

Una aproximación metodológica al estudio integrado del transporte urbano de carga: el caso de la Zona Metropolitana de Querétaro en México

Eduardo Betanzo-Quezada

Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ingeniería, División de Estudios de Posgrado, Doctorado en Ingeniería, Maestría en Sistemas de Transporte y Distribución de Carga.

RESUMEN | El transporte urbano de mercancías adquiere importancia en el mundo actual al reconocerse sus efectos nocivos sobre el medio ambiente y la calidad de vida de la población. En el tema de la planificación de las ciudades y sus movimientos de carga, los países y ciudades han experimentado limitaciones tales como la falta de datos, metodologías, análisis y referencias en un campo relativamente reciente. Para entender esta problemática, este artículo tiene como objetivo poner en relieve el estado del arte y exponer la necesidad de un enfoque integral para estudiar el transporte de carga en las ciudades. El enfoque metodológico expuesto a través de un estudio de caso en una importante ciudad mexicana consta de ocho etapas en las que se presentan sus aspectos conceptuales y se discuten los principales hallazgos y limitaciones. Las conclusiones muestran la necesidad de poner más atención en los aspectos institucionales, jurídicos y logísticos, así como crear y fortalecer las bases metodológicas para la toma de decisiones.

PALABRAS CLAVE | Transporte urbano, modelos de transporte, gestión urbana.

ABSTRACT | *Urban freight transport has gained increased importance in today's world since its damaging effects on environment and quality of life of urban population are widely recognized. A determining factor in this issue is the planning of the cities and their freight movements, in which countries and cities have experienced some limitations to act correctly, such as the lack of data, methodologies, analysis and references in this relatively recent field. To better understand this situation, this article spotlights the state of the art and proposes the need of an integral approach to study urban freight. The methodological approach exposed and applied in an important Mexican city consists of eight stages in which a brief background is given jointly with some of the main findings and limitations. Conclusions show the need to pay more attention at the institutional, legal and logistical issues, and to create and strengthen the methodological basis for the decision making process.*

KEY WORDS | *Urban transportation, transportation models, urban management.*

Recibido el 13 de diciembre de 2010, aprobado el 9 de mayo de 2011.

Este artículo se inscribe en los proyectos de investigación FOMIX QRO-2003-C01-10276 y QRO-2005-C01-15607 financiados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México y el Gobierno del Estado de Querétaro. Se reconoce la participación de investigadores y alumnos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro, Centro Queretano de Recursos Naturales del Estado de Querétaro, Instituto Mexicano del Transporte y Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México.

Correspondencia: Centro Universitario, Cerro de las Campanas s/n, Col. Las Campanas, C.P. 76010, Santiago de Querétaro, Querétaro, México; e-mail: betanzoc@uaq.mx

1 Introducción

En el marco de la movilidad urbana, los estudios de transporte se han enfocado principalmente al transporte masivo de personas o a descongestionar el flujo vehicular mediante la construcción de más infraestructura (SEDESOL, 2001). Bajo esta tónica, se afirma que muchas de las medidas implementadas a nivel de políticas económicas nacionales han tenido en Latinoamérica su correlato en impactos no deseados o no previstos para la actividad del transporte, particularmente en el campo de la movilidad y el uso de las vías urbanas (Figuroa, 2005).

La escasa importancia que los gobiernos conceden al transporte urbano de carga (TUC) se explica por el desconocimiento de su relevancia e interrelaciones potenciales, lo cual limita su contribución al desarrollo de las ciudades (Woudsma, 2001). El TUC es generalmente percibido como algo indeseable, toda vez que los grandes camiones de carga, particularmente los doblemente articulados, resultan intimidatorios para los habitantes y generadores de problemas en los pavimentos (Lake et al., 2002), mientras que los camiones ligeros o utilitarios contribuyen cada vez más a la congestión y a la generación de gases contaminantes. Esas son sólo algunas de las manifestaciones que una adecuada política de transporte buscaría paliar al integrar los distintos aspectos de la movilidad urbana.

Los movimientos de carga son independientes de las características propias de las ciudades (Dablanc, 2006), pero el acelerado crecimiento de las áreas con su población y su demanda influyen en el número de vehículos de reparto en circulación. Estos factores hacen que a futuro el transporte de carga deba cubrir áreas urbanas más extensas, ser más responsable de las necesidades y expectativas de los usuarios y de la comunidad en general, y reducir las externalidades asociadas a la seguridad, medio ambiente y salud de la población. En ese sentido, el proceso de globalización que afecta los patrones de consumo, producción y distribución en las ciudades, hace aún más necesario considerar al transporte como parte de los requerimientos de movilidad y sostenibilidad de una ciudad (Kenworthy, 2006), dando al transporte de bienes una importancia comparable al de personas en sus distintas modalidades. Tal perspectiva invoca el enfoque propuesto por Cabrero et al. (2003), quienes proponen que las ventajas competitivas estáticas de una ciudad provienen de sus elementos o activos, entre ellos los sistemas de comunicación y transporte; las ventajas competitivas dinámicas, por su parte, se dan cuando las ciudades pueden ofertar un entorno con gobiernos locales promotores del desarrollo económico y un entorno institucional propicio (calidad de las regulaciones), entre otras. Es de prever que las intervenciones correctivas en el transporte de carga serán más costosas y difíciles de implementar si no se atienden oportunamente los aspectos institucionales, jurídicos, de infraestructura y de operación, no sólo para restablecer las condiciones de capacidad, sino para ofrecer una capacidad adicional en el sistema.

El estudio del TUC presenta particularidades que ameritan un abordaje distinto al transporte de personas (Moreno, 2005), y por ello, son relevantes los con-

ceptos y desarrollos metodológicos que faciliten su comprensión, interpretación y actuación institucional y empresarial.

Ante tal constatación, el año 2003 constituye el punto de partida para los estudios de transporte de carga en la ciudad de Santiago de Querétaro (Betanzo, 2006; Betanzo, 2007). El área de estudio denominada “Zona Metropolitana de Querétaro” (ZMQ) quedó conformada por los municipios de Santiago de Querétaro (capital del Estado de Querétaro), Corregidora y El Marqués. La zona de estudio tiene importancia dentro del contexto manufacturero de México y ello se refleja en sus altas tasas de industrialización y urbanización. Además de la importancia de su producción o consumo local, la posición geográfica de la ZMQ representa un nodo estratégico en el movimiento de carga en México, ya que su entorno está cruzado por los principales ejes carreteros del centro-norte y centro-occidente del país.

En el contexto temporal de la investigación, un estudio comparativo realizado a nivel nacional por la Escuela de Graduados en Administración Pública y Política Pública y el Instituto Mexicano para la Competitividad (EGAP-IMCO, 2006), concluyó que de las ciudades analizadas en México, el Área Metropolitana de Querétaro ocupa el lugar número 1 del índice promedio integrado de competitividad, combinando los índices de competitividad de los componentes económico, institucional, sociodemográfico y urbano.

De esta forma, el objetivo del artículo consiste en poner de relieve el estado del arte y exponer un estudio de caso que muestra la necesidad de un enfoque integral para estudiar el transporte de carga en las ciudades. Se espera que los resultados de esta investigación puedan incidir en el desarrollo de más estudios de caso, toda vez que apunta al futuro y da alternativas de acción, advirtiendo de los riesgos de preservar situaciones actuales. Por ello, se considera que tiene relevancia práctica, utilidad y aplicabilidad para responder a necesidades de sustentabilidad social y responder a la problemática actual y futura.

En la primera sección se establece un marco de referencia a partir de una breve revisión de experiencias de intervención sobre el transporte urbano de mercancías por parte de los poderes públicos, principalmente en países desarrollados, complementada con reportes de tipo académico. En la segunda sección se plantea el objetivo y la metodología utilizada para estudiar el caso de la Zona Metropolitana de Querétaro. En la tercera sección se explica el desarrollo metodológico describiendo cada una de las ocho etapas de la investigación, asentando los aspectos teórico-conceptuales y las motivaciones para el análisis, junto con los principales hallazgos, resultados y limitaciones. Finalmente, se exponen las conclusiones y propuestas de nuevas vías de investigación.

2 Marco de referencia

En esta parte del artículo se presenta una breve revisión de la literatura sobre transporte desde la óptica de la gestión y política pública, mediante iniciativas e innovaciones centradas en la sostenibilidad, competitividad y calidad de vida de la pobla-

ción. También se describen algunos proyectos académicos realizados en ciudades latinoamericanas.

El recorrido histórico puede comenzar en el año 1960, cuando la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, 2003), de la cual México forma parte, estableció un grupo de trabajo para atender el tema del transporte urbano de carga. La finalidad que motivó la conformación de ese grupo consistió en promover políticas públicas diseñadas para alcanzar el más alto crecimiento económico sostenible, las mayores tasas de empleo y los más altos niveles de vida de la población.

