



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA  
INGENIERÍA DE SISTEMAS - ORIENTACIÓN TRANSPORTE

METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN Y JERARQUIZACIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS  
TENDIENTES A MITIGAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS EN EL  
INTERFAZ URBANO-INTERURBANO DE CARGA

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN INGENIERÍA**

**PRESENTA:**

**ING. SIMÓN LEDESMA HERNÁNDEZ**

**TUTOR:**

**DR. LAURENT YVES G. DARTOIS GIRARD**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MÉXICO, D.F. MAYO 2015**

## **Jurado Asignado**

Presidente: Dr. José de Jesús Acosta Flores

Secretario: Dr. Ricardo Aceves García

1er. Vocal: Dr. Laurent Yves G. Dartois Girard

2do. Vocal: M.I. José Antonio Rivera Colmenero

3er.Vocal: M.C. Manuel Del Moral Dávila

México D.F., Mayo de 2015

## **TUTOR DE TESIS**

Dr. Laurent Yves G. Dartois Girard

---

## **Agradecimientos**

Al Dr. Laurent Dartois, por su enorme compromiso y dedicación desde el inicio de este trabajo.

A Mamá y Goyo, por apoyarme en la búsqueda de nuevos horizontes y brindarme en todo momento su amor y confianza.

A mis hermanos Brenda, Paty, Mary, Bere, Baldo y Marcos, por su gran apoyo y entusiasmo en este nuevo ciclo.

A Mitzy, por creer en mí y acompañarme, paso a paso, en la conquista de un desafío más.

A los miembros del jurado por su colaboración y consejos para la culminación de este trabajo de investigación.

A la UNAM, por brindarme todas las herramientas para concluir esta etapa y convertirse una vez más en mi segundo hogar.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo recibido durante mis estudios de maestría.

# Contenido

<b>Introducción</b> .....	1
Objetivo.....	1
Objetivos específicos.....	1
<b>Capítulo 1. Marco de Referencia</b> .....	3
1.1 Logística de Distribución de Mercancías en Ciudades.....	3
1.1.1 Distribución Troncal (Ruta Lechera).....	4
1.1.2 Distribución Dedicada.....	4
1.2 Caracterización Interfaz Urbano-Interurbano de Carga.....	7
1.3 Gobernanza del Sector Público Sobre el Transporte Urbano de Carga.....	9
1.4 Planteamiento y Justificación del Problema.....	10
<b>Capítulo 2. Estado del Arte</b> .....	16
2.1 Situación Actual de la Distribución Urbana de Mercancías.....	16
2.2. Principales Políticas Públicas en el Ámbito de Transporte de Carga Aplicadas en Zonas Urbanas de Países Industrializados .....	19
2.2.1 Políticas Para Promover el Uso Eficiente de la Infraestructura Vial.....	19
2.2.2 Políticas Orientadas Hacia la Organización del Transporte.....	20
2.2.3 Políticas Regulatorias.....	21
2.3 Principales Políticas Públicas en las Ciudades en Desarrollo.....	21
2.4 Políticas Públicas Para el Transporte de Carga en la ZMVM.....	23
2.5 Herramientas para Proponer Estrategias que Ayuden a Mejorar la Gestión del Transporte de Carga en Zonas Urbanas.....	23
2.5.1 Selección de Políticas Públicas Aplicadas al Transporte de Carga Utilizando Diversos Enfoques.....	23
2.5.2 Experiencia Internacional y Selección de Medidas.....	27
<b>Capítulo 3. Metodología</b> .....	30
3.1 Selección de Políticas Públicas.....	30
3.2 Métodos Posibles Para la Jerarquización de Políticas Públicas.....	38
3.3 Selección del Método Para la Jerarquización de Políticas Públicas.....	46
3,4 Desarrollo del Método de la Media Ponderada para la Jerarquización de Políticas Públicas.....	49
3.5 Análisis de Resultados.....	59
<b>Conclusiones y Recomendaciones</b> .....	63
<b>Referencias</b> .....	65
<b>Anexo A1</b> .....	69

# Índice de Figuras

Figura 1.1. Distribución Troncal (Ruta lechera).....	4
Figura 1.2. Distribución Centralizada.....	5
Figura 1.3. Distribución Descentralizada.....	6
Figura 1.4. Distribución tipo Outlet.....	7
Figura 1.5. Flujos de paso.....	8
Figura 1.6. Resumen de la Problemática General.....	13
Figura 1.7. Acciones directas e interrelaciones de las políticas públicas aplicadas al transporte de carga.....	15
Figura 2.1. Proceso RFTM.....	27
Figura 2.2. Ejemplo de un proceso RFTM.....	28
Figura 3.1. Procedimiento de Analytical Hierarchy Process AHP.....	43
Figura 3.2. Pasos de la técnica Electre.....	44
Figura 3.3. Pasos del análisis CLIOS.....	45
Figura 3.4. Diagrama de Kiviat.....	47
Figura 3.5. Propuesta de ponderación entre criterios.....	52

# Índice de Tablas y Cuadros

Tabla 3.1. Incidencia de Políticas Públicas sobre Tipos de Logística e Impactos Diversos.....	32
Tabla 3.2. Políticas Publicas Seleccionadas.....	34
Tabla 3.3. Selección del Método Para la Jerarquización de Políticas Públicas.....	48
Tabla 3.4. Escalas de Calificación Entre Criterios.....	54
Tabla 3.5. Hoja de Captura de Respuestas del Panel de Expertos.....	56
Tabla 3.6. Calificación de Políticas Públicas.....	58
Tabla 3.7 Resultados generados por la implementación de Políticas Públicas en Ciudades Europeas .....	61
Cuadro 3.1. Políticas Públicas Seleccionadas Para el Proceso de Jerarquización.....	55
Cuadro 3.2. Calificación Final de Políticas Públicas.....	59
Cuadro 3.3. Jerarquización de Políticas Públicas.....	60

# Introducción

La distribución urbana de mercancías (DUM) es crucial para el movimiento económico de las ciudades y el bienestar de sus habitantes, ya que influye directamente en la congestión, contaminación, consumo energético, seguridad vial y ocupación del espacio urbano. Los problemas de la distribución urbana de mercancías requieren soluciones integrales porque afectan a una gran diversidad de actores: los oferentes del servicio (transportistas y operadores logísticos) los demandantes (generadores de carga), las autoridades locales y los usuarios de la vía pública (Antún, 2013).

La distribución urbana de mercancías, como etapa final de la cadena de suministro, tiene su ámbito de incidencia en el entramado intra-urbano. Sin embargo, su dimensión real trasciende los límites administrativo-municipales, y las consecuencias de las decisiones políticas en materia DUM se reflejan en los flujos de transporte a escala interurbana (GIZLOGA, 2008).

En consecuencia, es necesaria una política con perspectiva multinivel (urbana-regional), que considere los problemas, objetivos, soluciones, beneficios y barreras más allá de los límites urbanos, lo que implica complicadas elecciones y conflictos de interés que agregan complejidad a las soluciones y la estrategia a adoptar.

## Objetivo

El objetivo de esta investigación es el desarrollo de un proceso metodológico para seleccionar, jerarquizar y evaluar un conjunto de políticas aplicadas al transporte urbano de carga a nivel internacional y comprobar si éstas pueden inducir una reducción en las externalidades negativas ocasionadas por los conflictos que se generan en el interfaz urbano-interurbano de carga en el contexto de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM).

### Objetivos específicos:

- Realizar un análisis de las políticas públicas aplicadas comúnmente en el ámbito internacional tendientes a aminorar los efectos negativos provocados por el transporte urbano de carga, con el fin de seleccionar aquellas que estén relacionadas con la mitigación de impactos ambientales y al mismo tiempo tengan incidencia directa sobre los tipos de logística actuales y los flujos de paso.
- Analizar los posibles métodos existentes en la literatura para llevar a cabo el proceso de jerarquización de las políticas públicas seleccionadas durante el desarrollo de la investigación.

# Capítulo 1. Marco de Referencia

En este capítulo se pretende explicar los aspectos más importantes relacionados con el interfaz urbano-interurbano de carga, así como las cuestiones en las que el sector público se ve involucrado al tratar de generar soluciones que busquen reducir los impactos negativos provocados por la actividad de reparto de mercancías en el entorno urbano.

Así mismo, se describe el planteamiento y justificación del problema, en el que se muestran los elementos que fueron tomados en cuenta para el desarrollo de este trabajo de investigación.

## 1.1 Logística de Distribución de Mercancías en Ciudades

La Distribución Urbana de Mercancías (DUM) es el último eslabón de servicio en la cadena de suministros por lo que también se le conoce como la logística de “la última milla”. En el concepto de la DUM se engloban todos los movimientos relacionados con la actividad comercial y el suministro y distribución de bienes en las ciudades, incluido el movimiento de mercancías (entrega, recolección, transferencias, carga y descarga, colocación en puntos de venta, *crossdocking*, almacenamiento, y retornos) en el tejido urbano (Antún, 2013).

En el costo logístico de la DUM influye directamente el costo del transporte de distribución urbana, que afecta el costo final del producto, y en consecuencia, la competitividad de las empresas y de la economía en general.

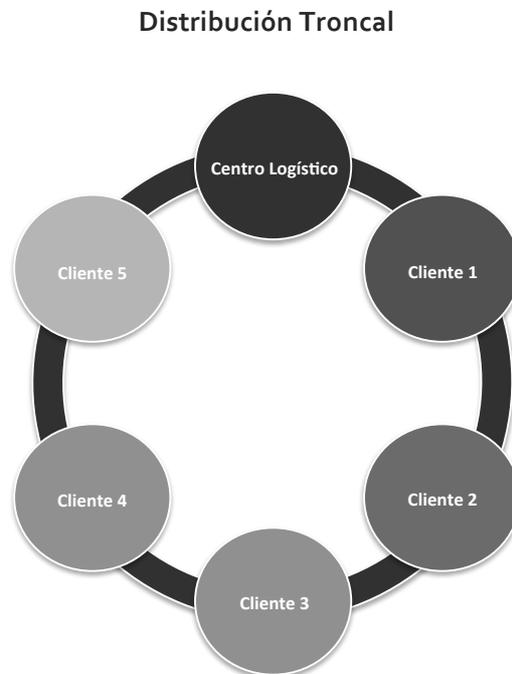
Por otro lado, la distribución urbana de mercancías, fundamental para el desarrollo económico de las ciudades, es uno de los principales generadores de la congestión del tránsito, e interfiere con el resto de la movilidad urbana en lo que se refiere al uso del espacio público (Antún, 2013).

Los tipos de distribución que se tiene actualmente son:

### 1.1.1 Distribución Troncal (Ruta Lechera)

En este caso el fabricante desde su centro de distribución es capaz de entregar directamente a los consumidores finales ya sea por la naturaleza del producto o por la infraestructura disponible.

Para este tipo de distribución, se definen rutas óptimas de distribución en función de la red física de acceso (tipo de vialidad, tiempos de recorrido) y ventanillas de entrega en destinos, a fin de distribuir cada uno de los lotes enviados en un solo transporte a los diferentes comercios (Mendoza, 2013).



**Figura 1.1.** Distribución Troncal (Ruta lechera). Fuente: Elaboración propia.

### 1.1.2 Distribución Dedicada

Para este caso se tienen tres tipos de distribuciones: la primera es la centralizada tradicional, la segunda recurriendo a terceros que actúan como centros intermedios y la tercera es la distribución tipo *outlet*.

- **1.1.2.1 Distribución centralizada:** Para este tipo de distribución (ver **Figura 1.2**), que como su nombre lo indica “centralizada” o “tradicional”, parte desde el centro de depósito donde el mismo fabricante lo distribuye en forma dedicada e individualmente a los diferentes tipos de centros comerciales, que van desde los supermercados, tiendas departamentales, tiendas de conveniencias hasta en tiendas particulares (Mendoza, 2013).



**Figura 1.2.** Distribución Centralizada. Fuente: Elaboración propia.

- **1.1.2.2 Distribución descentralizada:** Una mejora que han implementado los países desarrollados, es la incursión de un centro intermedio donde se organiza la distribución. Ésta es el tipo de distribución conocida como “distribución descentralizada” (ver **Figura 1.3**). El centro intermedio tiene como objetivo intervenir como “tercero”, ya que funge como responsable y distribuidor del producto (llevado al cliente final), deslindando al productor como responsable de dichas mercancías. En este caso, la relación entre el fabricante o distribuidor y el intermediario, es referente solamente a la gestión de la comercialización de productos; esto significa que el tercero se hace cargo de las entregas, cobranza y logística inversa (Berrio y Puentes, 2007).

## Distribución Descentralizada

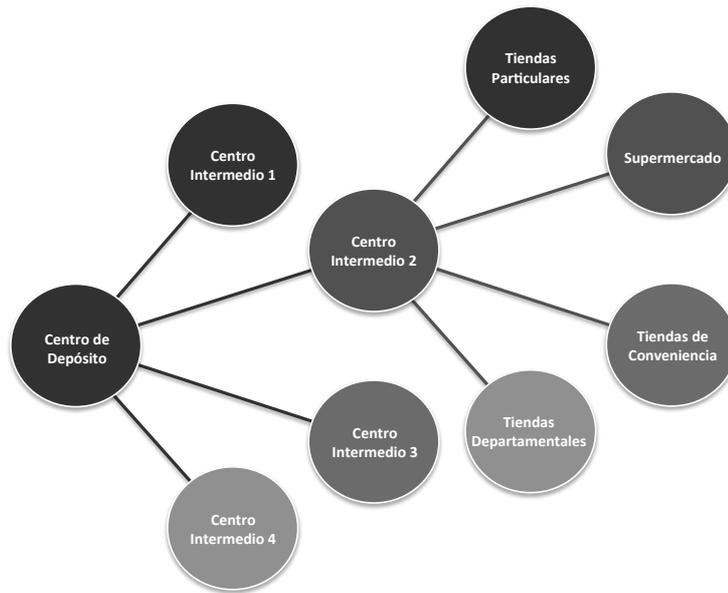


Figura 1.3. Distribución Descentralizada. Fuente: Elaboración propia.

En la actualidad existe una variante de la distribución descentralizada. En este caso, la consolidación de mercancías se realiza en centros intermedios de menor tamaño (kioscos de mercancías) ubicados en los barrios de las ciudades y la distribución se hace con camionetas pequeñas a tiendas de abarrotes cuyos pedidos fueron previamente realizados por internet. Cuando la camioneta entrega el pedido en la tienda también cobra el monto de la mercancía entregada. Esta práctica se ha vuelto común en centros de ciudades de países como Italia, Japón y Francia.

- **1.1.2.3 Distribución tipo "outlet":** Éste consta de una bodega de concentración de artículos o establecimiento comercial especializado o no, en la venta de productos (ver **Figura 1.4**), ya sea de una marca específica o de un cúmulo de diferentes marcas dentro del mismo complejo comercial, en donde se resalta que los usuarios hacen la labor de autoservicio y los productores la de emplazamiento de los productos en los anaqueles (Mendoza, 2013).

## Distribución tipo Outlet

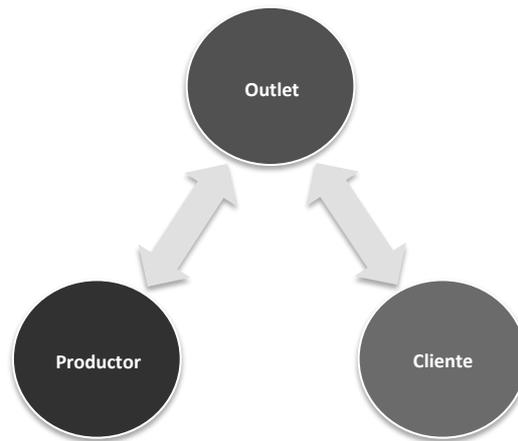


Figura 1.4. Distribución tipo Outlet. Fuente: Elaboración propia.

## 1.2 Caracterización Interfaz Urbano-Interurbano de Carga

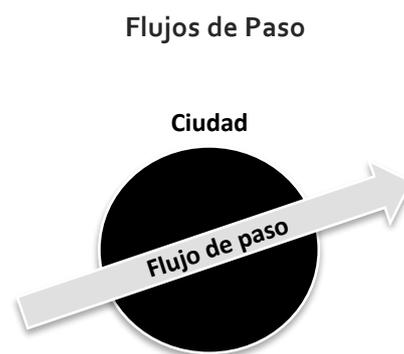
El tráfico de bienes representa una porción considerable del volumen de tráfico urbano. Aunque en muchas ciudades en promedio sólo 15 - 25% de los kilómetros vehiculares (de cuatro ruedas y más) viajados pueden ser atribuidos a vehículos comerciales, se estima que toman entre 20 y 40% del espacio vial motorizado (GIZ, 2011).

No solamente hay un impacto más que proporcional de los vehículos de carga en la contaminación aérea, emisión de ruido y congestión, estos vehículos también ocupan una porción considerable del espacio disponible en una conurbación. Por esto la implementación de una política profesional y sostenible de transporte de carga debe ser una prioridad alta para todas las municipalidades, grandes o pequeñas.

Al nivel de un área metropolitana típica en un país en desarrollo, un promedio de 40 - 50% del volumen de carga vehicular comercial llega, 20 - 25% sale y el 25 - 40% restante son transferencias intra-metropolitanas (Dablanc, 2010). No obstante, los flujos típicos de bienes varían entre diferentes áreas funcionales de una ciudad. Las aglomeraciones urbanas incluyen zonas industriales y, así, deben actuar más como un origen para transporte de bienes que como un destino. En contraste, los centros de ciudades, sean el centro de negocios o un centro comercial suburbano, son usualmente buenos consumidores netos de bienes. Esto implica que hay más bienes que son recibidos que despachados en estos distritos (GIZ, 2011).

En la actualidad, en México se utiliza en forma predominante el transporte carretero para los movimientos de carga interurbana. La mayor parte de la carga interurbana tiene por orígenes o destinos a centros de distribución y plantas productivas dentro de las áreas urbanas. No obstante, tanto los operadores de transporte interurbano como el sector de la gran distribución privilegian la operación de rutas troncales desde/hacia las plantas o los centros de distribución ubicados en zonas periurbanas. Mientras en el nivel internacional, se observa que las estrategias corporativas están moviéndose hacia la logística dedicada (transporte fraccionado desde centros intermedios, transporte dedicado) como respuesta al creciente congestionamiento de las vialidades urbanas. Estos tipos de logística permiten aprovechar ventanas de tiempo mediante la utilización de tecnologías de la información y una selección de vehículos más acordes con las características de las mercancías (abasto nocturno de bodegas o plantas con vehículos pesados, distribución diurna de carga fraccionada en zonas de distribución local por medio de vehículos de menor tamaño y menos contaminantes) (CTS, 2012).

Para el tráfico de paso o flujos de paso, la ciudad como tal no es el destino (ver **Figura 1.5**). Este tráfico sólo pasa a través del área de la ciudad en su camino hacia otros destinos, causando congestión adicional (GIZ, 2011). Esto es el caso frecuentemente para el tráfico que va a puertos o aeropuertos, que va a través del centro de la ciudad o subcentros en lugar de ser reorientado a través de circunvalaciones y rodeando los peores puntos de congestión.



**Figura 1.5.** Flujos de Paso. Fuente: Elaboración propia.

La primera condición para evitar el tráfico de paso innecesario es la disponibilidad de rutas alternas. La forma de evitar del tráfico de paso es entonces una cuestión

primordialmente de infraestructura vial o cambio modal.

En el caso de libramientos ferroviarios, éstos permiten desviar los trenes de paso, sin embargo no aportan soluciones viables para el acceso de los trenes a sus terminales de transferencia o a las instalaciones de sus clientes ubicadas en áreas urbanas (CTS, 2012). Preocupadas por reducir el costo del transporte de últimas millas en autotransporte, las empresas ferroviarias tienen preferencia por mantener en operación la mayoría de sus cruces urbanos, procurando reducir los conflictos que ocasionan en el tránsito urbano en general. Así las estrategias más exitosas giran en torno a la construcción de cruces ferroviarios seguros mediante pasos superiores o pasos inferiores de uso común en las ciudades de países desarrollados. Sólo contemplan desviar los trenes fuera de las ciudades cuando el tránsito ferroviario rebasa el umbral de 1 cruce de tren cada hora (FIDERCO, 2011).

En el caso de México, el único ejemplo de solución de este tipo se encuentra en San Luis Potosí, donde los trenes circulan en viaducto hacia las dos terminales ferroviarias existentes (Interpuertos y Terminal de KCSM). En los demás casos, los trenes siguen cruzando por zonas urbanas céntricas y los municipios afectados ejercen presiones para sacarlos de sus ciudades y recuperar los espacios urbanos liberados para implantar corredores de transporte público.

Así, no es posible separar el transporte interurbano del transporte urbano de carga. Debido a localización misma de las actividades económicas, cada recorrido interurbano inicia en un centro urbano y termina en otro. Como consecuencia, existen importantes áreas geográficas de fricción entre el transporte interurbano y los centros urbanos donde se acumulan los impactos negativos en términos de congestión de la vialidad y emisiones de contaminantes (CTS, 2012). Estos “puntos de fricción” no se pueden solucionar únicamente con la construcción de libramientos carreteros y ferroviarios para desviar los flujos de carga en tránsito.

