.
- Peaje cerrado de 4\$/km (IVA incluido \$ 2019) en todos los tramos.

8. Modelo de Crecimiento. Proyectos de Infraestructura Futuros.



- Vía Rápida (80/km/h)
- Un cuerpo de dos carriles por sentido.
- Uso exclusivo autos.
- Longitud 12.5 km desde el Circuito Interior hasta el Eje 8 Sur.
- Cuatro entronques intermedios.
- Funciona en ambos sentidos durante todo el día.
- Peaje cerrado de 4\$/km (IVA incluido \$ 2019) en todos los tramos.

9. Resultados. Descripción de Escenarios.

ESCENARIOS:

Se van a considerar básicamente dos escenarios:

El proyecto se incorporará al modelo integrado en la vialidad actual (es decir no se incluirán proyectos futuros que se planteen en el ámbito de análisis).

- E1: El proyecto se incorporará al modelo integrado en la vialidad actual (es decir no se incluirán proyectos futuros que se planteen en el ámbito de análisis). Presenta los siguientes entronques habilitados:
 - Ignacio Zaragoza: Todos los movimientos
 - Peñón Texcoco. Todos los movimientos
 - Acceso a AICM. Sólo entradas y salidas a AICM
- E2: El proyecto se incorporará al modelo integrado en la vialidad futura (es decir se incluirán proyectos futuros que se planteen en el ámbito de análisis). La configuración es idéntica al Escenario E1. Presenta los siguientes entronques habilitados:
 - Ignacio Zaragoza: Todos los movimientos
 - Peñón Texcoco. Todos los movimientos
 - Acceso a AICM. Sólo entradas y salidas a AICM

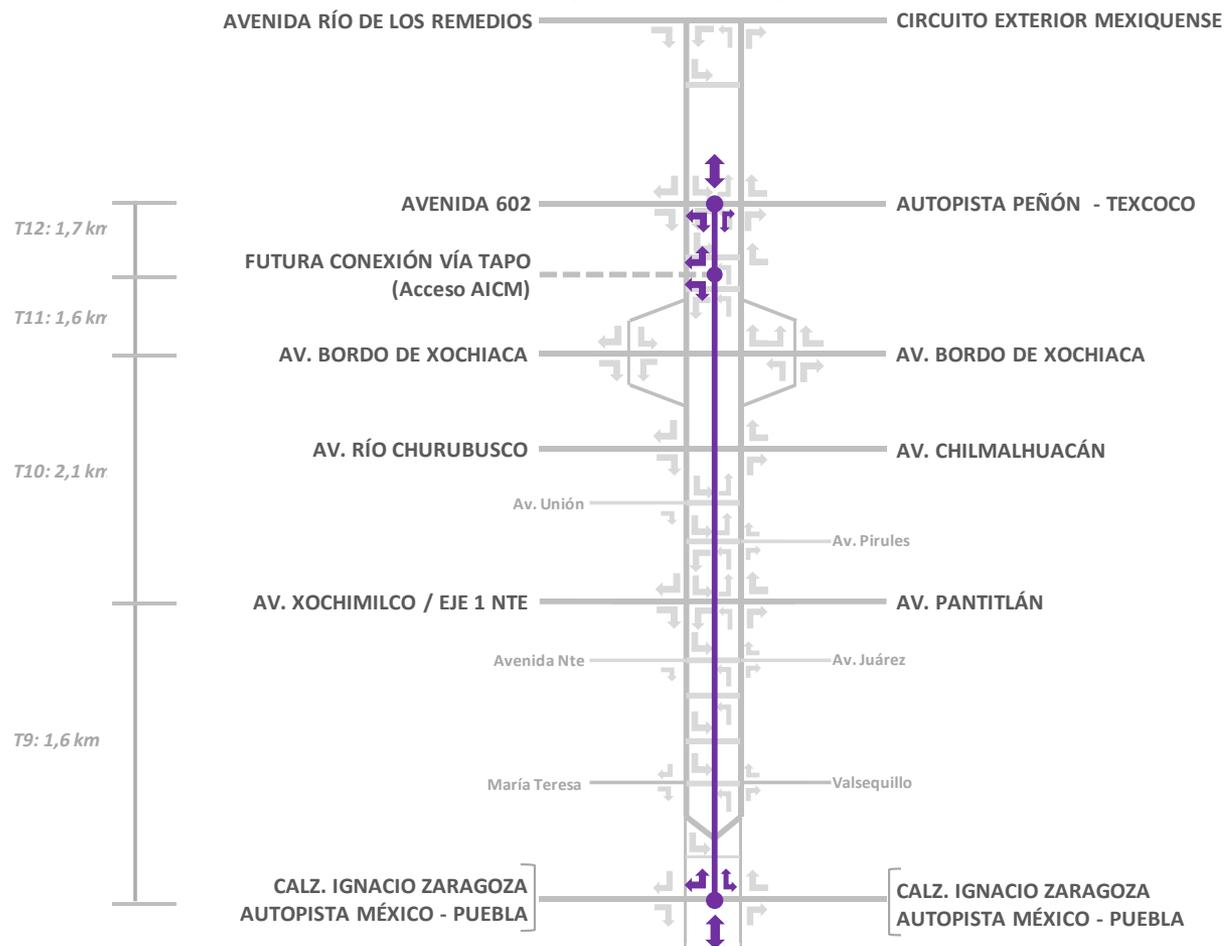
Los escenarios temporales que se han simulado son 2019 (Calibración), 2029 y 2039. En los escenarios 2029 y 2039 se ha incorporado el impacto del nuevo Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles (AIFA).

En el escenario temporal 2019 y para el Escenario E1 se analiza el peaje óptimo de la infraestructura y en el año 2029 y 2039, se ejecuta la infraestructura con ese peaje óptimo. El escenario E2 se ha ejecutado para el peaje óptimo en los cortes temporales 2019, 2029 y 2039.

Finalmente se ha considerado la posibilidad de que el proyecto entre en funcionamiento por fases. Se ha analizado para el año 2019, el impacto que tendría si el proyecto estuviera operativo en el tramo norte entre Texcoco y Bordo de Xochiaca.

9. Resultados. Escenario E1: Descripción.

Esquema del proyecto (ESCENARIO E1)



Tramos Proyecto Conexión Oriente

Fuente: Elaboración Propia

Tramos	Nombre	Distancia
T9	Ignacio Zaragoza - Av. Pantitlán	1.6
T10	Av. Pantitlán - Av. Bordo Xochiaca	2.1
T11	Av. Bordo Xochiaca - Vía TAPO	1.6
T12	Vía TAPO - Autopista Peñón Texcoco	1.7

Los siguientes puntos resumen las características fundamentales del proyecto en el Escenario E1:

- Integrado en la vialidad actual.
- Vía Rápida (80/km/h).
- Un cuerpo de dos carriles por sentido.
- Uso exclusivo autos.
- Longitud 7.0 km (desde Ignacio Zaragoza hasta Texcoco).
- Inicio Ignacio Zaragoza.
- Final Conexión con Autopista México - Texcoco.
- Entronques intermedios (Vía Taipo).
- Funciona en ambos sentidos durante todo el día.

Se ha aplicado un peaje cerrado a cada uno de los tramos del proyecto.

