

VIALIDAD PASEO TOLLOCAN EN LA CIUDAD DE TOLUCA

Guadalupe Hoyos Castillo¹
Marce Darinka Camacho Ramírez²

Resumen

La ponencia estudia el funcionamiento de la vialidad Paseo Tollocan, en el oriente de la ciudad de Toluca, aborda los flujos, tipo de transporte y el papel en la dirección del crecimiento urbano regional. Aquí sostenemos que dicho eje vial presenta ineficiencia como consecuencia de la multifuncionalidad que desarrolla, derivados de los problemas en la estructura morfológica vial, ello acarrea consecuencias negativas al desarrollo urbano, a la economía urbana y al ambiente. La vialidad Paseo Tollocan, es uno de los ejes de la estructura urbana vial más importantes para la ciudad de Toluca y actualmente tiene triple función de movilidad por la yuxtaposición de roles que afronta con creces: eje de circulación, medio de comunicación o carretera y eje de expansión urbana, a su vez tiene un papel económico. La investigación documenta con base en los aforos, que éstos han incrementado en ambos sentidos del eje vial. Presenta puntos de conflicto, observado en los estudios de nivel de servicio y los movimientos direccionales los cuales reportan conflictos en los cuerpos laterales y los cruces con otras avenidas, ello deriva en desplazamientos lentos, al mismo tiempo que se dificulta la accesibilidad. En suma, reporta un nivel de servicio deficiente con alta congestión.

Palabras claves: vialidad, flujo vehicular, congestión y estructura vial

Abstract

The present study examines the functioning of the road "Paseo Tollocan" in the eastern city of Toluca, deals with flows, transport type and role in the direction of regional urban growth. Here we argue that the road axis shows inefficiency as a result of the multifunctionality that develops, resulting from problems in the morphological structure road leads to negative consequences for urban development at the urban economy and the environment. The viability "Paseo Tollocan" is one of the axes of the most important road urban structure for the city of Toluca and currently has a triple function of mobility by the juxtaposition of roles faced with maggots: axis of circulation, means of communication and road and axis of urban expansion, in turn plays an economic role. Documentation research base on traffic, this has increased in both senses of the road axis, presents points of conflict, observed in studies of level of service and the directional movement which report conflicts in lateral bodies and crosses with other avenues, this results in slow movements, while accessibility is difficult. In sum, reported a poor level of service with high congestion.

Keywords: roads, traffic flow, congestion and road structure

¹ Profesora e investigadora de la Facultad de Planeación Urbana y Regional e integrante del CEPLAT.
Correo: gdhoyosc@uaemex.mx

² Lic. en Planeación Territorial.

I. Introducción

El Paseo Tollocan es un eje vial trazado al principio de la década de 1970, sobre la carretera México-Toluca, fue un proyecto vial-urbanístico de gran visión que buscaba la mejor distribución del tránsito vehicular foráneo en la parte oriente de la ciudad de Toluca, cuya área urbana se encontraba en el límite interior. Dicho proyecto además fue concebido como un jardín de grandes proporciones en imagen urbana. Así, paisaje urbano, eje industrial-urbano y tránsito regional, fueron los atributos fundacionales del eje vial que con el tiempo y el crecimiento de las funciones de la ciudad y el aumento de flujos de distinto alcance geográfico, poco a poco las acciones y obras realizadas sobre él, a principios del siglo XXI, han permitido la introducción de la carretera a la ciudad y ello ha derivado en un eje con alta carga de funciones cuyo servicio es ineficiente.

Dicho eje visto en el conjunto de las vialidades de la ciudad de Toluca, podríamos decir que recibe carga y funciones derivado de la ausencia de vías de todo tipo. Según reflexiona Hoyos (2007), la estructura vial a mediados del siglo XX ha pasado de reticular a radio céntrica, ello dio lugar a la formación de un centro y una periferia. En la proximidad al centro se congestiona y se fractura la estructura reticular y hacia la afuera la traza es un desorden. Posteriormente, con la construcción de parques industriales en el oriente, al seleccionar a Toluca para la localización de la política de descentralización industrial federal, trajo consigo la aceleración de la expansión física urbana.

El despegue industrial llegó, a una estructura vial desintegrada de ejes y de arcos regionales y sin planeación urbana o de un proyecto urbano integrado a la ciudad, allí ubicamos el inicio del déficit del diseño y construcción de vías con una óptica de estructuración a largo plazo. Adicionalmente el incremento de población con mejor poder adquisitivo llevó al aumento de automóviles, así como el número de autobuses de transporte público, mientras que el crecimiento productivo aumentó los tracto camiones y otros tipos de motorizados rodados. El problema es complejo, pues deberán construirse varios ejes, casi a la vez, para lograr corregir la gran congestión que sufre la ciudad y ello significa un importante esfuerzo de inversión.

La vialidad Paseo Tollocan, mantiene su triple función que afronta con creces: es eje de circulación, medio de comunicación o carretera y eje de expansión urbano-económico aunque en condiciones más complejas que las de origen. Es una vía primaria local-regional, sirve de acceso a todo el tejido urbano local a lo largo de su emplazamiento; registra movimientos pendulares intra e inter urbanos, con carga de bienes productivos y mercancías locales y regionales, permite interrelación con ciudad de México, agregándose la función megalopolitana; se conecta con otras vías primarias urbanas como el Circuito Tollocan, Alfredo del Mazo (salida Atlacomulco), boulevard Aeropuerto y recientemente, con otra de carácter regional-nacional el libramiento Bicentenario que es un conector al norte y centro del país.

En los últimos años, los patrones de distribución de la población y la relativa descentralización de las actividades económicas, le plantea retos adicionales a la vialidad. La región Toluca en conjunto registra incremento de población, de forma tal que la dispersión de la urbanización en el territorio incrementan las relaciones funcionales entre los municipios y la ciudad central, así ésta vialidad adquiere aún más

Quivera 2010-2

significado en los flujos de transporte tanto público como privado, llegando a registrarse desplazamientos de periodos largos de tiempo, con circulación lenta y congestión. En cuanto a lo económico, los cambios en estructura económica, van dando lugar a la descentralización del comercio y los servicios, ello en busca de la localización de los mercados de consumidores ahora cada vez más externos, mientras que la manufactura se mantiene en el perímetro metropolitano. Así que el flujo de bienes y mercancías es también diverso, de manera que este eje vial tiene papel económico local, regional y nacional indiscutible.

Por su parte la administración urbana estatal, también reconoce la deficiencia del servicio, en el *Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Toluca 2005*, se apunta que entre otros factores que alteran la funcionalidad está la inadecuada interconexión que presenta a lo largo de su emplazamiento. No obstante ello, la función que se le asigna en la política urbana, es de un corredor industrial y de servicios, pues es un conector para los centros suburbanos a consecuencia de la concentración de algunos servicios o equipamientos, tales como el Outlet de Lerma y el Aeropuerto Internacional de Toluca. También esta vía define el subcentro metropolitano de Lerma con la alta accesibilidad al municipio, situación que se presenta en los municipios de Toluca, Metepec, San Mateo Atenco y Lerma, esto es, a lo largo del trayecto de la vialidad.

Técnicamente por el ancho de sus carriles centrales deberían circular máximo 400 vehículos, con una velocidad promedio entre 80 y 96 kilómetros por hora, situación que en las horas pico no se observa, pues hay una disminución de la velocidad, o un alto total de los vehículos en algunos puntos, lo que indica una pérdida de funcionalidad, al no llevar a cabo de forma eficiente en cuanto a tiempo de movimientos vehiculares (Cal y otros, 1998).

Por todo lo anterior expuesto, es indispensable preguntarse y documentar ¿Qué factores contribuyen a la pérdida de eficiencia del Paseo Toluca y qué impacto genera en la estructura urbana y regional? La hipótesis de trabajo es: La vialidad Paseo Toluca registra saturación de funciones (alta carga vehicular, funciones de servicios para la población residente, tránsito regional y nacional, alto uso de retornos e incorporaciones) razón por lo cual presenta dificultad para satisfacer las necesidades de la ciudad y de la región, por lo cual reporta un nivel de servicio deficiente con alta congestión en distintos horarios en ambos sentidos de la vía que llevan a la disminución de la eficiencia, propiciando que la estructura física del oriente de la ciudad se encuentre a punto de colapsar.

Estructuramos el trabajo en cinco partes: luego de la introducción, la segunda parte presenta una breve revisión de la literatura específica; en la tercera parte se presenta la reconstrucción del proyecto, donde se expone progresivamente el papel funcional en la ciudad, es decir, antecedentes y evolución; la cuarta parte, proporciona el funcionamiento de la vialidad con base en los variables propias de los estudios de vialidades (aforos, flujos, servicios) y; la quinta parte proporciona las conclusiones.

II. Perspectivas de estudio de ejes viales, breve revisión

Entre las perspectivas de trasfondo para este trabajo, tenemos las teorías clásicas que presentan a los ejes como conductores del crecimiento y formación de la estructura urbana, aunque también se consideran aquellas que estudian el sistema vial y las funciones que éstas desempeñan en el servicio que ofrecen a las necesidades de la ciudad, así como las que consideran una relación indisoluble con el transporte, ello se revisa y presentan, pues se convierten en el marco teórico-conceptual.