A finales de los años 1990's comienza a desarrollarse en Europa y Asia una corriente académica e institucional encaminada a resolver el problema del transporte de carga en medio urbano. Bajo la denominación de "logística urbana" se subrayan los cambios en las tecnologías de computación y de información, así como los cambios en las prácticas de producción y distribución que las sociedades han experimentado recientemente pero de manera acelerada a nivel urbano (Taniguchi et al., 1999).

A principios de este siglo XXI se reconoció que los países, incluyendo los desarrollados, habían hecho poco para facilitar los flujos de bienes en áreas urbanas y reducir los impactos negativos sobre el medio ambiente (OECD, 2003). No obstante, ese reconocimiento se convirtió en un acicate al reforzar la necesidad de un manejo más eficiente y económico de los bienes en circulación (Boudouin y Morel, 2002). Desde entonces, las acciones establecidas bajo diversos programas como el conducido por la organización *Best Urban Freight Solutions*, muestran que el TUC es en la actualidad una prioridad para países europeos (BESTUFS, 2005 y 2006), asiáticos y miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2003).

Algunas experiencias en países y ciudades fueron un factor clave en el arranque de la investigación. Al nivel de país, se puede resaltar el caso de Francia, donde el tema del TUC es objeto del programa nacional *Transport de Marchandises en Ville* (TMV, 1993) bajo el liderazgo del Ministerio de Transportes, Ordenamiento del Territorio y del Mar. En su origen en el año 1993, ese programa tuvo como objetivo central permitir a las colectividades locales tomar en cuenta las actividades logísticas ligadas a la gestión general de las ciudades y sus desplazamientos. Al inicio, se reconoció una innegable falta de datos, metodologías, análisis y referencias en este campo, por lo cual la primera tarea sirvió para conformar una base de conocimientos que pudieran servir de referencia para establecer consensos para la reflexión de los actores públicos y privados. Para ello, las bases de ese conocimiento se basaron en cinco ángulos principales: cuantitativo (descripción de flujos y su explicación), cualitativo (análisis del sistema de actores), jurídico, económico y técnico. Más tarde, el programa continuó con el desarrollo de herramientas metodológicas y financieras, necesarias para iniciar experimentos innovadores en ciudades francesas. Gracias a los avances logrados, el tema del TUC dio lugar a un programa quinquenal nacional de investigación para el desarrollo de los transportes terrestres.

Al nivel de experiencias concretas en ciudades europeas, se pueden presentar dos casos en los que se muestra la forma de desplegar institucionalmente la intención de mejorar la circulación de las mercancías. El primero de ellos corresponde a la ciudad de Bruselas en Bélgica, que contaba ya con un plan global de movilidad enfocado inicialmente al transporte de personas. Sin embargo, la presión ejercida por grupos interesados para imponer restricciones o suprimir la circulación del tráfico pesado en el área urbana dio paso a la conformación de un plan específico de transporte de bienes. Dicho estudio se llevó a cabo con la finalidad de reformular la política general de transporte en la ciudad. El propósito fue configurar un diagnóstico de los impactos provocados por el transporte de carga, identificar las tendencias y elaborar una estrategia global para enfrentar los problemas detectados en el diagnóstico (Duchateau, 2002).

El segundo ejemplo de experiencias internacionales es el reportado para la ciudad de Londres en Inglaterra. En esta ciudad se establecieron las bases jurídicas, organizacionales y técnicas necesarias para la definición de zonas con restricciones para la circulación de vehículos (automóviles particulares y camiones de carga públicos o privados). Los principales problemas que mostró esa ciudad se resumieron en congestión, regulación inapropiada, acotamientos inapropiados para calles, mayores necesidades de suelo para la actividad del transporte de carga, deficiente calidad del aire y falta de datos para la planeación. Ante ello, se plantearon varios desafíos a cumplir, como lograr la coordinación de las actividades de carga, lograr un balance entre las necesidades de carga de la industria, de la comunidad y del medio ambiente, así como obtener fondos para el financiamiento de los proyectos. La estrategia planteada en 2001 buscó los siguientes objetivos: mejorar la eficiencia de la red vial, manejar las necesidades de reparto y de servicio, minimizar los impactos al medio ambiente e incrementar la transferencia de carga del camión al ferrocarril. Dicha estrategia de transporte fue elaborada por cinco dependencias gubernamentales involucradas en el problema, con un presupuesto de cinco billones de libras esterlinas (Baybars y Brown, 2003).

Una experiencia académica a nivel latinoamericano es reportada por Raposo (1994) en la ciudad de Rosario, Argentina. En su estudio, esta autora resalta la importancia que ha ido adquiriendo el transporte de carga y la falta de atención recibida tanto por la planificación urbana como por las políticas públicas en el orden local. Raposo realiza una caracterización del autotransporte de carga en la que describe la composición del parque y realiza una encuesta en 250 empresas de ese sector. El estudio analiza el marco regulatorio para la definición de un circuito vial propio para la circulación de camiones, la regulación de las operaciones de carga y descarga, las posibilidades de estacionamiento, y la habilitación de usos de suelo. Posteriormente, describe el movimiento de vehículos en la ciudad encontrando cuellos de botella en la red, para concluir el trabajo con una serie de recomendaciones.

Otro trabajo realizado por Díaz et al. (2003) en Santiago de Chile, concentra su interés en el manejo de las externalidades del TUC desde la óptica de las polí-

ticas públicas. Ese trabajo concluye que gran parte de las regulaciones restringen cuantitativamente el uso y el acceso a las vías, y que los agentes las perciben como erráticas, lo que genera incertidumbre para la toma de decisiones. Insiste en que estas restricciones no sólo son costosas sino que también son ineficaces, ya que el principal determinante del volumen de carga transportado es el nivel de actividad económica, que es en gran medida independiente de las políticas adoptadas para el transporte de carga.

En México se han realizado recientemente algunos estudios de transporte de carga en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, involucrando a dependencias gubernamentales e instituciones académicas. Tales trabajos se han dirigido a la optimización de cadenas logísticas en sectores específicos (Antún et al., 2008), al establecimiento de áreas de reserva destinadas a actividades logísticas (Lozano et al., 2008), a gestionar la demanda de transporte de carga (Antún et al., 2003), a diseñar corredores metropolitanos de transporte (Lozano et al., 2006a) o bien a realizar estudios de matriz origen-destino de mercancías (Lozano et al., 2006b).

Aun cuando el gobierno federal de México trabaja para establecer las bases de un Proyecto Nacional de Transporte Sostenible a concertar con representantes de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico y de los distintos modos de transporte del país, el TUC no ha sido una prioridad. Las recomendaciones del Comité de Política Ambiental de ese organismo internacional advierten sobre la importancia de la toma de decisiones en materia de transporte y medio ambiente, que desencadenará un proceso de evaluación económica y de salud sobre la política de transporte en los países firmantes. Se observa que la propuesta de acciones y/o proyectos de las principales dependencias mexicanas involucradas (Secretaría de Comunicaciones y Transportes –SCT–, Secretaría de Desarrollo Social –SEDESOL– y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales –SEMARNAT–) se enfocan todavía de manera preferencial al transporte público de personas. Además, los temas del Taller de Requerimientos para la Preparación de Proyectos de Transporte Urbano (SEDESOL, 2007a y 2007b) confirman que la prioridad en el ámbito urbano reside en el movimiento de personas (SEMARNAT, 2007).

Siendo las capitales nacionales o las grandes aglomeraciones urbanas los objetos de estudio de los trabajos consultados, el caso de la ZMQ es relevante, pues retrata el inicio de las investigaciones formales en materia de TUC en ciudades medias de México.

3 Metodología y objetivos de la investigación

Los trabajos revisados en la sección anterior muestran claramente que los poderes públicos tienen un papel determinante en la dirección que toman sus sistemas de transporte de carga a nivel urbano. Desde ahí, el camino depende de que los factores económicos, jurídicos, organizacionales y técnicos puedan enfrentarse bajo

un interés común, que sería el de reducir las externalidades negativas, propiciar el desarrollo económico de la ciudad y su competitividad, cuidar el medio ambiente y ofrecer mejores condiciones de vida para la población.

En la definición de la metodología de trabajo se convino en trabajar con un enfoque dirigido hacia el descubrimiento de las capacidades de los poderes públicos en sus distintos niveles para actuar en el tema, dejando la perspectiva logística y empresarial para proyectos posteriores, complementarios y de mayor especificidad. Tal enfoque es coincidente con lo expuesto por Muñuzuri et al. (2005) en su trabajo sobre medidas de transporte urbano implementadas por las administraciones locales.

De esa forma, la investigación se planteó metodológicamente en dos fases y ocho etapas, con tres objetivos: a) saber *dónde estamos* en materia de TUC en México y en la zona de estudio (Diagnóstico), b) proponer un modelo para su desarrollo sostenible (Métodos), y c) definir acciones para la implementación de ese modelo en el corto, mediano y largo plazo (Medios y mecanismos de intervención). La primera fase se llevó a cabo desde el año 2003 al 2005, y la segunda del año 2006 al 2007.