9. Resultados Captación. Escenario E1: Captación e Ingresos. Año 2019.

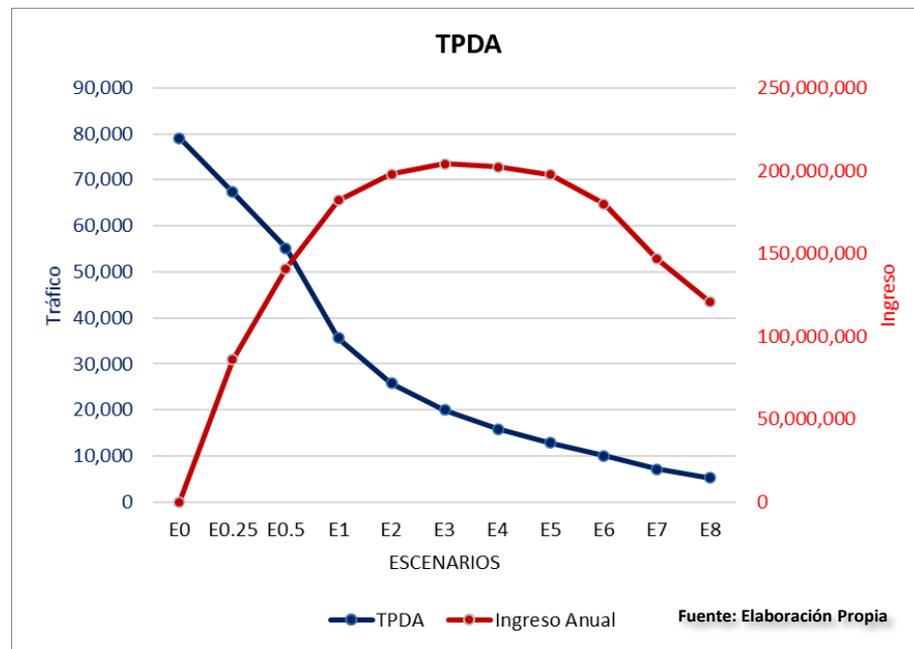
Optimización Peajes. TPDA. Escenario E1.

Se ha optimizado los peajes en el esquema funcional propuesto en el viaducto para el Escenario E1.

Para ello se han realizado las siguientes simulaciones de peajes (\$/km IVA INCLUIDO):

	Peaje (\$/km)
E0	0.0
E0.5	0.5
E1.0	1.0
E2.0	2.0
E3.0	3.0
E4.0	4.0
E5.0	5.0
E6.0	6.0
E7.0	7.0
E8.0	8.0
E9.0	9.0

Flow Bundle Escenario E1
(Ignacio Zaragoza – Pantitlán)
HPM . Peaje 4\$/km



El peaje óptimo se sitúa en el entorno de los 4 \$/km.

En la figura adjunta se muestra el reparto de tráficos en la red (haz de flujos) de los usuarios del tramo Ignacio Zaragoza – Pantitlán para el peaje 4\$/km (óptimo). Como se observa el proyecto capta la mayor parte del tráfico de Ignacio Zaragoza y de el Periférico Oriente. En el extremo norte el tráfico se encamina mayormente por Río de los Remedios.

	TPDA	Ingreso Anual (\$ 2019)
E0	79,006	0
E0.5	67,325	86,007,187
E1.0	55,142	140,887,503
E2.0	35,632	182,079,672
E3.0	25,835	198,022,791
E4.0	19,979	204,184,222
E5.0	15,825	202,160,830
E6.0	12,897	197,714,407
E7.0	10,057	179,873,824
E8.0	7,180	146,751,349
E9.0	5,241	120,512,714

9. Resultados Captación. Escenario E1: Captación e Ingresos. Escenarios temporales.

Escenario 4 (2019)

PUNTO	SENTIDO	TIPO	LONG (KM)	HPM	HPT	HV (AM)	HV (PM)	TPDL	HFds	TPDFds	TPDA
T9	Sur - Norte	Central	1.600	1,066	736	602	456	11,754	691	10,371	11,364
	Norte - Sur	Central	1.600	652	468	456	602	9,708	571	8,566	9,386
T10	Sur - Norte	Central	2.100	1,066	736	602	456	11,754	691	10,371	11,364
	Norte - Sur	Central	2.100	652	468	456	602	9,708	571	8,566	9,386
T11	Sur - Norte	Central	1.600	1,066	736	602	456	11,754	691	10,371	11,364
	Norte - Sur	Central	1.600	652	468	456	602	9,708	571	8,566	9,386
T12	Sur - Norte	Central	1.700	657	539	438	371	8,442	497	7,449	8,162
	Norte - Sur	Central	1.700	1,247	381	371	438	9,738	573	8,592	9,415

Total	7.000	1,763	1,135	998	998	20,665	1,216	18,234	19,979
--------------	--------------	--------------	--------------	------------	------------	---------------	--------------	---------------	---------------

E4	4.00	
Peaje (\$/km)	4.00	Ingreso Anual (\$) 2019
	4.00	26,545,787
	4.00	21,925,004
	4.00	34,841,345
	4.00	28,776,568
	4.00	26,545,787
	4.00	21,925,004
	4.00	20,257,423
	4.00	23,367,305

	4.00	204,184,222
--	------	--------------------

Escenario 4 (2029)

PUNTO	SENTIDO	TIPO	LONG (KM)	HPM	HPT	HV (AM)	HV (PM)	TPDL	HFds	TPDFds	TPDA
T9	Sur - Norte	Central	1.600	1,406	909	896	673	16,359	962	14,434	15,816
	Norte - Sur	Central	1.600	924	640	673	896	14,106	830	12,446	13,638
T10	Sur - Norte	Central	2.100	1,406	909	896	673	16,359	962	14,434	15,816
	Norte - Sur	Central	2.100	924	640	673	896	14,106	830	12,446	13,638
T11	Sur - Norte	Central	1.600	1,406	909	896	673	16,359	962	14,434	15,816
	Norte - Sur	Central	1.600	924	640	673	896	14,106	830	12,446	13,638
T12	Sur - Norte	Central	1.700	875	838	682	587	12,753	750	11,253	12,330
	Norte - Sur	Central	1.700	1,601	512	587	682	13,953	821	12,311	13,490

Total	7.000	2,365	1,501	1,496	1,496	29,552	1,738	26,075	28,571
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	---------------	--------------	---------------	---------------

E4	4.00	
Peaje (\$/km)	4.00	Ingreso Anual (\$) 2019
	4.00	36,945,935
	4.00	31,857,654
	4.00	48,491,540
	4.00	41,813,171
	4.00	36,945,935
	4.00	31,857,654
	4.00	30,602,099
	4.00	33,481,619

	4.00	291,995,608
--	------	--------------------

Escenario 4 (2039)

PUNTO	SENTIDO	TIPO	LONG (KM)	HPM	HPT	HV (AM)	HV (PM)	TPDL	HFds	TPDFds	TPDA
T9	Sur - Norte	Central	1.600	1,770	1,158	1,230	909	21,618	1,272	19,075	20,900
	Norte - Sur	Central	1.600	1,339	944	909	1,230	19,683	1,158	17,367	19,030
T10	Sur - Norte	Central	2.100	1,770	1,158	1,230	909	21,618	1,272	19,075	20,900
	Norte - Sur	Central	2.100	1,339	944	909	1,230	19,683	1,158	17,367	19,030
T11	Sur - Norte	Central	1.600	1,770	1,158	1,230	909	21,618	1,272	19,075	20,900
	Norte - Sur	Central	1.600	1,339	944	909	1,230	19,683	1,158	17,367	19,030
T12	Sur - Norte	Central	1.700	1,038	1,274	984	789	17,574	1,034	15,506	16,991
	Norte - Sur	Central	1.700	2,059	717	789	984	18,966	1,116	16,735	18,336

