



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

## PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA

### FACULTAD DE INGENIERÍA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**“METODOLOGÍA PARA JERARQUIZACIÓN DE  
POLÍTICAS DE TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS  
QUE MINIMICEN LAS EXTERNALIDADES NEGATIVAS”**

**TESIS**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRO EN INGENIERÍA**

(TRANSPORTE)

PRESENTA:

**ING. ÁLVARO ROMERO PEREA**

TUTOR:

**DR. LAURENT YVES GEORGE DARTOIS GIRARD**

2012



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **JURADO ASIGNADO**

Presidente: Dr. Aceves García Ricardo

Secretario: M.I. Rivera Colmenero José Antonio

Vocal: Dr. Dartois Girard Laurent Yves George

1<sup>er</sup> Suplente: M.I. Reséndiz López Héctor Daniel

2<sup>do</sup> Suplente: Dr. Acosta Flores José Jesús

Lugar donde se realizó la tesis: Ciudad Universitaria, UNAM, *México D.F.*

## **TUTOR DE TESIS**

Dr. Dartois Girard Laurent Yves George

---

**FIRMA**

## *Agradecimientos.*

Agradezco a Dios por haberme dado la oportunidad de cumplir una meta más en mi vida.

Al *Dr. Laurent Dartois* por compartir sus valiosos conocimientos conmigo y por haber confiado en mí.

A mis *padres y hermanos* que siempre han estado conmigo.

A la *Universidad Nacional Autónoma de México*, mi alma mater, por haberme dado una oportunidad más para acceder al conocimiento.

Al *Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología* por la beca otorgada para realizar mis estudios de maestría.

Al *Dr. Ricardo Aceves Acosta*, *Dr. José de Jesús Acosta Flores*, *M.I. José Antonio Rivera Colmenero* y al *M.I. Héctor Daniel Reséndiz López*, por su tiempo y sus valiosos comentarios sobre esta tesis.

INTRODUCCIÓN.....	7
1. EXTERNALIDADES DEL TRANSPORTE .....	8
1.1 EXTERNALIDADES POSITIVAS Y NEGATIVAS .....	9
1.2 ACCIDENTES DE TRÁNSITO .....	10
1.2.1 <i>Enfoques de valoración monetaria de los accidentes de tránsito.</i> .....	13
1.3 CONTAMINACIÓN DEL AIRE .....	18
1.3.1 <i>Enfoques de valoración monetaria de la contaminación atmosférica.</i> .....	19
1.4 CONGESTIÓN.....	23
1.4.1 <i>Enfoques de valoración monetaria de la congestión.</i> .....	25
2. POLÍTICAS DE TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS.....	27
2.1 POLÍTICAS DE TRANSPORTE ENCAMINADAS A MITIGAR LA CONGESTIÓN .....	28
2.2 POLÍTICAS DE TRANSPORTE ENCAMINADAS A MITIGAR LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA. ....	30
2.3 POLÍTICAS APLICADAS PARA LA REDUCCIÓN DE ACCIDENTES. ....	30
3. ESTADO DEL ARTE.....	31
3.1 EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL .....	31
3.1.1 <i>Objetivos y etapas</i> .....	31
3.1.2 <i>El inventario de variables</i> .....	32
3.1.3 <i>Descripción de las relaciones entre variables</i> .....	32
3.1.4 <i>Investigación de variables claves por el método de matrices de impactos cruzados (MICMAC).</i> .....	33
3.1.5 <i>Clasificación de variables</i> .....	34
3.1.6 <i>Limitaciones del método y recomendaciones para su aplicación.</i> .....	35
3.2 MÉTODOS DE JERARQUIZACIÓN DE DECISIONES .....	35
3.2.1 <i>Análisis costo - beneficio</i> .....	35
3.2.2 <i>Análisis costo – eficacia</i> .....	36
3.2.3 <i>Método de Kiviat</i> .....	37
3.2.4 <i>Análisis multicriterio</i> .....	37
3.3 SELECCIÓN DEL MÉTODO DE JERARQUIZACIÓN.....	37
4. PROPUESTA METODOLÓGICA .....	38
4.1 PRIMERA PARTE. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS EXTERNALIDADES NEGATIVAS .....	38
4.1.1 <i>Valoración de los accidentes de tránsito (diagrama de flujo)</i> .....	39
4.1.2 <i>Valoración de la contaminación de aire (diagrama de flujo)</i> .....	44
4.1.3 <i>Valoración de la congestión (diagrama de flujo)</i> .....	49
4.2 SEGUNDA PARTE. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS .....	52
4.2.1 <i>Transporte urbano de pasajeros</i> .....	52
4.2.2 <i>Registro de variables</i> .....	52
4.2.3 <i>Determinación de relaciones en la matriz de análisis estructural</i> .....	54
4.2.4 <i>Investigación de variables clave por el método de matrices de impactos cruzados</i> .....	55
4.2.5 <i>Clasificación de las variables</i> .....	57
4.2.6 <i>Identificación de variables clave</i> .....	58
4.2.7 <i>Matriz de relación: estrategias – variables clave del sistema</i> .....	61