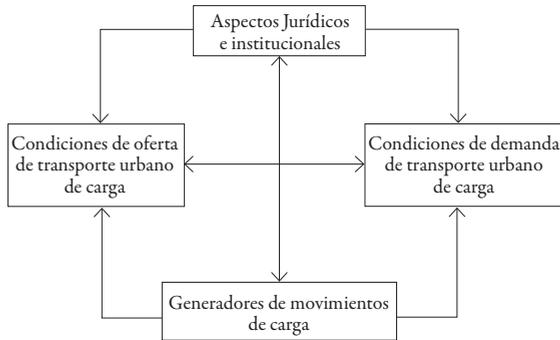
Además de la Universidad Autónoma de Querétaro, en la investigación se involucró el Centro Queretano de Recursos Naturales, el Instituto Mexicano del Transporte y la Universidad Autónoma del Estado de México, aportando en conjunto a 20 personas, entre investigadores en transporte y estudiantes de licenciatura y maestría, y un colaborador de apoyo técnico. Se establecieron la estrategia de trabajo y las temáticas a ser desarrolladas en función de las restricciones presupuestales, temporales y de los compromisos y respuestas del grupo de colaboradores. Bajo tales condiciones, se optó por explorar los aspectos cualitativos y cuantitativos de carácter general, en vez de profundizar en temas específicos que hubieran dejado trunca la visión integral de esta investigación.

La Figura 1 muestra la metodología que recapitula el estudio del transporte urbano de carga en la Zona Metropolitana de Querétaro. Las cuatro etapas de la primera fase reflejan el proceso tradicional seguido de la planeación y del modelo de transporte (Ortúzar, 2000), junto con enfoques complementarios aportados por la logística urbana (Taniguchi et al., 2001). Las cuatro etapas desarrolladas en la segunda fase se dirigen a la propuesta de herramientas de medición, evaluación e intervención. En esta fase se consiguió establecer la conexión entre teoría y práctica en la medida en que ya se contaba con resultados previos del diagnóstico, para desarrollar nuevas aproximaciones sobre el TUC, a la luz de las metodologías y modelos actuales disponibles o en progreso en otros países.

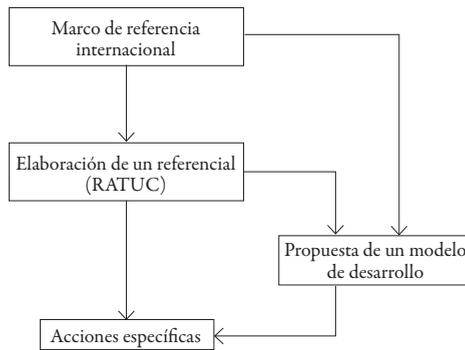
Algunos de los resultados de esta investigación han sido reportados de manera más amplia por Betanzo y Romero (2010); Betanzo et al. (2010); Betanzo y Romero (2009); Betanzo et al. (2008); Betanzo y Zavala (2008); Betanzo et al. (2007); Betanzo y Toral (2006); Betanzo et al. (2004).

FIGURA 1 | Metodología de estudio sobre transporte urbano de carga en la Zona Metropolitana de Querétaro (México)

FASE 1 (2003-2005)



FASE 2 (2006-2007)



FUENTE ELABORACIÓN PROPIA.

4 Desarrollo de la investigación

A continuación se describe de manera condensada el recorrido metodológico realizado a lo largo de las ocho etapas de la investigación, presentando algunos de los principales resultados y limitaciones encontradas.

4.1 La problemática del análisis de flujos de vehículos de carga. ¿Por dónde comenzar? (etapa 1)

Diversos estudios realizados por agencias gubernamentales muestran el tipo de metodologías utilizadas para analizar los flujos de vehículos de carga. Por ejemplo, Woudsma (2001) presenta una comparación de estudios realizados en varias ciuda-

des de Canadá, donde se establecen los objetivos, datos clave a obtener, cobertura geográfica, tamaño de la muestra, categorías de vehículos de carga, método de obtención de la información y modelo aplicado.

Bajo esta perspectiva, la etapa 1 se planteó como una actividad exploratoria al alcance del grupo de trabajo, que serviría para conocer la existencia de datos útiles para analizar los flujos de vehículos de carga en la ZMQ en términos cuantitativos. Esta etapa intenta descubrir las características del movimiento de camiones de carga, medir su impacto actual y predecir los efectos del crecimiento del tráfico de carga sobre la red vial. El enfoque busca advertir sobre la intensidad de uso de las infraestructuras viales (por sus efectos en el congestionamiento), así como sobre los perfiles de camiones de carga que circulan por la red vial (por la generación o incidencia de daños a las vialidades).

Las principales actividades de esta etapa consistieron en lo siguiente:

- a) *Definiciones básicas*: se replantearon las definiciones básicas de los tipos de vehículos y flujos según su función espacial (tráficos tangencial, tangencial-endógeno y endógeno), y se propusieron indicadores relativos al transporte de carga.
- b) *Estudios previos e información*: para los tráfico tangenciales o de largo itinerario se revisaron los estudios de transporte previamente realizados en la ZMQ, así como los datos viales (aforos) de carreteras en la ZMQ en el período 2001-2004. Se elaboraron pronósticos de tráfico para el período 2005-2010 a partir de los propios datos viales. Otra fuente de información disponible analizada se refirió a las encuestas origen y destino de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de México (SCT) para el año 2002. Por lo que respecta a los tráfico tangenciales-endógenos, se revisaron igualmente las encuestas origen-destino del año 2002, así como los datos suministrados a nivel estatal por un estudio para implementar operativos de control de acceso de vehículos con carga peligrosa a la ZMQ. Finalmente, para los tráfico endógenos se buscó la disponibilidad de bases de datos útiles con aforos a nivel municipal.

4.1.1. Observaciones y resultados de la etapa 1

La propuesta de clasificación de los vehículos de carga permitió entender las interrelaciones e implicaciones existentes a nivel de daños a los pavimentos y congestionamiento de tráfico, convirtiéndose en una base de discusión para la aplicación de acciones de control de la circulación bajo esquemas de zonificación o corredores de carga dentro de la ciudad.

En cuanto a la escasa disponibilidad de datos útiles, se presentó una situación común reportada en otros países con experiencia en el tema. Por ello, no pudo determinarse el nivel de intensidad del tráfico de camiones sobre las vialidades. Los resultados obtenidos en esta actividad no fueron suficientemente consistentes debido a incompatibilidades o insuficiencias de la información oficial disponible de flujos de largo itinerario. Por un lado, los datos disponibles no permitieron establecer la

clasificación desagregada de los tipos de vehículos ni identificar las vialidades por las que circulan, arrojando diferencias en el tipo de carretera o vialidad estudiada, en tanto que se carecía de bases de datos sobre el tráfico de camiones de carga en los municipios analizados. Esas inconsistencias no permitieron avanzar en la predicción de la calidad o frecuencia de las intervenciones de mantenimiento, conservación y reparación de las vías principales, en los pronósticos de congestión, en el incremento de los tiempos de tránsito, o en los costos de operación de los vehículos, en general causados por problemas de congestión o deterioro de la superficie de rodamiento.

Sin embargo, se logró identificar el perfil vehicular de los camiones pesados que más circularon por la ZMQ en tráficos de largo itinerario, siendo éstos del tipo camión unitario de dos ejes C2 (41,6%), seguidos por los articulados de cinco ejes con el 22,7%. De forma agrupada, los vehículos no articulados (C2 y C3) sumaron el 59,9% del tráfico, mientras que los articulados (C4 y C5) el 40,1% restante. Esta observación permite alertar sobre la incidencia de los vehículos unitarios en la zona, pues son éstos los más agresivos con los pavimentos (Mendoza y Gutiérrez, 1994).

Como una recomendación se sugiere realizar aforos en las carreteras, encuestas origen-destino de la carga e investigaciones donde se correlacione el comportamiento del tráfico de camiones de carga con respecto a distintos indicadores económicos a nivel nacional, estatal y municipal. La realización de esos estudios llenaría un vacío de información básica necesaria para el proceso de planeación y generaría las bases de datos necesarias para la aplicación futura de técnicas de modelación de flujos de carga dentro de la ZMQ.

4.2. Una forma de caracterizar la red vial (etapa 2)

Las municipalidades de ciudades preocupadas por mitigar los efectos de la circulación de camiones de carga establecen restricciones en los niveles jerárquicos de la red vial en función de los distintos tipos de vehículos. Aunque contraproducentes desde el punto de vista económico, tales disposiciones reflejan la intención de reducir los daños a los pavimentos, aminorar la interferencia de los vehículos de carga en áreas residenciales y canalizar el flujo vehicular hacia las principales vialidades. Un ejemplo de este enfoque es descrito en MMC (1998).

La etapa 2 se planteó considerando que las necesidades de mejoramiento de la red vial provienen del tráfico de carácter interno-externo, pero principalmente del interno o endógeno, y que es necesario conformar una red vial adaptada estructural y funcionalmente para combinar de manera apropiada la mezcla de camiones de carga (privados, públicos y oficiales), autos particulares y autobuses de transporte público de pasajeros.