Total	7.000	3,106	2,075	2,050	2,050	40,145	2,361	35,422	38,812
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	---------------	--------------	---------------	---------------

E4	4.00	
Peaje (\$/km)	4.00	Ingreso Anual (\$) 2019
	4.00	48,823,109
	4.00	44,453,013
	4.00	64,080,330
	4.00	58,344,580
	4.00	48,823,109
	4.00	44,453,013
	4.00	42,170,570
	4.00	45,510,814

	4.00	396,658,538
--	------	--------------------

Fuente: Elaboración Propia

9. Resultados Captación. Escenario E1: Series Tráficos e Ingresos. Peaje óptimo (4\$/km)

Escenario E1. TPDA e Ingresos (Millones \$ 2019) IVA INCLUIDO. Peaje óptimo (4\$/km).

TPDA

	T9	T10	T11	T12	Total
long	1.6	2.1	1.6	1.7	7
2019	20,749	20,749	20,749	17,576	19,979
2020	21,489	21,489	21,489	18,266	20,706
2021	22,255	22,255	22,255	18,982	21,460
2022	23,049	23,049	23,049	19,726	22,242
2023	23,870	23,870	23,870	20,499	23,052
2024	24,721	24,721	24,721	21,303	23,891
2025	25,603	25,603	25,603	22,138	24,761
2026	26,515	26,515	26,515	23,006	25,663
2027	27,461	27,461	27,461	23,908	26,598
2028	28,440	28,440	28,440	24,845	27,567
2029	29,454	29,454	29,454	25,819	28,571
2030	30,364	30,364	30,364	26,642	29,460
2031	31,302	31,302	31,302	27,490	30,376
2032	32,269	32,269	32,269	28,366	31,321
2033	33,266	33,266	33,266	29,269	32,295
2034	34,294	34,294	34,294	30,201	33,300
2035	35,354	35,354	35,354	31,163	34,336
2036	36,446	36,446	36,446	32,156	35,404
2037	37,572	37,572	37,572	33,180	36,505
2038	38,733	38,733	38,733	34,237	37,641
2039	39,930	39,930	39,930	35,327	38,812
2040	41,151	41,151	41,151	36,441	40,007
2041	42,397	42,397	42,397	37,578	41,227
2042	43,669	43,669	43,669	38,740	42,472
2043	44,965	44,965	44,965	39,925	43,741
2044	46,286	46,286	46,286	41,134	45,035
2045	47,632	47,632	47,632	42,367	46,354
2046	49,004	49,004	49,004	43,625	47,698
2047	50,401	50,401	50,401	44,907	49,067
2048	51,824	51,824	51,824	46,214	50,462
2049	53,272	53,272	53,272	47,545	51,881
2050	54,746	54,746	54,746	48,900	53,326
2051	56,245	56,245	56,245	50,281	54,797
2052	57,770	57,770	57,770	51,686	56,293
2053	59,321	59,321	59,321	53,116	57,814
2054	60,898	60,898	60,898	54,571	59,361
2055	62,500	62,500	62,500	56,051	60,934

Ingreso (Millones \$ anuales 2019)

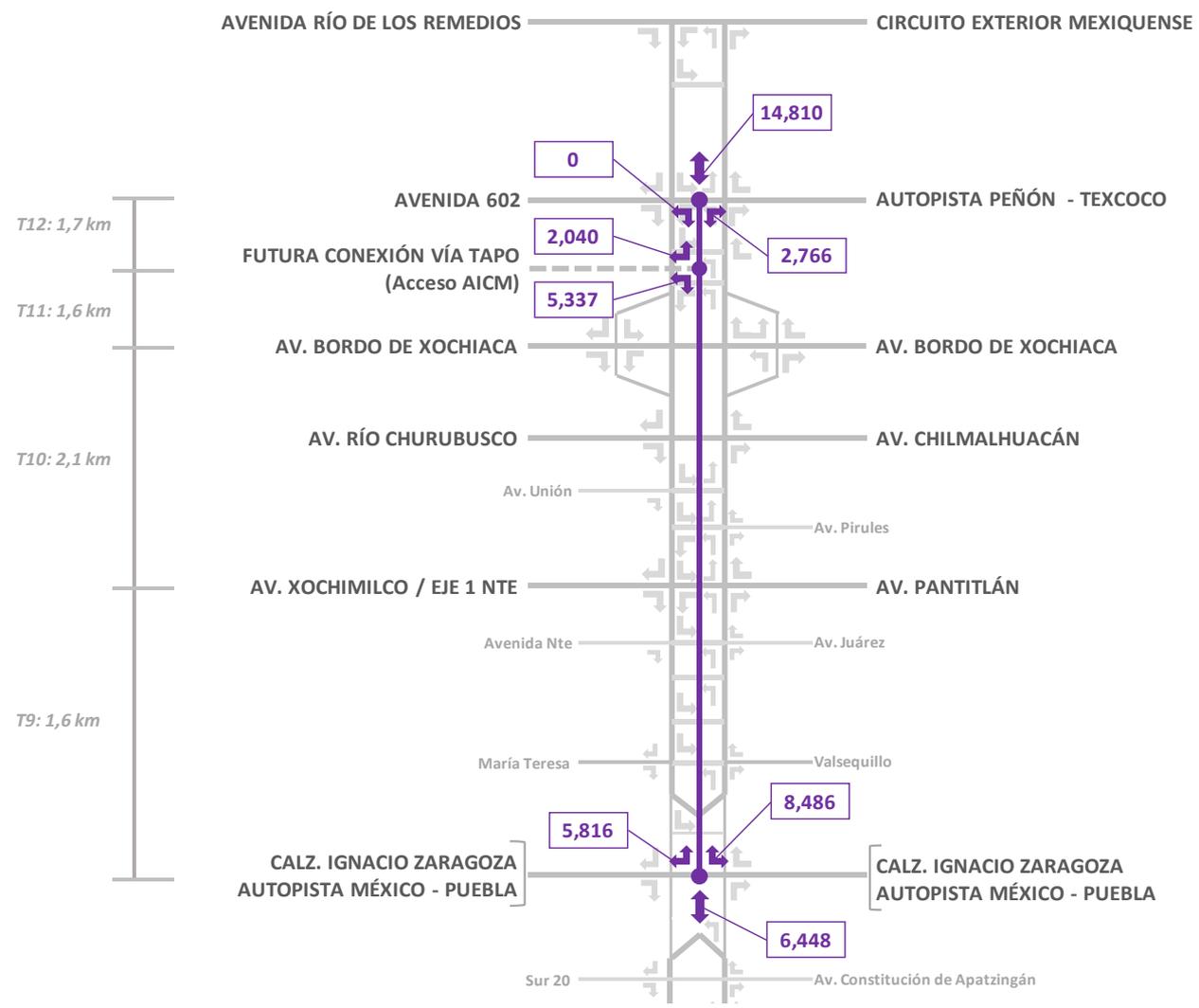
	T9	T10	T11	T12	Total
long	1.6	2.1	1.6	1.7	7
2019	48.5	63.6	48.5	43.6	204.2
2020	50.2	65.9	50.2	45.3	211.6
2021	52.0	68.2	52.0	47.1	219.3
2022	53.8	70.7	53.8	49.0	227.3
2023	55.8	73.2	55.8	50.9	235.6
2024	57.7	75.8	57.7	52.9	244.2
2025	59.8	78.5	59.8	54.9	253.1
2026	61.9	81.3	61.9	57.1	262.3
2027	64.1	84.2	64.1	59.3	271.8
2028	66.4	87.2	66.4	61.7	281.7
2029	68.8	90.3	68.8	64.1	292.0
2030	70.9	93.1	70.9	66.1	301.1
2031	73.1	96.0	73.1	68.2	310.4
2032	75.4	98.9	75.4	70.4	320.1
2033	77.7	102.0	77.7	72.6	330.1
2034	80.1	105.1	80.1	75.0	340.3
2035	82.6	108.4	82.6	77.3	350.9
2036	85.1	111.7	85.1	79.8	361.8
2037	87.8	115.2	87.8	82.4	373.1
2038	90.5	118.8	90.5	85.0	384.7
2039	93.3	122.4	93.3	87.7	396.7
2040	96.1	126.2	96.1	90.4	408.9
2041	99.0	130.0	99.0	93.3	421.3
2042	102.0	133.9	102.0	96.2	434.1
2043	105.0	137.9	105.0	99.1	447.0
2044	108.1	141.9	108.1	102.1	460.3
2045	111.3	146.0	111.3	105.2	473.7
2046	114.5	150.2	114.5	108.3	487.5
2047	117.7	154.5	117.7	111.5	501.5
2048	121.1	158.9	121.1	114.7	515.7
2049	124.4	163.3	124.4	118.0	530.2
2050	127.9	167.9	127.9	121.4	545.0
2051	131.4	172.4	131.4	124.8	560.0
2052	135.0	177.1	135.0	128.3	575.3
2053	138.6	181.9	138.6	131.8	590.9
2054	142.3	186.7	142.3	135.4	606.7
2055	146.0	191.6	146.0	139.1	622.7