En la literatura especializada sobre la estructura física de la ciudad y el papel protagonista de las vías, se puede rescatar lo siguiente:

El *Modelo Axial* de Babcock 1932 que parte de los elementos establecido por Burgess, ya que a las zonas concéntricas le integro los ejes radiales de transporte, con lo que la estructura de la ciudad adquiere forma de estrella. El modelo supone que la urbanización y edificación de la ciudad son elementos de la expansión que se genera hacia el exterior, considerando el punto de partida al centro comercial de negocios donde la expansión de la ciudad depende de los ejes de transporte, pues sobre ellos se presenta mayor expansión a grandes distancias y se limita por la competencia de las áreas céntricas, ya que en ella el gasto de tiempo, dinero y el desplazamiento es menor.

Por su parte, la *Teoría Sectorial* de Omer Hoyt 1939, considera las características y tendencias del crecimiento de áreas residenciales tomando en cuenta la importancia de los ejes de transporte, los cuales influyen en el incremento de la demanda y el valor de los terrenos, propiciando la expansión de la ciudad a lo largo de los ejes, por lo que sostiene que la utilización del suelo es función del transporte. De manera que el espacio urbano se organiza de forma sectorial (cuña o cono) en relación a los ejes de transporte, y por las diferencias de accesibilidad, la utilización del suelo se relaciona con las vías de comunicación, la especialización del suelo es diseccionada, desde el lugar donde se maximiza la accesibilidad, por lo que las vías de comunicación así como los ejes del transporte contribuyen a definir la estructura urbana (cfr. Julián, 1996).

Por otro lado, en cuanto hace a las vías y su relación con la localización económica se avanza en otros aspectos de la estructura vial propiamente, tal como lo planteó Hagget. El modelo se deriva de la teoría del transporte y localización industrial, donde interviene la tradición geográfica con lo que se consideran las acciones de orden y de localización. Haggett (1965) realizó la clasificación de los modelos locacionales en cinco tipos, mismo que se relacionan con un elemento del sistema regional que son movimiento, redes, nudos, jerarquías y superficies; a esta relación la denomino secuencia lógica. Al combinar el conjunto de redes con la geografía física y la humana, se estructura el transporte, por medio de las líneas troncales, secundarias y de enlace; con los nodos, mediante los cuales se determina la accesibilidad, posición de encrucijada, los puntos de convergencia y los puntos de ruptura (cfr. Martín, 2008).

Por tanto, se dice que el transporte afecta el desarrollo físico de la ciudad, la teoría tradicional de localización urbana “*sostiene que las personas y las instituciones buscan localizaciones accesibles con fines de minimizar los costos de transporte y maximizar, en el caso de los hogares, las preferencias de viviendas y estilos de vida, en el caso de negocios ganancias*” (Cervero, 2002: 384). Esto es, los sistemas de

Quivera 2010-2

transporte son los que ejercen impactos en los usos de suelo, pues son generadores de ganancias, aumentan la accesibilidad regional, propiciando mejoras dentro del capital incrementando las inversiones fijas.

Los planteamientos teóricos arriba expuestos, permiten comprender cómo la estructura urbana depende de la organización social en el espacio, donde las vías de comunicación y los sistemas de transporte, definen la utilización del suelo según grupo social y nivel de ingreso, también las concentraciones u organización formales están definidas por el máximo grado de accesibilidad, mismas que están determinadas por las redes y jerarquía de vías, ello define núcleos de atracción y traslados. Así la importancia del sistema de transporte definido a su vez por la estructura de vialidades son factores que permiten la movilidad en la ciudad. En ello, los ejes (de mayor accesibilidad y transporte) definen la expansión de la ciudad y la utilización del suelo, propiciando así la formación y evolución de la estructura y configuración de la ciudad.

Así mismo es necesario revisar, una vez indicado el papel de un eje vial en la de dirección del crecimiento urbano, destacar el papel de una vía en el funcionamiento de la estructura y sistema de vialidades.

El sistema vial busca satisfacer las necesidades de la población para que se lleve a cabo la movilidad urbana, esta estructura vial es un componente definidor en la traza urbana de la ciudad, a partir de una vialidad se van determinando los usos de suelo, la subdivisión y el trazado de la infraestructura de los diversos servicios con que cuenta la ciudad (Caminos, 1984). La vialidad es uno de los elementos básicos, y más importantes de la forma urbana, pues es en torno a ella que se ordenan los elementos básicos de la estructura física: se conforma por cierto ancho el cual depende del número de carriles por los que se encuentra conformada, la capacidad que se determina por el número de vehículos que pueden circular por una sección o carril, esto es, parte del flujo vehicular que presenta una vialidad; el cual considera la velocidad y la densidad de vehículos que circulan en una vialidad, estos elementos permiten conocer la calidad del servicio, que experimenta el usuario en la estructura vial (Cal y otros, 1998).

Según el Centro Estatal de Investigación de Vialidad y Transporte CEIVT, (2001) la funcionalidad de una ciudad se encuentra estrechamente relacionada con la eficiencia de sus vías de conexión, cuando éstas fallan o se encuentran mal estructuradas, se comienza a reflejar la problemática en el entorno de la ciudad, pues el incremento poblacional genera un mayor número de viajes dentro de las vialidades, incrementando así la utilización de los distintos modos de transporte como es el caso de los vehículos motorizados saturando las vías de comunicación en este caso terrestres, es entonces cuando la transportación urbana se convierte en un obstáculo para el desarrollo urbano dentro de una ciudad.

Los variables de estudio específico de las vialidades son la que indican, Cal y otros (1998), un sistema vial tiene *capacidad*, cuando aloja una demanda de vehículos presente sin generar demoras en los tiempos de traslado, con lo cual se *determina la eficiencia* del sistema vial, dado que presta el servicio que demandan los usuarios y cuenta con la capacidad para ofertarlo. La *capacidad de la vía* depende de: las condiciones de la infraestructura vial, de las características físicas; las condiciones del tránsito, dependen de la distribución del tránsito en el tiempo y espacio; las condiciones

Quivera 2010-2

de control, son los dispositivos de control de tránsito. Por otra parte, el *flujo* que presenta una vialidad depende del número de vehículos que transitan por un punto durante un intervalo de tiempo, la cuantificación del número de vehículos que circulan en una vía en cierta unidad de tiempo se denomina *aforo vehicular*, mientras que la *densidad* es el número de vehículos que ocupan una longitud específica de la vialidad, cuya unidad de medida es vehículo/kilómetro, también se establece un parámetro de distancia entre cada automóvil el cual puede ser un espaciamiento simple o promedio.

De manera que el análisis del flujo vehicular sirve para optimizar los sistemas de transporte y funcionalidad de las vialidades, pues se revisan las condiciones para los usuarios del transporte público y privado así como un impacto benéfico para el medio ambiente.

En los últimos años, se ha estudiado el sistema vial vinculado al transporte público, debido al crecimiento extendido de las ciudades y la capacidad de generar un acceso más distribuido y mejorar el movimiento y traslado de la población. En ello, lo que es la movilidad, pues es uno de los elementos que se desarrolla en una vialidad, ya que la *movilidad* es la capacidad que tiene un lugar para producir y para atraer viajes. Mientras que la *accesibilidad* de un lugar se determina por la capacidad que éste tiene para permitir la interacción de los distintos sectores y lugares, y se determina por el estado de las vialidades así como por los modos de transporte (Delgado y otros, 1997).

Así mismo, la movilidad se ubica en la interrelación del transporte y el desarrollo urbano, pues la expansión física y diversificación de actividades conlleva mayor número de movimientos de población y de mercancías, lo cual conduce al incremento de la red vial y del transporte. A nivel micro, la cual manifiesta una pequeña modificación del sistema de transporte, generando o motivando cambios en los usos de suelo, en las actividades que poco a poco transforman el entorno, mientras que a nivel macro genera cambios rápidos y drásticos en el sistema de transporte y el entorno. Al analizar la movilidad se consideran variables como, el número de viajes que se realizan, su localización, los puntos de salida así como los de destinos, los patrones de viajes, estos datos son elementos cuantitativos de variación constante, otro elemento determinante para la movilidad urbana es el motivo de los viajes (Islas, 2000).

A manera de marco de reflexión de nuestro estudio hasta aquí, conceptualmente se ha dicho que la dirección de la comunicación principal en una ciudad se encuentra definida por un eje (inicialmente la carretera Toluca-México y la vía férrea), posteriormente sobre el mismo eje se realiza la obra de vialidad y urbanística sobre la misma dirección (Paseo Tollocan), así están dadas las condiciones para la expansión del tejido construido y la posterior conurbación, luego el proceso que sigue, es la evolución compleja del funcionamiento de tal dirección del crecimiento que adquiere dimensiones mayores a la par del dinamismo de la ciudad, de la región y las transformaciones de las ciudades (Ciudad de México y en la Región Centro). Por ello, convertido en eje que conduce el crecimiento, la vialidad es importante para la economía urbana, para el desplazamiento de los bienes y productos que se producen dentro de ella, para el desarrollo urbano de la zona industrial y seguirá siendo una de las direcciones de mayor difusión de la urbanización de la ciudad de Toluca ahora en el territorio.