4.2.8	<i>Matriz de relación: variables clave del sistema de transporte – políticas de transporte urbano de pasajeros</i> .....	62
4.2.9	<i>Matriz de relación entre políticas de transporte urbano de pasajeros e impactos en las externalidades negativas</i> .....	63
4.3	TERCERA PARTE. ANÁLISIS MULTICRITERIO DE LAS POLÍTICAS DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DE PASAJEROS.	64
4.3.1	<i>Definición de criterios y sub-criterios</i> .....	64
4.3.2	<i>Ponderación de criterios</i> .....	65
4.3.3	<i>Justificación de escalas de calificación de criterios</i> .....	66
4.3.4	<i>Aplicación del método de análisis multicriterio</i> .....	67
4.3.5	<i>Jerarquización de las políticas de transporte público de pasajeros</i> .....	68
5.	ANÁLISIS DEL “PLAN VERDE – CIUDAD DE MÉXICO” .....	69
	RESULTADOS .....	76
	CONCLUSIONES .....	77
	ANEXOS .....	78
A.	VALORACIÓN DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO .....	78
B.	WILLINGNESS TO PAY (DISPOSICIÓN A PAGAR). .....	82
C.	TÉCNICAS DE CÁLCULO DE COSTOS POR CONTROL DE EMISIONES .....	83
D.	VALOR ESTADÍSTICO DE LA VIDA HUMANA (VEVH) .....	85
E.	VARIABLES Y PROCESOS DE CÁLCULO PARA VALORAR LA CONGESTIÓN. ....	86
F.	MATRIZ DE RELACIONES .....	90
G.	CUESTIONARIO DE POLÍTICAS PROPUESTAS APLICADO A EXPERTOS .....	91
	<i>G.1 Glosario de términos contenidos en cuestionario de anexo</i> .....	92
	<i>G.2 Cuestionarios realizados a expertos</i> .....	93
	BIBLIOGRAFÍA .....	105

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Componente de costo de los accidentes de tránsito.....	11
Ilustración 2: Elaboración propia matriz de dependencia e influencia .....	34
Ilustración 3 Elaboración propia. Enfoques de valoración monetaria de accidentes de tránsito.....	39
Ilustración 4: Elaboración Propia. Enfoques de Valoración monetaria de Contaminación del Aire. ....	44
Ilustración 5: Elaboración Propia. Enfoques para Valorización monetaria de la Congestión.....	49
Ilustración 6 Matriz de Influencias Directas.....	54
Ilustración 7 Clasificación Directa de Variables LIPSOR-EPITA-MICMAC .....	55
Ilustración 8 Matriz de Influencias Indirectas LIPSOR-EPITA-MICMAC .....	56
Ilustración 9 Plano de desplazamiento de Variables LIPSOR-EPITA-MICMAC.....	57
Ilustración 10: Dependencia que tienen las variables del Cuadrante II con respecto al Cuadrante I .....	60
Ilustración 11: Relación entre variables del Cuadrante II y determinación de variables clave.....	60
Ilustración 12: Elaboración Propia, Matriz de Relación entre Estrategias y Variables Clave del Sistema.	61
Ilustración 13: Elaboración propia Matriz de Relación entre Variables Clave y Políticas de Transporte Urbano de Pasajeros .....	62
Ilustración 14: Matriz de relación entre Políticas de Transporte Urbano de Pasajeros e Impactos a las externalidades negativas. ....	63
Ilustración 15: Elaboración propia _ Indicadores de Impacto a Externalidades.....	64
Ilustración 16 Elaboración propia _ Ponderación de criterios.....	65
Ilustración 17 Elaboración Propia _ Justificación de escalas de calificación a criterios.....	66
Ilustración 18 Elaboración Propia. Ponderación de Sub-Criterios .....	67
Ilustración 19 Panel de expertos.....	69
Ilustración 20 Definición de políticas.....	70
Ilustración 21 Calificación otorgada a políticas por los expertos, ordenadas de forma decreciente de acuerdo al promedio. ....	71
Ilustración 22 Ejemplo ilustrativo de cálculos, Experto A - Política 4.....	72
Ilustración 23 Clasificación de políticas en intervalos de acuerdo a calificación de expertos.....	73
Ilustración 24 Elaboración propia a partir de PACCM, GDF, 2008.....	74
Ilustración 25 Elaboración propia. Comparativo entre las acciones del GDF en materia de transporte urbano y la propuesta metodológica. ....	75
Ilustración 26: Ejemplo de preguntas en cuestionarios WTP .....	83
Ilustración 27: Técnicas de cuantificación de costo por control de emisiones.....	84