Se ha construido una serie de Tráficos e Ingresos para el periodo 2019-2055. Los modelos de crecimiento definidos en el trabajo del Arco Oriente se han aplicado a las matrices calculadas en el año 2019 y se han asignado al modelo en cada uno de los periodos para los años 2029 y 2039. En el año 2029 y en el 2039 se ha considerado que el AIFA está operando. Para el periodo 2040-2055 las tasas de crecimiento de tráfico se han calculado amortiguando las observadas en el periodo anterior aplicando un factor de 0.99.

Fuente: Elaboración Propia

9. Resultados Captación. Escenario E1: Movimientos Direccionales año 2019. Peaje óptimo (4\$/km)

ESCENARIO E1. 2019. Peaje Óptimo (4 \$/km)



Fuente: Elaboración Propia

9. Resultados. Escenario E2: Descripción.

ESCENARIO 2 (E2):

El proyecto se incorporará al modelo integrado en la viabilidad futura. Los proyectos que se han incorporado son:

- Viaducto Elevado Ignacio Zaragoza
- Siervo de la Nación
- Arco Oriente (con la misma configuración para los entronques que la mostrada en el Estudio Arco Oriente)
- Naucalpan-Ecatepec

Todos los proyectos se han incorporado con un estándar de autopista, dos carriles por sentido y 80 km/h velocidad de flujo libre.

En todos los casos son de uso exclusivo para vehículos ligeros.

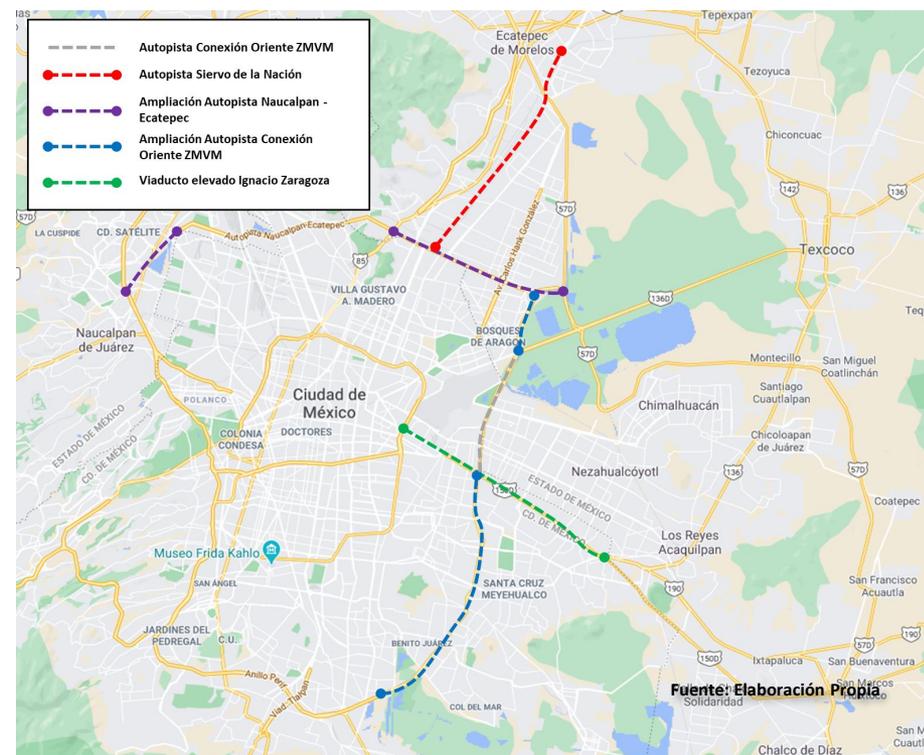
El proyecto se incorporará con la configuración del Escenario E1, es decir con los siguientes entronques:

- Ignacio Zaragoza: Todos los movimientos
- Peñón Texcoco. Todos los movimientos
- Acceso a AICM. Sólo entradas y salidas a AICM

Los escenarios temporales que se han simulado son 2019, 2029 y 2039. En los escenarios 2029 y 2039 se ha incorporado el impacto del nuevo Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles (AIFA).