### **1.3 Gobernanza del Sector Público Sobre el Transporte Urbano de Carga**

La palabra “Gobernanza” es un reto en términos del trabajo colaborativo necesario para resolver problemas difíciles con los que se enfrentan las partes interesadas que participan en el transporte de carga. Sugiere el uso de Asociaciones Público- Privadas

(APP) entre las partes interesadas (PIARC, 2012).

En el ámbito de gobernanza existen cuatro partes involucradas principales: despachadores, transportistas de carga, residentes y administradores públicos, quienes tienen metas distintas e implementan diversas iniciativas de acuerdo a sus necesidades y preocupaciones. Por un lado se necesita tener un enfoque basado en el punto de vista industrial, que permite establecer sistemas de logística más competitivos y eficientes para apoyar la producción y sistemas de entrega justo a tiempo (JIT) (PIARC, 2012). Los despachadores, por lo general, esperan recibir y enviar sus mercancías de una forma confiable que no viole los tiempos designados de entrega para poder bajar los costos que conlleva esta tarea. Los transportistas de carga procuran cumplir con las necesidades de los despachadores usando sus recursos, infraestructura pública e información para maximizar sus ganancias. Por otro lado, los residentes en áreas urbanas buscan minimizar las molestias causadas por el transporte urbano de carga y crear una comunidad más segura y cómoda. Los administradores públicos en los municipios intentan mejorar la calidad de vida colectiva así como minimizar los niveles de congestión dentro de la red de carreteras urbanas, minimizar los impactos al medio ambiente y maximizar la seguridad del transporte urbano de carga.

Actualmente se observa que la logística y el transporte urbano de mercancías tiene que operar en un contexto dominado por tres pilares básicos:

- **Movilidad:** Las sociedades modernas demandan una alta movilidad, lo que requiere un sistema de transporte complejo y adaptado a las necesidades actuales, que garantice los desplazamientos de personas y mercancías de una forma eficiente y segura;
- **Sustentabilidad:** Se refiere a la administración eficiente y racional de los recursos, de manera tal que sea posible mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer las condiciones de vida de las generaciones futuras; y
- **Utilidad:** Los efectos sobre el bienestar de la sociedad son tan importantes como los efectos sobre el crecimiento per cápita.

Así, los objetivos deberían de enfocarse en un compromiso entre estos tres pilares. Por otro lado, las autoridades encargadas de la gestión y administración de los sistemas de transporte urbano requieren de herramientas que les permitan tomar decisiones acertadas y oportunas para afrontar este reto. Lo anterior puede ser alcanzado mediante las políticas públicas aplicadas al transporte y en particular al transporte de

carga en zonas urbanas (Lyons, 2012).

Una política pública de transporte se puede definir como un grupo de objetivos y metas, así como las acciones que se derivan de ellos para mejorar las condiciones de operación del transporte, sus procesos y mitigar los impactos negativos, como parte de una política general, ya sea ésta municipal, regional o estatal (BestUFS, 2006).

## 1.4 Planteamiento y Justificación del Problema

Las actividades del transporte de carga generan una serie de costos económicos, sociales y ambientales, que no son cubiertos por los prestadores del servicio: son las denominadas externalidades, definidas como el costo impuesto a alguien que no está directamente implicado en el movimiento de carga pero que se ve afectado por el mismo, como es el caso de la congestión, la contaminación del aire o el ruido producidos por la operación de los vehículos de carga (Ogden, 1992).

Dentro de la logística urbana, la exigencia de mayor competitividad a las industrias para poder cumplir con los plazos y con la calidad en las entregas, han obligado a las empresas a replantear los modelos de distribución urbana de mercancías, y a que se desarrollen infraestructuras y servicios de distribución, transporte y logística de mayor calidad para cubrir un mayor número de pedidos hacia más destinos, en el menor tiempo posible, con la consecuente afectación sobre el sistema de transporte urbano, en donde los flujos de carga hacen parte de este complejo sistema que debe ser compartido con el flujo urbano de pasajeros (Comi, 2005).

Cuatro aspectos condicionan al sistema urbano de reparto de mercancías (Ver **Figura 1.6**):

1. **Políticas públicas:** Ante los impactos negativos ocasionados por el transporte de carga, generalmente las autoridades responden con acciones restrictivas a los vehículos de carga, muchas veces sin estimar previamente las consecuencias de estas decisiones sobre el sistema económico y de transporte urbano (Lyons, 2012). Ejemplo de estas medidas son las prohibiciones de circulación en ciertas zonas o vialidades, las limitaciones de peso vehicular en ciertas vías, el uso de carriles exclusivos, el control de estacionamiento de vehículos de carga o las ventanas de tiempo para recepción y entrega de mercancías, etc.

2. **Organización del transporte:** En la logística de distribución urbana de mercancías las innovaciones en tecnología de información (IT) son rápidamente adoptadas por el impulso de las prácticas que inducen los supermercados y las cadenas de tiendas de conveniencia.

Entre las innovaciones en IT más comunes pueden citarse:

- Radiofrecuencia para recepción de mercancías y gestión de inventarios en anaqueles;
- Software transaccional para resurtido automático y pedidos especiales; y
- GPS en vehículos, computadora a bordo y gestión de la entrega.

3. **Logística de Distribución:** Una de las tendencias globales para la gestión de los flujos de vehículos de transporte de carga metropolitano, es la preferencia empresarial de establecer y/o buscar soportes logísticos de plataforma, es decir, preferir la localización de la infraestructura propia o de operadores logísticos para la logística de distribución física en centros logísticos.

Si bien, toda “ruptura” de carga implica costos, la operación con base en centros logísticos permite a las empresas una gestión de las restricciones derivadas de los reglamentos municipales y enfocarse a una distribución física urbana lo más cercana a la dedicada, ya que de esta manera reducen costos de entrega al existir una rotación de vehículos más corta (Antún, 2013); además de que la logística de distribución dedicada está más adaptada a la logística inversa y puede responder de mejor manera ante incidentes de tráfico.

4. **Gestión de Flujos de Paso:** La primera condición para evitar los flujos de paso innecesarios es la disponibilidad de rutas alternas (GIZ, 2011). La evitación de los flujos de paso es entonces una cuestión primordialmente de infraestructura vial (difícil aplicación para el ferrocarril ya que los costos de libramientos ferroviarios son muy elevados; además, generalmente los patios ferroviarios se encuentran dentro de las ciudades forzando al ferrocarril a entrar a las zonas urbanas) o cambio modal. No obstante, en muchos casos ocurren flujos de paso que empeoran la situación a pesar de las rutas alternas que se han puesto en operación. Los conductores de camiones de carga insisten con frecuencia en usar rutas aparentemente más directas o más atractivas aunque sean reservadas para tráfico local únicamente.

## Problemática general en el interfaz urbano-interurbano de carga

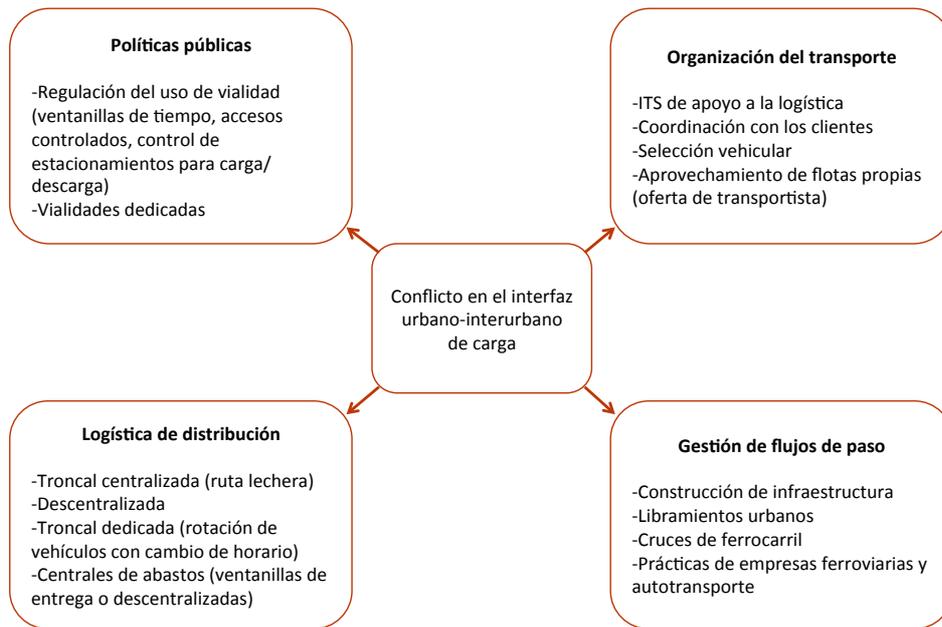


Figura 1.6. Resumen de la Problemática General. Fuente: Elaboración propia.

Como ya se mencionó, las autoridades encargadas de la gestión y administración de los sistemas de transporte urbano requieren de herramientas que les permitan tomar decisiones acertadas y oportunas para afrontar el reto que representa el transporte de carga. Lo anterior puede ser alcanzado mediante políticas públicas aplicadas al transporte de carga en zonas urbanas ya que los cambios en el sistema de reparto de mercancías ocurren a través de medidas políticas que fuerzan o animan a las empresas a cambiar sus acciones (BestUFS, 2008). Las estrategias pueden incluir, entre otras:

- Mejoras en la señalización y en la información proporcionada;
- Normativa relativa al acceso de vehículos y a la descarga/descarga;
- Planes de gestión del tráfico;
- Desarrollo de infraestructuras; y
- Cobro de peajes urbanos.

Ya sea motivadas o forzadas por la normatividad vial y/o vehicular, las empresas de transporte de mercancías pueden llevar a cabo cambios en su logística operacional para reducir el impacto de sus actividades de transporte, ya que ello derivará en ciertos beneficios internos (BestUFS, 2008). Estos pueden ser, por ejemplo, ventajas económicas como resultado de su postura ambiental. Las iniciativas llevadas a cabo

por las empresas pueden incluir:

- Aumento de carga del vehículo;
- Uso de programas de planificación y diseño de rutas;
- Aumento de la eficiencia en el uso de combustible;
- Uso de la telemática en el transporte urbano de mercancías (señalización en tiempo real, información y mapas);
- Estrategias de entrega (por ejemplo la entrega de mercancías fuera del horario normal de reparto); y
- Elección del equipo de carga según el modo o tipo de vehículo.

La gestión del transporte de mercancías por empresas privadas se utiliza fundamentalmente para optimizar los procesos de logística y distribución y, por tanto, contribuyen a la optimización del costo de la cadena de suministro (BestUFS, 2008).

Por otro lado, la gestión de la infraestructura de transporte en términos de tiempo y espacio es muy importante para el ordenamiento urbano. Por lo tanto, las políticas para promover el uso eficiente de la infraestructura vial se vuelven prioritarias, pues normalmente no es posible aumentar el espacio de las vías. En este sentido, la gestión de flujos de paso adquiere importancia. Los gobiernos locales pueden utilizar una variedad amplia de medidas para responder a este fenómeno. Estos puede incluir las siguientes opciones:

- Señalización de cierre de calles para vehículos comerciales;
- Señalización de restricción de acceso para el tráfico de paso comercial con fiscalización intensiva;
- Barreras físicas de calles para vehículos comerciales ( pasos con restricción de altura o bolardos con espacios angostos);
- Localización de barreras de peaje para cualquier tráfico comercial, incluyendo tráfico de paso y local, en puntos críticos de convergencia (por ejemplo puentes o túneles), asumiendo que no hay rutas alternas viables para evitar el flujo de vehículos de carga;
- Construcción de infraestructura (libramientos urbanos o cruces de ferrocarril).

La relevancia del tráfico de carga urbano es cada vez más reconocida tanto en las ciudades de países industrializados como en las ciudades de países emergentes. Los esfuerzos para reducir sus impactos negativos son conducidos por una amplia

variedad de motivaciones, que dependen en gran medida del contexto local. Por ejemplo, la preservación de centros históricos urbanos y la reducción de ruido y emisiones contaminantes son cuestiones prevalentes en muchas ciudades europeas. A diferencia de las ciudades de países industrializados, la gran mayoría de las ciudades en desarrollo hasta ahora sólo se han enfocado en la contribución de transporte urbano de carga a la congestión. Así, las estrategias de transporte para las ciudades en desarrollo son siempre dirigidas a la mitigación de dicha externalidad (GIZ, 2011).

Como se observa en la **Figura 1.7**, las políticas públicas aplicadas al transporte de carga pueden dividirse en: 1) acciones directas enfocadas a la normatividad de uso de espacio urbano e infraestructura y; 2) interrelaciones en donde deben definirse las políticas de los instrumentos, es decir, funciones de regulación las cuales tendrán un impacto sobre la organización del transporte, la logística de distribución y la gestión de flujos de paso.



**Figura 1.7.** Acciones directas e interrelaciones de las políticas públicas aplicadas al transporte de carga. Fuente: Elaboración propia.

A modo de resumen, el objetivo de esta investigación es el desarrollo de un proceso metodológico para seleccionar, jerarquizar y evaluar un conjunto de políticas aplicadas al transporte urbano de carga en el ámbito internacional y comprobar si éstas pueden inducir una reducción en los impactos ambientales provocados por los conflictos que se generan en el interfaz urbano-interurbano de carga de acuerdo al contexto urbano de la ZMVM.

## Capítulo 2. Estado del Arte

En este capítulo se presenta un apartado sobre la situación actual de la DUM, en el que se describe cómo es llevada a cabo el reparto de mercancías en las ciudades, así como los retos a los que se enfrenta ésta actividad. Del mismo modo, se incluye como estado del arte, una descripción de las políticas públicas aplicadas usualmente al transporte de carga en zonas urbanas, en el ámbito internacional; tanto en ciudades de países industrializados como en ciudades de países en desarrollo. Cabe señalar que la revisión realizada sobre políticas públicas a nivel internacional será la base para la selección de políticas públicas que pueden ser aplicadas en relación al contexto urbano de la ZMVM.

Al final del capítulo, se presenta el estado del arte sobre las metodologías encontradas en la literatura que funcionan como guía para la propuesta de soluciones a los diversos conflictos provocados por el transporte de carga en zonas urbanas.

### 2.1 Situación Actual de la Distribución Urbana de Mercancías

Como se había mencionado anteriormente, en el concepto de DUM se engloban todos los movimientos relacionados con la actividad comercial y el suministro y distribución de bienes en las ciudades, incluido el movimiento de mercancías (entregas, recogidas, transferencias, carga y descarga, ubicación, almacenamiento y retorno), pero se excluyen el transporte de mudanzas y obras, por darse esporádicamente y gozar de licencias especiales, al igual que la recogida de residuos sólidos y el transporte de dinero, que se realizan en horarios no punta de carga en la red vial.

La DUM es una actividad extremadamente importante para los sistemas urbanos: resulta fundamental para mantener la actividad comercial y productiva, así como para abastecer a la población. Por ese motivo, un sistema de transporte y distribución eficiente tiene un peso muy destacado en la competitividad de una área urbana y constituye, a su vez, un elemento crucial de la economía urbana, tanto por los ingresos que produce como por los niveles de empleo que genera y que mantiene (BestUFS, 2005). Sin embargo, el tráfico urbano de mercancías provoca un gran impacto sobre la

movilidad dentro de las ciudades. Si bien es una actividad que impulsa la economía urbana, también causa importantes efectos sociales y medioambientales. El más notorio es su implicación en la congestión y en la contaminación de las zonas urbanas (Fernández, 2008).

El transporte urbano de mercancías se realiza de dos modos generales: 1) por medio de agentes proveedores de servicios de transporte y logística, y 2) por cuenta propia ( “transporte particular” o “transporte privado”). La principal demanda urbana de servicios de transporte y logística proviene de los establecimientos comerciales (entre los cuales sobresale el sector de hotelería y gastronomía, que requiere aprovisionamiento diario), los establecimientos empresariales industriales y el comercio electrónico (Antún, 2013).

Entonces, las redes de transporte de mercancías surgen por la necesidad de conectar y transportar los bienes de consumo desde su punto de producción (localización empresa) hasta el mercado (clientes) (Estrada, 2007).

El modelo clásico de distribución física de mercancías metropolitanas es el de paradas múltiples (troncal o ruta lechera). Puede ilustrarse con el caso de los proveedores de un supermercado entregando el resurtido de los diferentes productos, visitando, una a una las tiendas y reponiendo el faltante en los anaqueles.

Una práctica de este tipo implica:

- Muchos vehículos
- Colas de espera por insuficiencia en los andenes
- Congestión local en la microrregión de las tiendas
- Unidades de carga que viajan en vacío
- Viajes de larga duración

Por otra parte, la distribución física dedicada es un modelo para la distribución urbana de mercancías basado en la consolidación sobre el destino final (Antún, Hernández y Lozano, 2000). Para realizar esta consolidación debe operarse un *cross docking* en el que las unidades de carga que llegan con una lógica de proveedor se transforman en unidades de carga de salida con lógica de distribución física (entrega) sobre una tienda

(caso del resurtido de supermercados) o un área territorial específica (caso de la mensajería paquetería de entrega).

Una de las tendencias globales de mayor interés es la preferencia empresarial de establecer y/o buscar soportes logísticos de plataforma, es decir, preferir la localización de la infraestructura propia o de operadores logísticos para la logística de la distribución física en centros o parques logísticos (Antún, Lozano, Hernández y Hernández, 2007; Antún, Lozano, Hernández, Alarcón et ál., 2007).

Si bien toda ruptura, ya sea de la unidad de carga o de la tracción, implica costos, la operación con base en centros logísticos permite a las empresas una gestión de las restricciones derivadas de los reglamentos municipales y enfocarse en una distribución física urbana lo más cercana a la dedicada para evitar los costos de las entregas con paradas múltiples (logística de distribución troncal) (Antún, 2013).

Una arquitectura logística con soportes logísticos corporativos en centros logísticos facilita a las empresas la gestión de flujos interurbanos que se realizan con unidades de carga grandes (tráilers, fulles, *dollies* y demás) mediante *cross docking* y el diseño de rutas que atiendan un número reducido de puntos de venta relativamente contiguos, aproximando la gestión de entregas a la logística dedicada.

La externalización de operaciones logísticas mediante 3PLS (*third-party logistics provider*) es una tendencia irreversible. Es importante señalar que, según el Instituto Mexicano de la Competitividad, en Brasil el nivel de externalización de operaciones alcanza a más de 35% y en Argentina unos 30%, mientras que en México aún no se externaliza más de 23% (Antún, 2013).

Las causas que promueven la externalización de operaciones con operadores logísticos son: el aumento de facturación en un ambiente altamente competitivo y la necesidad de concentrarse en el *core business*, la ampliación de la cobertura geográfica del mercado atendido y la exigencia de homogeneidad en el nivel de servicio, la mejora continua del servicio al cliente y la reducción del ciclo de vida del producto.

Son también razones para la externalización, el desarrollo de nuevas formas de distribución en punto de venta, la diversificación del mix ofertado y segmentación para

diferentes nichos de mercado, la ampliación de la oferta con productos de terceros con la marca propia y la necesidad de una distribución física capilar.

Las estrategias para implantar la tercerización son muy variadas, e incluyen alternativas tales como externalizar el departamento logístico interno, contratar servicios logísticos de terceros, establecer alianzas estratégicas con 3PLS, participar en proyectos de benchmarking logístico con consultoras externas y comprar servicios de consultoras especializadas como 4PL.

Como conclusión, la distribución física de mercancías plantea nuevos desafíos en áreas metropolitanas: el modelo de distribución actual no satisface las nuevas exigencias, el único recurso es la distribución dedicada en particular la distribución externalizada mediante operadores logísticos. (Antún, Lozano, Hernández y Hernández, 2005).

## **2.2 Principales Políticas Públicas en el Ámbito de Transporte de Carga Aplicadas en Zonas Urbanas de Países Industrializados**

Existen múltiples y diversas medidas en el mundo asociadas a la mitigación de los impactos generados por el transporte de carga en las zonas urbanas, sin embargo no siempre se encuentran enmarcadas dentro de una política oficial (Lyons, 2012). A continuación se presenta el estado del arte sobre las políticas públicas aplicadas al transporte de carga en zonas urbanas de diferentes países industrializados.

### **2.2.1 Políticas Para Promover el Uso Eficiente de la Infraestructura Vial**

Las políticas para promover el uso eficiente de la infraestructura vial son medidas dirigidas a optimizar el uso de la infraestructura cuando no es posible aumentar el espacio en las vías públicas y a minimizar los impactos negativos de las actividades de carga en las comunidades locales.

Las acciones orientadas a un mejor uso de la infraestructura vial son:

- Definición de zonas para carga/descarga en las vías;
- Construcción de bahías y áreas de descarga en calles estratégicas;

- Utilización de barreras físicas para acceso restringido a vehículos de carga, tales como postes retráctiles para dar paso solo a vehículos autorizados;
- Instalación de equipos para el trasbordo de mercancías, como rampas mecánicas, brazos articulados, etc.;
- Manejo de señalización adecuada para guiar a los conductores;
- Establecimiento de carriles para uso exclusivo de camiones;
- Localización y adecuación de centros de consolidación urbanos y terminales de carga considerando los usos del suelo, la accesibilidad y otras opciones que involucren el medio ambiente y la comunidad.