## **Introducción.**

La presente tesis tiene como objetivo servir como una herramienta para jerarquizar políticas de transporte urbano de pasajeros en función de mitigar la congestión, contaminación del aire y accidentes de tránsito. El transporte público de pasajeros es el modo más importante, siendo el que más personas desplaza y el que ha ido tomando cada vez mayor relevancia, ya que es más eficiente desde el punto de vista económico, social y ambiental. Es por ello que se ha visto la necesidad de contar con metodologías que permitan hacer análisis multicriterio y que permita a los tomadores de decisiones dar prioridad a aquellas medidas que favorezcan en mayor grado a la población.

El transporte de personas y mercancías difiere en muchos aspectos, pero sin lugar a dudas ambos son esenciales en el desarrollo de un país. Aunque las actividades de ambos tipos de transporte difieren, tienen un aspecto en común: las externalidades que ocasionan, las cuales son positivas y negativas, siendo estas últimas pocas veces tomadas en cuenta por los tomadores de decisiones tanto en el sector público como en el privado.

Los accidentes de tráfico, la contaminación del aire y la congestión son las principales externalidades negativas del tráfico. En contraste con los beneficios que el transporte ofrece, los costos que implican dichas externalidades no son cubiertos por quien las genera. Si quien diseña las políticas públicas y los usuarios no tienen en cuenta los costos externos traerá consigo una pérdida del bienestar social.

Es importante la incorporación de dichas externalidades y sus efectos negativos en la toma de decisiones de los usuarios del transporte, ya que su análisis e internalización permitirán un uso más eficiente de las infraestructuras, mitigando los efectos negativos del transporte, reduciéndose la desigualdad social y por ende conducirán a un transporte sostenible.

Sí se desean adoptar mejores decisiones, dichas externalidades deben ser analizadas, cuantificadas e incorporadas en el marco de toma de decisiones públicas o privadas de la sociedad. Es por ello que en esta tesis se propone una metodología que permita analizar y jerarquizar políticas de transporte urbano en función de mitigar dichos problemas, logrando ser un instrumento de ayuda para tomar las mejores decisiones en materia de transporte urbano de pasajeros.

La tesis se divide en cuatro partes, la primera de ellas consiste en explicación y descripción de las externalidades antes mencionadas y los principales enfoques para cuantificar su impacto en términos de costo, la segunda de ella tiene que ver con identificar las variable clave del Sistema de Transporte Urbano y su relación con las políticas de transporte urbano, así como los impactos de dichas políticas en las externalidades, la tercera en la jerarquización de tales políticas a través de análisis multicriterio y finalmente la última etapa que consiste en hacer un comparativo entre la jerarquía obtenida y las acciones contenidas en el “Plan Verde – Transporte” del Gobierno del Distrito Federal identificando las coincidencias, diferencias, y en dado caso las omisiones. Dicho Plan hoy día es el conjunto de acciones más importante de la Ciudad de México para proteger el medio ambiente y que resulta interesante analizarlo con la metodología propuesta en esta tesis.



## 1. Externalidades del transporte

Una externalidad se produce cuando un agente lleva a cabo una acción de la cual se derivan efectos (positivos o negativos) que tienen un impacto en forma de beneficios o costos sobre otros agentes. La característica básica de una externalidad es que el agente causante de los efectos externos no está obligado a realizar ningún pago en concepto de indemnización a los afectados a quienes ha impuesto costos, o no tiene derecho a recibir una compensación por los beneficios generados (*Nombela,2003,22*).

En las actividades de transporte existen numerosos efectos externos causados por las infraestructuras, por las empresas productoras de servicios o por los usuarios de los mismos, que afectan a otros agentes económicos no directamente relacionados con el transporte.