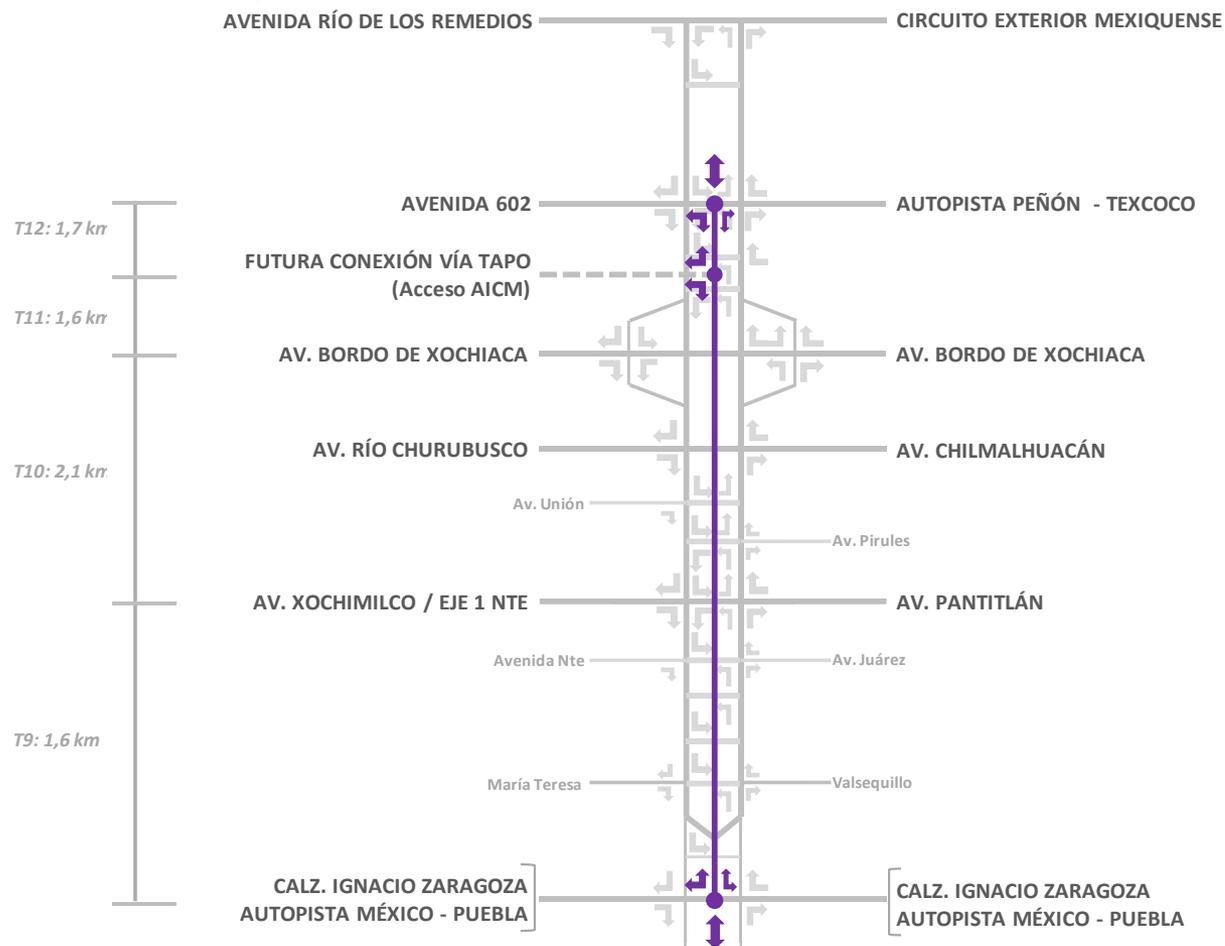
El peaje que se ha considerado en el proyecto es el peaje óptimo que se ha establecido en el Escenario E1 (4\$/km). El peaje considerado para el resto de proyectos futuros incorporados en la red es también de 4\$/km.

Proyectos futuros Ámbito del Proyecto



9. Resultados. Escenario E2: Descripción.

Esquema del proyecto (ESCENARIO E2)



Tramos Proyecto Conexión Oriente

Fuente: Elaboración Propia

Tramos	Nombre	Distancia
T9	Ignacio Zaragoza - Av. Pantitlán	1.6
T10	Av. Pantitlán - Av. Bordo Xochiaca	2.1
T11	Av. Bordo Xochiaca - Vía TAPO	1.6
T12	Vía TAPO - Autopista Peñón Texcoco	1.7

Los siguientes puntos resumen las características fundamentales del proyecto en el Escenario E2, se trata de la misma configuración que el Escenario E1:

- Integrado en la vialidad futura.
- Vía Rápida (80/km/h)
- Un cuerpo de dos carriles por sentido.
- Uso exclusivo autos.
- Longitud 7.0 km (desde Ignacio Zaragoza hasta Texcoco).
- Inicio Ignacio Zaragoza.
- Final Conexión con Autopista México - Texcoco.
- Entronques intermedios (Vía Taipo).
- Funciona en ambos sentidos durante todo el día.
- Se ha considerado un peaje cerrado de 4\$/km.

Proyectos a futuro:

- Viaducto Elevado Ignacio Zaragoza.
- Siervo de la Nación
- Arco Oriente (con la misma configuración para los entronques que la mostrada en el Estudio Arco Oriente)
- Naucalpan – Ecatepec

Para los proyectos a futuro, se ha considerado un peaje cerrado de 4\$/km (IVA incluido \$ 2019) en todos los tramos

9. Resultados Captación. Escenario E2: Captación e Ingresos. Escenarios temporales

Escenario 4 (2019)

PUNTO	SENTIDO	TIPO	LONG (KM)	HPM	HPT	HV (AM)	HV (PM)	TPDL	HFds	TPDFds	TPDA
T9	Sur - Norte	Central	1.600	1,012	1,270	831	532	15,024	884	13,256	14,525
	Norte - Sur	Central	1.600	1,275	502	532	831	13,509	795	11,920	13,061
T10	Sur - Norte	Central	2.100	1,012	1,270	831	532	15,024	884	13,256	14,525
	Norte - Sur	Central	2.100	1,275	502	532	831	13,509	795	11,920	13,061
T11	Sur - Norte	Central	1.600	1,012	1,270	831	532	15,024	884	13,256	14,525
	Norte - Sur	Central	1.600	1,275	502	532	831	13,509	795	11,920	13,061
T12	Sur - Norte	Central	1.700	789	973	622	446	11,694	688	10,318	11,306
	Norte - Sur	Central	1.700	1,597	435	446	622	12,504	736	11,033	12,089
Total			7.000	2,311	1,684	1,291	1,291	27,480	1,616	24,247	26,568

E4

Peaje (\$/km)	Ingreso Anual (\$ 2019)
4.00	
4.00	33,930,909
4.00	30,509,361
4.00	44,534,318
4.00	40,043,537
4.00	33,930,909
4.00	30,509,361
4.00	28,060,922
4.00	30,004,598
4.00	271,523,915

Escenario 4 (2029)

PUNTO	SENTIDO	TIPO	LONG (KM)	HPM	HPT	HV (AM)	HV (PM)	TPDL	HFds	TPDFds	TPDA
T9	Sur - Norte	Central	1.600	1,548	1,647	1,264	783	21,867	1,286	19,294	21,141
	Norte - Sur	Central	1.600	1,714	766	783	1,264	19,722	1,160	17,402	19,067
T10	Sur - Norte	Central	2.100	1,548	1,647	1,264	783	21,867	1,286	19,294	21,141
	Norte - Sur	Central	2.100	1,714	766	783	1,264	19,722	1,160	17,402	19,067
T11	Sur - Norte	Central	1.600	1,548	1,647	1,264	783	21,867	1,286	19,294	21,141
	Norte - Sur	Central	1.600	1,714	766	783	1,264	19,722	1,160	17,402	19,067
T12	Sur - Norte	Central	1.700	1,213	1,487	1,015	689	18,324	1,078	16,168	17,716
	Norte - Sur	Central	1.700	2,240	667	689	1,015	18,945	1,114	16,716	18,316
Total			7.000	3,308	2,350	1,964	1,964	40,540	2,385	35,770	39,194