### 2.2.2 Políticas Orientadas Hacia la Organización del Transporte

Las políticas orientadas hacia la organización del transporte incluyen acciones para que las empresas de transporte optimicen su eficiencia operacional y de esta forma logren reducir la congestión del tráfico generada por operaciones de carga en zonas con limitación de espacio o en áreas congestionadas. También buscan asegurar que la carga se mueva eficientemente reduciendo viajes innecesarios, minimizando distancias de viaje y maximizando el volumen de carga movilizado.

Algunas de las medidas dirigidas a la organización del transporte pueden incluir:

- Posibilidad de contar con sitios de almacenaje a corto plazo;
- Establecimiento de rutas para camiones y corredores de carga, definidos como rutas específicas para el uso de camiones, las cuales pueden ser del tipo “sugerida” u obligatoria;
- Organización de áreas de reparto de proximidad con plataformas urbanas de transbordo, en las que personal especializado proporciona asistencia para el tramo final del envío;
- Uso de telemática en el transporte urbano de mercancías: señalización en tiempo real; información y mapas para el transporte urbano de mercancías;
- Creación de una interfaz de información de transporte de carga entre autoridades y operadores;
- Facilitación de sistemas de transporte de carga cooperativos, en los cuales un grupo de transportistas de carga operan juntos los vehículos de carga, los terminales o los sistemas de información para reducir costos de recolección y envío de mercancías, y dar mayor nivel de servicio a los clientes. El grupo de

transportistas se une para hacer más eficiente el transporte de la carga y reducir el número de camiones, lo cual reduce costos de transporte e impacto ambiental.

### **2.2.3 Políticas Regulatorias**

Las políticas orientadas a la regulación del transporte son medidas que recomiendan y en muchos casos obligan a los conductores de vehículos de carga transiten por lugares inadecuados o sensibles como las zonas altamente congestionadas o las zonas residenciales. Estas medidas también están enfocadas a cumplir con estándares laborales y regulaciones del transporte con el fin de lograr un mejor desempeño de los transportistas, así como también para reconocer el cumplimiento de los estándares ambientales y promover mejores prácticas para hacer más eficiente el consumo de combustibles con recompensas a los operadores que alcancen dichos estándares (“Credenciales de operadores sostenibles” y “benchmark” de operadores).

Algunas de las acciones que buscan este objetivo son las siguientes:

- Uso de ventanillas de tiempo (diurnas o nocturnas);
- Cobro de peajes urbanos en corredores o zonas específicas;
- Promoción del uso de combustibles alternativos y vehículos de baja producción de carbono;
- Control de factores de carga: son iniciativas novedosas que buscan incentivar el uso eficiente de la capacidad de carga de los camiones, ofreciendo ventajas de operación a aquellos transportistas que cumplan con factores de carga superiores al 60%;
- Normatividad para el control de pesos y dimensiones para vehículos de carga;
- Impuestos de carbono en los combustibles.

## **2.3 Principales Políticas Públicas en las Ciudades en Desarrollo**

Las medidas recomendadas para mitigar el impacto del transporte de carga en el documento desarrollado por la Agencia Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ), “Transporte Urbano de Carga para Ciudades en Desarrollo-Módulo 1g” (GIZ, 2011) no difieren en gran medida de las acciones referidas a países industrializados. La

principal recomendación del estudio mencionado en relación con la aplicabilidad de las medidas exitosas en otros países es la adaptación y evaluación de éstas para utilizarlas en cada zona urbana en particular.

El movimiento de carga en las ciudades de los países industrializados se encuentra asociado a tendencias diferentes a las que generalmente se encuentran en las zonas urbanas de los países en desarrollo. En estos últimos, fenómenos como la alta densidad poblacional o el incremento acelerado de la población urbana son comunes, así como el rezago en el desarrollo de la infraestructura de transporte y sus servicios. Además se caracterizan por la diversidad del parque vehicular tanto en tecnología como en edad, la fragmentación de las industrias y de sus cadenas productivas, y la existencia de sectores informales en la cadena de distribución (ventas ambulantes, uso de vehículos inadecuados) (GIZ, 2011). Dado lo anterior, las medidas exitosas en países industrializados no necesariamente son modelos apropiados para estos contextos urbanos; es necesario evaluar individualmente las medidas y adaptarlas a las condiciones del sistema de transporte local (Lyons, 2012).

A diferencia de las ciudades en Europa, donde la planeación del transporte de carga se ha dirigido a la preservación de centros históricos o a la protección de los residentes, las medidas para el transporte de carga en las ciudades de países en desarrollo se han concentrado principalmente en acciones para la reducción de la congestión; generalmente son reactivas, es decir, se implementan ante la necesidad de resolver un problema urgente y pueden ser menos sofisticadas que las utilizadas en otros contextos. Sin embargo, algunas áreas metropolitanas como Manila o Bangkok las cuales tienen más de treinta años de experiencia en políticas de carga, han implementado terminales públicas para transporte de carga e impuesto prohibiciones a los camiones, para reducir la congestión durante las horas pico (GIZ, 2011).

La implementación de medidas debe tener en cuenta el patrón de desarrollo de cada ciudad y el punto de partida en cuanto a políticas y planeación del transporte de carga en la zona urbana, ya que esto define el plazo de ejecución: corto (hasta un año), mediano (entre uno y cinco años) o largo plazo (mayor a 5 años).

## **2.4 Políticas Públicas Para el Transporte de Carga en la ZMVM**

Para la Zona Metropolitana del Valle de México no existe una política integral para la mitigación de impactos del transporte de carga, solo se encuentra reglamentado un programa específico para la zona central del Distrito Federal denominado “Regulación del Transporte de Carga en el Centro Histórico de la Ciudad de México” que abarca el denominado perímetro “A” de esta zona (aproximadamente 15 cuadras a la redonda) y que prohíbe la circulación de los vehículos de carga mayores a 3.5 toneladas, en cualquiera de sus modalidades, en el horario comprendido entre las 7:00 y las 22:00 horas.

Varias de las medidas que han afectado el transporte de carga en algunas zonas y corredores, son consecuencia de diferentes acciones dentro de programas que conforman otras políticas con objetivos diversos (por ejemplo, los sistemas de carriles exclusivos para autobuses) pero que al ser puestas en marcha, afectan la circulación de los vehículos de carga y muchas veces restringen su paso por corredores que tradicionalmente han sido utilizados en forma intensiva por este tipo de vehículos (Lyons, 2012).

## **2.5 Herramientas para Proponer Estrategias que Ayuden a Mejorar la Gestión del Transporte de Carga en Zonas Urbanas**

A continuación, se presenta de forma general algunos de los instrumentos utilizados en la literatura a los que pueden recurrir las autoridades locales correspondientes y que sirven como plataforma para la toma de decisiones en materia de gestión eficiente del transporte de carga en zonas urbanas.

### **2.5.1 Selección de Políticas Públicas Aplicadas al Transporte de Carga Utilizando Diversos Enfoques**

Teniendo en cuenta que los efectos secundarios que surgen del transporte urbano de carga pueden variar desde la congestión como resultado del crecimiento urbano y la demanda que crea sobre la infraestructura para acomodar el transporte de carga presente y futuro, hasta las emisiones agregadas de contaminantes que resultan de un incremento en el tránsito de vehículos de carga, la Asociación Mundial de Carreteras (AIPCR-PIARC) propone el uso de la siguiente categorización y panorama general de

enfoques para intentar encontrar soluciones a los problemas generados por el transporte de carga y que pueden ser utilizados por aquellos que tienen el poder de tomar decisiones y otras partes interesadas.

- **Enfoque de Infraestructura:** Esta categoría se basa en el desarrollo de infraestructuras tales como carreteras (incluyendo su conservación), espacio de estacionamiento e instalaciones de logística. Mientras que históricamente la planificación, inversión y gestión de infraestructuras ha sido responsabilidad del sector público, el crecimiento de las asociaciones público-privadas y el enfoque de sistemas reciente, que amplía la infraestructura para abarcar a otras instalaciones, han alterado el balance;
- **Enfoque Regulatorio:** La política de agrupamiento, planificación del uso de suelo, licencias, regulaciones e instrumentos asociados tales como apoyo financiero y fijación de precios bajo una categoría única de enfoque regulatorio, agrupa a todos estos temas y medidas que suelen ser de dominio o implementación público;
- **Enfoque Logístico:** Por otro lado, se reconoce que el papel que juegan las operaciones de transporte, logística y gestión de la cadena de suministro es primordialmente la responsabilidad del sector privado. Por tanto, esta categoría de enfoque logístico engloba muchas soluciones que el sector privado ha implementado para cumplir y superar regulaciones, así como los problemas operacionales y de mercado. Un ejemplo sería la implantación de entregas nocturnas;
- **Enfoque Cooperativo:** Históricamente, parece que los legisladores no han incluido a los agentes del transporte urbano a la hora de tomar decisiones y vice versa, ni ha habido mucha cooperación entre empresas que operan dentro del sector de transporte urbano. Una categoría de enfoque cooperativo se dedicaría a armonizar las medidas entre los agentes de los sectores públicos y privados para conseguir resultados mutuamente eficientes y sustentables, tales como la ubicación de centros de distribución urbanos;
- **Enfoque Tecnológico:** Se reconoce ampliamente que la tecnología, la comunicación y la información es la clave para facilitar las actividades de logística de transporte modernas y las cadenas de suministro. La tecnología también parece favorecer las medidas políticas usadas por el sector público, tales como la medición del flujo de tránsito. Como tal, esta categoría continúa creciendo en importancia;

- **Enfoque de Cambio de Comportamiento:** Por último, se necesita un enfoque que respalde las categorías mencionadas anteriormente y facilite la implementación de estas medidas que pueden generar cambios en el comportamiento sustentables y a largo plazo. Aquí es donde el enfoque de comportamiento se vuelve útil, no se puede más que enfatizar su gran importancia.

Los enfoques propuestos en los párrafos anteriores para clasificar las soluciones de conformidad con los problemas ocasionados por el transporte de carga urbano, son de ayuda para comprender mejor un área donde ha existido una falta de conocimiento y conciencia de los papeles que juegan todos los agentes involucrados. Entender a los agentes y reconocer los elementos de cada categoría le agrega profundidad a toda solución, o combinación de soluciones, que se planteen como parte de un plan de mejora para el transporte urbano de carga (PIARC, 2012).

La Asociación Mundial de Carreteras propone una metodología para la selección e implantación de medidas encaminadas a reducir las externalidades ocasionadas por la actividad del transporte de carga en zonas urbanas. La descripción general de este proceso se muestra en la **Figura 2.1**. La metodología está dirigida a la gestión del transporte de carga por carretera (*RFTM-Road Freight Transport Management* por su acrónimo en inglés), considerando que el transporte terrestre es el dominante en el ambiente urbano.

## Proceso RFTM

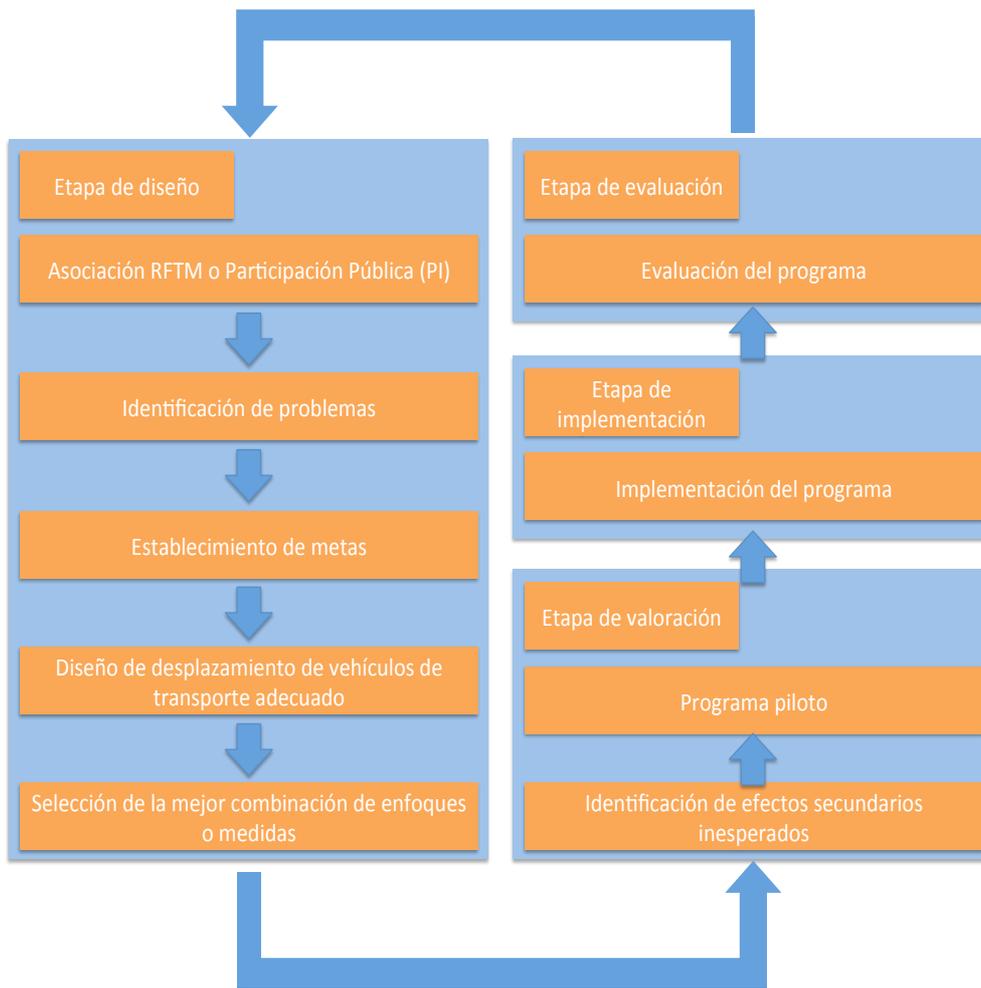


Figura 2.1. Proceso RFTM. Fuente: Basado en (PIARC, 2012).

En la **Figura 2.2** se muestra un ejemplo de un proceso RFTM para elegir estrategias adecuadas que permitan hacer frente a los conflictos provocados por los vehículos de carga en el ámbito urbano.

## Ejemplo de un Proceso RFTM

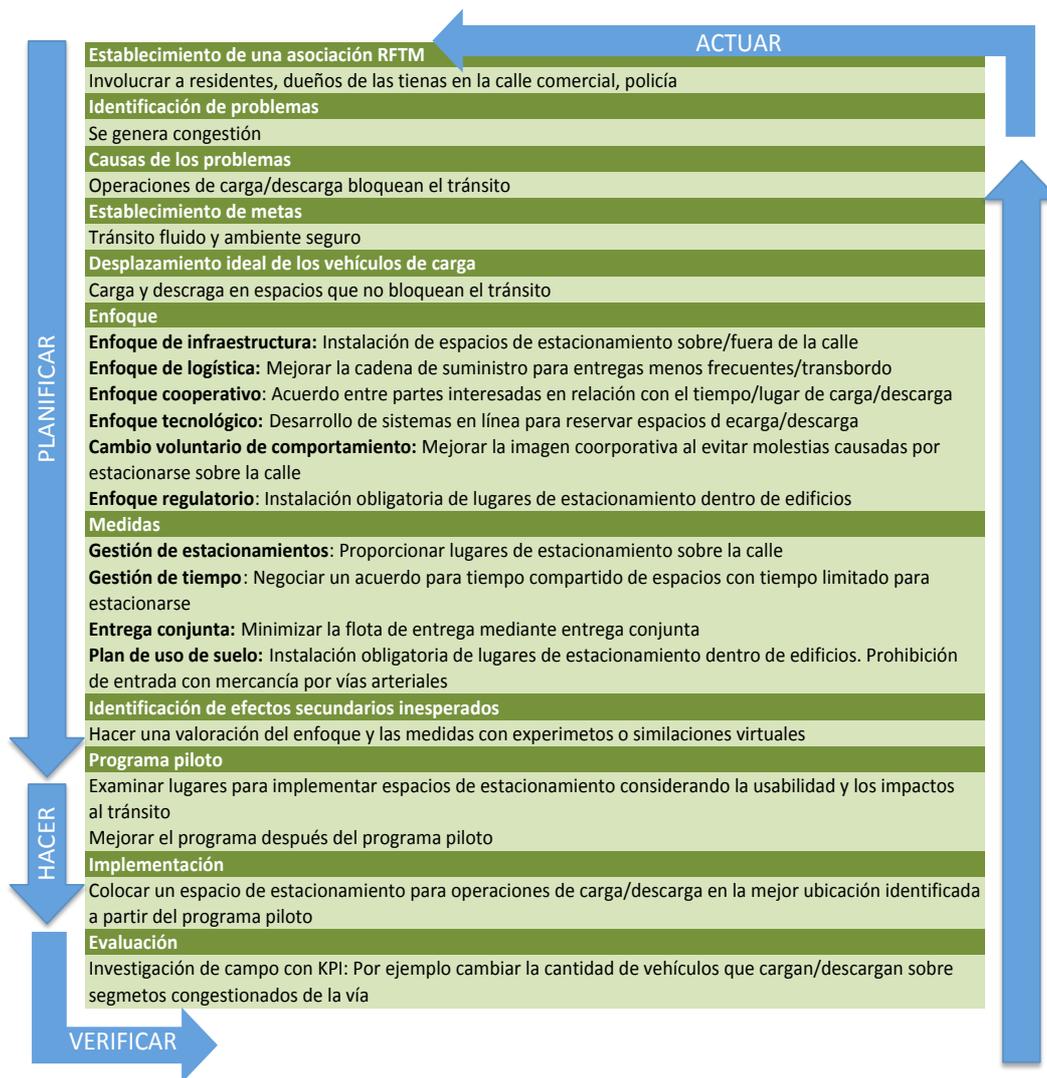


Figura 2.2. Ejemplo de un Proceso RFTM. Fuente: Basado en (PIARC, 2012).

### 2.5.2 Experiencia Internacional y Selección de Medidas

Desde la segunda mitad de los años noventa y hasta la fecha, una gran cantidad de gobiernos alrededor del mundo han comenzado a considerar el tema de la distribución urbana de mercancías y los problemas asociados al desarrollo de esta actividad, como un elemento importante dentro de sus agendas y el resultado ha sido una gran cantidad de estudios, proyectos e iniciativas (Antún, Lozano, Alarcón et ál., 2009)

En muchos de estos estudios, los resultados derivaron en una serie de políticas públicas para la gestión del transporte de carga en zonas urbanas.

Debe considerarse que cada ciudad tiene una serie de características propias: tales como el tamaño y composición de la población, la actividad económica, la estructura espacial urbana interna, las redes viales, el volumen del tráfico vehicular de carga, la fragmentación de los mercados, entre otras, que la hacen única. Por lo tanto las soluciones o estrategias planteadas para la gestión del transporte de carga siempre serán hechas a la medida, y no necesariamente se pueden “trasplantar” sin adaptar, a otras ciudades (Antún, 2013).

En la logística de distribución física urbana metropolitana de mercancías, las tendencias recientes que marcan la innovación de los procesos son:

- Reducción de inventarios mediante un sistema integrado por un solo centro de distribución y un conjunto de centros de carga de pedidos mediante *cross-docking* satélites para satisfacer niveles de servicio al cliente;
- Desarrollo de alternativas innovadoras para el procesamiento de pedidos y atención a clientes;
- Procesamiento de pedidos por lotes y limitación a la pulverización de las entregas en *e-commerce*;
- Desarrollo de procesos y operaciones de logística inversa para satisfacer requerimientos de normas y políticas públicas de reciclado;
- Introducción de innovaciones de tecnología de la información en logística;
- Innovación en la tecnología de vehículos;
- Externalización de operaciones mediante operadores logísticos con flotas dedicadas; y
- Preferencia por la localización de soportes logísticos en centros logísticos.

A pesar de que las soluciones o iniciativas referentes a la gestión del transporte urbano de mercancías pueden ser muy particulares o específicas para cada región urbana, una buena forma de proponer posibles medidas para mitigar los conflictos ocasionados por el transporte de carga urbano es consultando las políticas llevadas a cabo en otros países. Así, se vuelve importante hacer una revisión de la experiencia internacional, por ejemplo, la de países industrializados, donde se realizan un conjunto de proyectos, en logística de distribución urbana de mercancías, para comprender cómo en otras ciudades se llevaron a cabo ciertas iniciativas y bajo qué circunstancias, y de este modo plantear un diseño innovador y adaptado de soluciones para las ciudades de países emergentes (Antún, 2013).