Las principales actividades consistieron en lo siguiente:

- a) *Análisis de la red vial y de su operación*: al igual que en la etapa anterior, se procedió a replantear las definiciones básicas, en este caso para el tipo de vialidades in-

mersas en la ZMQ. Una vez caracterizada la red vial, se hicieron observaciones de campo sobre el comportamiento del tráfico de carga en los niveles primario, secundario y terciario.

- b) *Caracterización de la red vial*: dada la necesidad de acondicionar una infraestructura vial –no exclusiva– para el transporte de carga, se caracterizaron sus componentes básicos según el concepto tradicional de red (puertas de acceso, nodos o cruces de la red y arcos). En función de las características físicas de la red, se propuso una clasificación para las vialidades del nivel primario a base de corredores regionales, vialidades de acceso controlado (vías anulares, viaductos y vías radiales), y vialidades principales. Con el mismo propósito, también se seleccionaron las vialidades secundarias potencialmente aptas para concentrar parte del tráfico de carga. El nivel terciario de la red vial no fue analizado al considerar la menor incidencia de camiones de carga.
- c) *Generación y explotación de información georreferenciada*: se recurrió a un software en sistemas de información geográfica para representar las características físicas de los componentes básicos de la red, obteniéndose un mapa de la zona. Al mismo tiempo, se caracterizaron los distintos tipos de vialidades en relación a la red nacional, regional y metropolitana, según criterios generales de funcionalidad.
- d) *Estado de los pavimentos*: en el marco de un sistema de administración de pavimentos, se contempló un diagnóstico de las prácticas de mantenimiento vial en los municipios de Santiago de Querétaro, Corregidora y El Marqués. Dicho diagnóstico se enfocó en las políticas institucionales, en la existencia de inventarios de vialidades y en el manejo de los aspectos técnicos. Tal diagnóstico se extendió al organismo estatal encargado de la red de carreteras del estado de Querétaro. Por otro lado, se inició el tratamiento de la problemática de: i) la señalización de la infraestructura vial como elemento determinante de control de la circulación vehicular; ii) las estadísticas de accidentes, y iii) los estudios previos de ruido producido por camiones de carga en vialidades periféricas. Tales aspectos fueron tratados de manera introductoria.

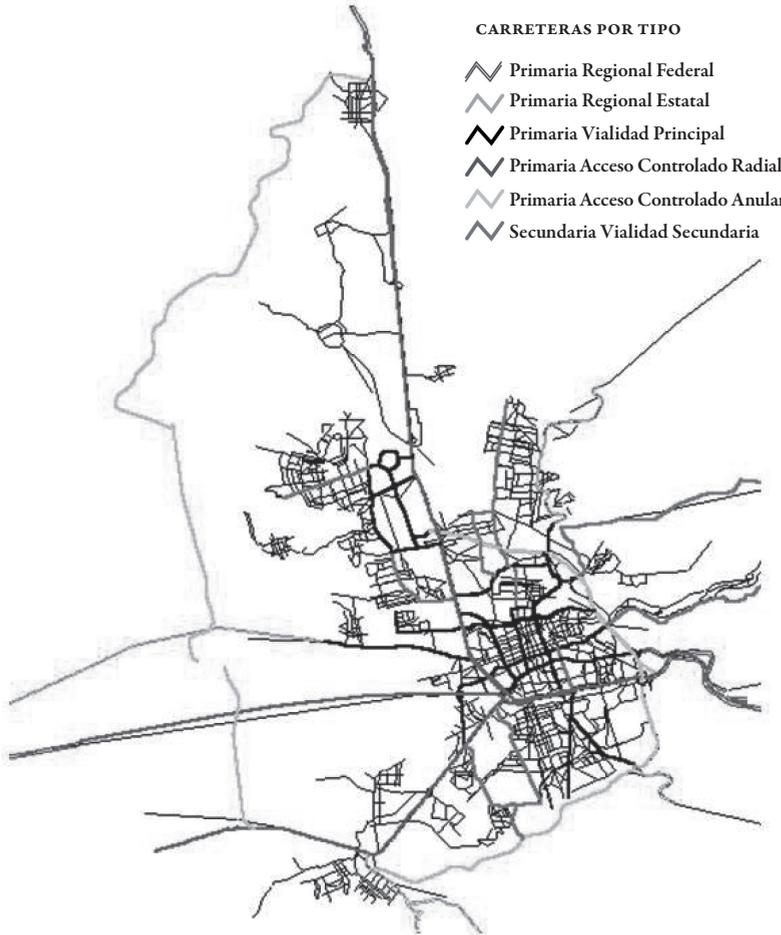
4.2.1.- Observaciones y resultados de la etapa 2

El trabajo permitió encontrar inconsistencias en la normatividad aplicable a la infraestructura y a la clasificación vehicular según los ámbitos federal, estatal o municipal. Por ello, se propuso una nueva clasificación de vialidades a efecto de armonizar la normatividad en esos niveles. La Figura 2 representa el trabajo realizado para caracterizar la red vial según los criterios propuestos. La clasificación sugerida es un primer avance en el diseño conceptual de una red urbana adaptada para reordenar la circulación de los camiones de carga.

Por lo que respecta al estado de los pavimentos, se encontró que las entidades responsables carecen de información desglosada de los programas de inversión en mantenimiento vial y de los planes y presupuestos de mantenimiento vial correspondientes. Algunas limitantes que condicionaron los avances de la investigación

se relacionaron también con la falta de información disponible sobre las capacidades estructurales de las calles. Aun así, se establecieron las bases conceptuales, técnicas y organizacionales de un sistema de administración de pavimentos.

FIGURA 2 | Caracterización de la red vial en la Zona Metropolitana de Querétaro



FUENTE ELABORACIÓN PROPIA

4.3. Necesidad de incluir el análisis de generadores de movimientos de carga (etapa 3)

Los generadores de movimientos de carga, representados por empresas privadas y organismos que prestan servicios públicos, son actores fundamentales en la operación del sistema de transporte, en razón de sus necesidades y prácticas que se ven reflejadas sobre las calles. Al ser uno de los aspectos más importantes de la investigación, la etapa 3 se articuló alrededor de los cinco aspectos siguientes: planteamiento de un marco conceptual, estudio estadístico de autotransportistas, examen de actividades cuya carga local es distribuida o recolectada con cobertura en toda la

ciudad, implantación de parques o zonas industriales en el contexto de la morfología de la ciudad, y estudios de problemática en nodos logísticos.

Las actividades desarrolladas en esta etapa consistieron en lo siguiente:

- a) *Marco conceptual*: en el diseño de un marco conceptual se definieron los niveles de análisis macro y micro. Este último contempló a los prestadores de servicios de transporte y a los cargadores o usuarios, estableciendo una muestra de actividades industriales y comerciales representativas y de interés para la zona de estudio.
- b) *Autotransportistas*: se realizó un estudio estadístico a partir de bases de datos oficiales del servicio público federal de carga, cuyo fin fue caracterizar a este sector en función del tipo de empresa, personas físicas “hombre-camión” y del tipo de unidades y edad del parque automotor. Por lo que respecta al transporte de jurisdicción estatal, se revisaron las características y datos de las concesiones y su problemática de servicio. Fue igualmente importante estudiar el transporte privado, a partir de estadísticas del parque vehicular mayor y menor a 3.5 t, determinándose el número de vehículos según su tipo, servicio y clase. Se estableció la ubicación de estacionamientos formales e informales para camiones de carga a lo largo de carreteras de acceso, en los alrededores de zonas industriales y dentro de la zona urbana.
- c) *Transporte de carga y actividad local*: para iniciar el estudio de la carga local que es distribuida o recolectada a lo largo y ancho de la ZMQ, se determinó la relación entre población y número de camiones de carga, lo cual resultó en el indicador denominado “Tasa de Motorización Pesada”. Con información estadística se obtuvo un comparativo entre el número de establecimientos comerciales, industriales y de servicios y su relación con las necesidades de transporte de carga en los tres municipios considerados.
- d) *Reconstrucción de cadenas de transporte*: se diseñó una muestra de sectores representativos, en un primer intento por estructurar un marco referencial de utilidad para caracterizar prácticas logísticas y de transporte en medio urbano. Así, se contempló la revisión de actividades locales que por sus características son representativas del movimiento y necesidades de transportación urbana, tales como materiales de construcción, plantas elaboradoras de bebidas embotelladas, agencias de vehículos nuevos, centros comerciales, distribución a tiendas de conveniencia, distribución de frituras, dulces, botanas y panificación industrial, concluyendo con el reparto de agua “potable” por medio de camiones cisterna. También se incluyó el tema de los servicios municipales de recolección, acopio y eliminación de basura, y el manejo de residuos sólidos no peligrosos y peligrosos.
- e) *Ubicación de parques industriales*: por lo que respecta al tema de parques o zonas industriales, se compendió la información de ubicación y se contextualizó con respecto a las vialidades y morfología de la ciudad.
- f) *Nodos logísticos*: otro apartado que mereció atención por la intensidad y tipo de movimientos de carga que se registran, se refirió a los nodos logísticos. Estos nodos comprenden la infraestructura logística compuesta por una terminal

intermodal carretera-ferrocarril y una central de abasto de percederos. Para la primera se realizó un análisis de accesibilidad en función de aspectos operativos y se exploró el efecto de proximidad y competencia regional del denominado puerto interior de Guanajuato; para la segunda se realizaron entrevistas *in situ* y se evaluaron las condiciones de circulación de acceso y entorno.