E4

Peaje (\$/km)	Ingreso Anual (\$ 2019)
4.00	
4.00	49,385,462
4.00	44,541,093
4.00	64,818,419
4.00	58,460,184
4.00	49,385,462
4.00	44,541,093
4.00	43,970,270
4.00	45,460,422
4.00	400,562,405

Escenario 4 (2039)

PUNTO	SENTIDO	TIPO	LONG (KM)	HPM	HPT	HV (AM)	HV (PM)	TPDL	HFds	TPDFds	TPDA
T9	Sur - Norte	Central	1.600	2,172	2,229	1,969	1,250	32,517	1,913	28,691	31,437
	Norte - Sur	Central	1.600	2,746	1,320	1,250	1,969	31,512	1,854	27,805	30,466
T10	Sur - Norte	Central	2.100	2,172	2,229	1,969	1,250	32,517	1,913	28,691	31,437
	Norte - Sur	Central	2.100	2,746	1,320	1,250	1,969	31,512	1,854	27,805	30,466
T11	Sur - Norte	Central	1.600	2,172	2,229	1,969	1,250	32,517	1,913	28,691	31,437
	Norte - Sur	Central	1.600	2,746	1,320	1,250	1,969	31,512	1,854	27,805	30,466
T12	Sur - Norte	Central	1.700	1,658	2,271	1,719	1,124	28,845	1,697	25,451	27,887
	Norte - Sur	Central	1.700	3,522	1,193	1,124	1,719	31,203	1,835	27,532	30,167
Total			7.000	4,982	3,528	3,128	3,128	63,062	3,710	55,643	60,969

E4

Peaje (\$/km)	Ingreso Anual (\$ 2019)
4.00	
4.00	73,437,923
4.00	71,168,184
4.00	96,387,274
4.00	93,408,241
4.00	73,437,923
4.00	71,168,184
4.00	69,216,462
4.00	74,874,719
4.00	623,098,909

Fuente: Elaboración Propia

9. Resultados Captación. Escenario E2: Series Tráficos e Ingresos. Peaje óptimo (4\$/km)

Escenario E2. TPDA e Ingresos (Millones \$ 2019) IVA INCLUIDO. Peaje óptimo (4\$/km).

TPDA

Ingreso (Millones \$ anuales 2019)

	T9	T10	T11	T12	Total
long	1.6	2.1	1.6	1.7	7
2019	27,586	27,586	27,586	23,395	26,568
2020	28,645	28,645	28,645	24,427	27,621
2021	29,745	29,745	29,745	25,505	28,715
2022	30,887	30,887	30,887	26,631	29,853
2023	32,073	32,073	32,073	27,806	31,037
2024	33,304	33,304	33,304	29,034	32,267
2025	34,583	34,583	34,583	30,315	33,547
2026	35,911	35,911	35,911	31,653	34,877
2027	37,290	37,290	37,290	33,050	36,260
2028	38,722	38,722	38,722	34,509	37,698
2029	40,208	40,208	40,208	36,032	39,194
2030	41,981	41,981	41,981	37,792	40,964
2031	43,832	43,832	43,832	39,638	42,814
2032	45,765	45,765	45,765	41,575	44,748
2033	47,783	47,783	47,783	43,606	46,769
2034	49,890	49,890	49,890	45,736	48,881
2035	52,090	52,090	52,090	47,971	51,090
2036	54,387	54,387	54,387	50,314	53,398
2037	56,785	56,785	56,785	52,772	55,811
2038	59,289	59,289	59,289	55,350	58,332
2039	61,903	61,903	61,903	58,054	60,969
2040	64,606	64,606	64,606	60,862	63,697
2041	67,398	67,398	67,398	63,777	66,518
2042	70,281	70,281	70,281	66,800	69,436
2043	73,258	73,258	73,258	69,935	72,451
2044	76,330	76,330	76,330	73,184	75,566
2045	79,499	79,499	79,499	76,550	78,783
2046	82,766	82,766	82,766	80,036	82,103
2047	86,134	86,134	86,134	83,643	85,529
2048	89,603	89,603	89,603	87,376	89,063
2049	93,177	93,177	93,177	91,237	92,706
2050	96,855	96,855	96,855	95,228	96,460
2051	100,641	100,641	100,641	99,351	100,328
2052	104,535	104,535	104,535	103,611	104,310
2053	108,539	108,539	108,539	108,008	108,410
2054	112,656	112,656	112,656	112,546	112,629
2055	116,885	116,885	116,885	117,228	116,968

	T9	T10	T11	T12	Total
long	1.6	2.1	1.6	1.7	7
2019	64.4	84.6	64.4	58.1	271.5
2020	66.9	87.8	66.9	60.6	282.3
2021	69.5	91.2	69.5	63.3	293.5
2022	72.2	94.7	72.2	66.1	305.1
2023	74.9	98.3	74.9	69.0	317.2
2024	77.8	102.1	77.8	72.1	329.8
2025	80.8	106.0	80.8	75.2	342.8
2026	83.9	110.1	83.9	78.6	356.4
2027	87.1	114.3	87.1	82.0	370.6
2028	90.5	118.7	90.5	85.7	385.3
2029	93.9	123.3	93.9	89.4	400.6
2030	98.1	128.7	98.1	93.8	418.7
2031	102.4	134.4	102.4	98.4	437.6
2032	106.9	140.3	106.9	103.2	457.3
2033	111.6	146.5	111.6	108.2	478.0
2034	116.5	153.0	116.5	113.5	499.6
2035	121.7	159.7	121.7	119.1	522.1
2036	127.0	166.8	127.0	124.9	545.7
2037	132.6	174.1	132.6	131.0	570.4
2038	138.5	181.8	138.5	137.4	596.2
2039	144.6	189.8	144.6	144.1	623.1
2040	150.9	198.1	150.9	151.1	651.0
2041	157.4	206.6	157.4	158.3	679.8
2042	164.2	215.5	164.2	165.8	709.6
2043	171.1	224.6	171.1	173.6	740.4
2044	178.3	234.0	178.3	181.6	772.3
2045	185.7	243.7	185.7	190.0	805.2
2046	193.3	253.8	193.3	198.6	839.1
2047	201.2	264.1	201.2	207.6	874.1
2048	209.3	274.7	209.3	216.9	910.2
2049	217.7	285.7	217.7	226.5	947.5
2050	226.3	297.0	226.3	236.4	985.8
2051	235.1	308.6	235.1	246.6	1,025.3
2052	244.2	320.5	244.2	257.2	1,066.1
2053	253.5	332.8	253.5	268.1	1,108.0
2054	263.2	345.4	263.2	279.3	1,151.1
2055	273.0	358.4	273.0	291.0	1,195.4

Se ha construido una serie de Tráficos e Ingresos para el periodo 2019-2049. Los modelos de crecimiento definidos en el trabajo del Arco Oriente se han aplicado a las matrices calculadas en el año 2019 y se han asignado al modelo en cada uno de los periodos para los años 2029 y 2039. En el año 2029 y en el 2039 se ha considerado que el AIFA está operando.