Los procesos logísticos en distribución urbana metropolitana están en constante cambio, tanto en el soporte tecnológico como en la realización técnica de los procesos mismos, así como en su gestión. Es necesario monitorear los cambios sustantivos reseñados en la distribución física urbana metropolitana de mercancías, porque contribuyen a un mejor posicionamiento competitivo de las empresas en el mercado, y también, a un mejor desarrollo de la vida de la ciudad; se trata de una tarea científica y técnica profesional que contribuye, por su impacto de *benchmarking* (Antún, Hernández y Lozano, 2001), a la mejora de las prácticas de la ingeniería en la comunidad profesional de ejecutivos en logística y cadenas de suministro. Es deseable que, en las áreas metropolitanas latinoamericanas, se promueva un observatorio de mejores prácticas logísticas en distribución urbana de mercancías, con la participación de las empresas y centros académicos de investigación aplicada en logística.

Como conclusión de este apartado, cabe mencionar que las herramientas mencionadas en los párrafos anteriores funcionan como base para la selección de medidas políticas, planteando cada una de ellas una postura distinta en la búsqueda de soluciones que aminoren los efectos adversos generados por el transporte de carga. No obstante, los métodos que fueron descritos previamente cumplen únicamente con el objetivo de selección de políticas públicas y no así con la tarea de jerarquización de las mismas; que es uno de los objetivos específicos de este trabajo de investigación.

## Capítulo 3. Metodología

Debe recordarse que el objetivo principal de este trabajo de investigación es construir un proceso metodológico que ayude a la selección y, posteriormente a la jerarquización de medidas políticas aplicadas al transporte de carga destinadas a reducir los impactos ambientales ocasionadas por la actividad del reparto de mercancías en el ámbito del interfaz urbano-interurbano de carga de la ZMVM.

En este capítulo, se presentan cada una de las etapas que componen la propuesta metodológica de este documento de tesis.

### 3.1 Selección de Políticas Públicas

En la **Tabla 3.1** se muestra una serie de medidas políticas utilizadas comúnmente para mejorar la gestión del transporte de carga y mitigar sus efectos negativos, en diversos países del mundo y que podrían ser aplicables de acuerdo al contexto urbano de la ZMVM. Como puede observarse, cada una de estas acciones tiene incidencia en uno o varios de los tipos de logística de distribución, así como en uno o varios de los impactos relacionados con la distribución urbana de mercancías.

**Tabla 3.1.** Incidencia de Políticas Públicas sobre Tipos de Logística e Impactos Diversos

Política Pública		Tipo de Logística de distribución			Impactos				
		Troncal	Dedicada	Flujos de Paso	Costos logísticos	Tiempos de entrega	Congestión urbana	Seguridad vial	Ambientales
Infraestructura	Definición de zonas para carga/descarga en las vías.	x	x		x	x	x	x	
	Construcción de bahías y áreas de descarga en calles estratégicas.	x	x		x	x	x	x	
	Utilización de barreras físicas para acceso restringido a vehículos de carga.	x	x	x			x	x	x
	Instalación de equipos para el trasbordo de mercancías.	x	x			x			
	Manejo de señalización adecuada para guiar a los conductores.	x	x	x			x	x	x
	Establecimiento de carriles para uso exclusivo de vehículos de carga.	x	x	x		x	x	x	x
Organización del Transporte	Localización y adecuación de centros de consolidación urbanos y terminales de carga.	x	x		x	x	x		
	Posibilidad de contar con sitios de almacenaje de cercanía (near shoring).	x	x		x		x		
	Establecimiento de rutas para camiones y corredores de carga.	x	x	x	x	x	x	x	x
	Organización de áreas de reparto de proximidad con plataformas urbanas de transbordo.	x	x		x		x		
Uso de telemática en el transporte urbano de mercancías.	x	x	x	x	x	x	x		

	<i>Creación de una interfaz de información de transporte de carga entre autoridades y operadores.</i>	x	x		x	x	x	x	
	<i>Facilitación de sistemas de transporte de carga cooperativos.</i>	x	x		x				x
<b>Regulación</b>	<i>Uso de ventanillas de tiempo diurnas en horario pico.</i>	x	x	x	x	x	x		x
	<i>Cobro de peajes urbanos en corredores o zonas específicas.</i>	x	x	x	x		x		x
	<i>Uso de ventanillas de tiempo nocturnas.</i>	x	x	x	x	x	x		x
	<i>Promoción del uso de combustibles alternativos y de vehículos de baja producción de carbono.</i>	x	x		x				x
	<i>Control de los factores de carga.</i>	x	x		x				x
	<i>Normatividad para el control de pesos y dimensiones para vehículos de carga.</i>	x	x	x	x			x	x
	<i>Impuestos de carbono en los combustibles.</i>	x	x	x	x				x

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla anterior fueron seleccionadas aquellas políticas públicas que cumplieran con dos criterios; 1) las medidas que tuvieran incidencia en los tres tipos de logística de distribución y 2) aquellas que estuvieran relacionadas con la mitigación de impactos ambientales. De esta manera, como una especie de filtro, se obtuvo como resultado un conjunto de nueve políticas públicas que satisficieron ambos criterios (ver **Tabla 3.2**) y que servirán como base para el desarrollo de las siguientes etapas de éste trabajo de investigación.

Tabla 3.2. Políticas Públicas Seleccionadas

Política Pública		Tipo de Logística de distribución			Impactos				
		Troncal	Dedicada	Flujos de Paso	Costos logísticos	Tiempos de entrega	Congestión urbana	Seguridad vial	Ambien- -tales
Infraestructura	Utilización de barreras físicas para acceso restringido a vehículos de carga.	x	x	x			x	x	x
	Manejo de señalización adecuada para guiar a los conductores.	x	x	x			x	x	x
	Establecimiento de carriles para uso exclusivo de vehículos de carga.	x	x	x		x	x	x	x
Organización del Transporte	Establecimiento de rutas para camiones y corredores de carga.	x	x	x	x	x	x	x	x
Regulación	Uso de ventanillas de tiempo diurnas en horario pico.	x	x	x	x	x	x		x
	Uso de ventanillas de tiempo nocturnas.	x	x	x	x	x	x		x
	Cobro de peajes urbanos en corredores o zonas específicas.	x	x	x	x		x		x
	Normatividad para el control de pesos y dimensiones para vehículos de carga.	x	x	x	x			x	x
	Impuestos de carbono en los combustibles	x	x	x	x				x

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se hace una descripción de las características principales de cada una de las políticas seleccionadas:

➤ **Utilización de barreras físicas para acceso restringido a vehículos de carga**

Ésta medida tiene por objetivo restringir el acceso de vehículos de carga a una zona con regulación especial mediante, la implementación de algunas de las acciones tales como:

- Postes retráctiles (deben estar controlados por ordenador para permitir el acceso a vehículos con autorización);
- Restricciones de anchura (se deben tomar las medidas necesarias para el acceso de los vehículos de emergencia u otros usuarios autorizados).

En algunos casos se pueden utilizar cámaras fotográficas o de video para disuadir a los conductores de infringir la ley y para identificar a los que lo hagan.

➤ ***Manejo de señalización adecuada para guiar a los conductores***

Se refiere a la instalación de señalización clara y exacta que facilite la comprensión de las normas y rutas a los conductores, dentro de un área específica. La señalización debería usarse para informar sobre:

- Calles inapropiadas para vehículos de carga (ej. calles estrechas);
- Normativa de las calles (ej. peso y tamaño de los vehículos y horario de acceso permitido);
- Normas de aparcamiento y áreas de carga en las calles;
- Rutas recomendadas para camiones;
- Áreas de camiones y áreas industriales claves.

Las autoridades urbanas deberían asegurar que:

- La señalización transmite la información correcta;
- Se está utilizando la versión de señalización más actualizada;
- Las señales son fáciles de ver y de leer y se encuentran en buenas condiciones;
- Hay suficientes señales con información sobre estacionamiento y carga (de forma que los conductores no tengan que caminar para leer las señales).

Las autoridades urbanas pueden trabajar en coordinación con los propietarios de zonas industriales, para introducir o mejorar los paneles de información.

También se pueden utilizar señales variables para transmitir información en tiempo real.

➤ ***Establecimiento de carriles para uso exclusivo de vehículos de carga.***

Los carriles de uso exclusivo para vehículos de carga buscan reducir los retrasos e incrementar la precisión del tiempo de trayecto. Existen las siguientes opciones:

- Carril-camión específico: carril exclusivo para vehículos de mercancías;
- Carril-bus-camión: también llamado “carril de no coche”;
- Carril de alta ocupación: carril para bus, vehículos de mercancías y coches con un número de determinados de ocupantes;
- Carril-bus: que puede ser utilizado por los vehículos de mercancías para descargar en determinados lugares, pero no para circular (ej. Los muelles de carga de “Lincoln” en los carriles bus de París).

Algunos aspectos a considerar sobre los carriles para uso exclusivo de vehículos comerciales son:

- Éstos carriles son utilizados para encauzar a los camiones hacia áreas industriales evitando zonas sensibles;
- Los “carriles-no-coche” ofrecen una alternativa viable a los carriles para uso exclusivo de vehículos de carga cuando el uso del bus es insuficiente para justificar la existencia del carril-bus;
- Los carriles para todo tipo de vehículos de mercancías (que no restringen tamaño o diseño) son más fáciles de implementar, pero pueden resultar en la saturación de vehículos en el carril;
- Al diseñar carriles que permiten la entrada de diferentes tipos de vehículos, los urbanistas deben determinar cómo interactuarán estos vehículos en el tramo de la calle propuesta.

➤ ***Establecimiento de rutas para camiones y corredores de carga.***

El establecimiento de rutas para camiones y corredores de carga, se refiere a rutas específicas para el uso de camiones, las cuales pueden ser del tipo “sugerida” u obligatoria. Las rutas “sugeridas” son sistemas de vías que se hacen atractivos para uso de camiones, mientras que las rutas obligatorias corresponden a un sistema en el cual existen prohibiciones legales a los camiones para usar vías que no sean designadas para ellos.

➤ ***Uso de ventanillas de tiempo diurnas en horario pico.***

En este tipo de medidas, se hace uso de restricciones de acceso por períodos, lo cual obliga a realizar actividades de distribución en un periodo específico del día; pueden ser aplicadas para acceso a zonas, vías o para realizar operaciones de la carga en períodos específicos.

Las ventanas de tiempo para la entrega de mercancías, son una medida común para regular el acceso de vehículos de carga a los centros o a zonas sensibles de ciudades europeas, con el fin de evitar los conflictos generados por esta actividad y proteger el bienestar de los residentes, usuarios y el patrimonio cultural. Las ventanas de tiempo deben ser establecidas considerando un tiempo suficiente para realizar las entregas. Además, la zona geográfica cubierta por las ventanas de tiempo no debe ser muy extensa, ya que puede provocar que los vehículos que realizan las entregas queden atrapados dentro de la zona con restricción horaria al terminar el tiempo designado para la circulación de vehículos comerciales.

➤ ***Uso de ventanillas de tiempo nocturnas***

Consiste en el reparto de mercancías durante la noche, cuando la ciudad está inactiva. El horario suele ser de 22:00 a 6:00. En ciudades como Barcelona o Dublín, se están realizando experiencias piloto con éxito, sustituyendo el número de vehículos que funcionan durante el día por un menor número de vehículos que circulan de noche.

En la mayoría de las ciudades europeas existen normas para el horario nocturno, con excepciones como París. Existen dos tipos de regulación del horario nocturno:

- Regulaciones horarias de entregas y recogidas en un edificio particular (ej. comercio, oficina o fábrica); y
- Regulaciones del movimiento de los vehículos de mercancías en una parte o en el conjunto del área urbana. Las prohibiciones de las actividades nocturnas pueden traer numerosas consecuencias a las empresas de transporte de mercancías:

Algunos puntos a considerar en relación a la regulación de la entrega nocturna son:

---

- La restricción del horario nocturno puede hacer aumentar el coste total de la cadena de suministro. Sin embargo, si se permite realizar repartos nocturnos, algunas empresas pueden aumentar su eficiencia operacional e incrementar sus ventas;
- Las regulaciones deberían centrarse en cuestiones de ruido;
- Definir niveles de ruido concretos para las actividades nocturnas puede beneficiar a los residentes e incrementar su aceptación.

➤ ***Cobro de peajes urbanos en corredores o zonas específicas***

Este mecanismo se establece con el propósito de cobrar a los usuarios las externalidades negativas generadas por la demanda en las horas pico, cuando la oferta disponible es insuficiente para satisfacer esa demanda. Esto significa el cobro de tarifas más altas durante ciertos periodos o en ciertos lugares. El cobro de este tipo de tarifas de congestión es popularmente conocido como “peajes urbanos”.

El objetivo de esta política es lograr que los usuarios sean más conscientes de los costos que ellos se imponen entre sí cuando consumen un bien público durante los picos de demanda, de modo que son obligados a pagar por la congestión adicional que ellos mismo crearon.

Esta tarifa funciona como una penalidad económica para inducir una distribución espacial y temporal de este exceso de demanda. Conforme el uso de tarifas de congestión se ha extendido a nivel mundial, los esquemas utilizados han sido agrupados en cuatro categorías: tarifas de congestión en centros de ciudad; tarifas de congestión en corredores o anillos urbanos; tarifas de congestión en vías aisladas; y tarifas de congestión en áreas generalizadas

La implementación de peajes urbanos tiene por objetivo reducir los viajes de los vehículos de carga hacia las zonas de la ciudad congestionadas.

➤ ***Normatividad para el control de pesos y dimensiones para vehículos de carga***

Las restricciones de peso y tamaño de vehículo son esenciales para evitar la circulación de vehículos de carga que excedan cierto límite peso o dimensiones, en donde se considere que pueden causar daños a la infraestructura carretera; en donde puedan dañar construcciones históricas; o donde se considere que los vehículos de transporte

de mercancías tendrán dificultades para maniobrar de manera efectiva y, por tanto, ocasionen congestión en las vialidades. Sin embargo, si no se establece una normatividad congruente de pesos y dimensiones en donde sólo sean reguladas pequeñas áreas de la ciudad o calles específicas, y en lugar de ello se establezcan restricciones de ésta índole en una gran área de la zona urbana puede resultar en una medida contraproducente. Esto se debe a las restricciones globales sobre áreas extensas tienden a llevar a una reestructuración de la flota de distribución urbana a favor de un gran número de vehículos más pequeños. Esto contribuye a una mayor congestión, aumento en las emisiones ambientales y la fragmentación de la oferta del transporte de carga urbano.

➤ ***Impuestos de carbono en los combustibles***

Una de las opciones de política pública para obligar a la reducción de gases de efecto invernadero es la aplicación de un impuesto directo a la producción de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). El impuesto se fija mediante la evaluación de las externalidades asociadas a cada unidad de emisión y lo que costaría aplicar medidas de control al respecto. Éste impuesto se basa el principio fundamental de “quien contamina paga”, de forma que internaliza el costo social de producir emisiones contaminantes para la atmósfera y, en consecuencia induce la adopción de tecnologías más limpias en la producción de bienes y servicios,

### **3.2 Métodos Posibles Para la Jerarquización de Políticas Públicas**

Una vez seleccionado el paquete de políticas públicas se pretende realizar una jerarquización de dichas políticas. Para dar solución a este problema, es necesario hacer una revisión de las metodologías existentes para ser evaluadas detalladamente, y de esta manera identificar y seleccionar el método más apropiado para cumplir con el objetivo propuesto.

A continuación se describen las posibles metodologías encontradas en la literatura que pueden ser utilizadas para la jerarquización de políticas públicas previamente seleccionadas.

### 3.2.1 Método de la Media Ponderada

**Objetivo:** De acuerdo a un conjunto de datos, este permite la toma de decisiones con criterios cualitativos y cuantitativos en un proceso matemático lineal.

**Fundamento:** Se utiliza la media ponderada cuando no todos los elementos componentes de los que se pretende obtener la media tienen la misma importancia. Un conjunto de números al resultado de multiplicar cada uno de los números por un valor particular para cada uno de ellos, llamado su peso, obteniendo a continuación la media aritmética del conjunto formado por los productos anteriores. (N.P., 1964)

**Criterio de decisión:** Seleccionar las opciones con mayor media ponderada y jerarquizar las opciones de mayor a menor.

**Procedimiento:** El criterio con el que se caracteriza este método, es complementado por los siguientes pasos:

- 1) Desarrollar una lista de factores relevantes;
- 2) Asignar un peso a cada factor para reflejar su importancia relativa en los objetivos del proyecto;
- 3) Desarrollar una escala para cada factor (por ejemplo, 1-10 o 1-100);
- 4) Hacer que un panel de expertos califique cada localidad para cada factor, utilizando la escala del paso 3;
- 5) Multiplicar cada calificación por los pesos de cada factor, y totalizar la calificación para cada uno de los factores; y
- 6) Hacer que una recomendación basada en la máxima calificación en puntaje. La ecuación es la siguiente:

$$S_j = \sum_{i=1}^m W_i * F_{ij}$$

Donde:

$S_j$  = Puntuación global de cada alternativa j.

$W_i$  = Es el peso ponderado de cada factor i.

$F_{ij}$  = Es la puntuación de las alternativas j por cada uno de los factores i.

### 3.2.2 Método Delphi

**Objetivo:** Obtención de un consenso de opiniones entre expertos sobre una problemática poco conocida o bien con bastante incertidumbre.

**Fundamento:** Se basa en el análisis de componentes principales, el cual define criterios a través de preguntas y respuestas, de tal forma que se determinan qué tan alejados se encuentra de la media. Los más alejados de la media. (Bianchi, -)

**Criterio de decisión:** A partir de la descripción de soluciones posibles se hace un consenso de los criterios heterodoxos para determinar si existe un cambio de opinión y la justificación del por qué.

**Procedimiento:** Se basa en la elaboración de un cuestionario que ha de ser contestado por los expertos de forma anónima, una vez recibida la información, se vuelve a realizar otro cuestionario basado en el anterior para ser contestado de nuevo, finalmente el responsable del estudio elaborará sus conclusiones a partir de la explotación estadística de los datos obtenidos.

- Definir el problema.
- Establecer objetivos y resultados esperados.
- Seleccionar expertos y entablar contacto.
- Formular y enviar primer cuestionario.
- Responder primer cuestionario.
- Analizar respuestas.
- Leer respuestas grupales y compararlas con las propias; y, eventualmente corregirlas (siempre y cuando se argumente el por qué).
- Elaborar informe final con base en las opiniones de los expertos.

### 3.2.3 AHP Analytical Hierarchy Process

**Objetivo:** Mejorar el proceso de decisión mediante la jerarquización del problema, incorporando modelos con aspectos tangibles e intangibles, teoría matemática respecto a criterios o atributos y toma de decisiones (Ho et al., 2006).

**Fundamento:** Se identifica modelando el problema como una jerarquía. De este modo, se pueden explorar los aspectos del problema en niveles que pueden ir desde el general hasta el detallado, luego expresarlos en la forma multinivel que el AHP requiere. A medida que se trabaja para construir una jerarquía, los decisores aumentan su entendimiento del problema y su contexto que el uno tiene del otro sobre el problema (Saaty, 1980).

**Criterio de decisión:** Cada uno de los problemas pueden ser resueltos a base de diferentes escenarios, esto implica seleccionar el que mejor se adapte a las necesidades del decisor, por medio de selección de criterios con mayor probabilidad.

**Procedimiento:**

- 1) Descomponer el problema de decisión en una jerarquía de elementos interrelacionados, identificando: una meta general, criterios y las alternativas posibles;
- 2) Desarrollar la matriz de comparación por pares de alternativas para cada uno de los criterios estableciendo el grado de ponderación de importancia relativa entre ambas alternativas consideradas;
- 3) Desarrollar la matriz normalizada dividiendo cada número de la columna de la matriz de comparación por pares por la suma total de la columna;
- 4) Desarrollar el vector de prioridad para el criterio calculando el promedio de cada fila de la matriz normalizada. Este promedio por fila representa el vector de prioridad de la alternativa con respecto al criterio considerado;
- 5) La consistencia de las opiniones es importante a tomar, sin embargo, se debe tomar en cuenta el cociente de resistencia, si es inferior a 0.1: es considerado aceptable, de caso contrario las opiniones y juicios deben ser reconsiderados;
- 6) Desarrollar una matriz de prioridad listando alternativas por fila y los criterios por columna;
- 7) Desarrollar una matriz de comparación de criterios por pares de manera similar a lo que se hizo por las alternativas en los pasos 2, 3 y 4; y
- 8) Desarrollar un vector de prioridad global multiplicando el vector de prioridad de los criterios del paso 7 por la matriz de prioridad de las alternativas del paso 6.