- g) *Centro histórico de la ciudad*: como caso particular se consideró importante incursionar en la problemática del transporte de carga en el centro histórico de la ciudad de Querétaro. Este sitio está reconocido como patrimonio histórico de la humanidad, por lo cual se presenta un complicado conjunto de soluciones para el manejo del tránsito, mantenimiento del pavimento, cambios en la señalización y acondicionamiento de espacios para maniobras de carga y descarga.

4.3.1. Observaciones y resultados de la etapa 3

Particular atención merecen los resultados del estudio del parque vehicular de carga. El estudio estadístico mostró que el número de vehículos de carga registrados por cada mil habitantes en la ciudad (Tasa de Motorización Pesada) creció de 58 a 87 en el período estudiado, siendo los vehículos menores a 3.5 t los que experimentaron el mayor crecimiento. El municipio de Santiago de Querétaro registró el mayor aumento en el número de vehículos de carga registrados, por lo que debe encenderse un foco amarillo y ponerse especial cuidado en este tema, pues ese crecimiento del parque vehicular de carga está asociado a su acelerado crecimiento económico, demográfico y urbanístico.

El transporte público es un sector atomizado, con un bajo porcentaje de empresas y un elevado número de hombres camión.

De todas las modalidades jurídicas del transporte de carga, el transporte privado es el que registra el mayor crecimiento del parque automotor. De ahí se deriva un interés por conocer los factores que determinan la eficiencia en la gestión de las flotas propias, por ejemplo, la tasa de utilización de las unidades (porcentaje de recorrido con carga contra recorrido en vacío), los niveles de eficiencia de carga útil por kilómetro recorrido, los componentes de los ciclos de cargadura, los costos de operación, los tiempos y distancias promedio de entrega, y el tipo de ruta de reparto que siguen los camiones, entre otros (Holguín-Veras y Thorson, 2003; Holguín-Veras, 2003). Todas esas interrogantes deben plantearse en otras etapas, pues se requiere de un enfoque logístico complementario al utilizado en la presente investigación.

Si bien el sector industrial es altamente demandante de servicios de transporte pesado y contribuye en un alto porcentaje a la creación del Producto Interno Bruto estatal, las otras actividades de carácter comercial y de servicios dispersas en la mancha urbana crean mayores necesidades de transporte de bienes. Mientras que el transporte de carácter industrial se concentra esencialmente en las vialidades primarias, el transporte que atiende al comercio y a los servicios se dispersa de forma capilar por el resto de la ciudad.

Se reconstruyeron las cadenas de transporte de algunas actividades para las cuales el movimiento de camiones de carga es representativo o de tipo intensivo, caracterizándolas en función de los tipos de vehículos empleados, de sus cadenas logísticas y de las restricciones normativas que ameritan ser modificadas. Ese examen representa una contribución al entendimiento de los factores que determinan el comportamiento del transporte urbano en el contexto de la ZMQ. El trabajo realizado dio la pauta para identificar variables representativas que pueden incorporarse al proceso de planeación del transporte mediante herramientas de modelación matemática o de micro simulación. El trabajo realizado puede apoyar la propuesta de cambios reglamentarios a concertar entre autoridades, usuarios y transportistas.

Se detectaron alrededor de 30 sitios utilizados como estacionamientos informales para camiones, ubicados a proximidad de parques industriales o sobre las principales carreteras y vialidades de la ZMQ, ofreciendo condiciones precarias que carecen de control. Sería deseable un plan de ordenamiento donde se contemple una reserva de sitios a ser habilitados en función de las necesidades de espacios para este tipo de actividad.

Los nodos logísticos o puntos críticos analizados muestran deficiencias y obstáculos para su operación actual y futura. Parece difícil que en el corto plazo puedan darse cambios en cuanto a su localización, por lo que se deberán atender los problemas actuales de accesibilidad y organización del entorno para evitar su agravamiento.

El Centro Histórico requiere de un tratamiento especial debido a las restricciones físicas de la infraestructura y a cuestiones de orden cultural impuestas por dependencias distintas a las que se ocupan de la gestión del transporte. Esta zona merece un estudio a detalle que permita tomar medidas que no inhiban o desincentiven la actividad comercial y de servicios.

4.4. No olvidar la revisión de los aspectos jurídicos e institucionales (etapa 4)

Los aspectos jurídicos e institucionales son fundamentales en la planeación, operación y control de la actividad del transporte de carga, y constituyen los elementos determinantes del proceso de reorganización de la circulación. Uno de los mayores problemas al tratar este tema, a diferencia del transporte de personas (i.e. México, apoyado a nivel nacional por la Secretaría de Desarrollo Social) (SEDESOL, 1992) es que los gobiernos nacionales consideran que el transporte de carga es un problema local, y por lo tanto de la ciudad (BESTUFS, 2004).

Las actividades desarrolladas en esta etapa fueron las siguientes:

- a) *Revisión de aspectos institucionales*: esta actividad fue planteada a partir de la estructura orgánica de la administración pública y de los instrumentos jurídicos aplicables en la zona de estudio. En lo referente a la organización de la administración pública, se planteó un examen de la estructura jurídica en la que se en-

cuenta inmersa la zona, partiendo del orden federal hasta el municipal. Dentro de este apartado, se revisaron las políticas públicas de los tres niveles de gobierno mediante sus instrumentos de planeación. Finalmente, se revisan los órganos, facultades y atribuciones de la administración pública en sus distintos niveles.

- b) *Revisión de aspectos jurídicos y reglamentarios*: se contempló la revisión de las normas de carácter jurídico general e individual bajo el examen del marco jurídico federal, local y municipal, así como una interpretación del sentido e implicaciones de las normas. Se analizaron los requisitos que deben reunir usuarios y transportistas para realizar legalmente la actividad de transporte en la zona.

4.4.1. Observaciones y resultados de la etapa 4

A nivel federal existen los órganos de la administración pública con atribuciones detalladas que atiendan lo relativo al transporte de carga, aunque no precisamente encauzadas a apoyar a los municipios, como sucede en el caso del transporte de personas.

Se identificaron las políticas públicas que rigen las acciones de gobierno de los tres niveles involucrados, encontrándose que el TUC está ausente en los Planes de Desarrollo Federal, Estatal y Municipales de la ZMQ. Además, se encontró que los órganos administrativos de carácter público destinados a desarrollar las políticas públicas en la materia, no poseen las facultades y atribuciones suficientes para encauzar de manera eficiente el reordenamiento del transporte de carga.

Se encontró una gran apatía en materia de transporte de carga dentro en los municipios de la ZMQ, ya que no cuentan con los instrumentos jurídicos que reparten facultades, atribuciones, derechos y obligaciones para las dependencias municipales en materia de infraestructura y ordenamiento. A este respecto, le corresponde al Poder Legislativo del Estado proponer reformas a los ordenamientos que regulan la actividad del transporte de carga, para dotar a la administración pública estatal y municipal de mejores instrumentos de actuación.

4.5. El contexto ofrecido por un análisis de experiencias a nivel internacional (etapa 5)

El objetivo de esta etapa, primera de la segunda fase de investigación, consistió en discutir el tema del TUC desde un contexto internacional para identificar rasgos característicos, comunes o de referencia a la problemática estudiada en la ZMQ. Se buscó identificar las formas de intervención bajo distintas problemáticas en otros países como una base de comparación de las condiciones locales de este estudio.

- a) *Análisis comparativo de casos*: se creó una metodología para establecer relaciones funcionales útiles en la identificación y clasificación de problemas y sistematización de resultados para un conjunto de 60 fichas resumen de 45 ciudades en las que se obtuvo información (OECD, 2003; TMV, 2006a; TMV, 2006b). De esa muestra se establecieron grupos de preocupaciones y problemas dominantes, siendo estos los siguientes: crecimiento del parque vehicular de carga, incremen-

to de los niveles de congestión vial, carencia de sitios para maniobras de carga y descarga en la vía pública, aumento de la contaminación por gases y ruidos, deficiencias en los instrumentos de control del tránsito, ausencia de planeación del transporte de carga en medio urbano, medición del desempeño logístico y daños a los pavimentos. Con esa metodología se identificaron a los actores involucrados en las iniciativas de solución, el origen de los proyectos, así como el estado en el que se encontraron estos últimos al momento de su revisión.