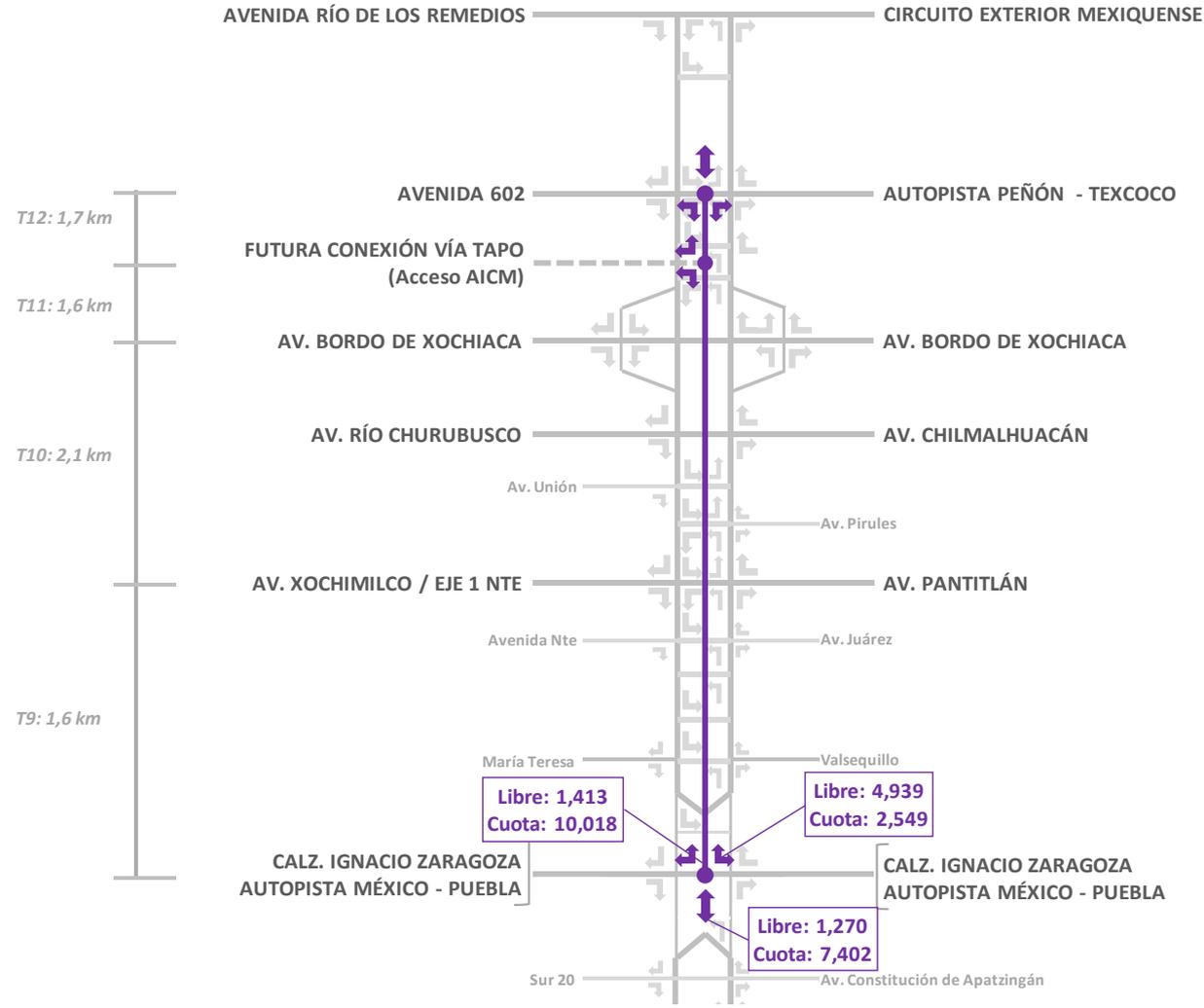
Para el periodo 2040-2055 las tasas de crecimiento de tráfico se han calculado amortiguando las observadas en el periodo anterior aplicando un factor de 0.99.

Fuente: Elaboración Propia

9. Resultados Captación. Escenario E2: Movimientos Direccionales año 2019. Peaje óptimo (4\$/km)

ESCENARIO 2 2019 Peaje Óptimo (4\$/km)

Proyectos Futuros



Fuente: Elaboración Propia

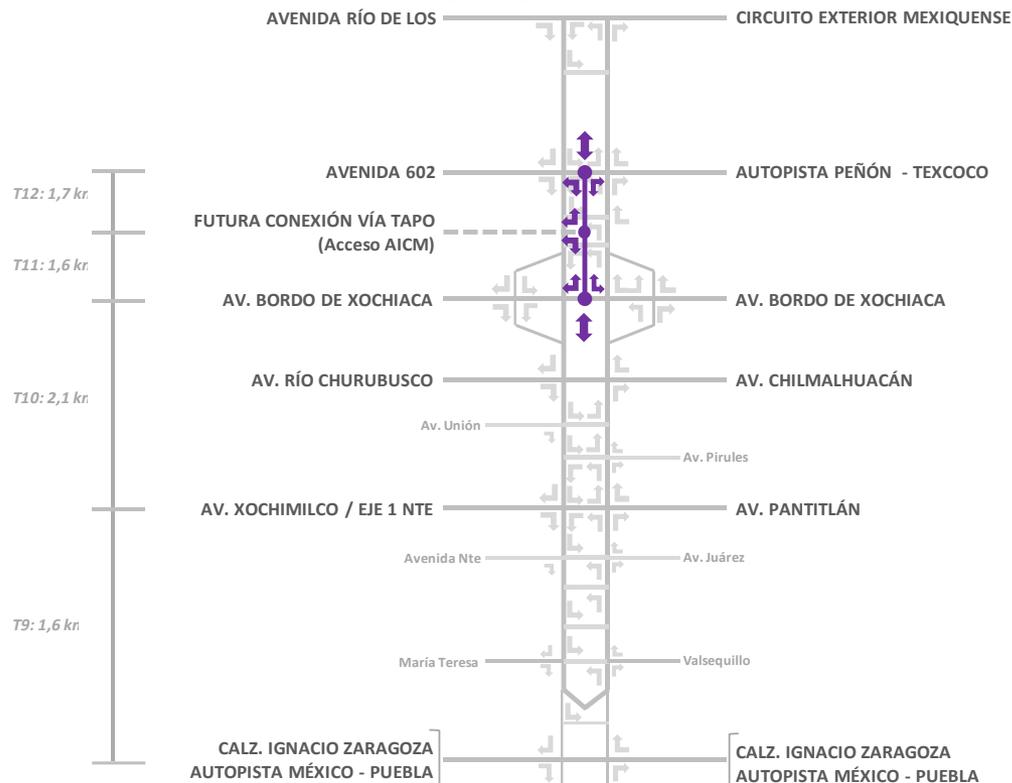
9. Resultados Captación. Apertura T11+T12. Años 2019 peaje 4\$/km.

Se ha realizado una prueba de sensibilidad considerando qué en el año 2019, se habilita solamente una parte del proyecto:

- Conexión entre Bordo de Xochiaca y Peñón-Texcoco.
- Longitud 3.3 km.
- Peaje 4\$/km.

EL TPDA del proyecto en el año 2019, en esta nueva configuración en la que solamente están habilitados los tramos T11 y T12 asciende a 7,388 autos, lo que supone un 36.98% del tráfico en el año 2019 que se registra cuando el proyecto opera con la configuración del ESCENARIO E1.