III. Paseo Tollocan. Antecedente y funciones urbanas

La vialidad Paseo Tollocan según la Junta de Caminos del Estado de México, se divide en dos grandes tramos: *Circuito Tollocan* que va en la porción poniente o interno en la ciudad, de la Puerta Tollotzin a Circunvalación o Paseo de los Matlazincas, conformado por 6 puentes elevados y dos puentes a desnivel y; el *Paseo Tollocan* que es el eje oriente de la ciudad o trazo externo que inicia en el monumento Puerta Tollotzin y concluye en el Puente Tultepec. Desde 1973, cuando se inician los trabajos hasta finales del 2008, este eje concluía en el monumento a Emiliano Zapata, en el municipio de San Mateo Atenco y tenía una longitud de 11.8 kilómetros, en ese año se extiende hasta el municipio de Lerma, en la Puerta Tultepec, con un total de 13.6 kilómetros.

El tramo externo, denominado Paseo Tollocan es el eje de estudio. Es una vialidad de cuatro cuerpos, dos centrales de alta velocidad y dos laterales de baja velocidad por ella transitan distintos tipos de vehículos particulares, pesados, de carga, y de pasajeros estos dos últimos en los carriles de baja velocidad, además, en el lado norte soporta las vías férreas que dan servicio al sector productivo privado. Veamos los antecedentes desde su construcción y sus respectivos roles en la ciudad conforme va sucediendo la expansión urbana, metropolitana y regional.

a) Construcción de la vialidad

El Paseo Tollocan fue construido durante el sexenio del Profesor Carlos Hank González, (1969-1975), inicia la obra el 23 de octubre de 1973, es diseñada por un equipo interdisciplinario coordinado por el arquitecto Pedro Ramírez Vázquez. Se dijo que con su construcción se cumpliría el propósito de: *“Dar mejor fluidez al intenso tráfico proveniente de otros puntos de la república con destino a la ciudad de México, el cual queda construido por cuatro cuerpos, dos laterales de tres carriles, dos centrales y dos puentes vehiculares”* (Secretaría de Comunicaciones del Estado de México, III Informe de Gobierno 1969-1975).

En el IV Informe de Gobierno, el 20 de enero de 1974, se informa dentro de los grandes proyectos públicos, la construcción de un gran balcón sobre el Valle de Toluca; el **corredor Toluca-Lerma**, considerado como parte de una decisión natural, al cumplir con varios propósitos importantes, entre los que destacaba; impulsor del desarrollo de la zona industrial y residencial en ambos lados de la gran vía; además de ser un embellecedor del paisaje y; facilitar el acceso, permitiría la fluidez del pesado tránsito vehicular, también brindaría seguridad a los trabajadores de la industria y a sus familias, como último objetivo cumplía de acceso a la capital del estado (Secretaría de Comunicaciones del Estado de México, IV Informe de Gobierno 1969-1975).

En el documento nombrado Seis Años de Gobierno, también conocido como memoria de gobierno del periodo 1969-1975, se destaca la construcción del **Paseo Tollocan**, del cual se dice que fue realizado con los esfuerzos de los industriales, colonos ejidatarios y comuneros de la zona, quienes aportaron ingresos para realizarlo.

Quivera 2010-2

Cabe señalar que no se menciona el tiempo que tardarán en liquidar esta deuda y es probable que continúe pagándolo.

En 1972, el 5 de diciembre, menciona que *Toluca se convertirá en una hermosa ciudad mediante una decoración unitaria*, acciones que habrían de concluirse en 1975. El trazo de la vía es considerada una obra urbanística, en abril de 1973, en la convención regional de proyectos industriales se anunció la creación de una financiera en Toluca, la cual permitió la creación del Fondo para Estudios de Preinversión, para conceder créditos a la industria, incrementando la inversión de la misma dentro del estado, lo anterior corrobora que la construcción de la vía favorecía a la zona industrial Toluca- Lerma, de allí que también se denominó **Avenida Toluca-Lerma** (Discursos del C. Gobernador del Estado Prof. Carlos Hank González 1972-1973). Por la atención brindada a esta obra y al impulso industrial, años después, en 2005, se levantó un monumento a dicho gobernador al inicio del Paseo Tollocan.

En el sexenio siguiente, a dicha obra se le asignan nuevas expectativas, el Dr. Jorge Jiménez Cantú, en 1979, en su tercer informe de gobierno dice: *“dentro del Paseo Tollocan se continuaba trabajando en la prolongación de éste hasta La Marquesa”* (GEM-JCEM, 2002). Es decir se vislumbra el papel interurbano como significativo y se mejoran las condiciones de la carretera Toluca-México.

Ya en los años noventa, el 15 de enero de 1999 se firma el contrato de Fideicomiso de Inversión y Administración de Fondos para la Rehabilitación y Modernización del Paseo Tollocan entre la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y Bancomer S.A. Institución de Banca Múltiple, Grupo Financiero, Dirección Fiduciaria, ya que se consideraba a esta vialidad como la más importante de acceso a la capital del Estado de México, así como un elemento de imagen urbana. Posteriormente, el 26 de febrero de 1999, se elabora el Reglamento del Fideicomiso del Paseo Tollocan, dicho instrumento legal permitiría orientar las estrategias y acciones para mejorar la calidad, acceso, eficiencia y cobertura de la vialidad. Las instituciones involucradas conforman el Comité Técnico del Fideicomiso. Sin embargo, es hasta años después, el 31 de mayo de 2001, que se termina el proceso de desincorporación del Fideicomiso para la Rehabilitación y Modernización del Paseo Tollocan bajo la modalidad de extinción, y se asignó un presupuesto de 7.9 millones de pesos a cargo de la Junta de Caminos del Estado de México. El proyecto geométrico incluía, la reubicación y tratamiento de árboles, plantas, monumentos y fuentes, así mismo la posible reubicación del monumento a E. Zapata.

En diciembre del 2002 la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, dio a conocer el proyecto de ampliación de los cuerpos centrales del Paseo Tollocan, cuyo costo de inversión fue de \$ 61'000,000.00, con una longitud total de 10.5 km. El ancho de los carriles centrales era de 6.5 metros con acotamientos de 2.0 metros tanto al interior como al exterior, ahora los carriles centrales tendrían 10.5 metros de ancho, el acotamiento, interno y externo, es variable, tal cambio suponía que los vehículos podrían circular a una velocidad de 90.0 km/h. Para la realización de la obra, se integró un grupo, incluyó a colegios de profesionistas del Estado de México, coordinados nuevamente por el arquitecto Pedro Ramírez Vázquez (Junta de Caminos del Estado de México, 2002).

Quivera 2010-2

Entre las modificaciones, a principios del siglo XXI, se tiene la ampliación de la vialidad hasta el Puente Tultepec, obra a cargo del gobierno Federal y Estatal a través de la Delegación de Comunicaciones y Transportes del Estado de México, donde se definió que la Secretaría de Comunicaciones del Estado, mediante la Junta de Caminos del Estado de México se encargaría de darle mantenimiento a este tramo, quedando el Paseo Tollocan constituido desde la Puerta Tollotzin hasta el Puente Tultepec, con un total de 13.8 kilómetros de longitud. Convenio firmado en Julio de 2008³.

Por otro lado, el sector social ha tenido participación desde los inicios de la construcción de la obra, con grados de involucramiento distintos, para fines de funcionamiento y mantenimiento, pero que se enfrenta a la discontinuidad de los recursos económicos. Es el caso de la Asociación Amigos del Paseo Tollocan, que agrupa a los vecinos industriales y hoteleros que se ubican en las laterales, luego de unos años de no actividad, nuevamente el 8 de mayo del 2009, realizó una reunión con los propietarios y/o representantes de las concesionarias, contratistas, desarrolladores, hoteleros, empresas privadas y de servicios a fin de integrarlos activamente en las acciones de mantenimiento y mejora de la jardinería y con ello retomar su función fundacional, y así lograron realizar acciones de jardinería e imagen urbana.

b) Función de corredor industrial-urbano

En la década del setenta y como resultado del despegue del proceso industrial, en el oriente de la ciudad, surgieron nuevas zonas habitacionales, equipamientos y servicios, el aumento de los espacios comerciales y de las vialidades locales, y alguno contados ejes radiales de alcance metropolitano, entre las que destaca la construcción del eje Toluca-Lerma, donde quedó definida la zona industrial quedando un sector urbano de la ciudad: el corredor industrial urbano.