Estas últimas son las externalidades en las que normalmente se centran las discusiones sobre efectos externos de esta industria: accidentes y efectos ambientales. No obstante, también se producen externalidades entre los propios usuarios del transporte, sobre las que igualmente se hablará aquí. Un ejemplo es la congestión que se produce en las vías urbanas con mucho tráfico en horas pico. En esta situación, de acuerdo con la definición anterior, está causando un perjuicio al resto de usuarios de la vía, al ocupar un espacio y hacer que disminuya la velocidad media del conjunto de vehículos. Esto es claramente un externalidad, ya que el individuo no tiene que pagar ninguna compensación a los demás por este perjuicio. No obstante pueden señalarse diferencias entre este tipo de externalidad y, por ejemplo, el caso de la contaminación: en la situación de congestión son los propios usuarios los que se causan perjuicios entre sí, mientras que las personas afectadas por los contaminantes emitidos al realizar actividades de transporte no perjudican recíprocamente a los contaminantes. Por ello, en ocasiones se habla de externalidades “internas” a la industria del transporte para referirse a estos efectos que los usuarios se causan entre sí (*Nombela,2003,22*).

Existen numerosas razones por las que tiene interés analizar los efectos externos generados por el transporte. En primer lugar, resulta necesario tener en cuenta las externalidades negativas para conocer el uso dado a los recursos naturales en la función de producción de las actividades de transporte y estimar con exactitud los costos sociales de las mismas (*Nombela,2003,22*). La información sobre los costos totales derivados del movimiento de personas y mercancías en cada modo de transporte es fundamental para determinar si los niveles de producción y los precios son los adecuados, una vez que se incluyen los efectos externos que habitualmente no son considerados por las empresas productoras.

Una segunda razón, muy relacionada con la anterior, consiste en determinar si el reparto modal es el óptimo desde un punto de vista social, es decir, si el equilibrio entre modos de transporte que se observa en una determinada situación es el más adecuado para optimizar el uso de los recursos, o si debe introducirse algún mecanismo corrector para alterar dicho reparto modal (*Nombela,2003,22*).

La medición de los efectos externos tiene también una dimensión relacionada con temas de equidad: se trataría de determinar cuáles son las compensaciones que, al menos idealmente, deberían recibir aquellos agentes afectados por externalidades negativas. La elaboración de cuentas sociales del transporte en las cuales se incluyen los costos asociados a las externalidades es una práctica habitual en algunos países (*Nombela,2003,22*). Este tipo de cuentas tienen como fin último evaluar si deben introducirse tasas o impuestos para corregir efectos externos, y si los recursos para corregir efectos externos, y si los recursos obtenidos

mediante estos mecanismos son suficientes para compensar (potencialmente) a los agentes afectados por efectos externos negativos derivados del transporte, tales como la contaminación. La cuantificación de los efectos externos resulta compleja en la práctica, como se discutirá más adelante, por lo que no existe generalmente un consenso sobre la validez de las cuentas sociales como base para el cálculo de pagos compensatorios.

Una medición empírica adecuada de los efectos externos derivados del transporte puede servir para llegar a conclusiones firmes en las discusiones sobre la optimalidad del reparto modal que se observa en la práctica en cada mercado. Hay dos debates recurrentes sobre estos temas. El primero de ellos se refiere a la utilización del automóvil privado frente al transporte público en entornos urbanos: ¿se utiliza en exceso el vehículo privado, desde el punto de la congestión de las ciudades y los niveles de contaminación? El segundo debate se plantea al analizar el transporte interurbano de mercancías, y la discusión es si el transporte por carretera tienen un peso excesivo frente a otros modos alternativos, como el ferrocarril o el transporte marítimo, que son en principio menos contaminantes y podrían aliviar los problemas de congestión en las vialidades (*Nombela, 2003, 22*).

### **1.1 Externalidades positivas y negativas**

En primer lugar, puede señalarse que la existencia de infraestructuras y la oferta de servicios regulares de transporte de pasajeros y mercancías hacen aumentar la productividad para el conjunto de empresas de un país. Aunque algunos de estos efectos generales podrían encuadrarse dentro del concepto de externalidad (en aquellos casos en los que los agentes beneficiados no realizan un pago directo por los efectos externos que mejoran su bienestar o sus cuentas de resultados), en otros casos estos efectos son pagados por los usuarios al comprar los servicios de transporte, o pagar por el uso de las infraestructuras. Un segundo tipo de externalidad positiva en la industria del transporte son los ahorros que los usuarios de un servicio regular generan para los demás viajeros al entrar a utilizarlo. Este es el denominado “Efecto Mohring” que puede darse en aquellos modos de transporte en los que se produce la llegada aleatoria de vehículos a las paradas dentro de una ruta en función de las circunstancias de tráfico (autobuses urbanos), pero también en cualquier de transporte regular con horarios fijos (transporte aéreo, ferrocarril, etc.). En éstos últimos modos, los efectos Mohring consistirán principalmente en que una mayor disponibilidad de servicios, deriva de una demanda creciente, permite a los usuarios un mejor ajuste entre sus preferencias de horarios de salida y la oferta que realizan las empresas (*De Rus, 2003, 8*).