4.5.1. Observaciones y resultados de la etapa 5

Aunque se reconoce que las problemáticas generales y específicas de otros países contienen soluciones tecnológicas y formas de intervención propias, se logró identificar la viabilidad de algunas soluciones y prevenir sobre aquellas medidas que en la práctica han dado origen a resultados antagónicos. Lo anterior conduce a tomar con cautela aquellas propuestas que se encuentran aún en fase experimental.

Con el análisis comparativo también se identificaron los agentes involucrados en el planteamiento de los problemas y en la toma de decisiones, así como los recursos empleados en cada caso. Los resultados muestran los factores condicionantes de tipo institucional, tecnológico o financiero que se reportan en ese contexto.

4.6. Bases para el desarrollo de nuevas herramientas de medición (etapa 6)

En la etapa 6 se preparó una revisión bibliográfica de herramientas disponibles para evaluar distintos aspectos del TUC. Algunas herramientas encontradas se dirigen al proceso de toma de decisiones al intentar predecir el efecto de las políticas en materia de TUC en una ciudad (Taniguchi et al., 2003; Allen et al., 2003), así como a determinar los efectos de las innovaciones logísticas implementadas en las ciudades. Debido a la aparición incipiente de instrumentos de evaluación en materia de TUC, se gestó una propuesta audaz que contempló la creación de un método universal para determinar el estado que guarda la zona de estudio con respecto a prácticas internacionales.

Las actividades realizadas consistieron en los siguientes puntos:

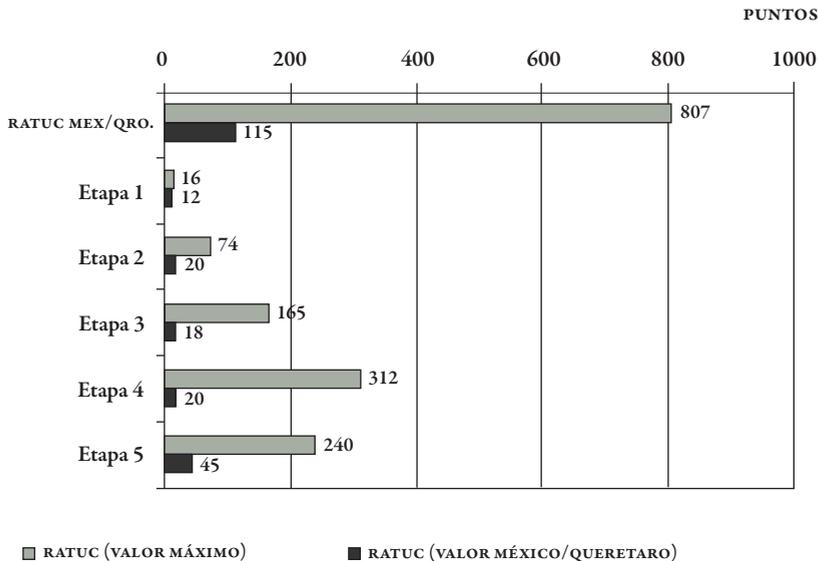
- a) *Diseño de una herramienta de medición*: la principal actividad giró alrededor de la propuesta de un referencial a partir del concepto de estándar y en particular de estándar internacional buscando un instrumento útil para el diagnóstico, comparación e intervención en el transporte de carga en las ciudades. Las características que se buscaron en ese referencial consistieron en: i) dimensionar el problema del TUC en las ciudades; ii) evaluar, sistematizar y plantear de manera objetiva situaciones y etapas de evolución de los problemas asociados y de sus potenciales acciones correctivas; y iii) plantear un esquema ordenado de intervención de la acción pública a nivel nacional, local o regional.
- b) *Aplicación*: además de idear un nuevo índice, se contempló aplicarlo a la zona de estudio.

4.6.1. Observaciones y resultados de la etapa 6

El resultado de esta etapa lo constituye la creación del denominado Referencial de Análisis del Transporte Urbano de Carga (RATUC) en su versión 1.0. Una explicación más detallada de cómo está construido y se calcula este índice se encuentra en Betanzo y Romero (2010), donde se presenta como *Urban Freight Transport Index* (UFTI).

El índice RATUC fue aplicado de manera experimental a la Zona Metropolitana de Querétaro, obteniéndose una calificación baja con respecto a las prácticas identificadas desarrolladas en otros países. La Figura 3 concentra el resumen de los resultados por etapas de intervención evaluadas para cada una de las medidas aplicadas o implementadas a nivel nacional, local o regional, en función de elementos de análisis para la toma de decisiones y de iniciativas emprendidas por el sector privado. Los niveles 1 a 5 traducen los avances alcanzados de acuerdo a una secuencia progresiva de intervención sobre los problemas, yendo de las medidas básicas hasta las más elaboradas. Del total establecido por la norma propuesta, la ZMQ reporta un nivel de cumplimiento del 14%. Otras gráficas que se obtienen con este índice funcionan haciendo las veces de tableros de control donde se visualizan 34 áreas de intervención, con un porcentaje de avance actual y el trabajo faltante por hacer con respecto a la norma propuesta.

FIGURA 3 | Resumen de resultados de la aplicación del referencial RATUC a la Zona Metropolitana de Querétaro



4.7. La propuesta de un modelo conceptual de desarrollo del transporte urbano de carga (etapa 7)

La etapa 7 partió de la necesidad de incorporar nuevos enfoques que den respuesta a las complejas interrelaciones que se encuentran subyacentes a la temática del TUC, mediante enfoques multidisciplinarios e intersectoriales. Tal perspectiva queda sustentada en los principios establecidos por la denominada Comisión Burtland (WCED, 1991) en materia de medio ambiente, y en las fases de evolución dentro de la etapa de desarrollo en México propuestas por IMCO-EGAP (2006).

Actividad principal de esta etapa:

- a) *Propuesta de un modelo de referencia*: la actividad central consistió en estructurar un modelo de referencia que establezca las bases de un estudio de transporte urbano de carga sustentable. El modelo conceptual parte de las principales preocupaciones del desarrollo sostenible, a saber: medio ambiente, economía y sociedad, sin dejar a un lado la infraestructura de transporte.

4.7.1. Observaciones y resultados de la etapa 7

El modelo conceptual resultante refleja los grupos de medidas potencialmente aplicables en transporte urbano contenidas en trabajos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, 2003), mismos que sirvieron para la elaboración del Referencial de Análisis del Transporte de Carga en la etapa anterior. Así, se presenta un marco descriptivo de políticas públicas para orientar la gestión pública, bajo principios de sostenibilidad y competitividad de las ciudades. Se muestran las interacciones deseables entre gobierno y sector privado para enfrentar de manera conjunta los problemas de transporte urbano de carga.

4.8. El tipo de acciones específicas que se requieren (etapa 8)

Las estrategias son cursos de acción cuyo objetivo es apoyar los puntos fuertes, superar debilidades, explotar oportunidades y reducir las amenazas que presenta la zona de estudio. Bajo esa perspectiva, se estableció la siguiente actividad principal:

- a) *Propuesta de acciones específicas*: el trabajo realizado en la etapa 8 contempla las propuestas que atiendan las necesidades de cambio del marco jurídico e institucional, la realización de proyectos específicos, la revisión de aspectos técnicos, el análisis de perspectivas en el ámbito científico y la propuesta de recomendaciones generales. Tales propuestas cubren esencialmente los siguientes aspectos: infraestructura vial y logística, operación del transporte urbano de carga, y formas de concertación entre los sectores público y privado.

4.8.1. Observaciones y resultados de la etapa 8

Los resultados se resumen en el Cuadro 1 que contiene 10 estrategias y 15 acciones concretas que apuntan hacia las actuaciones de los poderes públicos a nivel estatal y municipal, con horizontes de implementación sugeridos en el corto, mediano y largo plazo:

CUADRO 1 | Estrategias y acciones en materia de transporte urbano de carga para la Zona Metropolitana de Querétaro