Las vialidades de la segunda mitad de los años setenta, fueron fundamentales en la expansión física de la ciudad, en 1976 además del Paseo Tollocan otras vías de salidas fueron la de: 1) Toluca-Ixtapan, 2) Toluca-Valle de Bravo, 3) Toluca-Ixtlahuaca-Atlacomulco (Aranda, 1998). Así, poco a poco en forma sucesiva se fueron integrando localidades aledañas y avanza el tejido urbano construido y están dadas las condiciones para el proceso de conurbación.

En los años setenta con el impulso al eje industrial Toluca-Lerma, la ciudad de Toluca inició su fase de conurbación o proceso metropolitano, cuyo eje de crecimiento y expansión física fue el Paseo Tollocan, abriendo nuevos usos urbanos e incorporando el suelo agropecuario por la presión del mercado de suelo. La expansión fue generando tejido construido a veces desarticulado y otros, apenas conectados al eje urbano. La expansión de la ciudad se propició por la ocupación de áreas agrícolas, las cuales eran inicialmente vacíos entre áreas urbanas de centros de población, crecimiento que se daba por las vías, posteriormente fueron espacios ocupados con áreas habitacionales, destacando el crecimiento lineal.

³ Información proporcionada por el encargado de la obra de Rehabilitación Paseo Tollocan Tramo: Puente San Mateo Atenco – Puente San Pedro Tultepec de la Junta de Caminos del Estado de México.

Quivera 2010-2

En la década del 80 se da la expansión del área urbana hacia el nororiente del municipio de Toluca, involucrando las delegaciones de San Lorenzo Tepaltitlán, San Mateo Otzacatipan, San Pedro Totoltepec, Santa Ana Tlapaltitlán y Santa María Totoltepec, mismas que son de origen ejidal. Esto en parte reflejo de la presencia de equipamientos regionales como el Aeropuerto Internacional de Toluca, la Central de Abastos, los desarrollos industriales Exportec I y II, el Coecillo, Toluca 2000 y el corredor urbano Toluca-Lerma, así como por la presencia de los conjuntos urbanos, la Crespa, la Cruz Comalco, Villas GEO, Misiones de Santa Esperanza, la Floresta, Villas Santín, los Sauces, Rancho San Jorge, entre otros (PMDU de Toluca, 2003). Así el Paseo Tollocan tiene un papel protagónico de alimentador vial y de servicio de todo el oriente de la ciudad.

En 2003 los usos de suelo en las laterales del Paseo Tollocan, constituido en un tejido urbano plenamente integrado en cada margen, se presentan mixtos y complejos, por lo que se describirá por lateral y de acuerdo a la jurisdicción municipal en el recorrido: Usos del suelo en la lateral norte, por el sentido de la circulación, el Paseo Tollocan Toluca norte, comienza en Santa María Totoltepec y hasta la Puerta Tolotzin. En el tramo del municipio de Lerma, presenta uso de suelo industrial, se tiene industria de alto riesgo así como industria grande y mediana contaminante, cabe señalar que existe zona mixta al observarse la presencia de industria pequeña no contaminante mezclada con zona habitacional, comerciales y de servicios y algunos predios agrícolas (Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Lerma 2003). En la porción del municipio de Toluca, en 2003, presentaba un uso de suelo habitacional mixto, al estar mezclado con servicios financieros, comercio y servicio de cobertura básica; así como uso industrial grande no contaminante (PMDU de Toluca 2003).

Usos del suelo lateral sur, por el sentido de la circulación, inicia en el municipio de Toluca, en Santa Ana Tlapaltitlan, donde presenta uso de suelo habitacional mixto con establecimientos de servicio de alimentos con bebidas y restaurantes, zona hotelera de equipamiento de primer nivel, y densidades habitacionales diversas, por lo que a esta zona se le denomina corredor urbano (PMDU de Toluca 2003). Posteriormente atraviesa el municipio de Metepec, en el cual los usos de suelo, son habitacional mixtos, las viviendas se encuentran mezcladas con oficinas, con equipamiento de recreación así como de salud, con establecimientos de alimentos, puesto de revistas, paradas de autobuses y establecimientos de productos y servicios básicos. Continúa el corredor urbano (PMDU de Metepec 2003). Al final, en la porción del municipio de San Mateo Atenco, allí existe uso de suelo habitacional mixto, se tienen oficinas, servicios financieros, equipamientos educativos, instalaciones para espectáculos, recreación, área verde, e instalaciones para el transporte (PMDU de San Mateo Atenco 2003).

c) Función metropolitana del eje vial

En la escala metropolitana, es el eje oriente metropolitano de mayor jerarquía por allí se expande el proceso de urbanización, se refuerzan las funciones industriales, es importante en cuanto a comunicación terrestre y aérea, y para las infraestructuras de todo orden. Desde sus inicios, es el eje urbano-industrial que ha venido desempeñando distintos roles en la medida que la ciudad aumenta su dinamismo y complejidad metropolitana. En los últimos años, con la descentralización de las funciones del Aeropuerto de la Ciudad de México, desde 2003 e inmediata ampliación y obras en

Quivera 2010-2

2004, impactó de manera importante la capacidad del Paseo Tollocan, en particular hasta la Avenida Boulevard Aeropuerto, a la carga del autotransporte urbano e industrial, de las décadas de 1970 a 2000, se adiciona el stock de autos, el servicio terrestre de pasajeros, el transporte de servicios logísticos, todo ello derivado de los usuarios del transporte aéreo. En 2008, para la comunicación terrestre del aeropuerto, se llevaron a cabo obras de carreteras y nuevos trazos en la vía.

En lo económico, en dicho cono oriente, durante 2007 y 2008, se realizan inversiones de distinta índole; inmobiliaria comercial (centro comercial Plaza Sendero), arribo de firmas bancarias, de restaurantes, construcción de hoteles, todo ello localizado sobre el Boulevard Miguel Alemán o Aeropuerto y esquina con Paseo Tollocan. Aunque los usos comerciales, servicios especializados e industriales también se encuentran en transformación en dos ejes carreteros del oriente, sobre la Vialidad Toluca - Naucalpan y sobre Tollocan – México, en el territorio de Lerma, próximo a la Puerta Tultepec

El sector oriente de la ciudad, que principalmente se configura con base en el Paseo Tollocan, recibe todo tipo funciones urbanas y del sistema aéreo de la región centro del país. El dinamismo del aeropuerto compite por el mismo suelo en la dirección oriente ya que el propio crecimiento de la ciudad se deriva del reforzamiento megalopolitano y la deslocalización de las residencias conectadas a dicho eje carretero (Hoyos y Mendoza, 2009).

d) Función regional-nacional del eje vial

En 2007 se inauguró el Libramiento Ruta de la Independencia Bicentenario, es un arco regional para el flujo de pasajeros y carga que entronca en la autopista México-Toluca y empalma en la salida a Atlacomulco, éste permite conexión con Morelia y Guadalajara, es un arco que se apoya en el Paseo Tollocan. También se construyó un puente elevado y confinado sobre la vía y entronca al Boulevard Aeropuerto. En conjunto dichas obras se realizan para agilizar el acceso y en parte descongestionar el tránsito regional sobre el eje de comunicación, a saber función de corredor urbano, función de expansión metropolitana, y de carretera Toluca-México y Toluca con el norte del país. Lo cual se traduce en que recibe flujo de transporte de carga de larga distancia regional, transporte público de pasajeros regional y metropolitano, taxis, autobuses, transporte logístico, automóvil ínter ciudades y pueblos.

Su función en el desarrollo económico regional-nacional, abarca zonas industriales de Lerma, Santiago Tianguistenco, Ocoyoacac y Otzolotepec en la región Toluca, así como con las de Atlacomulco, Ixtlahuaca en el norte de la entidad, y con San Juan del Rio, Querétaro. Es un eje que permite comunicación con nodos especializados de producción, con ello se integra al sistema económico territorial del centro y con el norte del país, es por ello que en su función de servicio repercute en cada uno de estos niveles. La capacidad de flujo, tránsito y servicio de la vialidad se examina a continuación.

IV. Funcionamiento de la vialidad Paseo Tollocan

Las variables de volumen y aforos vehiculares, publicados anualmente en los libros Viales de la Dirección General de Servicios Técnicos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, permiten conocer volúmenes y clasificación de tránsito que circulan en la red carretera y vías particulares serán retomados en este estudio. También se cuenta con flujos de incorporación y el nivel de servicio, registrados por el Departamento de Ingeniería de Tránsito de la Junta de Caminos del Estado de México, información que deriva del estudio de prolongación de la Vialidad Las Torres, el cual consistió en un Estudio Vial de Tránsito Vehicular Regional del Valle de Toluca, realizado por el Grupo Consultor y Constructor S. A. De las fuentes mencionadas sólo se utilizan los resultados que convienen a esta investigación.