### Procedimiento gráfico del Analytical Hierarchy Process AHP

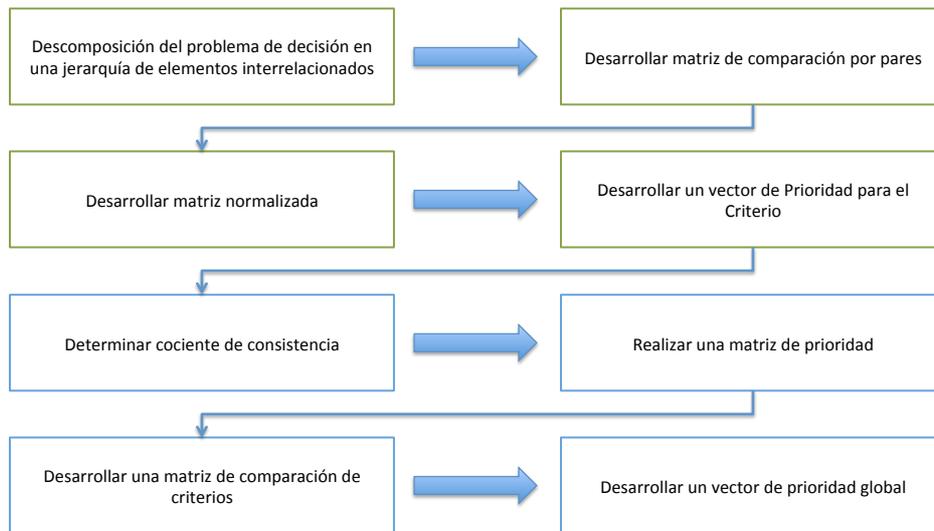


Figura 3.1. Procedimiento de Analytical Hierarchy Process AHP. Fuente: Elaboración propia. Basado en (Mendoza, 2013).

### 3.2.4 Método Electre

**Objetivo:** Reducir el tamaño del conjunto de soluciones eficientes ayudando a la partición del conjunto de soluciones viables.

**Fundamento:** Funciona por bipartición, es decir, intenta dividir el conjunto eficiente en dos subconjuntos: el de las alternativas más favorables para el decisor (el núcleo) y el de las alternativas menos favorables, es decir por las peores. (Fernández-Vítora, 2009).

**Criterio de decisión:** La decisión consta de elegir una solución por exclusión, es decir uno u otro.

**Procedimiento:** A continuación se describe de forma esquemática las etapas para utilizar la técnica Electre.

### Procedimiento del método Electre

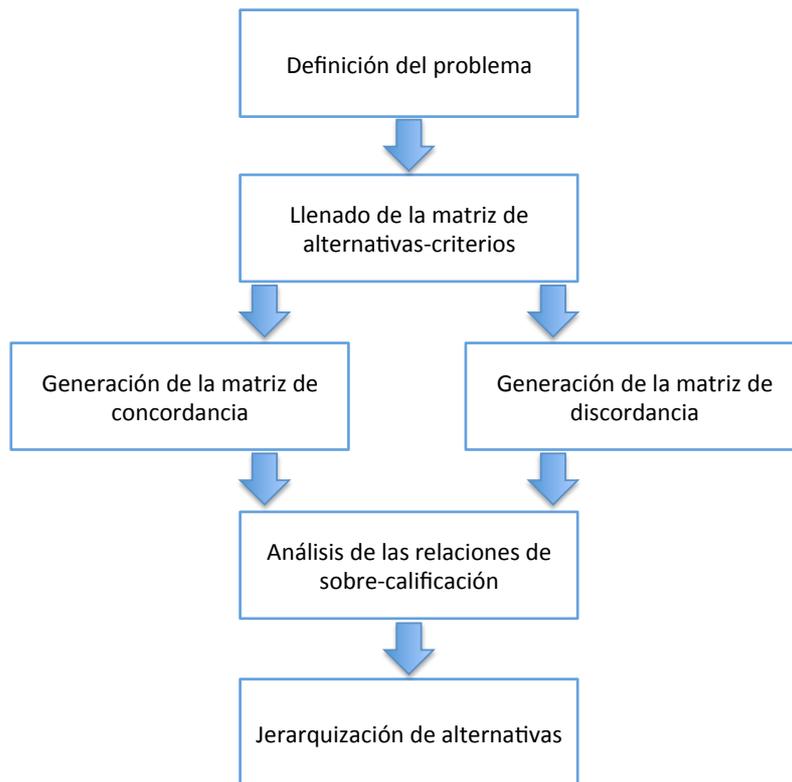


Figura 3.2. Pasos de la técnica Electre. Fuente: Elaboración propia. Basado en (Mendoza, 2013).

### 3.2.5 CLIOS. Complex, Large-scale, Integrated, Open System (Análisis sistémico)

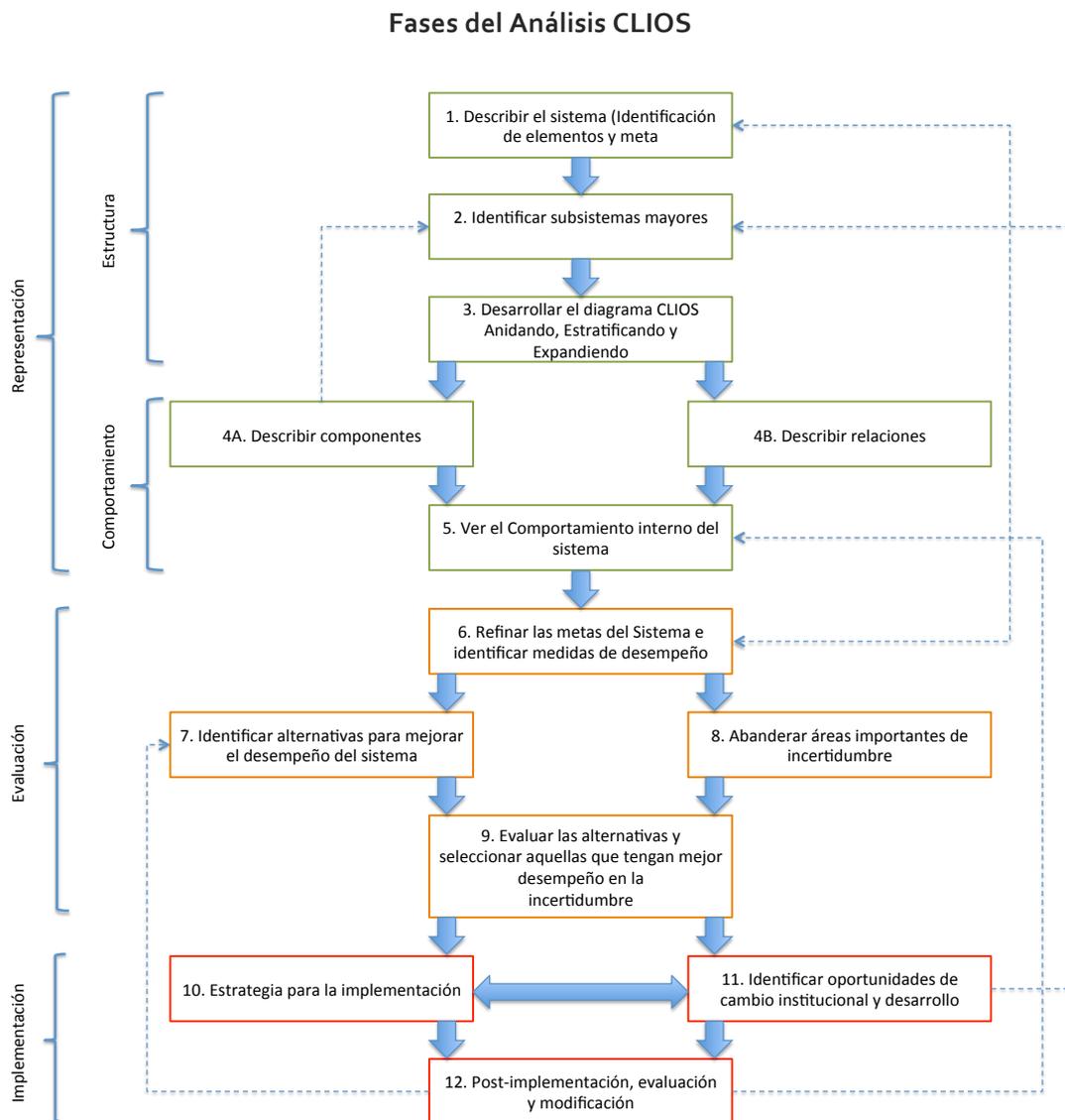
**Objetivo:** Esta representación está enfocada a transmitir las relaciones estructurales y la dirección de influencias entre los componentes del sistema. En este sentido, es un mecanismo de organización para explorar la estructura y comportamiento del sistema y para identificar opciones y estrategias de mejora del desempeño del sistema.

**Fundamento:** Es un análisis sistémico con relaciones positivas y negativas de modelos estocásticos.

**Criterio de decisión:** A partir del problema descriptivo sólo se identifican los factores que alteran al sistema.

**Procedimiento:** El Análisis CLIOS comprende tres fases (Ver Figura 3.3).

- En la primera fase, se desarrolla y analiza la representación del CLIOS en términos de su estructura y comportamiento. Luego, en las fases de evaluación e implantación, se construye el análisis considerando las ideas surgidas en la etapa de representación, se mide el desempeño del sistema en diferentes dimensiones y se identifican estrategias para el mejoramiento del sistema (Sussman and Dodder, 2009).



**Figura 3.3.** Pasos del análisis CLIOS. Fuente: (Tomado de Dodder and Sussman, 2002).

### 3.2.6 Diagramas de Kiviat

**Objetivo:** Permitir describir en términos comparativos las relaciones entre datos afectados por múltiples variables. En un gráfico de Kiviat, se representan los porcentajes de uso y solapamiento de diferentes componentes del sistema como una figura geométrica que une diferentes puntos, situados sobre los radios de un círculo, que representan esos porcentajes en ejes normalizados..

**Fundamento:** Es un tipo de herramientas que podría considerarse como muy útil para la visualización gráfica de los resultados experimentales. Se trata de un gráfico circular en el que cada valor de cada una de las variables se muestra sobre un eje distinto (ejes radiales). Las intersecciones entre los radios y la circunferencia representan los valores máximos que pueden alcanzar las variables representadas en los mismos. Así, si se cuenta, por ejemplo, con ocho variables, se dibujará un octógono, con ocho radios, cada uno de medida posiblemente diferente (Ver **Figura 3.4**), es decir, la longitud del radio es proporcional al valor del dato para esa variable (López, 2012).

Estos diagramas han sido usados por muchos años en evaluación de rendimiento de computadoras (Kolence y Kiviat, 1973), y en los últimos años han visto extendido su uso a otras disciplinas, como la Ingeniería y la Administración de Proyectos, entre otras.

**Criterio de decisión:** De mayor a menor superficie cubierta.

**Procedimiento:** El número de ejes que puede tener un gráfico de Kiviat es arbitrario y depende de los datos que se van a representar, aunque existen convenios de representación, como la versión de Kent, que está basada en las siguientes convenciones:

- Se selecciona un número par de variables que hay que estudiar, la mitad de ellas deben ser buenos índices y la otra mitad malos;
- Se subdivide el círculo en tantos sectores como variables hay que representar;
- Se numeran los ejes secuencialmente, en sentido horario, comenzando por el vertical superior; y
- Se asocian los buenos índices a los ejes impares y los malos a los pares.

Diagrama de Kiviat

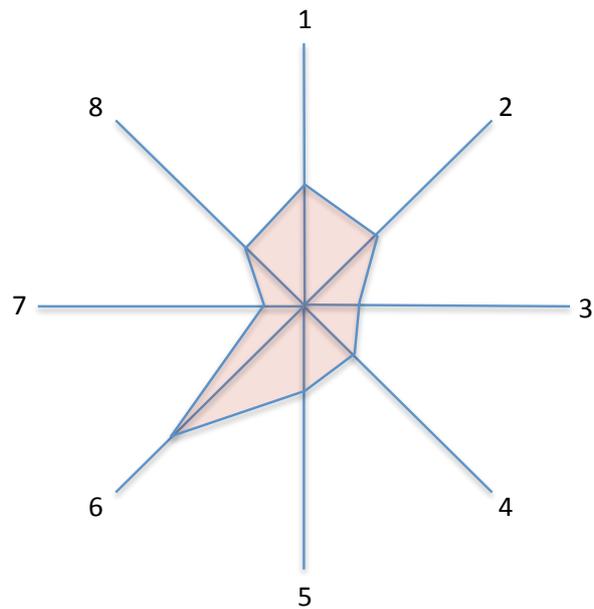


Figura 3.4. Diagrama de Kiviat para una hipotética función de ocho variables. Fuente: Elaboración propia.

### 3.3 Selección del Método Para la Jerarquización de Políticas Públicas

Con el propósito de facilitar el proceso de selección de la metodología más apropiada para solucionar el problema de jerarquización del conjunto de políticas públicas, en la **Tabla 3.3** se muestra, de acuerdo al criterio personal del autor de este trabajo de tesis, los posibles métodos que pueden adaptarse de mejor manera a cada una de las medidas que fueron seleccionadas en el apartado 3.1 de éste capítulo, en relación a su complejidad y aplicabilidad.

**Tabla 3.3.** Selección del Método Para la Jerarquización de Políticas Públicas

Política Pública		Método					
		CLIOS	Delphi	AHP	Media Ponderada	Electre	Kiviat
Infraestructura	<i>Utilización de barreras físicas para acceso restringido a vehículos de carga.</i>		x	x	x		x
	<i>Manejo de señalización adecuada para guiar a los conductores.</i>			x	x		x
	<i>Establecimiento de carriles para uso exclusivo de vehículos de carga.</i>			x	x	x	
Organización del Transporte	<i>Establecimiento de rutas para camiones y corredores de carga.</i>	x	x	x	x	x	
Regulación	<i>Uso de ventanillas de tiempo diurnas en horario pico.</i>	x		x	x		x
	<i>Cobro de peajes urbanos en corredores o zonas específicas.</i>	x	x	x	x	x	x
	<i>Uso de ventanillas de tiempo nocturnas.</i>	x		x	x		x
	<i>Normatividad para el control de pesos y dimensiones para vehículos de carga.</i>			x	x		x
	<i>Impuestos de carbono en los combustibles.</i>				x	x	x
<b>Total</b>		<b>4</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>7</b>

Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse en la tabla anterior, los métodos que arrojaron mejor calificación fueron el método AHP con ocho puntos; el método de la Media Ponderada con un total de nueve puntos; y, finalmente, el método Kiviat con siete puntos en total. Esto significa que uno de los tres últimos métodos mencionados, deberá ser el que cumpla de mejor forma con la tarea de jerarquización de políticas públicas.

El método AHP, que por sus siglas en inglés, puede ayudar a establecer prioridades que favorezcan a identificar las soluciones con mayor jerarquía. En este sentido, el agente decisor puede estructurar un problema multicriterio mediante la construcción de un modelo. El agente decisor es, generalmente, una persona experta e intuitiva que tiene la capacidad de evaluar y validar cierta información y, de este modo, tomar decisiones de manera más conveniente. Por lo tanto, el método AHP podría acoplarse de manera correcta al objetivo de jerarquización de políticas públicas aplicadas al transporte de carga. Sin embargo, el método AHP es un método probabilístico y, por lo tanto, la asignar dichas probabilidades a los distintos criterios con los que se esté

trabajando puede volverse conflictiva, provocando que la aplicación del método resulte compleja.

El método Kiviat, como se mencionó con anterioridad, es un método que permite describir en términos comparativos las relaciones entre cada una de las variables que se están estudiando. No obstante, a pesar de ser un método gráfico que permite visualizar de manera sencilla los resultados obtenidos, cuando se trabaja con un número alto de variables el método puede volverse ilegible al tratar de interpretar el resultado final. Otro inconveniente al utilizar el método de Kiviat es que al manejar ejes normalizados la escala de valores para cada variable puede ser muy arbitraria y como consecuencia el producto final podría ser alterado.

Para tomar una decisión acertada, es preciso enfocarse en el objetivo principal de esta investigación el cuál está dirigido a la selección y jerarquización tendientes a mitigar los impactos adversos referentes a las emisiones contaminantes ocasionados en el interfaz urbano-interurbano de carga. Como se ha descrito en capítulos anteriores el transporte de carga representa hoy en día un gran reto al que se enfrentan las ciudades, y en especial, aquellas regiones consideradas como metrópolis o, inclusive, megalópolis. Al ser considerado un problema de gran magnitud, las soluciones referentes a la gestión eficiente del transporte de carga deben ser tomadas bajo el principio inteligencia colectiva, con el cual se trate de lograr un acuerdo de opiniones expresadas por un grupo de personas y agentes expertos involucrados en el tema, y por tanto, hallar así las soluciones más adecuadas para aminorar los conflictos generados en el sistema de reparto de mercancías.

Así, el método de la media ponderada se considera el más indicado para el objetivo de jerarquización de las políticas públicas seleccionadas anteriormente, debido, a que además de integrar a un grupo de expertos, el método puede favorecer el manejo de criterios tanto cualitativos como cuantitativos en el desarrollo del mismo.

### **3.4 Desarrollo del Método de la Media Ponderada para la Jerarquización de Políticas Públicas**

La herramienta considerada como la más adecuada para realizar la jerarquización de políticas públicas seleccionadas en apartados anteriores resultó ser el Método de la Media Ponderada. En las siguientes páginas se describen cada uno de los pasos a

seguir para su ejecución.

### 3.4.1 Clasificación de criterios

El método de la Media Ponderada es una técnica multicriterio y por lo tanto, la identificación de los criterios adecuados para su correcto desarrollo es fundamental. A continuación se propone una serie de criterios a considerar para este trabajo.

**3.4.1.1 Criterios estratégicos:** Son los facultados para determinar los objetivos de las políticas públicas, teniendo como referencia los siguientes puntos:

- **Desarrollo de capacidades locales (por su acrónimo en inglés *local awareness*):** Ante las crisis presentes en la actualidad, el desarrollo de capacidades en los estados y las sociedades para el diseño e implementación de estrategias que minimicen el impacto que están generando dichas crisis será un elemento crucial para sustentar los avances hacia la consecución de sus objetivos. Para fines del presente trabajo el desarrollo de capacidades se refiere al proceso mediante el cual las organizaciones obtienen, fortalecen y mantienen las aptitudes necesarias para llevar a cabo proyectos, monitorear sus resultados y replicarlos y, de esta manera establecer y alcanzar sus objetivos lo largo del tiempo;
- **Coincidencia con programas existentes:** Información sobre programas existentes a nivel nacional y regional cuyo objetivo es evitar duplicaciones, identificar necesidades no satisfechas y monitorear el grado de la implementación de los compromisos asumidos por las distintas iniciativas; y
- **Existencia de agentes involucrados:** Existencia de alianzas entre organizaciones de los sectores público y privado para la implementación de políticas públicas recordando que cuando se implementa una política ambos sectores serán afectados de manera positiva o negativa.

**3.4.1.2 Criterios técnicos:** Estos son los encargados de implantar actividades del ramo técnico; las actividades que se encuentra dentro de este rubro son:

- **Horizonte de planeación:** Plazo de tiempo (corto, mediano o largo plazo) que se requiere para concebir, desarrollar e implementar una iniciativa.;
- **Grado de madurez:** Consiste la evaluación del grado en que las políticas públicas han alcanzado las finalidades deseadas; y

- **Magnitud de impactos (medidos o estimados):** Formulación de indicadores para la medición de los impactos generados por la implementación de las políticas públicas. La implantación de las medidas y cada una de sus acciones, puede tener un efecto particular sobre una componente.

**3.4.1.3 Criterios de factibilidad:** Estos se refieren a los aspectos necesarios para conocer la factibilidad de una alternativa, entre los que se encuentran:

- **Fuentes de inversión identificadas:** Todos aquellos mecanismos que permitan contar con los recursos financieros necesarios para el cumplimiento de los objetivos de creación, desarrollo, e implementación de las políticas públicas;
- **Existencia de análisis costo beneficio:** El análisis Costo-Beneficio, permite definir la factibilidad de las alternativas planteadas para ser desarrolladas.

No obstante, a pesar de que en la gran mayoría de los análisis multi-criterio el análisis costo-beneficio es considerado como factor indispensable, para la elaboración de este trabajo de investigación ha sido descartado, debido a que en la literatura no se encontró información compatible que permitiera elaborar una escala de calificación adecuada correspondiente al siguiente paso de la metodología; y

- **Riesgos no financieros:** Son factores dedicados a la gestión de proyectos, actualización de datos de mercado, marco regulatorio y legal; para el cumplimiento de la normatividad y estándares dictados por el estado.

### 3.4.2 Ponderación de criterios

En el apartado anterior se describieron cada uno de los criterios a tomar en cuenta para el desarrollo del método de la Media Ponderada en este trabajo de investigación. Sin embargo, es importante puntualizar que los criterios en consideración no tendrán el mismo peso durante el proceso de toma de decisiones. Por tal razón se vuelve necesario establecer una ponderación de criterios para reflejar el grado de importancia de manera relativa en los objetivos del proyecto y que posteriormente, definirá la jerarquía de las políticas públicas seleccionadas en cuestión (ver **Figura 3.5**).