La lista de efectos externos negativos que se derivan de las actividades de transporte es larga, debido a los numerosos impactos que esta industria genera. Los problemas más evidentes son la contaminación atmosférica (tanto a nivel local o regional, como los efectos que causan a nivel global, como el denominado “efecto invernadero”) originada por todos los tipos de vehículos al quemar combustibles, y el ruido generado por los motores de dichos vehículos. Pero también las infraestructuras necesarias para el desarrollo de las actividades de transporte tienen un impacto sobre el medio ambiente y sobre el bienestar de agentes que no son usuarios de dichas infraestructuras (*De Rus, 2003, 8*).

Desde el punto de vista del impacto sobre el costo social, destacan tres elementos principales a ser analizados en esta tesis. En primer lugar la congestión, causada por la existencia de una demanda muy alta para la utilización de las infraestructuras de transporte en momentos puntuales del tiempo. En segundo lugar están los efectos medioambientales de las actividades del transporte entre los que destaca la contaminación atmosférica y por último los accidentes,

que deben considerarse dentro del problema de las externalidades del transporte, ya que tienen un impacto global para la sociedad, además de para las propias personas afectadas (*De Rus,2003,8*).

## 1.2 Accidentes de tránsito

Todas las actividades de transporte conllevan el riesgo de sufrir algún tipo de accidente (números vehículos moviéndose a una velocidad elevada y utilizando una infraestructura común). Ya sea por fallas mecánicas o más frecuentemente, por la influencia del error humano, los accidentes sufridos por los vehículos son un suceso que se da en todos los modos de transporte. Sin embargo, no existe un consenso para realizar una evaluación sobre cuál es el modo de transporte con una menor probabilidad de accidente. Esto es así porque, por motivos tecnológicos, los distintos modos de transporte no son fácilmente comparables, lo cual hace que sea complejo tratar de buscar una variable de exposición común a todos ellos que refleje de forma adecuada sus características (*De Rus,2003,8*).

En términos absolutos del número de víctimas y heridos que se producen en los accidentes de transporte, el problema fundamental en casi todos los países del mundo lo constituye el transporte por carretera (por el uso más intensivo que se hace de este modo en comparación con otros). En estudios realizados en la Unión Europea para evaluar los costos sociales derivados de los accidentes de transporte, éstos se sitúan en torno al 2.5%<sup>1</sup> del PIB (*Nombela,2003,22*). En valores de mediados de los años noventa, los costos medios anuales de los accidentes en carreteras para el conjunto de países de la UE se cifraban en 15000 millones de euros para los costos médicos, administrativos y de indemnizaciones; y en 30,000 millones adicionales correspondientes a las pérdidas de producción futura (netas de consumos) derivadas de la existencia de víctimas mortales y heridos. Por otra parte, los usuarios de las carreteras se mostraban dispuestos a pagar alrededor de 100,000 millones de euros por eliminar el riesgo de accidentes.

### El problema de los accidentes de tránsito

Los usuarios de transporte que utilizan su propio vehículo para desplazarse tienen en cuenta algunos de los costos asociados a la posibilidad de tener un accidente, pero no todos, ya que en caso de que suceda un accidente, parte de dichos costos son trasladados al conjunto de la sociedad y a otros individuos. En consecuencia, la utilización del vehículo privado puede resultar excesiva desde un punto de vista social, al estar basada en señales de precios que no reflejan para el usuario todos los costos (*De Rus,2003,8*).

Para estudiar los costos asociados con los accidentes, podemos distinguir cuatro categorías principales.

1. Costos derivados de la pérdida de la vida, más los costos directos (gastos de traslado, funerarios, etc.) que deben asumir los familiares de la víctima. (denotada por C1)
2. Pérdida de bienestar para familiares y amigos (denotada por C2)
3. Costos de hospitalización de heridos, costos administrativos (gastos de policía, judiciales, etc.), y daños materiales a activos físicos. (denotada por C3)
4. Pérdidas de producción neta (denotada por C4)

---

<sup>1</sup> En 1995 el Producto Interno Bruto a precios corrientes de los 12 países que integran la Unión Europea fue de 6.2523 billones de ECUS (Fuente: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home>), por lo que si 45 000 millones de euros representa el costo social derivado de los accidentes de tránsito (*Nombela, 2003,13*), éste equivale a 0.7 % del PIB y no al 2.5% del PIB como manifiesta el autor.