Para examinar el funcionamiento, conviene recordar las variables de estudio: los *aforos* son el conteo de peatones o vehículos que transitan en una unidad de tiempo, mientras que los *volúmenes de tránsito*, son el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado. Y el *tránsito diario promedio anual* (TDPA) es el número total de vehículos que pasan durante un año por un punto. (Cal y otros, 1998). La distribución de los volúmenes de tránsito por carriles es un criterio de estudio que se considera en la operación de calles y carreteras. Al medir los volúmenes de tránsito por carril, la mayor velocidad y capacidad, generalmente se logran en el carril de en medio; debido a las fricciones laterales, como las paradas de autobuses así como las de taxis y las vueltas a la izquierda y derecha que propician flujo lento en el carril extremo provocando menor volumen en el carril cercano a la acera.

a) Comportamiento del aforo de vehículos

La información de tránsito vehicular, corresponde a los años de 2001 a 2007. Para un estudio más detallado, la cantidad de vehículos que circulan se divide en aforos totales por sentido de la vialidad; en el sentido a México y el sentido a Toluca.

El TDPA que se registra dentro del Paseo Tollocan en el sentido que conduce a la ciudad de México, muestra un crecimiento de 2001 a 2005 y hacia 2007 se presenta un ligero descenso. En el sentido a Toluca se observa un aumento constante y regular desde 2002 hasta 2007. En el periodo indicado, el Paseo Tollocan en total ha incrementado la carga de vehículos al aumentar el número del flujo vehicular, de 160 mil a algo más de 183 mil TDPA. En 2007, las entradas de vehículos respecto a las salidas, fueron más altas (cuadro 1).

Según datos de tasa de crecimiento, el TDPA fue oscilante en el sentido a México ya que en 2002 registra un valor el cual disminuye al posicionarse .87 un año más tarde, en 2004 incrementa la tasa a 6.62, siendo ésta la más alta del sentido a México, luego disminuye en 2005, a 2.83, hasta decrecer en 2007 con el -0.03, lo cual significa pérdida de flujo vehicular respecto a su propio comportamiento precedente. Por otra parte, en el sentido a Toluca, al inicio del periodo comenzó con una alta tasa negativa de -3.00, de 2001-2002, luego se recupera y asciende en forma significativa, de 2003 a 2004 a una tasa de 4.65, posteriormente disminuye en 2005, para finalmente ascender hasta 7.36 en el último periodo (cuadro 2). Es decir, que el dinamismo de la ciudad ha incrementado y aumentado el grado de atracción.

Quivera 2010-2

Al examinar la distribución de vehículos de acuerdo con los cuerpos central y lateral de la vialidad, indican el funcionamiento más a detalle (cuadro 3). El tránsito en los cuerpos del sentido a México, el flujo de vehículos en el cuerpo lateral es inferior al que circula en el cuerpo central, diferencia que se mantiene en los años registrados, mientras que en el cuerpo central el flujo vehicular aumenta. Esto indica que el cuerpo central ya rebasó su máximo. Por otra parte, en el sentido a Toluca, el cuerpo lateral presenta también menor volumen respecto del cuerpo central, el cual tiende a incrementar su carga. Con los datos por cuerpo lateral y central se observa que la vialidad reporta carga creciente en los carriles de los cuerpos centrales mientras que los carriles de los cuerpos laterales es también constante.

Cuadro 1. Paseo Tollocan. Tránsito Diario Promedio Anual.

Sentido	2001	2002	2003	2004	2005	2007
México	78,086	80,577	82,449	87,913	91,244	90,686
A Toluca	82,635	80,153	81,386	85,173	86,575	92,943
Total	160,721	160,730	163,835	173,086	177,819	183,629

Fuente: Elaboración propia con datos de los libros Viales de la Dirección General de Servicios Técnicos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del Gobierno del Estado de México

Cuadro 2. Tasa de crecimiento medio anual del TDPA.

Año	Sentido a México		Sentido a Toluca	
	TDPA	TCMA	TDPA	TCMA
2001	78,086		82,635	
2002	80,577	3.19	80,153	-3.00
2003	82,449	2.32	81,386	1.54
2004	87,913	6.62	85,173	4.65
2005	91,244	3.79	86,575	1.65
2007	90,686	-0.03	92,943	7.36

Fuente: misma del cuadro 1.

Cuadro 3. Paseo Tollocan. Aforo según cuerpo lateral y central

Sentido/año	2001	2002	2003	2004	2005	2007
Lado sur de Toluca a México						
Cuerpo lateral	15,276	15,648	16,099	16,695	17,396	17,806
Cuerpo central	62,810	64,929	66,350	71,218	73,848	72,880
Lado norte de México a Toluca						
Cuerpo lateral	16,373	16,720	17,035	16,720	17,574	17,694
Cuerpo central	66,262	63,433	64,351	68,453	69,001	75,249

Fuente: misma del cuadro 1.

Quivera 2010-2

Por otro lado, para identificar el tipo de vehículo, nos apoyamos en una clasificación preestablecida (cuadro 4), que abarca el universo de que integran el tránsito, como a continuación se describe. En el lado norte, el cuerpo lateral (cuadro 5) muestra un incremento en el tránsito de vehículos de tipo A o de automóviles, el cual es el más significativo, ya que en 2001 el porcentaje era de 67.84, y para 2007 sube a 80%. Los vehículos de tipo C-2 o camiones unitarios de dos ejes, se ubica en segundo lugar, iniciaron con 11.76% y los años que sigue tiende a bajar a partir de 2005, llegando en 2007, a 5.29% del tránsito. Los vehículos tipo B o autobuses se ubican en tercer lugar, durante el periodo de estudio mantiene la proporción en alrededor de 7%. En cuarto lugar, el tránsito de vehículos tipo C-3 o camiones unitarios de tres ejes, en 2001 representaban 5.50% del total y tipo de vehículos, mientras que el dato mas alto se presentó en 2005 con 7.80% el cual disminuye a 4.8% para el 2007.

Cuadro 4. Clasificación vehicular en el Paseo Tollocan

Tipo de vehículo	Descripción	Circulación según Reglamento de Tránsito del Estado de México.	
		Alta	Baja
A	Automóviles	√	√
B	Autobuses	×	√
C2	Camiones Unitarios de 2 ejes	×	√
C3	Camiones Unitarios de 3 ejes	×	√
T3S2	Tractor de 3 ejes con semirremolque de 2 ejes	×	√
T3S3	Tractor de 3 ejes con semirremolque de 3 ejes	×	√
T4S4	Tractor de 4 ejes con semirremolque de 4 ejes	×	√
T3S2R4	Tractor de 3 ejes con semirremolque de 2 ejes y remolque de 4 ejes.	×	√
Otros	Diversas combinaciones de camiones de carga	×	√

Fuente: Volúmenes de Tránsito en la Red Nacional de carreteras pavimentadas, Capítulo I.

Nota: × No puede circular √ Puede circular

Quivera 2010-2

En el cuerpo lateral norte, los demás tipos se ubican por debajo de los arriba descritos aunque es una proporción baja pero de importancia. El flujo de vehículos tipo T3S3, inicio con una participación relativa baja comparado con los datos de los siguientes años, de 1.10% en 2007 y el mas alto de 5.60% en 2003. Este tipo de vehículo reporto incremento y decremento. El tránsito tipo T3S2, inicio con 3.65% dato que se repite para 2003, llegando al punto mas alto en 2005 para disminuir en 2007 hasta 1.10%, finalmente el tipo T4S4, es la proporción mínima de vehículos circulando, son proporciones aproximadas a cero. La clasificación de otros inicio con 0.85% de tránsito vehicular y concluyo con 2.05% en 2007.

En la parte norte de la vialidad, en cuanto hace al carril central (cuadro 6), como era de esperar la clasificación tipo A, ocupa el primer lugar en forma predominante esto en parte por que el Reglamento de Tránsito así lo marca, aunque en los últimos años se ha presentado un ligero descenso ya que en 2001 fue de 92.15%, mientras que en 2007 disminuye a 88.54% de automóviles. Este dato permite deducir, que la norma de tránsito no se cumple y se infringe cada vez más como a continuación se describe. Los vehículos tipo B o autobuses, ocupa el segundo lugar de consideración, mantienen su porcentaje en el periodo en alrededor de 4%, los vehículos de tipo C-2, ésta proporción va en aumento, los vehículos de tipo C-3, registran una porción mayor a la unidad, durante el periodo. En la cuanto a los tracto camiones, de tipo T3S2, tipo T3S3 y tipo T4S4, también registran cierta participación durante el periodo. En la clasificación de “otros” se muestra un comportamiento ascendente en el periodo.

De lo anterior se desprende, en el sentido norte de la vialidad, que el congestionamiento en la vía lateral esta desbordándose hacia el cuerpo central y la aplicación del Reglamento de Tránsito enfrenta dificultades para organizar el flujo llegando a cuestionar su capacidad en tanto instrumento legal.

Cuadro 5. Aforo por tipo de vehículo en el cuerpo lateral norte
(Participación relativa horizontal)

Año	TDPA	A	B	C-2	C-3	T3S2	T3S3	T4S4	OTROS
2001	16,373	67.84	7.20	11.76	5.50	3.65	3.10	0.10	0.85
2002	16,720	64.96	7.90	12.10	6.00	4.09	3.99	0.05	0.90
2003	17,035	65.91	7.80	10.05	5.20	3.65	5.60	0.25	1.55
2004	16,720	64.96	7.90	12.10	6.00	4.09	3.99	0.05	0.90
2005	17,574	61.25	7.45	9.40	7.80	4.70	5.10	0.00	4.30
2007	17,694	80.05	7.30	5.29	3.00	1.10	1.10	0.10	2.05

Fuente: la misma que el cuadro 1. Las literales corresponden a la clasificación indicada en el cuadro 4.