### Propuesta de Ponderación entre criterios

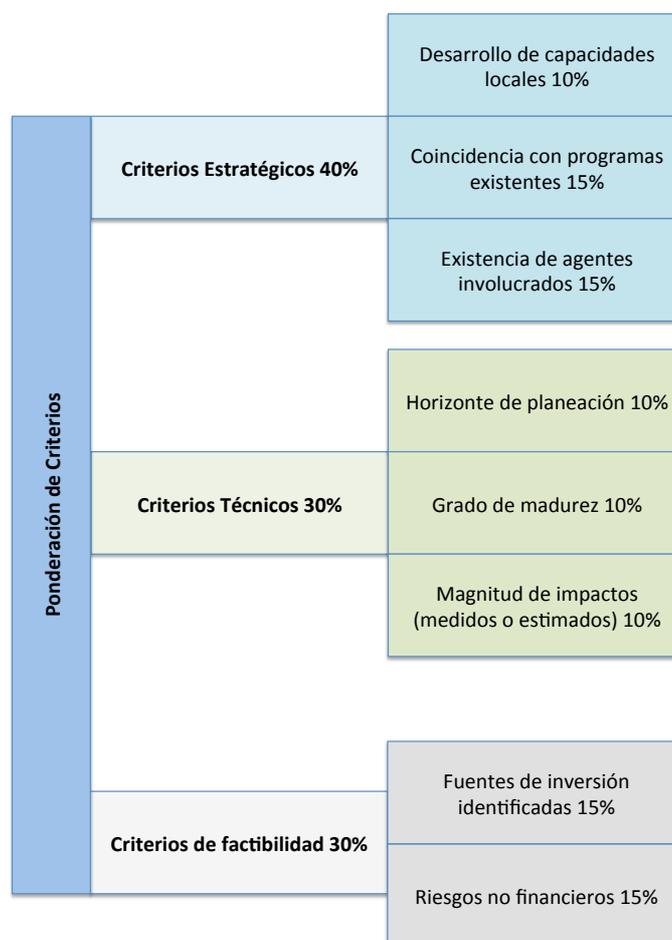


Figura 3.5. Propuesta de ponderación. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la figura anterior se ha otorgado de manera global un 40% de peso a los criterios estratégicos distribuido de la siguiente manera: el subcriterio de desarrollo de capacidades locales ha sido calificado con un 10% considerando que siempre existe la posibilidad de la capacitación de personal. Por otra parte, coincidencia con programas existentes y existencia de agentes involucrados tienen el mismo peso relativo de 15%. En este sentido debe considerarse que el éxito la implementación de políticas públicas depende en gran medida de la existencia de coordinación inter-institucional y presencia en las instancias del poder central así como el grado en que los actores clave se encuentren involucrados en las iniciativas.

Para el caso de los criterios técnicos, la calificación global es de 30%. En este conjunto el subcriterio horizonte de planeación es considerado como poco influyente y cuya

ponderación otorgada es de 10% puesto que las líneas de acción previamente seleccionadas podrían ser puestas en marcha en cualquier periodo de tiempo. Del mismo modo, magnitud de impactos obtuvo una calificación de 10% ya que, si bien es indispensable contar con indicadores que permitan conocer el impacto de las iniciativas propuestas, en el nivel internacional corresponden a líneas de acción ampliamente conocidas y divulgadas .

De igual manera los criterios de factibilidad fueron calificados de forma conjunta con un 30% del peso global. En este grupo las fuentes de inversión identificadas se consideran como críticas ya que para éste tipo de iniciativas siempre debe existir financiamiento ya sea de origen público o privado o, en su caso, una combinación de ambas para llevar a cabo dichos proyectos. Por ello el subcriterio anterior ha sido calificado con un peso de 15%. Finalmente, en este conjunto los riesgos no financieros obtuvieron el mismo peso relativo que fuentes de inversión identificadas (15%) debido, a que es una práctica común que se subestimen riesgos asociados al mercado o riesgos de gobernanza en la implantación de políticas públicas.

### **3.4.3 Escalas de calificación**

Luego de la ponderación de criterios y subcriterios realizada en el paso anterior, es importante establecer para todos y cada uno de ellos una escala de medición congruente (ver **Tabla 3.4**) con la cual sea posible comparar y priorizar de manera cuantitativa las distintas medidas o líneas de acción seleccionadas al principio del presente capítulo, sin importar que se usen una gran variedad de indicadores.

**Tabla 3.4.** Escalas de Calificación Entre Criterios

Criterios	Ponderación	Escala de Calificación				
<b>Criterios Estratégicos</b>	<b>40%</b>					
Desarrollo de capacidades	10%	Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
		1	2	3	4	5
Coincidencia con programas existentes	15%	Ninguno	1 Programas	2 Programas	3 Programas	≤4 Programas
		1	2	3	4	5
Existencia de agentes involucrados	15%	Federal	Estatal	Municipal	Privado	Social
		1 punto por cada tipo de agente involucrado				
<b>Criterios Técnicos</b>	<b>30%</b>					
Horizonte de planeación	10%	Muy largo plazo	Largo plazo	Mediano plazo	Corto plazo	En curso
		1	2	3	4	5
Grado de madurez	10%	Idea de proyecto	Conceptual	Anteproyecto	Proyecto ejecutivo	Listo
		1	2	3	4	5
Magnitud de impactos (medidos o estimados)	10%	Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
		1	2	3	4	5
<b>Criterios de Factibilidad</b>	<b>30%</b>					
Fuentes de Inversión identificadas	15%	Ninguna	Público	Privado	Público-Privado	Público-Privado no convencional
		1	2	3	4	5
Riesgos no Financieros	15%	Mercado	Técnico	Legal	Normativo	Gobernanza
		Restar 1 punto por cada riesgo identificado				

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.4.4 Integración del Panel de Expertos y Calificación de Medidas

El siguiente paso luego de establecer la escala de calificaciones, es la integración de un panel de expertos, es decir, un grupo de personas conocedoras, con reconocida competencia y con experiencia en el tema, de tal modo que se garantice la confiabilidad de los resultados arrojados por el método. Este grupo de expertos tendrá la tarea de calificar cada una de las medidas seleccionadas (ver **Cuadro 3.1**) utilizando la escala establecida en el paso anterior.

Debe señalarse que para efectos del presente trabajo no es posible integrar un panel de personas expertas en el tema por cuestiones de recursos económicos y tiempo para realizar dicha actividad. No obstante, en los párrafos siguientes se describe de manera precisa como debe llevarse a cabo el proceso de calificación y jerarquización de las

distintas medidas seleccionadas.

**Cuadro 3.1.** Políticas Públicas (Medidas) Seleccionadas Para el Proceso de Jerarquización

Política Pública
1. Utilización de barreras físicas para acceso restringido a vehículos de carga.
2. Manejo de señalización adecuada para guiar a los conductores.
3. Establecimiento de carriles para uso exclusivo de vehículos de carga.
4. Establecimiento de rutas para camiones y corredores de carga.
5. Uso de ventanillas de tiempo diurnas en horario pico.
6. Uso de ventanillas de tiempo nocturnas.
7. Cobro de peajes urbanos en corredores o zonas específicas.
8. Normatividad para el control de pesos y dimensiones para vehículos de carga.
9. Impuestos de carbono en los combustibles

Fuente: Elaboración propia.

Una vez formado el panel de expertos el siguiente paso será entregar a cada integrante de la administración una hoja de llenado (ver **Tabla 3.5**) en la que se plasme la escala de calificación de cada criterio y, además una serie de columnas correspondientes a cada medida con celdas vacías para que el grupo de expertos pueda evaluarlas con base en dicha escala de medición.

**Tabla 3.5.** Hoja de Captura de Respuesta del Panel de Expertos

Criterios	Escala de Calificación					Calificación								
Criterios Estratégicos						P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Desarrollo de capacidades	Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto									
	1	2	3	4	5									
Coincidencia con programas existentes	Ninguno	1 Programa	2 Programas	3 Programas	≤4 Programas									
	1	2	3	4	5									
Existencia de agentes involucrados	Federal	Estatad	Municipal	Privado	Social									
	1 punto por cada tipo de agente involucrado													
Criterios Técnicos														
Horizonte de planeación	Muy largo plazo	Largo plazo	Mediano plazo	Corto plazo	En curso									
	1	2	3	4	5									
Grado de madurez	Idea de proyecto	Conceptual	Anteproyecto	Proyecto ejecutivo	Listo									
	1	2	3	4	5									
Magnitud de impactos (medidos o estimados)	Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto									
	1	2	3	4	5									
Criterios de Factibilidad														
Fuentes de Inversión identificadas	Ninguna	Público	Privado	Público-Privado	Público-Privado no convencional									
	1	2	3	4	5									
Riesgos no Financieros	Mercado	Técnico	Legal	Normativo	Gobernanza									
	Restar 1 punto por cada riesgo identificado													

Fuente: Elaboración propia.

Después de entregar las hojas para el llenado de respuestas, cada miembro del panel deberá contestar de manera individual cada casilla considerando, como ya se mencionó, la escala de calificación establecida en el punto 3.4.3 de este capítulo. Dichas respuestas deberán estar basadas en la experiencia, conocimientos y juicio propio de cada integrante del comité de expertos.

Cada calificación plasmada por el experto en cada casilla será multiplicada por los pesos correspondientes a cada factor o criterio (recordando la ponderación propuesta en apartados anteriores) y con ello se obtendrá una calificación final basada en ocho criterios. Cabe mencionar que la calificación final para cada política evaluada puede estar en el rango de 1-10, siendo 1 la peor calificación y 10 la calificación más alta posible.

Al no contar con un panel de expertos para la realización de ésta etapa por los motivos mencionados previamente y con el objeto de ejemplificar el proceso de calificación de las distintas medidas que están siendo evaluadas en éste documento, en la **Tabla 3.6** se muestra una hoja de captura de respuestas que ha sido contestada. Es importante señalar que las calificaciones plasmadas en cada una de las celdas fueron otorgadas por el autor de éste trabajo de tesis con base en su percepción, criterio y conocimientos propios relacionados con el tema en discusión.

Como puede observarse, cada casilla contiene un valor haciendo uso de la escala de calificación establecida para cada criterio en cada una de las medidas sujetas a evaluación. Al final de la tabla se encuentran las calificaciones o valores finales de cada política pública luego de realizar los cálculos correspondientes.

**Tabla 3.6 .** Calificación de Políticas Públicas

Criterios	Escala de Calificación					Calificación								
Criterios Estratégicos						P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Desarrollo de capacidades	Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto	4	4	4	4	3	4	3	4	2
	1	2	3	4	5									
Coincidencia con programas existentes	Ninguno	1 Programa	2 Programas	3 Programas	≤4 Programas	2	2	2	2	2	2	1	3	1
	1	2	3	4	5									
Existencia de agentes involucrados	Federal	Estatad	Municipal	Privado	Social	3	3	3	4	4	4	2	3	4
	1 punto por cada tipo de agente involucrado													
Criterios Técnicos														
Horizonte de planeación	Muy largo plazo	Largo plazo	Mediano plazo	Corto plazo	En curso	5	5	5	5	5	5	3	5	3
	1	2	3	4	5									
Grado de madurez	Idea de proyecto	Conceptual	Anteproyecto	Proyecto ejecutivo	Listo	5	5	5	5	5	5	2	5	3
	1	2	3	4	5									
Magnitud de impactos (medidos o estimados)	Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto	3	1	4	3	4	4	2	4	3
	1	2	3	4	5									
Criterios de Factibilidad														
Fuentes de Inversión identificadas	Ninguna	Público	Privado	Público-Privado	Público-Privado no convencional	2	2	2	4	2	2	2	2	4
	1	2	3	4	5									
Riesgos no Financieros	Mercado	Técnico	Legal	Normativo	Gobernanza	3	4	3	3	3	3	1	3	1
	Restar 1 punto por cada riesgo identificado													
<b>Calificación Final (sobre 8 criterios)</b>						<b>6.4</b>	<b>6.3</b>	<b>6.6</b>	<b>7.3</b>	<b>6.7</b>	<b>6.9</b>	<b>3.8</b>	<b>6.9</b>	<b>5.2</b>

Fuente: Elaboración propia.

En el **Cuadro 3.2** se muestra un resumen con las distintas políticas públicas y su respectiva calificación final, resultado de la evaluación individual por parte del autor de este trabajo de investigación.

**Cuadro 3.2.** Calificación Final de Políticas Públicas

Política Pública	Calificación Final
1. Utilización de barreras físicas para acceso restringido a vehículos de carga.	6.4
2. Manejo de señalización adecuada para guiar a los conductores.	6.3
3. Establecimiento de carriles para uso exclusivo de vehículos de carga.	6.6
4. Establecimiento de rutas para camiones y corredores de carga.	7.3
5. Uso de ventanillas de tiempo diurnas en horario pico.	6.7
6. Uso de ventanillas de tiempo nocturnas.	6.9
7. Cobro de peajes urbanos en corredores o zonas específicas.	3.8
8. Normatividad para el control de pesos y dimensiones para vehículos de carga.	6.9
9. Impuestos de carbono en los combustibles	5.2

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, es importante reiterar que para obtener la calificación final real de cada política evaluada será necesario realizar una suma de las calificaciones finales de cada miembro del comité experto (medida por medida) y posteriormente obtener un promedio de todas las calificaciones. La medida con mayor calificación será entonces la de mayor jerarquía o de orden prioritario, y la que obtenga la calificación más baja será considerada como la de menor importancia con relación a las que se encuentran arriba de ésta.

Como ejemplo de ilustración (teniendo en cuenta que la calificación de un panel de expertos es necesaria) en el **Cuadro 3.3** se muestra la jerarquización, en orden descendente de acuerdo a las calificaciones obtenidas en los pasos anteriores, para cada política pública que fue evaluada.

**Cuadro 3.3.** Jerarquización de Políticas Públicas

Jerarquía	Política Pública
1	<i>Establecimiento de rutas para camiones y corredores de carga.</i>
2	<i>Normatividad para el control de pesos y dimensiones para vehículos de carga.</i>
3	<i>Uso de ventanillas de tiempo nocturnas.</i>
4	<i>Uso de ventanillas de tiempo diurnas en horario pico.</i>
5	<i>Establecimiento de carriles para uso exclusivo de vehículos de carga.</i>
6	<i>Utilización de barreras físicas para acceso restringido a vehículos de carga.</i>
7	<i>Manejo de señalización adecuada para guiar a los conductores.</i>
8	<i>Impuestos de carbono en los combustibles</i>
9	<i>Cobro de peajes urbanos en corredores o zonas específicas.</i>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.5 Análisis de Resultados

Una vez que las políticas públicas (encaminadas a mitigar los impactos ambientales generados por los vehículos comerciales) que podrían ser aplicadas al transporte de carga en el contexto urbano de la ZMVM han sido seleccionadas y jerarquizadas siguiendo la propuesta metodológica expuesta en éste documento de tesis, el resultado final puede ser traducido como el orden de prioridad o grado de importancia para cada una de las medidas definidas al inicio del presente capítulo.

Cabe señalar, que en éste trabajo de investigación no se generaron los mecanismos de monitoreo, reporte y verificación (MRV) para comprobar si las medidas definidas podrían generar verdaderamente una reducción de los impactos ambientales en la región del Valle de México, provocados por los vehículos de transporte de mercancías. Por tal razón, bien valdría la pena echar un vistazo a los resultados obtenidos por la implementación de políticas públicas, en otras ciudades del mundo, para tener una idea más clara de los beneficios o experiencias adquiridas al poner en marcha éstas iniciativas. En el **anexo A1** se muestran algunos estudios de caso revisados en la literatura, en los que se describen los resultados alcanzados por algunas medidas llevadas a cabo en diferentes ciudades de Europa.

En la **Tabla 3.7** se muestra un resumen con algunos de los resultados, en forma general, conseguidos por la implementación de diversas políticas públicas en ciudades de países de la comunidad europea.

**Tabla 3.7.** Resultados generados por la Implementación de Políticas Públicas en Ciudades Europeas

Medida	Impactos Económicos		Impactos Ambientales, Salud y Seguridad vial			
	Costos de operación	Congestión	Calidad del aire	Gases efecto invernadero	Ruido	Salud y seguridad vial
<i>Establecimiento de rutas para camiones y corredores de carga.</i>	menor	menor	mejor	menor	menor	mayor
<i>Normatividad para el control de pesos y dimensiones para vehículos de carga.</i>	menor	menor	mejor	menor	neutral	neutral
<i>Uso de ventanillas de tiempo nocturnas.</i>	menor	menor	mejor	menor	neutral	neutral
<i>Uso de ventanillas de tiempo diurnas en horario pico.</i>	menor	menor	mejor	menor	neutral	mayor
<i>Establecimiento de carriles para uso exclusivo de vehículos de carga.</i>	menor	menor	mejor	menor	menor	mayor
<i>Utilización de barreras físicas para acceso restringido a vehículos de carga.</i>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<i>Manejo de señalización adecuada para guiar a los conductores.</i>	menor	menor	n.d.	n.d.	neutral	mayor
<i>Impuestos de carbono en los combustibles</i>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<i>Cobro de peajes urbanos en corredores o zonas específicas.</i>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Fuente: Basado en (Comisión Europea, 2012).

Como se observa en la tabla anterior, las medidas con datos disponibles muestran mejoras en relación a los impactos económicos, ayudando a las empresas a disminuir sus costos de operación, así como una disminución de la congestión al implementar éstas estrategias. Por otro lado, también puede apreciarse que dichas políticas públicas han generado una disminución en los impactos ambientales ocasionados por el transporte de carga en ciudades europeas; mejorando la calidad del aire o mitigando los gases de efecto invernadero y, en su caso, también han contribuido a aminorar los problemas de ruido generados durante las entregas de mercancías en zonas urbanas.

Como puede notarse, algunas de las políticas públicas seleccionadas en este documento de tesis para su posible aplicación en la ZMVM, han demostrado ser buenas opciones como herramientas para la mitigación de las externalidades ocasionadas por el transporte de carga en ciudades de países europeos; no sólo en relación a los impactos ambientales, sino también sobre problemas relacionados con congestión o seguridad vial. No obstante, debe recordarse que las condiciones asociadas al transporte de carga en ciudades de países industrializados suelen ser distintas a las presentes en ciudades de países en desarrollo. Diversos factores como la alta densidad de población o el rezago en la infraestructura de transporte y el uso mixto del espacio público, entre otros, pueden provocar que las medidas que han sido implementadas de manera exitosa en países industrializados no sean necesariamente las más apropiadas para ser aplicadas en ciudades de países emergentes. Por lo tanto, la formulación de políticas en un contexto de este tipo requiere de procesos de consulta y participación bien planeados, así como el diseño de las herramientas correctas de análisis y datos precisos para la evaluación de la eficacia de las distintas medidas en materia de transporte urbano de mercancías, y de esta manera se potencialice el éxito de su aplicación.

## Conclusiones y Recomendaciones

Si bien es importante señalar que los contextos urbanos locales presentan diferencias entre sí, provocando que las ciudades se encuentran en distintas fases relativas a la elaboración de políticas en materia de transporte de mercancías, las autoridades parecen ser cada vez más conscientes sobre los impactos negativos generados por los vehículos comerciales en zonas urbanas; sin dejar a un lado que la entrega de bienes a la ciudad es esencial para el desarrollo de sus funciones económicas y sociales.

Por otro lado, el transporte urbano de mercancías implica una amplia gama de actores públicos y privados con diferentes, y a menudo, intereses contradictorios, que actúan de forma interdependiente. Por lo tanto, el desarrollo de una visión política integral es fundamental, que sea tanto viable como práctica al mismo tiempo.

Éste trabajo de tesis cumplió con el objetivo de realizar un análisis de las políticas públicas aplicadas usualmente al transporte urbano de carga en el ámbito internacional, el cual fue utilizado como base para la selección de aquellas medidas que estuviesen relacionadas con la mitigación de impactos ambientales y al mismo tiempo tuvieran incidencia directa sobre los tipos de logística actuales y los flujos de paso.

Así mismo, se llevó a cabo una investigación de los métodos existentes en la literatura con el fin de seleccionar aquel que se acoplara de mejor manera a los objetivos planteados en éste documento. De este modo, el método de la Media Ponderada se consideró como el más adecuado para llevar a cabo el proceso de jerarquización de las políticas públicas obtenidas en la fase de selección y del cual se derivaron todas las etapas subsecuentes descritas en este trabajo.

Como conclusión, la metodología propuesta en este trabajo de investigación pretende ser una herramienta que sirva como plataforma para facilitar el proceso de toma de decisiones en la búsqueda de soluciones que contribuyan a la mitigación de los impactos negativos generados por las actividades del transporte de carga en zonas urbanas, y que pueda ser aplicada en distintas regiones en donde se carezca de una política integral. Cabe recalcar que la propuesta metodológica desarrollada en este documento para definir las medidas prioritarias, debe contar con una etapa de

consulta y análisis riguroso, en donde participen expertos de las distintas partes interesadas para discutir los problemas y las medidas del plan. Del mismo modo, es importante señalar que el desarrollo de un sistema MRV (monitorear, revisar y verificar), es una parte fundamental para la obtención de resultados confiables, así como para asegurar la efectividad en la aplicación de políticas públicas destinadas a reducir las externalidades negativas generadas por la actividad de reparto de mercancías en el ámbito urbano.

## Referencias

Antún, J. P. (2013). "Distribución Urbana de Mercancías: Estrategias con Centros Logísticos". Nota Técnica IDB-TN-167, Banco Interamericano de Desarrollo.