Para el caso europeo la categoría 1 puede aproximarse al valor de C1 en torno a 1 – 1.5 millones de euros para un accidentes con una víctima mortal. La segunda categoría (C2) se ha estimado en trabajos basados en el método de preferencias declaradas de disponibilidad a pagar por evitar el riesgo de accidente de una persona cercana, y los valores obtenidos están alrededor del 40% de la categoría anterior. La categoría de costos (C3), que son los que asume la sociedad en su conjunto, presenta un orden de magnitud muy inferior al de las dos categorías anteriores, entre un 5- 7% del valor de los costos derivados de la pérdida de la vida y los costos directos, si bien nos son cantidades despreciables (Nombela,2003,22).

¿Por qué los problemas derivados de los accidentes deben ser considerados como una externalidad? Parece obvio que las propias personas que se ven involucradas en un accidente son los principales afectados por el problema y quienes sufren los daños más importantes (pérdida de la vida, incapacidades permanentes y transitorias, pérdidas materiales, etc.), y podría considerarse que se trata de efectos internos para los propios usuarios del transporte. Por otra parte, algunos de estos costos son susceptibles de ser cubiertos a partir de la contratación de seguros y, por lo tanto, los usuarios del transporte pueden “aislarse” de los riesgos de accidentes, al menos de forma parcial (De Rus,2003,8).

Sin embargo, al tomar la decisión de utilizar un vehículo, cada agente no tiene en cuenta los costos de la categoría C3 anterior, ya que no debe asumirlos. Aunque este tipo de costos sea de cuantía menor ya tenemos un primer efecto externo al hacer recaer una serie de costos sobre el conjunto de la sociedad. Pero existe otra externalidad importante y es que la entrada de un vehículo adicional en la red de carreteras hace elevarse la probabilidad de accidente para todo el resto de usuarios del sistema, y los usuarios no internalizan este efecto, ya que no existen costos visibles que deban asumir. Esto hace que la magnitud de los costos externos asociados a los accidentes sea mucho mayor de lo que en principio pueda parecer (Nombela,2003,22).

La categoría C4 es generalmente considerada como el mayor costo resultado de un accidente de tráfico. La pérdida de producción es una expresión de pérdida de mano de obra para la sociedad, ya sea permanente o temporal. Su valor es muy variable, que va desde una pérdida de 1 día, por un incidente de lesiones leves, a largos años perdidos de trabajo por los que murieron o quedaron discapacitados permanentemente.

En la ilustración 1 se observa la componente de costo de los accidentes de tránsito. Se identifican principalmente los siguientes costos: daños a la propiedad, administración, costos médicos, costos humanos (dolor, sufrimiento del paciente y familiares) y pérdida de producción (muerte de personas, discapacidades temporales y permanentes).

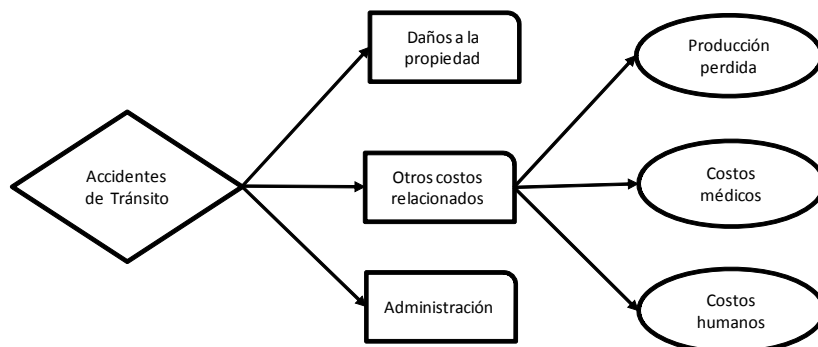


Ilustración 1 Componente de costo de los accidentes de tránsito

### **El problema de los accidentes de tránsito en otros modos:**

Si en lugar de considerar la decisión de un agente individual de utilizar su vehículo privado, pasamos a analizar el problema de los accidentes en un contexto de modos de transporte público (autobús, ferrocarril, aéreo, etc.), donde el movimiento de vehículos no lo realizan directamente los propios usuarios sino empresas proveedoras de los servicios, nos encontramos que siguen existiendo los mismos elementos asociados a la externalidad que se han discutido anteriormente: hay una serie de costos que, en su caso de producirse un accidente, no deben ser pagados por la propia empresa, sino que son transferidos al conjunto de la sociedad ( todos los costos que antes se incluían en la última categoría C3, como hospitalización de heridos o gastos administrativos) (*Nombela,2003,22*).