CLAVE	DESCRIPCIÓN	CORTO PLAZO a 3 años	MEDIANO PLAZO 3 a 5 años	LARGO PLAZO 5 a 10 años
ESTRATEGIA 1	Tomar conciencia de la importancia del transporte urbano de carga en la sociedad, en el sector público y privado, a través de mecanismos de consulta y de comunicación que desemboquen en la elaboración de planes locales.			
Acción 1	Incluir al transporte de carga en los planes de desarrollo estatal y municipal en la ZMQ.			
Acción 2	Organizar foros de información y de concertación en materia de transporte de carga.			
ESTRATEGIA 2	Contar con métodos de evaluación e información apropiada para sustentar las medidas adoptadas y asegurar su efectividad.			
Acción 1	Generar información apropiada mediante la realización de aforos y encuestas a nivel metropolitano, así como aplicar métodos complementarios para el estudio de la demanda de transporte de carga en la ZMQ.			
Acción 2	Avanzar en el desarrollo de metodologías para el diagnóstico del transporte de carga, y de aquellas aplicadas a problemas específicos.			
ESTRATEGIA 3	Promover el incremento de las tasas de ocupación de los camiones de carga y la consolidación de envíos para transitar hacia un sistema de transporte urbano de carga sustentable.			
Acción 1	Elaborar estudios de logística en sectores de actividad económica de interés en la ZMQ.			
ESTRATEGIA 4	Realizar mayores esfuerzos para mejorar la seguridad en torno al transporte urbano de carga.			
Acción 1	Mejorar los controles a conductores, vehículos, condiciones de tránsito y carga peligrosa que circula dentro de la ZMQ.			
ESTRATEGIA 5	Fortalecer el estudio del problema y fomentar la cooperación nacional e internacional.			
Acción 1	Integrar a un grupo de trabajo especializado en Planeación e Ingeniería de Transporte en la atención del problema del desarrollo de la ZMQ.			
ESTRATEGIA 6	Armonizar y uniformizar la normatividad aplicable al transporte urbano de carga, haciendo efectiva y viable su aplicación.			
Acción 1	Actualizar los instrumentos jurídicos del transporte de carga en los municipios de la ZMQ.			
ESTRATEGIA 7	Fomentar la innovación en tecnológica, métodos y conceptos para adaptar el transporte urbano de carga a las condiciones específicas de cada entorno urbano de la ZMQ.			
Acción 1	Identificar proyectos de innovación tecnológica.			
ESTRATEGIA 8	Usar de manera racional la infraestructura vial, en términos de su capacidad.			
Acción 1	Hacer estudios a detalle para definir zonas restringidas para la circulación de camiones de carga en municipios de la ZMQ y definir estrategias para incentivar mejores prácticas de distribución urbana.			
Acción 2	Sistematizar los inventarios de vialidades y contar con un sistema de administración de pavimentos común para los municipios de la ZMQ.			
Acción 3	Estructurar una red vial de corredores de carga con características apropiadas.			
ESTRATEGIA 9	Promover el uso de vehículos de carga que generen menos ruido y gases al medio ambiente, así como favorecer el desarrollo de la logística inversa para la recolección de materiales de embalaje, residuos industriales y desechos sólidos residenciales.			
Acción 1	Reducir el impacto del ruido generado por la operación del autotransporte y del ferrocarril a su paso por la ZMQ.			
Acción 2	Desarrollar una normatividad que se anticipe a las necesidades de recuperación y reciclado de materiales.			
ESTRATEGIA 10	Promover el desarrollo de infraestructura de carácter logístico.			
Acción 1	Analizar la conveniencia de crear centros de distribución urbana que actúen sobre los flujos de carga de tipo comercial dentro de la zona de estudio.			

FUENTE ELABORACIÓN PROPIA.

Con esta octava etapa, se da por terminada la segunda fase de esta investigación.

Conclusiones

De la evolución que ha tenido la atención de los problemas de transporte urbano de carga (TUC) y del desarrollo metodológico presentado, se derivan las siguientes conclusiones:

El TUC recibe mayor atención en países y ciudades donde existe conciencia de los efectos negativos que genera, pero también de las oportunidades que ofrece para apoyar el desarrollo económico y la competitividad empresarial. Ese es un cambio paradigmático importante que se refleja en las formas de intervención de los poderes públicos, de las empresas privadas y de la sociedad en su conjunto.

La revisión de experiencias reportadas en la investigación demuestra que existen problemas de tipo genérico que se reproducen en las distintas ciudades, con diferencias en la gravedad de sus manifestaciones. Así, los países que han enfrentado esos problemas lo han hecho desde las estructuras organizacionales existentes, han establecido nuevos mecanismos institucionales entre gobierno e instituciones académicas, y han asignado los recursos financieros para emprender trabajos de investigación y proyectos de desarrollo tecnológico.

Ante los mismos problemas, se advierte un retraso en la capacidad de actuación de los poderes públicos en países y ciudades menos desarrolladas, pues la mayoría enfrenta con mayor prioridad al transporte de personas, dispone de instituciones poco conscientes de la importancia del transporte de mercancías, y por lo mismo, cuentan con escasos recursos técnicos y organizacionales a nivel municipal, así como serias restricciones presupuestarias para dirigir sus esfuerzos a este tema.

Se presenta una aproximación metodológica para abordar el TUC, con aplicación al caso de la Zona Metropolitana de Querétaro. La investigación realizada tiene originalidad toda vez que plantea un examen integral del TUC en una ciudad media mexicana. A través del caso de estudio se evidencia la falta de una política nacional, así como de políticas estatales y municipales, hecho que ha propiciado la adopción de medidas aisladas y poco consistentes.

La metodología desarrollada contiene ocho etapas en dos fases de investigación, con distintas posibilidades de ser replicada en otros estudios. Las primeras cuatro etapas podrían ser replicadas con relativa facilidad en ciudades donde se desee hacer un primer acercamiento al problema, y se refieren al análisis de flujos de carga, a la caracterización de la infraestructura vial, al estudio de generadores de movimientos de carga y a la revisión de aspectos jurídicos e institucionales. Por lo que se refiere a la segunda fase, las etapas restantes desembocaron en productos que se ubican en el contexto de las herramientas de evaluación para la toma de decisiones. En lo particular, el Referencial de Análisis del Transporte Urbano de Carga (Versión 1.0) se diseñó como una herramienta de uso extensivo, con la expectativa de poderlo utilizar con propósitos comparativos en proyectos nacionales que agrupen ciudades de características similares.

Los resultados obtenidos con la metodología expuesta tienen un alcance general que debe profundizarse en etapas subsiguientes. No obstante, se concluye que el transporte de carga requiere de un gran esfuerzo organizacional e institucional para apoyar el desarrollo de la ZMQ, dado el estado actual de los pavimentos y de los crecientes niveles de congestión que se observan. Considerando los efectos positivos y negativos generados por esta actividad, cualquier acción encaminada a su mejoramiento representa un área de oportunidad y de alto impacto para la sociedad.

Una de las principales dificultades que se presentaron a lo largo de la investigación se refiere a la falta de aforos y estudios del movimiento de la carga dentro de la ciudad, siendo esta deficiencia recurrente en la mayoría de las ciudades estudiadas de países avanzados, y potencialmente generalizable a las ciudades de México. Se reconoce la necesidad de fortalecer los ámbitos científico, tecnológico, empresarial y gubernamental, toda vez que el transporte de carga en ciudades es una disciplina reciente en comparación con el transporte de personas. La participación de universidades y centros de investigación puede ser determinante en la generación de bases de conocimiento y de mecanismos de vinculación con las autoridades locales y con el sector empresarial. Además, se deben desarrollar estudios con un enfoque empresarial en logística urbana. IEURE

Referencias bibliográficas

- Allen, J.; Tanner, G.; Browne, M.; Anderson, S.; Christodoulou, G. & Jones, P. (2003). *Modelling policy measures and company initiatives for sustainable urban distribution. Final Technical Report*. London: University of Westminster.
- Antún, J.P.; Lozano, A.; Hernández, R. & Alarcón, R. (2008). New trends on Physical Distribution logistics in Mexico City Metropolitan Area. In E. Taniguchi & R. Thompson (Eds.). *Innovations in City Logistics*. New York: Nova Science Publishers.
- Antún, J.P.; Casanova, R. & Lozano, A. (2003). Gestión de la demanda de transporte de carga urbana: Proyecto de Microplataforma Logística urbana en el Centro Histórico de la Ciudad de México para la industria de la confección textil. *Memorias del XII Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano (CLATPU)*. Octubre 23-27, Bogotá, Colombia.
- Baybars, M. & Brown, M. (2003). Developments in Urban Distribution in London. In E. Taniguchi & R.G. Thomson (Eds.). *Logistics Systems for Sustainable Cities*. Kidlington: Elsevier.
- BESTUFS (2004). *D 5.1 Quantification of Urban Freight Transport Effects I*. Zoetermeer: Best Urban Freight Solutions II.
- BESTUFS (2005). *D 2.1 Best Practice Handbook Year 2005*. Zoetermeer: Best Urban Freight Solutions.
- BESTUFS (2006). *D 2.2 Best Practice Handbook Year*. Zoetermeer: Best Urban Freight Solutions.
- Betanzo, E. & Romero, J.A. (2010). An urban Freight Transport Index. *Elsevier - Procedia Social and Behavioral Sciences*, No. 2, pp. 6312-6322.
- Betanzo, E.; Romero, J.A. & Obregón, S. (2010). Evaluación del desempeño de los sistemas de transporte urbano de carga. *Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano (CLATPU)*. Octubre 6-8, Ciudad de México, México.