Antún, J. P, Hernández, J.C. y Lozano, A. (2000). "Soportes Logísticos de Plataforma: Una Herramienta Para el Mejoramiento de la Competitividad Metropolitana". Laboratorio de Transporte y Sistemas Territoriales, Universidad Nacional Autónoma de México.

Antún, J. P., Lozano, A., Hernández, R., Alarcón, R., et ál. (2007). "Proyecto de desarrollo de soportes logísticos de plataforma (SLP) para la zona metropolitana del Valle de México (ZMVM)", Tarea 5. En Lozano, A., et ál. (2007). Programa Metropolitano de Transporte de Carga y Medio Ambiente para el Valle de México (PMTCA VM): Estrategias para la disminución del impacto ambiental del transporte de carga en la zona metropolitana del Valle de México. Instituto de Ingeniería, UNAM, por convenio con el Fideicomiso Ambiental de la Comisión Ambiental Metropolitana, México D. F.

Antún, J. P., Lozano, A., Hernández, R., Alarcón, R. (2007). "New Trends on Physical Distribution Logistics in Mexico City Metropolitan Area". Proceedings of the Fifth International Conference on City Logistics, Crete (Greece).

Antún, J. P., Lozano, A., Hernández, J. C., Hernández, R. (2005). "Logística de distribución física a minorista.SD/45". Instituto de Ingeniería, UNAM.

Antún, J. P., Lozano, A., Magallanes, R., Alarcón, R., Granados, F. (2009). "Estrategias para el ordenamiento territorial logístico competitivo de la Región Centro". Instituto de Ingeniería, UNAM; realizado para Programa de Competitividad en Logística y Centrales de Abasto (PROLOGYCA) de la Secretaría de Economía, Gobierno Federal, y Fideicomiso para el Desarrollo de la Región Centro País(FIDCENTRO). México, D.F.

Antún J. P., Hernández R., y Lozano, A. (2001). "Estrategias para la gestión del transporte de carga en el centro histórico de la Ciudad de México". Memorias del I Foro Metropolitano de Transporte y Vialidad. Asamblea Legislativa del Distrito

Federal, Comisión de Vialidad y Tránsito Urbanos. Ciudad de México.

Berrio, M. y Puentes, H. (2007). "Criterios para la tercerización en transporte terrestre. Enfoque Logístico".

Best Urban Freight Solutions-BestUFS. (2006). "Best Urban Solutions II. D5.2. Quantification of Urban Freight Transports Effects II".

Best Urban Freight Solutions-BestUFS. (2008). "Environmental Zones in European Cities: Accommodating the needs of passenger and freight transport in cities", 32 pp.

Best Urban Freight Solutions-BestUFS. (2005). "Policy and Research Recommendations I. Urban Consolidation Centres, Last Mile Solutions", 22 pp.

Bianchi, E. H. F. (-). "Escenarios".

Comi, A. y Russo, F. (2005). "Demand models for city logistics: a state of the art and a proposed integrated system". Memorias de la 4th. International Conference on City Logistics, Malasia, pp. 91- 106.

CTS EMBARQ México. (2012). "Estudio de Políticas, Medidas e Instrumentos Para la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero en el Subsector de Transporte Carretero en México". Estudio realizado en el marco del Proyecto de la Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el cambio climático (UNFCCC), coordinado por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) con recursos del Global Environment Facility (GEF), a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). México, 2012.

Dablanc, L. y Rakotonarivo, D. (2009). "The Impacts of Logistic Sprawl: How Does the Location of Parcel Transport Terminals Affect the Energy Efficiency of Goods Movements in Paris and What Can We Do About It?". 6th Conferencia Internacional en City Logistics, 30th Junio - 2nd Julio 2009, Puerto Vallarta, México.

Estrada, M. A. (2007). "Análisis de Estrategias Eficientes en la Logística de Distribución de Paquetería". Tesis Doctoral, Programa de Doctorado de Ingeniería Civil E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona, Octubre de 2007.

European Commission. (2012). "Study on Urban Freight Transport".

Fernández, I. (2008). "Modelización de la distribución urbana de mercancías" [Tesina]. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, 2008.

Fernández-Vítora, V. C. (2009). "Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental". Mundi-Prensa Libros, S.A.

Fideicomiso para el Desarrollo de la Región Centro Occidente (FIDERCO). (2011). "Estudio Sobre el Desarrollo de Infraestructuras de Transporte Intermodal de Carga". Crear las Regiones, A.C., 2011.

GIZ -Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional. (2011). "Transporte Urbano de Carga para Ciudades en Desarrollo-Módulo 1g". Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo. 57 pp

GIZLOGA-Foro Ciudadano y Empresarial Para el Desarrollo del Transporte y la Logística. (2008). "Distribución Urbana de Mercancías: Metodología de Análisis y Mejora". Departamento para la Movilidad y Ordenación del Territorio de Gipuzkoa.

Ho, W., Dey, P.K. & Higson, H. (2006). "Multiple criteria decision-making techniques in higher education". 20.

Kolence, K. W., Kiviat, P.L.. (1973).. "Software Unit Profiles and Kiviat Figures ACM SIGMETRICS Performance Evaluation".

López, M. U. (2012). "Descubrimiento de Conocimiento Mediante la Integración de Algoritmos de Explotación de Información". Tesis de Maestría en Ingeniería de Sistemas de Información, UTN.BA Escuela de Posgrado, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2012.

Lyons, L. (2012). "Metodología Para la Evaluación de Políticas Públicas Sobre el Sistema de Transporte de Carga Urbano". Tesis Doctoral, Programa de Posgrado en Ingeniería de Sistemas, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, D.F.

Mendoza, C. (2013). "Propuesta Metodológica Para el Análisis de Logística Inversa en Cadenas de Distribución tipo Outlet". Tesis de Maestría en Ingeniería de Transporte,

---

Programa de Posgrado en Ingeniería de Sistemas, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, D.F.

N.P., L. (1964). "Linear Programming: An introductory analysis".

Ogden, K. W. (1992). "Urban Goods Movement. A guide to policy and planning", Ashgate Publishing Company, Vermont. USA., 397 pp.

Saaty, T. (1980). "The analytic hierarchy process".

Sussman, J. M. & Dodder, R. (2009). "Análisis CLIOS. El caso de la ciudad de México".

Sussman, J. M. & Dodder, R. (2002). "The concept of the CLIOS Analysis illustrated by the Mexico City Case".

World Road Association (PIARC). (2012). "Gobernanza del Sector Público Sobre el Transporte Urbano de Carga". PIARC Technical Committee B.4, Transporte de Carga e Intermodalidad.

# Anexo A1. Estudios de Caso de Políticas Públicas Llevadas a Cabo en el Ámbito Internacional

## Caso 1. Gestión del transporte de carga en Barcelona (España) (BestUFS, 2006)

*Medidas utilizadas: Ventanas de tiempo, barreras físicas para el acceso de vehículos de carga.*

**Antecedentes:** El proyecto fue llevado a cabo por el Ayuntamiento de Barcelona con el fin de frenar el uso incontrolado de vehículos privados para realizar las entregas de mercancías y que a su vez, complicaba en gran medida el reparto de bienes en el entramado urbano. En este sentido, la gestión de los espacios disponibles en aceras para establecimiento de zonas de carga/descarga fue considerada como medida de gran alcance para resolver los problemas.

- Aproximadamente 25,000 vehículos realizaban entre 100,000 operaciones de carga/descarga cada día en Barcelona;
- Se requerían 4,000 lugares en las aceras para dar cabida a las necesidades de los vehículos de reparto de mercancías;
- Diferentes medidas necesitaban ser aplicadas de acuerdo a diferentes tipologías (zona, calle, etc);
- Las normas de planificación de desarrollo urbano tenían que ser modificadas para la construcción de nuevas bahías de descarga de más de 400 metros cuadrados;
- El uso de la telemática era necesario para optimizar las operaciones.

**Objetivo:** El objetivo del proyecto ha sido mejorar la calidad de vida en el centro de la ciudad.

**Aplicación:** Las medidas que fueron implementadas en el proyecto fueron:

- Zonas reservadas para carga/descarga únicamente de 8:00 a.m. hasta las 2:00 p.m. en el centro de la ciudad.

- Período de estancia máxima: 30 minutos.
- Cerca de 700 zonas para las actividades de carga/descarga habían sido implementadas para 2004.

Además, se implementó un sistema de mensajes para indicar quién estaba autorizado para utilizar la calle (residentes, vehículos de carga o si era una zona prohibida para estacionarse) de acuerdo con la hora del día.

También se implementaron zonas especiales para peatones, en donde sólo es posible el acceso con un permiso especial: Estas zonas (5 zonas que estaban controladas centralmente) tenían sólo unas pocas entradas para vehículos (50 puertas se encontraban instaladas en toda la ciudad) bloqueadas por barreras, y sólo podían ser abiertas mediante el uso de una llave especial (tarjeta). Cerca de 8,000 tarjetas fueron emitidas para el uso de residentes y un número menor estaban disponibles para los vehículos de carga). Para los vehículos de reparto sólo se permitía el acceso durante las ventanas de tiempo definidas. Con el fin de evitar el abuso por parte de los conductores, las entradas eran monitoreadas por cámaras.

**Resultados y experiencias:** Las siguientes experiencias y resultados fueron observados durante el primer período de aplicación:

- El éxito del proyecto sólo podía ser alcanzado con una fuerte voluntad política de continuar y mejorar.
- Los espacios asignados para carga/descarga de bienes tenían un límite de 30 minutos (el cual se definió a través de encuestas como tiempo suficiente para las actividades de los vehículos de carga) para realizar las entregas. También fue necesario un esfuerzo enérgico por parte de la policía para hacer cumplir las nuevas medidas.
- La implementación de todos los equipos (sobre todo para el uso combinado de calles) fue bastante caro. Esta medida fue en un principio aplicable sólo para las vías o rutas principales de la red urbana ya que la implementación en toda tomaría mucho tiempo.
- El uso combinado de calles fue exitoso. Esta medida fue aceptada por los usuarios y al mismo tiempo, generó una imagen innovadora de la ciudad.
- La aceptación de las zonas especiales para los peatones por parte de los habitantes fue muy alta, ya que su calidad de vida se vio incrementada.

## Caso 2. Prohibición de circulación para vehículos pesados en Liège (Bélgica) (BestUFS, 2006)

**Medidas utilizadas:** *Prohibición de circulación, normatividad de pesos y dimensiones.*

**Antecedentes:** Debido a la situación geográfica de la ciudad, el flujo de paso por carretera de vehículos pesados en Liège ha sido muy importante. En éste tráfico se ven involucrados, por ejemplo, vehículos de carga cuyo destino es Alemania o Francia. Con el tiempo, esta situación generó un descontento de los residentes del área debido, a los impactos generados por los vehículos de carga que transitaban en la ciudad en términos de ruido e impactos visual. Como consecuencia, cada vez menos gente quería vivir en el área en cuestión.

Los esfuerzos para reducir el tránsito de vehículos pesados que no tenían como destino la ciudad llevaron a la construcción del túnel de Cointe en 2000 para proporcionar una conexión entre las carreteras E40 y E25 en las afueras al suroeste de la Liège.

**Objetivos:** Para garantizar que los vehículos pesados de carga hicieran uso de la nueva conexión, tuvo que ser desarrollado un reglamento para prohibir el tránsito de vehículos en el entramado urbano que superaran los límites de pesos y dimensiones definidos. Esta normativa estaba dirigida esencialmente a camiones y caravanas. Los camiones que entran en Liège para realizar las entregas no se veían afectados por la regulación, ya que sólo se aplica al flujo de paso.

**Aplicación:** Control y cumplimiento de la prohibición relacionada con el flujo de paso para los vehículos que superaran los límites de pesos y dimensiones (no más de 7.5 ton. y 12 metros de longitud):

- La prohibición para el tránsito de vehículos pesados estaba regulada por un decreto realizado por el alcalde de la ciudad de Liège;
- Además del control llevado a cabo por la policía local, fue necesario implementar la señalización pertinente para indicar las prohibiciones de circulación a los conductores;
- Los sistemas de control estaban organizados por policías ubicados en el puente Bressoux. Los vehículos tenían que detenerse y a los conductores se les pedía proporcionar el destino. Si su destino no era local (centro de la ciudad o el puerto de Liège), eran multados y se les pedía dar la vuelta para tomar la

carretera. Se observó que los conductores de camiones a los que se les pedía dar la vuelta comunicaban ésta información a los demás conductores. Los impactos de los controles dieron resultados positivos. Además, patrullas también estaban encargadas de monitorear la situación;

- Los muelles o estaciones de control estaban equipadas con algunas cámaras para vigilar el tráfico. Las imágenes de las cámaras llegaban a la estación de policía. Si las cámaras mostraban que el tráfico de vehículos pesados era alto, los policías eran enviados a los muelles para ver lo que estaba sucediendo (por ejemplo, un accidente en la carretera).

#### **Resultados y experiencias:**

- Con la inauguración de la conexión E25-E40, se observó una reducción entre el 20% y 45% del tránsito de vehículos pesados en la ciudad, así como una reducción de la velocidad aún más allá de los sitios de control;
- Las ventajas obtenidas a partir de la nueva conexión y su utilización por los vehículos pesados incluyeron, para los habitantes de Liège, una reducción en la congestión, el ruido y la contaminación en el centro de la ciudad. Como resultado, la zona fue capaz de recuperar su calidad de vida. Para los conductores de camiones, la conexión de la carretera se convirtió en una ruta más segura, sin encrucijadas;
- Cabe señalar que los camiones de más de 4 metros de altura y los camiones que transportaban mercancías peligrosas tenían permitido conducir a través del túnel de Cointe y por lo tanto, no podían utilizar la conexión de la carretera. Éste tipo de vehículos debían seguir itinerarios específicos.

### **Caso 3. Control de áreas de entrega en Reims (Francia) (BestUFS, 2006)**

***Medidas utilizadas: Restricciones de entrega, ventanas de tiempo.***

**Antecedentes:** Reims es una de las ciudades francesas con mayor densidad poblacional, y por lo tanto los problemas de congestión son parte de la vida diaria. La situación de la entrega se hacía cada vez más problemática y las áreas de reparto se volvieron menos y menos eficaces. El principal problema para la entrega tenía lugar durante las horas pico, cuando el transporte de pasajeros (automóviles particulares y

transporte público) comparte las vías con el transporte de mercancías. El problema para los repartidores era encontrar un lugar para estacionar su vehículo y realizar las entregas en buenas condiciones para trabajar.

**Objetivo:** El objetivo principal era reducir la congestión y lograr a un mejor uso de la infraestructura considerando diversos usuarios (empresas de logística, propietarios de tiendas, residentes y usuarios de automóviles privados). Debido a estas razones, un esquema de restricción de tiempo fue introducido. Éste proporcionaba ventanas de tiempo para entregas para cada vehículo de entrega al entrar en el área del centro de la ciudad. Un nuevo sistema de tecnología basada en un sistema de piso fue implementado para regular y supervisar las acciones de entrega en el interior de la ciudad de Reims.

**Aplicación:** Éste sistema de piso reconoce la presencia de un vehículo que se va a estacionar para entregar bienes. Al mismo tiempo que el vehículo se encuentra estacionado, un cronómetro comienza una cuenta regresiva de 20 minutos (el tiempo permitido es de 15 minutos). Después de que ha transcurrido el tiempo establecido, un sistema de luces de advertencia es activado. No existía un límite general de acceso a la ciudad. Las reglas eran diferentes en todo el territorio municipal. Por ejemplo, las actividades de entregas y recolección estaban autorizados sólo entre 6:00 a.m. y 11:00 a.m., sólo en la zona peatonal.

Además, el control de áreas de entrega estaba vigilado por los agentes de tránsito municipales.

Toda la información de los parquímetros en la vía pública están vinculados a un centro de datos central. Un sistema de modelado permite conocer el número promedio de lugares o plazas ocupados. Así que, si los agentes de policía observaban una diferencia entre el modelo y la realidad, acudían al sitio para comprobar si el área de entregas estaba siendo utilizada correctamente.

**Resultados y experiencias:** La experiencia del proyecto implementado en Reims fue satisfactoria. Los costos no resultaron tan caros y los resultados fueron muy positivos. Sin embargo, el número de plazas equipadas por ese sistema era muy pobre ya que sólo fueron implementadas en el centro de la ciudad.

A pesar de que la experiencia resultó ser positiva, el sistema para verificar que la

iniciativa fuera respetada seguía siendo manual y no había ninguna posibilidad de que los agentes de tránsito pudieran controlar los aparcamientos en toda la ciudad en un mismo momento.

Finalmente, dicha experiencia puede ser fácilmente transferible a otras ciudades.

#### **Caso 4. Esquema de control de vehículos de carga Londres (Reino Unido) (BestUFS, 2006)**

***Medidas utilizadas: Restricciones de acceso, ventanas de tiempo, normatividad de pesos y dimensiones.***

**Antecedentes:** El "Great London Traffic Order" (Restricción de Vehículos De Transporte) se introdujo como una medida de control ambiental para detener los movimientos innecesarios de vehículos de carga que perturbaban la tranquilidad de los londinenses en la noche y los fines de semana. El Plan de Control de vehículos de carga en Londres fue una medida ambiental implementada para proteger a los habitantes de la ciudad contra la perturbación causada por los camiones de más de 18 toneladas por la noche y los fines de semana.

**Objetivo:** El objetivo del plan era reducir la contaminación ambiental (en este caso acústica) mediante la reducción de entregas innecesarias realizadas por vehículos pesados de carga durante la noche y los fines de semana y la restricción a la entrada de camiones pesados con negocios en Londres durante el período de prohibición.

**Aplicación:** La operación de camiones fue prohibida en los momentos considerados más sensibles con el medio ambiente. Las "horas controladas" fueron establecidas entre las 9:00 p.m. y 7:00 a.m. de lunes a sábado y de 1:00 p.m. del sábado hasta las 7:00 a.m. del lunes.

En la localidad de Ban la prohibición de circulación fue aplicada en la totalidad del área, obligando a todo el tráfico no londinense a desviarse hacia la zona M25. En esa zona existe una "red de carreteras exentas", que se encuentra fuera de la regulación del proyecto.

Con respecto a la normatividad de pesos y dimensiones, la restricción de circulación sólo aplicaba para los camiones de más de 18 toneladas, ya que el esquema del proyecto estaba destinado a mitigar los efectos negativos ocasionados por los vehículos

más pesados y ruidosos.

La Asociación del Gobierno de Londres expidió permisos especiales a los operadores de camiones con negocio esencial en Londres (alrededor de 56,000 permisos por año) para circular durante las horas controladas. Para solicitar dicho permiso, los operadores tenían que explicar las circunstancias para que la exención fuese otorgada. Además, se puso en marcha el “London Lorry Map” que mostraba el estado de las vialidades y proporcionaba asistencia a los operadores de con información sobre enrutamiento. Adicionalmente, se empleó un equipo de funcionarios y agentes de tránsito para hacer cumplir las restricciones de circulación.

Para llevar a cabo el cumplimiento de la regulación aplicada en todo Londres, fue designado un grupo de agentes cuya función era realizar inspecciones sobre la vía pública de forma regular. Por otro lado, el equipo también utilizaba cámaras de circuito cerrado para hacer las inspecciones.

Adicionalmente, fue instalada una línea de quejas directa, en la que cualquier persona podía llamar para reportar cualquier perturbación generada por vehículos de carga en horario nocturno y fin de semana. Las penalizaciones fueron fijadas en 500 € (unos 800 euros) para los operadores y £ 100 (unos 160 euros) para los conductores con un descuento del 50% si realizaban el pago dentro de los 14 días posteriores a la infracción.

**Resultados y experiencias:** Entre el 1 de abril de 2004 y el 31 marzo de 2005 se emitieron poco más de 4,000 notificaciones de infracción para las empresas y los conductores que rompieron el esquema de regulación en la ciudad.

El sistema contribuyó a evitar el uso de vehículos pesados en calles inadecuadas de Londres durante la noche y los fines de semana

A pesar de los buenos resultados de la regulación, ha habido objeciones a la misma por parte de la industria, desde su implementación en 1986.

## Caso 5. Sistema para evitar la congestión ocasionada por vehículos de carga en Londres (BestUFS, 2006)

**Medidas utilizadas:** *Peaje urbano, restricción de acceso a la ciudad.*

**Antecedentes:** En febrero de 2003, en el centro de Londres fue implementado un nuevo esquema para la gestión del transporte de carga. La prioridad de este plan era mitigar la congestión ocasionada por los vehículos de carga y los impactos ambientales relacionados.

El sistema de peaje urbano de Londres no es un sistema que se centra únicamente en el transporte urbano de mercancías, sino también en el flujo de vehículos particulares que desean entrar al centro de Londres.

Todos los conductores que entraran a la zona centro de la ciudad tenían que pagar una tarifa de £5 (aproximadamente 7.50 euros) por día para circular dentro del área comprendida en el periodo comprendido entre las 7:00 a.m. y las 6:00 p.m. de lunes a viernes. Posteriormente la tarifa se incrementó a £8 (aproximadamente 12 euros) en el año 2005. Durante los fines de semana, o días festivos no se impuso ninguna precio.