Uno de los parámetros más importantes para reducir la probabilidad de accidente en cualquier modo de transporte es realizar revisiones periódicas del estado de los vehículos y las reparaciones necesarias, para tratar de evitar en lo posible los accidentes debidos a fallos mecánicos (*De Rus,2003,8*). Mientras que en el caso del transporte por cuenta propia, cada usuario utiliza un vehículo de su propiedad, y por tanto es el responsable de llevar a cabo estas actividades y tiene toda la información disponible, un usuario de transporte público generalmente desconoce qué tipo de mantenimiento se ha realizado en el vehículo que va a utilizar. La única información acerca de los aspectos de seguridad del vehículo de que pueden disponer los usuarios son señales externas muy imperfectas: edad media de la flota de una empresa, gastos realizados en mantenimiento si son publicados, o la reputación del operador, en términos del número de accidentes que haya tenido en el pasado.

Se plantea entonces, en la relación entre una empresa proveedora de servicios de transporte y sus usuarios un problema denominado de “riesgo moral”. Los usuarios desearían que la empresa llevase a cabo el máximo esfuerzo en la revisión y mantenimiento de los vehículos, pero los costos derivados de esas actividades deben ser asumidos por la empresa, y ésta no deriva un beneficio inmediato de estas actividades. Por ello, los intereses de usuarios y empresa son contrarios en cuanto a las actividades relacionadas con la seguridad de los vehículos (*De Rus,2003,8*).

### **¿Por qué cuantificar el costo asociado a los accidentes de tránsito?**

La primera necesidad que hay por conocer cifras de costos se encuentra en torno a la planificación de recursos nacionales para garantizar la seguridad en las carreteras y vías urbanas, así como identificar el nivel de inversión necesario para su mejora (*De Rus,2003,8*).

Una segunda necesidad para conocer costos de los accidentes es asegurarse el mejor uso que se haga de cualquier inversión y que las más apropiadas mejoras sean introducidas en términos del beneficio que van a generar en relación al costo de su implementación. Si no se asocian costos específicos con los accidentes de tráfico sin duda habrá como resultado la utilización de criterios muy diversos en la elección de las medidas y la evaluación de proyectos que afectan a la seguridad vial. Como consecuencia de ello es muy poco probable que los gastos en seguridad vial sean óptimos. En particular, si los beneficios de seguridad son ignorados en la planificación del transporte habrá un inevitablemente déficit de inversión en seguridad vial (*De Rus,2003,8*).

## Valor de la vida

De lo anterior se puede observar que las decisiones racionales sobre la asignación de recursos para la seguridad vial requieren el uso de análisis de costo-beneficio con los costos de los accidentes y los valores de la prevención de accidentes (*De Rus,2003,8*).

Sin embargo, para algunas personas la valoración monetaria de la vida humana y la seguridad puede parecer inmoral y cabe destacar que en ningún momento se tiene la intención de encontrar una suma numérica que se puede decir que es el valor absoluto de "la vida humana". Por el contrario se analiza los distintos métodos que se utilizan para estimar el valor que se debe asociar con las actividades de mejora para la seguridad (y los costos que deben estar asociado con un aumento en el riesgo) sobre las vialidades de los países en desarrollo como México.

### 1.2.1 Enfoques de valoración monetaria de los accidentes de tránsito.

Se identifican seis métodos (*Jacobs,1995,13*) diferentes que se han propuesto para colocar un costo a los accidentes de tránsito. Todos los métodos descritos son aplicables a los accidentes no-mortales así como a los accidentes mortales, pero por razones de claridad y simplicidad se concentraron en describir los accidentes de una fatalidad. El método apropiado puede depender de los objetivos y prioridades para los que se van a utilizar los costos.

#### a) El enfoque de la "producción bruta" o capital humano

En este método (*Jacobs,1995,13*), el costo de un accidente de tránsito se puede dividir en dos categorías principalmente. En primer lugar están los costos que se deben a la pérdida o la desviación de los recursos actuales y en segundo lugar están los costos que se deben a una pérdida de la producción futura. Incluido en la primera serán los costos de los daños del vehículo, el tratamiento médico, la policía y los costos de administración y por lo general hay un poco de desacuerdo en cuanto a lo que debería ser incluido aquí.