Quivera 2010-2

Cuadro 6. Aforo por tipo de vehículo en el cuerpo central norte
(Participación relativa horizontal)

Año	TDPA	A	B	C-2	C-3	T3S2	T3S3	T4S4	OTROS
2001	66,262	92.15	4.10	1.20	1.10	0.50	0.35	0.25	0.35
2002	63,433	90.35	4.65	1.60	1.40	0.65	0.50	0.10	0.75
2003	64,351	89.45	5.80	2.35	1.40	0.15	0.25	0.15	0.45
2004	68,453	89.99	4.40	2.35	1.60	0.15	0.20	0.25	1.05
2005	69,001	89.00	4.60	2.95	1.50	0.10	0.25	0.00	1.60
2007	75,249	88.54	4.15	3.05	1.80	0.40	0.40	0.20	1.45

Fuente: la misma que el cuadro 1. Las literales corresponden a la clasificación indicada en el cuadro 4.

A continuación se presentan los flujos por tipo de vehículos en cuerpo lateral y central correspondiente al sentido sur de la vialidad. En el cuerpo lateral, (cuadro 7) se observa que los vehículos de tipo A o automóviles son los que mayoritariamente transitan, esta proporción sube de inicio al final del periodo de estudio, de 58 a 70%. Los vehículos tipo C-2 o camiones unitarios con dos ejes mostraron disminución de 10.25%, dato que disminuye a 6,14%, aunque los camiones unitarios tienen un comportamiento irregular durante el periodo de estudio. Los vehículos T3S2 y T3S3 que son tracto camiones con semirremolque de dos y tres ejes, tienen un comportamiento variable aunque es mayor el de tipo T3S2 que el T3S3, aunque ocupan el segundo lugar después de los automóviles de la carga vehicular. Los vehículos de tipo B o autobuses mantienen una proporción durante los primeros cinco años, al final su participación se incrementa. Mientras que los vehículos de T4S4 que son tracto camiones de 4 ejes con semirremolque, es el de menor proporción. Mientras que el tipo de “otros vehículos” sube de 1.35% a 3.8% de inicio a final.

Cuadro 7. Aforo por tipo de vehículo en el cuerpo lateral sur
(Participación relativa horizontal)

Año	TDPA	A	B	C-2	C-3	T3S2	T3S3	T4S4	OTROS
2001	15276	57.80	6.25	10.25	6.95	9.90	7.35	0.15	1.35
2002	15648	57.57	5.80	8.85	4.84	10.14	7.90	1.05	3.84
2003	16099	60.82	6.45	9.25	5.22	9.19	7.25	0.14	1.68
2004	16695	57.75	6.85	10.10	6.75	9.15	7.65	0.00	1.75
2005	17396	59.41	6.90	9.74	6.29	7.75	6.55	0.00	3.35
2007	17806	70.04	8.59	6.14	4.7	3.45	2.7	0.39	3.8

Fuente: la misma que el cuadro 1. Las literales corresponden a la clasificación indicada en el cuadro 4.

Quivera 2010-2

Cuadro 8. Aforo por tipo de vehículo en el cuerpo central sur
(Participación relativa horizontal)

Año	TDPA	A	B	C-2	C-3	T3S2	T3S3	T4S4	OTROS
2001	62,810	95.60	0.60	2.45	0.95	0.15	0.10	0.05	0.10
2002	64,929	94.50	0.99	2.55	1.46	0.10	0.00	0.10	0.30
2003	66,350	93.70	1.54	2.20	1.40	0.00	0.04	0.29	0.75
2004	71,218	92.95	1.50	2.80	1.75	0.20	0.10	0.05	0.65
2005	73,848	92.95	1.70	2.20	1.85	0.25	0.10	0.00	0.95
2007	72,880	91.59	2.30	2.34	1.54	0.39	0.35	0.20	1.25

Fuente: la misma que el cuadro 1. Las literales corresponden a la clasificación indicada en el cuadro 4.

En el cuerpo central sur, que de acuerdo al reglamento sólo deben transitar automóviles, al igual que el sentido norte, reporta dificultades para hacer cumplir las disposiciones. La proporción de los automóviles en el período de estudio disminuye de 95.60 a 91.59%. En el carril central, se permite de manera ilegal la circulación de otros tipos de vehículos, siendo el C-2 el más significativo, al ser camiones de 2 y 3 ejes que afectan el flujo vehicular, cabe señalar que también se ha incrementado el número. En el cuerpo sur de la vialidad, es destacable que el cuerpo lateral muestra un incremento del vehículo tipo A, en el central se observa una disminución, este dato es importante, del mismo modo que se incrementó la circulación de tránsito pesado por la lateral.

b) Comportamiento de tres nodos seleccionados

En este apartado se analiza el comportamiento de los flujos vehiculares en los tres nodos o cruces vehiculares en puentes: Comonfort, Pilares y Tecnológico. Se recoge el total de tránsito del conjunto de los movimientos direccionales que transitan por la lateral de la vialidad Paseo Tolloacan. El levantamiento se realizó en un lapso de 4 horas, por el Departamento de Ingeniería de Tránsito de la Junta de Caminos del Estado de México en octubre de 2008, estudio realizado a propósito de la construcción del puente confinado que introduce al AIT, aunque se trate de tres puentes, es importante destacar el grado de conflicto vehicular, a manera de ejemplo de lo que ocurre en los demás puentes. Como se observa en el cuadro 9, los tres nodos tienen acumulación de tránsito vehicular y por tanto cierto nivel de congestión, aunque en primer lugar se ubica el puente Comonfort, luego con conflictividad casi semejante se ubica el puente Tecnológico, y con menor proporción de flujo vehicular el nodo de Pilares.

Respecto al tipo de vehículos, (cuadro 10) el nodo con mayor flujo vehicular es el tipo A, destaca la proporción del puente de Comonfort, luego la del nodo Tecnológico, mientras que en el puente de Pilares es menor comparativamente entre los puentes, desde luego que son proporciones muy altas en los tres puentes. Los vehículos tipo B o autobuses, destaca el puente de Pilares, luego la proporción de este tipo de vehículos en Comonfort, y después el nodo Tecnológico. Los vehículos de tipo C o camiones de carga el nodo Pilares tiene mayor concentración, aunque es el nodo con menor flujo vehicular en cuanto a volumen, pero es el punto que tiene mayor conflicto

Quivera 2010-2

vial el concentrar tránsito de vehículos de carga y de autobuses, registra la misma problemática aunque en menor proporción el nodo Tecnológico.

Cuadro 9. Flujo vehicular por nodo, 2008

Nodo	Flujo total	Participación relativa
Nodo Comonfort	15898	35.01
Nodo Pilares	13916	30.65
Nodo Tecnológico	15595	34.34
Total	45409	100

Fuente: Elaboración propia con información del Departamento de Ingeniería de Tránsito de la Junta de Caminos del Estado de México, octubre del 2008.

Cuadro 10. Carga vehicular por tipo en los nodos
(Participación relativa horizontal)

Nodo	Tipo de vehículo					
	A	(%)	B	(%)	C	(%)
Nodo Comonfort	12993	82	2082	13	893	5
Nodo Pilares	9946	71.00	2437	17.00	1673	12.00
Nodo Tecnológico	12181	78.11	1910	12.25	1504	9.64

Fuente: misma que la del cuadro 9.

c) Nivel de servicio

Finalmente, para calificar el nivel de servicio, se ofrece siete categorías, de A - F, que consideran el tránsito, la velocidad y la posibilidad de elegir velocidad en los carriles, de ello las mejores condiciones se califica con la letra A y las peores con la letra F, pasando los distintos grados en los rangos intermedios (cuadro 11). En el caso de la vialidad de estudio, tal como se observa, el nivel de servicio tiene mala calificación (cuadro 12). En el caso de ciertas intersecciones que considera el número de vehículos por hora que transitan en las intersecciones; se mide el flujo vehicular y los tiempos de demora; los resultados para todos los casos son de nivel F, esto es, un servicio deficiente, cruces con conflictos vehiculares, con desplazamientos lentos y con amplios tiempos de recorrido.

La importancia de identificar el nivel de servicio es para documentar si es capaz de satisfacer las necesidades y requerimientos de flujos, pero el nivel de servicio ha reducido su capacidad, situándose en las peores condiciones técnicas por lo tanto el funcionamiento de la vialidad en su conjunto puede colapsar, en la medida que aumente la dinámica del conjunto de la ciudad. Después al analizar el nivel de servicio que se reporta en las intersecciones, se constata la ineficiencia de la vialidad, muestra un claro

Quivera 2010-2

congestionamiento vial, ya no es funcional, pese a esto, la vialidad continua operando con graves problemas de congestionamiento e incumplimiento del Reglamento de Tránsito.