También fueron implementados permisos y tarifas especiales para vehículos de características específicas.

**Aplicación:** Para el desarrollo del proyecto no fueron instaladas barreras que demarcaran la zona restringida ni tampoco billetes o licencias. En lugar de ello, los conductores u operadores de los vehículos tenían que pagar para registrar su vehículo en una base de datos para realizar los viajes dentro de la zona de carga durante las horas permitidas, fuese para días individuales o múltiples para realizar sus actividades.

La matrícula de los vehículos que entraban o se desplazaban dentro de la zona central, eran observados por una red de 700 cámaras fijas y móviles. No existían casetas de cobro de peaje o barreras, así que los conductores no tenían que parar. La matrícula era registrada dentro de la zona por las cámaras para luego ser cotejada con los números de registro y verificar aquellos que habían pagado la tarifa. Si el titular legal del vehículo identificado no había pagado (salvo que estuviera exento de pago o tuviera algún descuento) y se encontraba circulando en la zona de carga, éste era sujeto a una

penalización.

Sin embargo, los conductores no eran penalizados de inmediato; contaban hasta el final del día para realizar su registro y pagar el cargo por la infracción. Aquellos que no pagaban la multa al final del día tenían que pagar recargos entre £40 y £120 (aproximadamente 70 a 90 euros).

**Resultados y experiencias:** El número de notificaciones por infracciones de carga emitidas se redujo gradualmente y el cumplimiento con la regulación se vio mejorado en el periodo de marzo de 2004 a febrero de 2005 (de 8,000 infracciones a 5865 respectivamente), como resultado de varios factores, incluyendo:

- Mejoras en los servicios;
- Mayor conciencia por parte de los usuarios respecto al pago y cumplimiento;
- Incremento del precio de la multa que iba desde las £80 a £100 (aproximadamente 130 a 160 euros) en julio de 2004.

Desde la introducción del régimen de la tasa por congestión, el volumen de tráfico que entra en la zona de pago durante las horas de carga se vio reducido en un 18% para el año 2005 con respecto a los niveles registrados en 2002.

## **Caso 6. Gestión de zonas peatonales en (Eslovenia) (BestUFS, 2006)**

**Medidas utilizadas:** *Ventanas de tiempo, barreras físicas para acceso controlado de vehículos de carga.*

**Antecedentes:** La razón principal para la implementación del proyecto, fue la alta densidad de tráfico motorizado en las zonas urbanas, lo que resultaba en una pobre seguridad para los peatones. Los habitantes solían quejarse sobre éste hecho, lo que provocó como consecuencia, una fuerte presión social para mejorar la situación.

Con respecto a los vehículos de carga, en la ciudad fue implementada una restricción de acceso para realizar entregas. La regulación consistía en una restricción de peso y una de tiempo.

**Aplicación:** El concepto general consistía en la implementación de acceso restringido a la ciudad mediante la utilización de barreras físicas. La policía municipal era la

responsable de supervisar la zona regulada, además del registro y control de vehículos que violaran las normas establecidas e imponer las sanciones pertinentes.

Además, fue acordada una ventana de tiempo para las actividades de entrega, la cual estaba abierta de lunes a viernes de 6:00 a.m. a 9:00 a.m. y de las 7:00 p.m. a las 10:00 p.m. Los sábados, domingos y días festivos, la ventana estaba abierta de 1:00 p.m. a las 3:00 p.m.

Por otra parte, el estacionamiento no estaba permitido en las áreas de tráfico públicas. Al detenerse en el punto de entrega, el vehículo se limitaba a 15 minutos para realizar sus actividades y además, debía contar con un certificado especial.

El peso máximo de los vehículos que entraban en la zona regulada, era de máximo 3.5 toneladas. Para que vehículos con un peso mayor al anterior pudiesen entrar al área restringida, debían de tener los solicita Vehículos superen este peso a tener un permiso especial para el acceso.

El concepto es controlado públicamente. El concepto de la ejecución fue iniciada por las autoridades municipales. Municipio de Maribor ha adoptado un decreto que determina los elementos para la regulación del tráfico por carretera. Sus artículos regulan el tiempo de entrega, puesta a punto de los criterios para el derecho de entrar en la zona peatonal, y el volumen de carga permitida.

En la región de Maribor fueron implementadas barreras físicas para prevenir el acceso no autorizado de vehículos. El acceso a la zona restringida de la ciudad sólo podía realizarse mediante el uso de una tarjeta. El sistema era asistido por computadora y se estableció un sistema de video vigilancia. La tecnología estaba basa en la red, el ordenador y la tarjeta de entrada.

Varios socios estuvieron involucrados en el proyecto: Policía Municipal, Departamento de Tránsito y MRS. El trabajo administrativo se llevaba a cabo por el Departamento de Tránsito mientras que las Oficinas de la Policía Municipal y Nacional supervisaban las actividades de aplicación de las normas. No se encontraron empresas privadas involucradas con el concepto de ejecución.

La zona, en la que las actividades de regulación se llevaban a cabo, se inspeccionaba diariamente por una persona empleada con la Policía Municipal. Una vez al mes, el personal Municipal y Policía Nacional llevaba a cabo una acción conjunta para castigar

a los individuos que violaban las reglas. Los tiempos de inspección eran aleatorios.

### **Resultados y experiencias:**

- Los implementación de barreras físicas para controlar el acceso de los vehículos de carga generó una disminución de volumen de tráfico en la zona de la ciudad, que se tradujo en una mayor seguridad para los peatones;
- Así mismo, hubo una disminución de la congestión debido a cuatro puertas de entrada/salida diferentes.

### **Caso 7. Restricciones para el acceso de vehículos de carga en Enschede (Holanda) (BestUFS, 2006)**

**Medidas utilizadas:** *Restricciones para el acceso, Ventanas de tiempo, Señalización para vehículos de carga.*

**Antecedentes:** Este proyecto surgió como respuesta a la llamada de los operadores para el establecimiento, de manera cooperativa entre municipios, de una ventana de tiempo para entrega de mercancías. Los operadores de transporte se enfrentaban a diferentes reglas y restricciones de acceso, lo cual era costoso (en tiempo y dinero). Las diferencias de las reglas entre los municipios fueron significativas, ya que en algunos casos significaba que era necesario utilizar diferentes camiones para las rondas de entrega, en lugar de uno solo.

**Objetivo:** Con este sistema el municipio de Enschede pretendía crear un centro urbano seguro y agradable. La restricción de acceso fue pensada para minimizar los efectos negativos externos (contaminación, congestión, etc.) causados por los camiones de reparto dentro en el área del centro de la ciudad y áreas comerciales, y al mismo tiempo asegurar la el suministro de mercancías a las empresas y a la industria en el centro de la ciudad.

**Aplicación:** El centro de la ciudad de Enschede - incluyendo la zona comercial - fue cerrado para todo el tráfico entre las 11:00 a.m. y las 7:00 a.m.. Estos horarios fueron impuestos mediante el uso de un sistema de postes retráctiles. Para entrar a la zona restringida fuera de la ventana de entrega los conductores debían contar con un pase de acceso. Éste pase estaba vinculado a un nombre o número de matrícula y sólo podía ser utilizado una vez durante 30 minutos para entrar a la zona centro.

Los permisos o pases de acceso especiales podían ser tramitados en las siguientes situaciones:

- La primera era referente a los operadores de vehículos con más de 15 entregas en el mismo día en el centro de la ciudad. Este grupo podía obtener una extensión (máxima) de la ventana de entrega de tres horas. Con esta regulación el municipio estimulaba la consolidación de mercancías y esperaba para evitar que las cadenas de tiendas comerciales cerraran sus tiendas en el centro de la ciudad;
- La segunda era acerca de las entregas para la industria de restaurantes. Se permitían entregas a restaurantes y bares fuera de las ventanas de entrega, ya que están cerrados en general durante los tiempos de entrega. Estas entregas tenían que realizarse a través de las calles fuera de la zona comercial, a fin de que los visitantes y los habitantes no se vieran obstaculizados por estas actividades.

Las señales de tránsito en los límites del centro de la ciudad combinado con señales de advertencia junto a los postes retráctiles informaban a los conductores sobre el esquema de restricción de acceso.

Esta ventana de entrega de 4 horas estaba afectando a los negocios en esta área. Las entregas en esta área restringida de tiendas, restaurantes, oficinas y bares tenían que ser realizadas dentro de este horario. Sin embargo, los hoteles se encuentran fuera de esta zona restringida y por lo tanto, no estaban influenciados por esta ventana entrega.

**Resultados y experiencias:** Los primeros resultados de este nuevo esquema resultaron ser prometedores. En un día normal, unos 600 vehículos de carga viajaban a través del centro de la ciudad. Con la introducción del sistema de postes retráctiles, esta cantidad se redujo en un 40%.

Fuera de la ventana de entrega del centro de la ciudad de Enschede, las calles fueron casi de libre tránsito para vehículos. Esto creaba un ambiente más agradable para los visitantes de la ciudad y la zona comercial. Además, estimulaba el atractivo del centro de la ciudad para actividades de negocios y visitantes.

Las restricciones de acceso sólo funcionan de buena manera combinada con una aplicación efectiva de las normas impuestas. En el caso de Enschede, la falta de

aplicación efectiva de la regulación creó una situación en la que los países se utilizaron ilegalmente por vehículos no autorizados fuera de las ventanas de entrega.

## **Caso 8. Nueva regulación para el acceso de vehículos de carga al centro de la ciudad de Montpellier (Francia) (BestUFS, 2006)**

*Medidas utilizadas; Restricciones para el acceso, zonas ambientales, ventanas de tiempo, utilización de vehículos eléctricos.*

**Antecedentes:** Un informe ambiental fue el detonante del proyecto. La Ley de Aire Limpio (1996) obligaba a las aglomeraciones de más de 100.000 habitantes a adoptar un Plan de Movilidad Maestro (MPM) que debía incluir una sección sobre transporte urbano de mercancías. El municipio realizó una encuesta con el fin de mejorar el conocimiento de los flujos de transporte urbano de mercancías. El modelado "FRETURB" mostró los movimientos de mercancías urbanas en la zona peatonal: 25.945 movimientos de carga por semana y que el 54% de ellos eran operados con vehículos de menos de 3,5 toneladas.

Montpellier es una ciudad que tuvo un desarrollo dinámico en el sector terciario y donde se producen conflictos debido a la expansión urbana, fundamentalmente entre las actividades en el centro y en los suburbios:

- Los conflictos comerciales: entregas al interior de la ciudad son más difíciles, lo cual aporta una ventaja comparativa para las empresas ubicadas en los suburbios;
- Conflictos residenciales: los habitantes que viven en el centro de la ciudad sufren de molestias debido a las emisiones del tráfico de carga.

Las empresas de transporte sostenían que la regulación anterior era demasiado estricta y difícil de aplicar. En las zonas peatonales, vieron una divergencia importante entre la regulación y su aplicación, en particular debido a ventanas de tiempo no adaptadas y límites de peso demasiado estrictos. De hecho, tenían que utilizar más vehículos en las horas de la mañana para entregar a tiempo. Esta situación llevaba a los operadores a utilizar vehículos más y más pequeños, lo que generaba congestión, y que a su vez provoca impactos ambientales. Adicionalmente, las bahías de carga/descarga no eran frecuentes, y tenían un tamaño inadecuado y, a menudo estaban ocupadas por

vehículos estacionados.

Debido a esta situación, las autoridades locales se vieron obligadas a mejorar gestión del transporte de carga y a proponer un esquema de ventanas de tiempo más adecuado para las entregas. El proyecto de un nuevo reglamento era el deseo tanto de operadores transporte como el del municipio. De esa manera, Montpellier llevó a cabo una encuesta sobre la posibilidad de crear equipamientos públicos y privados para mejorar la logística urbana. Una nueva plataforma se introduciría, a partir del cual los vehículos limpios podían circular fácilmente al centro de la ciudad.

**Objetivo:** El objetivo de la primera etapa del proyecto era promover el uso de vehículos eléctricos en la zona peatonal. En segundo lugar, el municipio tenía previsto ampliar esta norma a vehículos de gas natural y demás vehículos con motor de combustibles alternativos. La ciudad decidió objetivamente incluir las normas Euro con el fin de promover los vehículos alternativos y silenciosos y distinguir entre vehículos de nuevas tecnología y convencionales. El centro de la ciudad es una gran zona peatonal (25 km<sup>2</sup>), sin embargo no contaba con zonas para estacionamiento o bahías de carga/descarga. Por lo tanto, la ciudad tenía que encontrar un equilibrio entre los flujos peatonales (hora pico al mediodía) y las entregas. Un centro de distribución urbana tuvo que ser construido, desde donde todos los vehículos operarían.

Otros objetivos eran también, encontrar mejores soluciones para las entregas de mercancías armonizadas, así como mejorar la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

El uso del vehículos eléctricos fue más fácil de poner en marcha que los que utilizaban gas natural en el inicio del proyecto. Además, un camión eléctrico había ya sido probado en la ciudad con el fin de experimentar el uso de ese tipo de vehículos. Los resultados no fueron muy positivos debido al tamaño del vehículo, y no a causa de aspectos técnicos.

**Aplicación:** En mayo de 2006, la ciudad de Montpellier votó a favor de una nueva regulación para el acceso de mercancías a la ciudad-centro. Por primera vez una regulación local (para una ciudad de más de 100.000 habitantes) se estableció que el acceso a la zona peatonal no estuviera permitido para los vehículos que no fuesen eléctricos durante dos períodos por día. Todo tipo de vehículos podían acceder a la

zona peatonal de 4:00 a.m. a-9:00 a.m., pero después de las 9 de la mañana del acceso estaba restringido. Los repartidores tenían que insertar un ticket de acceso en la máquina de prepago, que estaba situado a la entrada de la zona peatonal. No había límite de peso o tamaño para este periodo.

Después de esta ventana de tiempo, en los periodos de 9 a 12 horas y de 2:00 p.m. a 7:00 p.m., únicamente podían ingresar a la zona centro vehículos comerciales eléctricos (con longitud <3.50 m de anchura y <1.60 m). Las actividades de carga/descarga se realizaban a menudo en la tarde. Sólo los vehículos eléctricos podían operar durante este tiempo, lo que creaba un mercado específico para los operadores.

La tecnología utilizada era bastante simple. Las máquinas de pre-pago se encontraban en las principales entradas de la zona centro y los repartidores debían tener un boleto de entrada para esos puntos, lo que facilita el control por parte de la policía municipal.

La novedad y la originalidad de la experiencia de Montpellier tuvo como base la integración de un parámetro ambiental en la regulación para un área específica (equivalente a las zonas de bajas emisiones). Estas nuevas reglas se aplicaron a todos los vehículos con un motor dentro de esa área.

**Resultados y experiencias:** Una de las principales conclusiones de este proyecto es que las ciudades de países industrializados están integrando cada vez más al transporte urbano de mercancías en su política medioambiental. Ellos no sólo consideran al transporte como una actividad sino como un elemento de la ciudad que influye en la calidad de vida. La propuesta de nuevas regulaciones para la gestión eficiente de reparto de mercancías ofrece muchas ventajas:

- Beneficios para el medio ambiente local (reducción de las emisiones contaminantes);
- Fomentar una reducción de la subcontratación, ya que a menudo se utilizan vehículos viejos que emiten emisiones más contaminantes;
- Apoyar el desarrollo de los vehículos limpios;
- Hacer más atractivo el centro de la ciudad.

Debido al proyecto, un operador de transporte decidió equipar su flota con vehículos eléctricos con el fin de hacer que la logística inversa de la tarde. Esta posibilidad permitió a la empresa desarrollar nuevos mercados.

Así, los beneficios son repartidos entre los socios privados y públicos, porque al mismo tiempo se produce una reducción de la congestión y mejorar las instalaciones para hacer cumplir la normativa.

Es notable que las encuestas mostraron un deseo real de socios públicos y privados para contribuir a una política de vehículo limpio. Por otro lado, el esquema permitió la integración urbana de mercancías como un componente importante de la vida de la ciudad.

### **Caso 9. Guía para conducir a los conductores de vehículos de carga en Bremen (Alemania) (BestUFS, 2006)**

***Medidas utilizadas: Restricciones para el acceso, guía para conductores de vehículos de carga, planeación de rutas.***

**Objetivo:** El objetivo principal del proyecto para la elaboración de una guía para conductores de vehículos de carga en Bremen, fue conducir a operadores de vehículos pesados hacia carreteras adecuadas utilizando un sistema de señalización. La iniciativa tenía como finalidad, proporcionar a los operadores y agentes de transporte, asistencia adecuada para encontrar la mejor ruta a través de la ciudad o bien, para destinos localizados dentro de ella. El transporte de mercancías debía ser canalizado lejos de las calles residenciales hacia las calles principales.

**Aplicación:** Entre tanto, existía una cuestión más relacionada con la guía para conductores de vehículos comerciales el tercer número de la red rector camión que también se convirtió en parte de la ley de aire limpio en Bremen. Para poner en marcha el proyecto alrededor de 5,000 copias del mapa que servía como guía para conducir en o a través de Bremen fueron impresas y distribuidas a las empresas de transporte y operadores de transporte. Además fue creada una versión electrónica ([www.verkehrsinform.bremen.de/lkw](http://www.verkehrsinform.bremen.de/lkw)) en donde se proporcionaba, entre otras cosas, información real sobre la situación del tráfico en Bremen. Por otro lado, la guía mostraba las principales restricciones y advertencias en la ciudad. En particular:

- Las rutas sugeridas para camiones pesados;
- Rutas sugeridas para el tráfico interurbano que tienen origen y destino en Bremen;
- Rutas, zonas en donde tránsito de vehículos de carga está prohibido y áreas

específicas en donde los vehículos de más de 3.5 toneladas no eran permitidos por cuestiones de emisión de partículas contaminantes;

- Prohibiciones de circulación nocturna para vehículos comerciales; y
- Restricciones de peso y dimensiones restricciones.

**Resultados y experiencia:** La iniciativa se encuentra en desarrollo permanente. Además, como una parte complementaria de la medida, se estableció en algunas calles una restricción de circulación (en particular para horarios nocturnos).

Con el desarrollo continuo de la iniciativa, el sitio web fue mejorado y en él se mostraban perturbaciones de tráfico reales, por ejemplo, las obras de construcción o la congestión también se mostraban en este sitio.

### **Caso 10. Zonas de restricción para vehículos de carga que excedan el peso en Budapest (Hungría) (BestUFS, 2006)**

**Medidas utilizadas:** *Restricciones para el acceso, ventanas de tiempo.*

**Antecedentes:** Los cambios políticos y económicos en la década de los 90's tuvieron una influencia significativa en el sistema de transporte de la ciudad. Dado que el número de pequeñas empresas aumentó, esto provocó la descentralización de las operaciones para el suministro de mercancía.. La mayor parte de las empresas comerciales todavía se encuentra en el centro de la ciudad; lo cual ha provocado un incremento en el tránsito de vehículos de carga, convirtiendo a esta parte de la capital en una de las más congestionadas.

Características importantes para el proyecto:

- 30% de los procesos de carga/descarga se llevaban a cabo en la vía pública;
- 90% de los procesos para el transporte de mercancías eran realizados durante las horas de trabajo;
- 60% de las actividades de transporte se llevaba a cabo más de una vez a la semana; y
- 20% de las tareas de transporte eran realizadas todos los días y el 15% , de 2 a 3 veces al día.

**Aplicación:** El sistema de zonas introducido en los años ochenta tenía la tarea de regular la dispersión del tráfico de mercancías en el tiempo y el espacio, reduciendo (y

en algunos lugares críticos incluso desapareciéndolo) el tránsito de vehículos de carga. Las restricciones de peso implementadas para vehículos comerciales en el sistema de zonas empujaron a camiones pesados a circular en las horas de poco tráfico. En 1996 un nuevo sistema de peso límite total de camiones para regular en transporte de carga fue puesto en marcha:

- En Pest, entre el muelle superior (fels rakpart) y la carretera Nagykörút; y en Buda entre el muelle superior y la carretera Budai körút, se estableció una restricción de circulación de 7:00 a.m. hasta las 6:00 p.m. para vehículos de carga que excedieran el límite de peso total de 3.5 toneladas;
- De igual manera, entre las avenidas Nagykörút y Hungária körút, se implementó una restricción de circulación para vehículos comerciales que rebasaran el límite total de 12 toneladas de las 7:00 a.m. hasta las 6:00 p.m.

A partir de 1997 se fijaron otras restricciones de peso en los siguientes áreas:

- En el distrito 9 de Buda se estableció un peso límite total de 12 toneladas; y
- En el tramo Kelenföld-Albertfalva el peso límite total para circular era de 12 toneladas durante las 24 horas del día.

Para el correcto funcionamiento del sistema de restricción por áreas para el transporte de carga la tarea, el control por parte de las autoridades responsables debe ser permanente para verificar que se respete la regulación y en su caso, aplicar las sanciones correspondientes.

**Resultados y experiencias:** El sistema de restricción por zonas en general ha otorgado buenos resultados Sin embargo, algunas incompatibilidades fueron detectadas debido a que algunas restricciones fueron introducidas por los distritos sin un marco común.