Esquema del proyecto (T11+T12)



Escenario T1+T2 (peaje 4\$/km) 2019

PUNTO	SENTIDO	TIPO	LONG (KM)	HPM	HPT	HV (AM)	HV (PM)	TPDL	HFdS	TPDFdS	TPDA
T9	Sur - Norte	Central	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0
	Norte - Sur	Central	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0
T10	Sur - Norte	Central	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0
	Norte - Sur	Central	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0
T11	Sur - Norte	Central	1.600	520	279	268	159	4,959	292	4,376	4,794
	Norte - Sur	Central	1.600	156	201	159	268	3,633	214	3,206	3,512
T12	Sur - Norte	Central	1.700	201	212	120	102	2,571	151	2,269	2,486
	Norte - Sur	Central	1.700	783	165	102	120	4,176	246	3,685	4,037

Total	3.300	731	272	213	213	7,642	450	6,743	7,388
--------------	--------------	------------	------------	------------	------------	--------------	------------	--------------	--------------

E4 4.00 Fuente: Elaboración Propia

Peaje (\$/km)	Ingreso Anual (\$ 2019)
4.00	0
4.00	0
4.00	0
4.00	0
4.00	11,199,639
4.00	8,204,938
4.00	6,169,372
4.00	10,020,730

4.00	35,594,678
-------------	-------------------

9. Resultados Captación. Escenario E2. Análisis Relevancia de Proyectos Futuros. Años 2019 peaje 4\$/km.

Para construir el Escenario E2 se ha considerado que en un futuro se incorporarán en el ámbito del proyecto, una serie de proyectos que se encuentran en estudio en la zona de análisis y que pueden afectar a la captación de la Conexión Oriente. Los proyectos que se han incorporado en este escenario son:

- Viaducto Elevado Ignacio Zaragoza
- Siervo de la Nación
- Arco Oriente (con la misma configuración para los entronques que la mostrada en el Estudio Arco Oriente)
- Naucalpan-Ecatepec

Todos los proyectos se han incorporado con un estándar de autopista, dos carriles por sentido y 80 km/h velocidad de flujo libre y considerando un peaje de 4\$/km (IVA Incluido). En todos los casos son de uso exclusivo para vehículos ligeros.

El resultado obtenido en el Escenario E2 para la Conexión Oriente y que se ha reflejado en secciones anteriores, implica que los cuatro proyectos incorporados en el escenario de futuro entran simultáneamente en operación.

Ahora bien, para determinar que proyecto futuro es más relevante de cara a aportar tráfico a la Conexión Oriente se ha realizado una prueba que consiste en incorporar los proyectos de manera independiente, y valorar el impacto sobre la captación que cada uno de estos proyectos futuros tendrá en los tráfico de la Conexión Oriente.

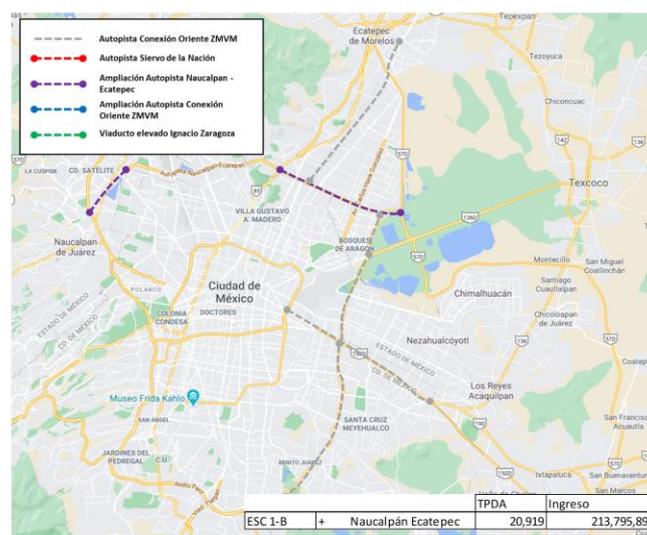
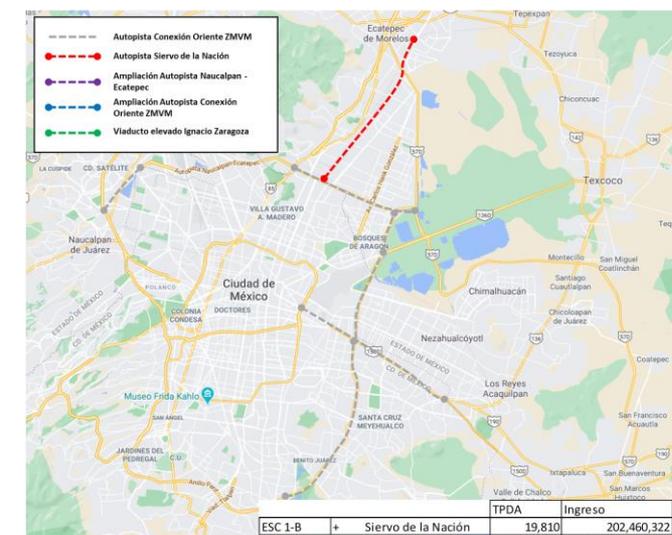
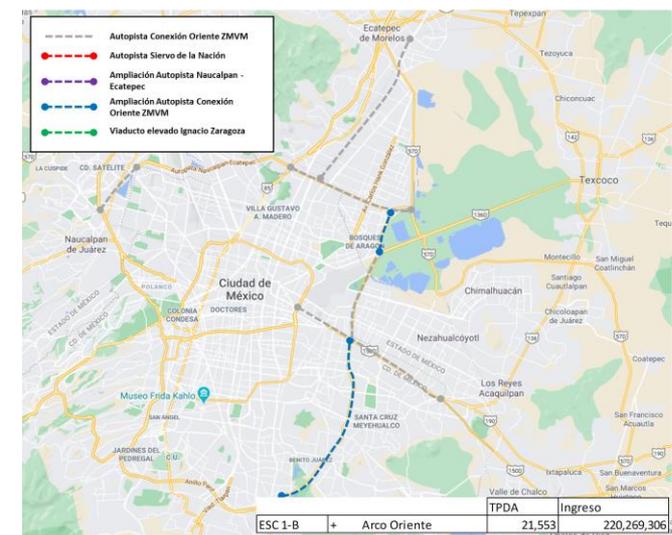
Es evidente que la suma de impactos individuales sobre la captación del proyecto no tiene porque ser igual al impacto total que se obtienen cuando se incorporan todos los proyectos simultáneamente, ya que existen sinergias que se activan cuando se incorporan proyectos de manera conjunta.

En las siguientes páginas se mostrará para el corte temporal 2019, los impactos individuales de la incorporación de cada uno de los proyectos futuros.

Las características de los proyectos son las mismas que se han descrito en párrafos precedentes.

9. Resultados Captación. Escenario E2. Análisis Relevancia de Proyectos Futuros. Años 2019 peaje 4\$/km.

En cada una de las imágenes se muestra el resultado de incorporar de manera independiente los proyectos futuros. El año de referencia ha sido el 2019, y el peaje considerado es de 4\$/km (IVA incluido)



Los proyectos que más impactan son la ampliación del Arco Oriente y el Viaducto Ignacio Zaragoza. La ejecución de la autopista Naucalpán-Ecatepec tiene un impacto menor.