Cuadro 11. Nivel de servicio

Categoría	Descripción
A	Corresponde a una condición de flujo libre con volúmenes de tránsito bajos y velocidades altas. Corresponde a la zona de flujo estable con velocidades de operación que comienzan a restringirse por las condiciones de tránsito.
B	Los conductores tienen la libertad de elegir las velocidades y el carril de operación.
C	Condición de flujo estable, pero las condiciones de velocidades y posibilidades de maniobrar están estrechamente controladas por los altos volúmenes de tránsito.
D	Se aproxima al flujo inestable con velocidades aun satisfactorias pero afectadas considerablemente por los cambios en las condiciones de operación.
E	No puede describirse por la velocidad, pero representa la operación a velocidades aun más bajas que el servicio de nivel “D”, el flujo es inestable y pueden ocurrir paradas en corta duración.
F	Corresponde a la circulación forzada, las velocidades son bajas y los volúmenes inferiores la a capacidad, las velocidades se reducen y se realizan paradas a consecuencia del congestionamiento.

Fuente: Elaboración con base en los anexos del Estudio Vial de tránsito vehicular regional en el Valle de Toluca, Junta de Caminos, Edo. Méx., 2007.

Quivera 2010-2

Cuadro 12. Nivel de servicio en intersecciones específicas

Av. Miguel Alemán (Aeropuerto)		Av. Solidaridad Las Torres (incorporación poniente)	
VHR 1,432	F	VHR 1,235	F
Av. Alberto Einstein (zona industrial)		Avenida Ignacio Comonfort (puente)	
VHR 1,189	F	VHR 1,052	F
Tecnológico (puente)		Calzada de Coecillo (zona industrial)	
VHR 1,139	F	VHR 1,247	F

Fuente: misma de cuadro 11. Nota: VHR vehículos por hora.

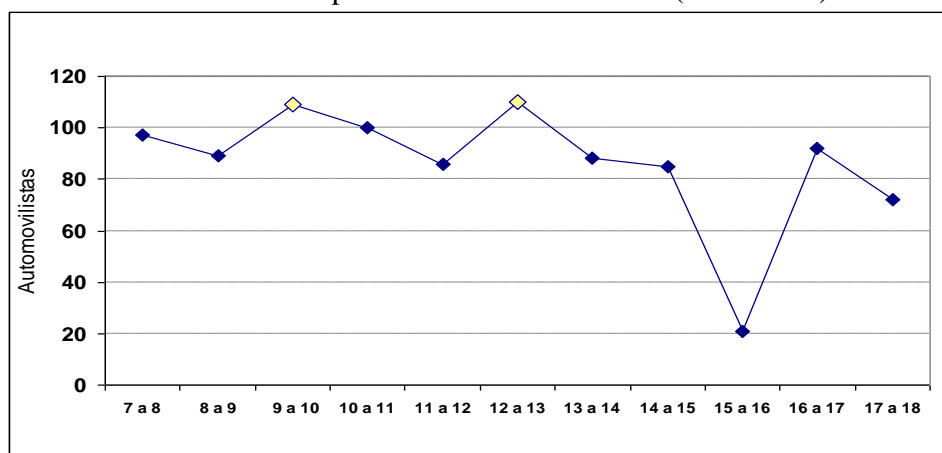
d) Hora pico

La *hora pico* se estudia con base en el levantamiento de las 11 horas, de 7 de la mañana a las 18 horas, en que se aplicaron las encuestas de origen destino el día viernes 19 de enero de 2007 realizada por la Junta de Caminos del Estado de México, teniendo como punto de levantamiento la esquina del <paseo Tollocan y el Boulevard Miguel Alemán (Plaza Sendero). En el sentido a Toluca levantó un total de 949 encuestas a conductores, mientras que en sentido a la ciudad de México, en el mismo lapso se aplicaron 1,445 encuestas. De los datos, se desprende que en el sentido a Toluca, se registran dos horas pico, una de 9 a 10 horas, horario en que población ingresa a laborar, (empleado, oficinistas y comercio) y la otra, de 12 a 13 horas de la mañana (empleado, obrero y oficinistas, o cambio de turno en comercio). Las demás horas del día viernes, no muestran cambios significativos en los volúmenes del flujo vehicular. (El horario de 3 a 4 de la tarde, corresponde con la hora comida de los encuestadores) (gráfica 1).

Por otra parte, respecto al motivo de viaje, destaca que en las primeras horas del día, de 7 de la mañana a 11, la población que transita por este punto de registro, se desplaza principalmente por motivo de trabajo, y lo hace en automóvil (cuadro 13). Entre las 7 y 9 de la mañana, se registran algunos viajeros con motivo de estudio, dato que se vuelve a presentar entre 14 y 15 hrs., que es el horario en que ingresan los estudiantes del turno vespertino. Los movimientos con motivo de paseo se registran con mayor frecuencia de las 17 a las 18 horas, es el horario en que las personas tienen la posibilidad de distraerse, aunque es un dato que aparece durante el día, hay preferencia de la gente para salir de paseo por la tarde, la mayor parte de encuestados fueron automovilistas, aunque cabe resaltar que este porcentaje se vio disminuido en comparación con las primeras horas del día. El dato de los conductores de vehículos de carga es significativo y contrastante con el motivo de viaje.

Quivera 2010-2

Gráfica 1. Hora pico en el sentido a Toluca (día viernes).



Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta origen-destino aplicada por la Junta de Caminos del Estado de México. Punto de levantamiento Tollocan y esquina Boulevard Miguel Alemán, punto Plaza Sendero.

Cuadro 13. Encuestas por hora, tipo de vehículo y motivo de viaje en el sentido a Toluca

(Porcentajes horizontales).

Hora	Tipo de vehículo				Motivo de viaje			
	A	B	C	U	C	E	P	T
7 a 8	80.41	2.06	10.31	7.22	9.28	1.03	1.03	88.66
8 a 9	69.66	4.49	16.85	8.99	10.11	1.12	5.62	83.15
9 a 10	66.06	3.67	22.02	8.26	8.26		3.67	88.07
10 a 11	62.00	3.00	22.00	13.00	8.00		5.00	87.00
11 a 12	50.00	10.47	23.26	16.28	12.79		6.98	80.23
12 a 13	52.73	5.45	27.27	14.55	12.73		9.09	78.18
13 a 14	52.27	2.27	18.18	27.27	3.41		3.41	93.18
14 a 15	57.65	5.88	21.18	15.29	3.53	1.18	9.41	85.88
15 a 16	47.62		28.57	23.81			4.76	95.24
16 a 17	46.74		31.52	21.74	3.26		6.52	90.22
17 a 18	63.89	1.39	25.00	9.72	11.11	1.39	13.89	73.61

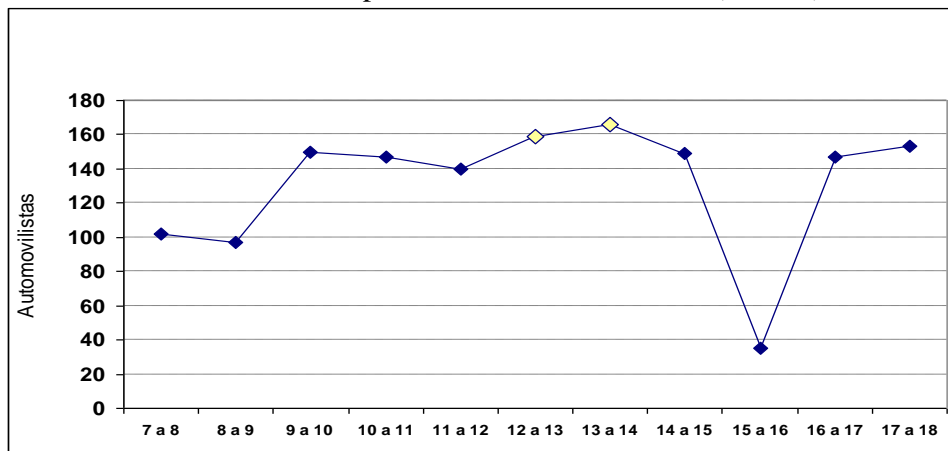
Fuente: misma que la gráfica 1. Motivo de viajes: T trabajo, P paseo, C compras, E escuela y O otros.

Quivera 2010-2

Por su parte, la hora pico en el sentido a México, reporta que el tiempo durante el cual transita la mayor carga vehicular se extiende a dos horas continuas en el día, con lo que se muestra cómo en este sentido la carga vehicular es mayor, se registra la llamada hora pico de 120 minutos (gráfica 2). En las primeras dos horas en que se aplicaron las encuestas (de 7 a 9 hrs.) el número de vehículos que transitaron es constante, asciende a las 9 horas y hasta las 12 horas es alta pero estable, y empieza a recuperarse la carga vehicular, de 12 a 14 horas, mismas que se convierten en las horas pico.