- Betanzo E. & Romero J.A. (2009). Transporte urbano de carga sustentable en Querétaro (México). *XV Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano (CLATPU)*. Marzo 1-3, Buenos Aires, Argentina.
- Betanzo, E.; Romero, J.A. & Ojeda, L. (2008). A case study of urban freight in Mexico. In E. Taniguchi & R. Thompson (Eds.). *Innovations in City Logistics*. New York: Nova Science Publishers.
- Betanzo, E. & Zavala, R. (2008). El mantenimiento de pavimentos en vialidades urbanas: El caso de la Zona Metropolitana de Querétaro (México), *Revista Ingeniería*, Vol. 12, No. 2, pp. 67-75.
- Betanzo, E.; Romero, J.A. & Sánchez, I. (2007). Caracterización del Transporte Urbano de Carga en Querétaro, México. *Memorias del XIV Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano (CLATPU)*. Noviembre 18-23, Río de Janeiro, Brasil.
- Betanzo, E. (2007). *Propuesta de un modelo de desarrollo del transporte urbano de carga en Querétaro*. Informe de Investigación, Vol. I, pp. 1-125. Santiago de Querétaro, México: Universidad Autónoma de Querétaro.
- Betanzo, E. & Toral, M. (2006). Análisis de Generadores de movimientos de carga en la Zona Metropolitana de Querétaro (México). *Memorias del VII Congreso de Ingeniería de Transporte*. Junio 14-16, Ciudad Real, España.
- Betanzo, E. (2006). *Planeación Integral del Transporte en la Zona Metropolitana de Querétaro, Etapas 2A: Diagnóstico, y 2B: Propuestas de Solución*. Informe de investigación, Vol. II, pp 1-443. Santiago de Querétaro, México: Universidad Autónoma de Querétaro.
- Betanzo, E.; De la Llata, R.; Aguerrebere, R. & González, C. (2004). Perspectivas de implantación de una plataforma logística adyacente al nuevo aeropuerto de Querétaro, México. *Memorias del VI Congreso de Ingeniería de Transporte*. Junio 23-25, Zaragoza, España.
- Boudouin, D. & Morel, C. (2002). *L'Optimisation de la Circulation des Biens et Services en Ville*. Paris: La Documentation Française.
- Cabrero, E.; Orihuela, I. & Ziccardi, A. (2003). *Ciudades competitivas-ciudades cooperativas: Conceptos claves y construcción de un índice para ciudades mexicanas*. Ciudad de México: Centro de Investigación y Docencia Económicas A.C. (CIDE).
- Dablanc, L. (2006). *Goods transport in large European cities: difficult to organize, difficult to modernize*. TRB 2006 Annual Meeting, Washington D.C., United States.
- Díaz, C. A.; Galetovic, A. & Sanhueza, R. (2003). La Regulación del Transporte de Carga en Santiago: Características, Evaluación y Propuestas. *Cuadernos de economía* [online], Vol. 40, No. 119. <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-68212003011900001&lng=es&nrm=iso>. Accedido en 12 abril 2004.
- Duchateau, H. (2002). Urban freight transport strategy in Brussels. *7th BESTUFS I Workshop*, Abril 25-26, La Rochelle, France. http://www.bestuufs.net/workshops/2002-04-25_la_rochelle.html, accessed on 31 October, 2007.
- EGAP-IMCO (2006). *Competitividad estatal de México 2006 - Preparando a las entidades federativas para la competitividad: 10 mejores prácticas*. Ciudad de México: Escuela de Graduados en Administración Pública y Política Pública e Instituto Mexicano para la Competitividad.
- Figuroa, O. (2005). Transporte urbano y globalización. Políticas y efectos en América Latina. *Eure*, Vol. 31, No. 94, pp. 41-53.

- Holguín-Veras, J. (2003). On the estimation of the maximum efficiency of the trucking industry: Implications for City Logistics. In E. Taniguchi & R.G. Thomson (Eds.). *Logistics Systems for Sustainable Cities*. Kidlington: Elsevier.
- Holguín-Veras, J. & Thorson, E. (2003). Modeling commercial vehicle empty trips with a first order trip chain model. *Transportation Research Part B*, No. 37, pp. 129-148.
- Kenworthy, J. R. (2006). The eco-city: ten key transport and planning dimensions for sustainable city development. *Environment and Urbanization*, Vol. 18, No. 1, pp. 67-85.
- Lake, M.; Ferreira, L. & Stewart, D. (2002). The effect of multi-combination vehicles in urban traffic. In L. Sucharov, C.A. Brebbia & F. Benitez (Eds.). *Urban Transport VIII: Urban Transport and the Environment in the 21st Century*. Southampton, UK: Wessex Institute of Technology Press.
- Lozano, A.; Granados F.; Antún J.P.; Magallanes, R.; Torres V. & Romero, E. (2006a). *Proyecto de corredores metropolitanos de transporte de carga en la zona metropolitana del Valle de México*. Informe de investigación, Vol. IV, pp. 1-348. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Ambiental Metropolitana del Valle de México.
- Lozano, A.; Magallanes, R.; Antún, J.P.; Anguilo, Y.; Granados F.; Zamarrita A.; Romero, E.; Guzmán, A. & Luyando, G. (2006b). *Proyecto de realización del estudio matriz origen-destino para el transporte de carga*. Informe de investigación, Vol. III, pp. 1-161. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Ambiental Metropolitana del Valle de México.
- Lozano, A.; Antún, J.P.; Granados, F. & Santos, C. (2008). Reserve areas for logistics activities in the Metropolitan Area Zone of Mexico City. In E. Taniguchi & R. Thompson (Eds.). *Innovations in City Logistics*. New York: Nova Science Publishers.
- Mendoza, A. & Gutiérrez J.L. (1994). *Estudio de pesos y dimensiones de los vehículos pesados que circulan en la red federal de carreteras: Análisis económico del efecto del peso*. Publicación Técnica No. 52. Sanfandila-Querétaro, México: Instituto Mexicano del Transporte.
- Moreno, E. (2005). *Acerca de la modelación del autotransporte de carga*. Boletín Notas No. 91. Sanfandila-Querétaro, México: Instituto Mexicano del Transporte.
- MMC (1998). *Policy on light traffic thoroughfares*. Mosman, Australia: Mosman Municipal Council.
- Muñuzuri, J.; Larrañeta, J.; Onieva, L & Cortés, P. (2005). Solutions applicable by local administrations for urban logistics improvement. *Cities*, Vol. 22, No. 1, pp. 15-28.
- OECD (2003). *Delivery the Goods—21st Century Challenges to Urban Goods Transport*. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development.
- Ortúzar, J.D. (2000). *Modelos de demanda de transporte*. Ciudad de México: Alfaomega-Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Raposo, I. (1994). Transporte automotor de carga en la ciudad de Rosario: elemento determinante del desarrollo urbano y en relación con los usos de suelo. *Memorias del VII Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano*, Buenos Aires, Argentina.
- SEDESOL (1992). *Programa de asistencia técnica en transporte urbano para las ciudades medias mexicanas*. Ciudad de México: Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio. Secretaría de Desarrollo Social.
- SEDESOL (2001). *Manual de Conceptos y Lineamientos para la Planeación del Transporte Urbano, Tomo II*. Ciudad de México, México: Secretaría de Desarrollo Social.

- SEDESOL (2007a). *Taller de Requerimientos para la preparación de proyectos de transporte urbano*. Programa Nacional de Transporte Urbano. Ciudad de México: Secretaría de Desarrollo Social-Banco Mundial.
- SEDESOL (2007b). *Programa Nacional de Transporte Urbano*. Ciudad de México: Secretaría de Desarrollo Social-Banco Mundial.
- SEMARNAT (2007). *Hacia el desarrollo del transporte sustentable*. Taller de Requerimientos para la Preparación de Proyectos de Transporte Urbano. Programa Nacional de Transporte Urbano. Ciudad de México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría de Desarrollo Social -Banco Mundial.
- Taniguchi, E.; Thomson, R. & Yamada, T. (1999). Modelling City Logistics. In E. Taniguchi & R.G. Thompson (Eds.). *City Logistics I*. Kyoto: Institut for City Logistics.
- Taniguchi, E.; Thompson, R., Yamada, T., van Ruin, R. (2001). *City Logistics*. Amsterdam: Pergamon.
- Taniguchi, E.; Thompson, R. & Yamada, T. (2003). Predicting the effects of city logistics schemes. *Transport Reviews*, Vol. 23, No. 4, pp. 489-515.
- TMV (1993). *Transports de Marchandises en Ville*. Paris: Transports de Marchandises en Ville. Página oficial en <http://www.tmv.transports.equipement.gouv.fr>
- TMV (2006a). *Expériences pilotes des villes européennes*. Paris: Transports de Marchandises en Ville. Página oficial en: <http://www.tmv.transports.equipement.gouv.fr>
- TMV (2006b). *Expériences pilotes des villes françaises*. Paris: Transports de Marchandises en Ville. Página oficial en: <http://www.tmv.transports.equipement.gouv.fr>
- WCED (1991). *Our Common Future*. World Commission on Environment and Development. New York: Oxford University Press.
- Woudsma, C. (2001). Understanding the Movement of Goods, Not People: Issues, Evidence and Potential. *Urban Studies*, Vol. 38, No. 13, pp. 2439-2455.