En el cuadro 14, el mayor número de desplazamientos en cualquier momento del día se presenta en automóviles, mostrando la motorización de la población, y es el medio de transporte más usado por la población para desplazarse, aunque los motivos de viaje sean distintos, cabe señalar que entre las 14 y 16 horas. el porcentaje de vehículos se incrementa, así mismo el tránsito con motivo de viaje de trabajo es la más representativa durante la aplicación de encuestas, entre las 8 y las 10 horas. se incrementa el porcentaje de viajes con motivo de escuela, entre las 15 y 16 horas, mientras que con motivo de viaje y paseo es nulo.

Gráfica 2. Hora pico en el sentido a México (viernes).



Fuente: misma que gráfica 1.

Quivera 2010-2

Cuadro 14. Encuestas por hora, tipo de vehículo y motivo de viaje en el sentido a México.
(Porcentajes horizontales)

Horario	Tipo de vehículo				Motivo de viaje			
	A	B	C	U	C	E	P	T
7 a 8	81.37	3.92	8.82	5.88	0.98	0.98	0.98	97.06
8 a 9	68.04	6.19	9.28	16.49	5.15	2.06	2.06	90.72
9 a 10	62.00		13.33	24.67	8.67	2.67	6.00	82.67
10 a 11	61.90	2.72	12.24	23.13	6.80	0.68	5.44	87.07
11 a 12	60.71	2.86	11.43	25.00	12.14		5.71	82.14
12 a 13	69.81		12.58	17.61	7.55	1.89	9.43	81.13
13 a 14	65.66	3.01	12.05	19.28	5.42	4.82	9.64	80.12
14 a 15	75.17	2.01	10.74	12.08	8.05	3.36	6.71	81.88
15 a 16	88.57		5.71	5.71	8.57			91.43
16 a 17	72.11	2.72	7.48	17.69	9.52		4.76	85.71
17 a 18	77.12	1.96	6.54	14.38	1.96	1.31	7.84	88.89

Fuente: misma que el cuadro 13.

V. Conclusión

La investigación realizada permite concluir que la hipótesis de trabajo planteada, es un hecho real, lo cual se sustenta con los aforos que incrementan el flujo vehicular, factor que tiende a disminuir la movilidad de los usuarios, convirtiéndola en una vía ineficiente. Con los datos de flujo vehicular se corrobora la acumulación al mostrar crecimiento en ambos sentidos, con flujo principal de automóviles en cuerpo central y mixto en las laterales. Así mismo se confirma que se trata de un eje vial importante para la región en su papel megalopolitano, ello se corrobora en las encuestas origen-destino, es un eje vial con importante función en este orden. La yuxtaposición de las funciones, y el crecimiento en complejidad urbana y regional por igual van saturando el eje vial del oriente de la ciudad.

El incremento del flujo vehicular reportado comprueba la deficiente movilidad que se presenta, en parte por la mala interconexión con las vías existentes, así como por la falta de éstas, generando una movilidad ineficiente, situación que coloca por debajo de otras ciudades del país, y a su región y en la competitividad buscada, a consecuencia de las horas hombre perdidas en los congestionamientos y el costo en el tiempo de traslado, así mismo aminora la posibilidad de interacción social, además de afectar directamente calidad del aire por la saturación vehicular y concentración de combustión.

Quivera 2010-2

Los problemas de congestión vial en una metrópolis se resuelven mediante anillos regionales exteriores, que distribuyan el flujo de carga regional y nacional, del mismo modo se tienen que diseñar acciones de planeación para el desarrollo urbano como un sistema de transporte masivo sustentable, que genere movilidad eficiente, alentando así el desarrollo económico de la región Toluca.

Esta investigación demuestra la carencia de instrumentos en materia de planeación que regulen la infraestructura urbana, mediante ejes viales que faciliten la movilidad, que promuevan la competitividad de la ciudad, que controlen y regulen el tránsito dentro de las vialidades tanto para el transporte público como individual. Es particularmente indispensable crear un organismo que integre el conjunto de acciones en la vialidad y el sector oriente de la ciudad.

Referencias Bibliográficas

- Aranda Sánchez, José M., 1998: “La urbanización, 1960-1990” en Jarquín M. Teresa, Miño Manuel, (Coord.), 1998: *Historia general del Estado de México* Tomo 6, México: El Colegio Mexiquense, A. C. Gobierno del Estado de México.
- Cal Rafael, Mayor R., James y otros, 1998: *Ingeniería de tránsito fundamentos y aplicaciones*, Colombia: Editorial Alfaomega.
- Caminos, Horacio, 1984: *Elementos de la urbanización*, Barcelona, España: Ed. Gustavo Gili.
- Cervero, Roberto, 2002: “Integración del transporte y la planificación urbana” en Freire, M. y Richard Stern, *Los retos del gobierno urbano*, Washington, D.C.: Instituto del Banco Mundial-Alfa Omega Grupo Aduar.
- Delgado J., Ramírez M., Salgado y M. Camarena, 1997: “Estructura metropolitana y Transporte” en Eibenschutz H., Roberto (compilador) *Bases para la planeación del desarrollo urbano en la ciudad de México, Tomo II, Estructura de la ciudad y su región*, México: Editorial Miguel Ángel Porrúa.
- Hoyos C., Guadalupe, 2007: *Estructura urbana. Limitantes y ausencias en la estructura física y del desarrollo urbano de la ciudad de Toluca*, Ponencia presentada en el Coloquio Internacional de Diseño 5, 6 y 7 de Diciembre, Ciudad de Toluca: Facultad de Arquitectura/ UAEMéx.
- Hoyos, C. Guadalupe y Mendoza I. Edwin, 2009: “Aeropuerto de la ciudad de Toluca. El papel regional, nacional y la ciudad” en *Ciudades urbanización y metropolización de la ciudad*, Chetumal: Universidad de Quintana Roo- Plaza y Valdez.

Quivera 2010-2

- Islas, R., Víctor, 2000: *Llegamos tarde al compromiso. La crisis del transporte en la ciudad de México*, México, D. F.: El Colegio de México.
- Julián Agüero, M. Victoria, 1996: *Transformaciones en la estructura urbana de la ciudad de Chilpancingo, Guerrero, periodo 1960- 1990*, México: Tesis de la Maestría en Estudios Urbanos y Regionales de la Universidad Autónoma del Estado de México.
- Martín, J., Ignacio, 2008: <http://cfievalladolid2.net/WebSociales/urbano/urbano.htm> Documentos de Gobierno
- Centro Estatal de Investigación de Vialidad y Transporte (CEIVT), 2001: *Movilidad, una visión estratégica de la zona metropolitana de Guadalajara*, Guadalajara, Jalisco: CEIVT- Secretaría de Vialidad y Transporte-Gobierno del Estado de Jalisco.
- Gobierno del Estado de México, 2005: *Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Toluca, Gaceta de Gobierno, Junio 2005*, Toluca México: Gobierno del Estado de México.
- Gobierno del Estado de México, 2008: *Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México, Gaceta de Gobierno, 19 de Mayo 2008* Toluca México: Gobierno del Estado de México.
- Gobierno del Estado de México y Junta de Caminos del Estado de México, 2002: *Historia de los caminos del Estado de México*, Toluca: Gobierno del Estado de México.
- Gobierno del Estado de México, Junta de Caminos del Estado de México, 2002: *Modernización de cuerpos centrales del Paseo Tollocan*. Toluca, GEM-JCEM.
- H Ayuntamiento Constitucional de Metepec, 2003: *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Metepec, Gaceta de Gobierno 29 de Septiembre del 2003, Estado de México: Ayuntamiento de Metepec*.
- H Ayuntamiento Constitucional de San Mateo Atenco, 2003: *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de San Mateo Atenco, Gaceta de Gobierno 27 de Octubre del 2003, Estado de México: Ayuntamiento de San Mateo Atenco*.
- H Ayuntamiento Constitucional de Lerma, 2003: *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Lerma, Gaceta de Gobierno 7 de Noviembre del 2003, Estado de México: Ayuntamiento de Lerma*.
- H Ayuntamiento Constitucional de Toluca, 2003: *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Toluca, Gaceta de Gobierno 7 de Noviembre del 2003, Estado de México: Ayuntamiento de Toluca*.
- Hank G. Carlos, 1973: *Discursos del C. Gobernador del Estado Prof. Carlos Hank González 1972-1973*, Toluca México: gobierno del Estado de México

Quivera 2010-2

- Secretaría de Comunicaciones del Estado de México, 1972: Tercer *Informe de Gobierno de Carlos Hank González*, Toluca México: Gobierno del Estado de México.
- Secretaría de Comunicaciones del Estado de México, 1973: Cuarto *Informe de Gobierno Carlos Hank González*, Toluca México: Gobierno del Estado de México.
- Secretaría de Comunicaciones del Estado de México, 2005:
<http://www.edomex.gob.mx/portal/page/portal/secom/compromisos/pais>
- Secretaría de Comunicaciones del Estado de México, 2007:
<http://www.edomex.gob.mx/portal/page/portal/secom/compromisos/pgub07conc>