Determinación de la pérdida de producción futura de la persona(s). Por lo general se utiliza el promedio de los salarios (bruto de impuestos) para determinar la pérdida, tanto para el año en que se produjo el fallecimiento y luego para los años futuros. Esto se hace por separado para cada individuo muerto (o herido) en un accidente de tránsito; las estimaciones se basan en promedio (nacional) de datos sobre ganancias junto con una estimación apropiada de los daños, policía y gastos médicos. En algunas variantes de este enfoque, una suma importante, se añade para reflejar el "El dolor y sufrimiento" de la víctima del accidente y para aquellos que se preocupan por él o ella (*Jacobs,1995,13*).

Se tiene un procedimiento para realizar la estimación de costo por este enfoque en el trabajo de Ross Silcock (*Silcock,2003,27*). Ver anexo A.

#### b) El enfoque de la producción neta

Esto difiere del a) en que el valor actualizado del consumo futuro de la víctima se resta de la cifra de la producción bruta. Una vez más, puede ser difícil visualizar cómo una estimación puede ser derivada de lo que una persona "consume" (en términos de alimentos, combustible, etc.) a lo largo de su vida. Cuando este método fue utilizado en el Reino Unido para cuantificar los costos de los accidentes de tráfico (fue sustituido a principios de 1970 por el enfoque de la producción bruta) el "total de gastos de consumo de bienes y servicios" fue dividido entre el total de población para tener una estimación "consumo per cápita". En este enfoque la diferencia

entre la producción individual bruta y el consumo futuro podría considerarse como una medida de interés económico para la sociedad (Jacobs, 1995, 13).

Cabe mencionar que el “*enfoque de producción neta*” es muy parecido al “*enfoque de capital humano o producción bruta*”, lo que lo diferencia es que el valor presente del consumo futuro de la víctima se resta de la cifra de la producción bruta. Los recursos de información serían prácticamente los mismos que para el enfoque de “producción neta o capital humano”, solo faltaría agregar que se requiere información sobre estadísticas/censos de ingresos, consumo, gastos, etc.

Se tiene un procedimiento para realizar la estimación de costo por este enfoque en el trabajo de Ross Silcock (Silcock, 2003, 27). Ver anexo A.

### **c) El enfoque “seguros de vida”**

En este método (Jacobs, 1995, 13) el costo de un accidente de tránsito o el valor de la prevención de accidentes está directamente relacionado con las cantidades para las que individuos “típicos” están dispuestos (inclusive pueden) asegurar su propia vida (o de las extremidades). Sin embargo, mientras que la cantidad de la cobertura del seguro puede ser considerada como una estimación del valor de la vida del asegurado a sus dependientes. Esto no dice nada en absoluto acerca del valor de la vida del asegurado. Así, un soltero rico que no tiene dependientes pueden tener poco o ninguna cobertura de vida, mientras que una persona mucho más pobre con varios niños pueden tener su vida asegurada por una suma mucho mayor. Otro de los problemas con este enfoque es que el nivel de seguro de vida cubierto puede ser muy por debajo de lo que debe ser si solo la intención es garantizar unos ingresos suficientes para poder sobrevivir. Este enfoque es de valor limitado en los países en desarrollo, donde relativamente pocas personas tienen un seguro de vida.

Si hay información disponible para hacer una estimación con este enfoque, se procederá a realizar la estimación, para este enfoque no hay una fórmula matemática como tal en la bibliografía, solo se maneja como una cantidad o sumatoria del dinero que los conductores estarían dispuestos a pagar por tener un seguro.

### **d) El enfoque “decisión de tribunales”**

Con este enfoque (Jacobs, 1995, 13), los importes otorgados por los tribunales a los dependientes (supervivientes) de los muertos o heridos como resultado de crímenes o de negligencias son consideradas como un indicador del costo que la sociedad asocia con el accidente de tráfico o el valor que ha tenido en su prevención. En el Reino Unido, la suma fijada por el juez debe tener en cuenta cuestiones tales como el grado de negligencia de la parte demandada, si la persona fallecida o herido fue parte de la culpa, si el empleador de la persona lesionada seguirá pagando los salarios y se tienen beneficios laborales por los accidentes y si éstos serán pagados. Además, cualquier suma expedida por el tribunal tendrá todos los impuestos eliminados. De lo anterior se puede ver que es una solución imperfecta usar las cantidades monetarias que decide entregar la corte como valor de la pérdida de la vida (o amputaciones o heridas) en un accidente de tránsito

Si hay información referente a este enfoque procedemos a realizar la estimación, para este enfoque no hay una fórmula matemática como tal en la bibliografía, solo se maneja como una cantidad o sumatoria del dinero que los jueces han concedido a los dependientes o víctimas del accidente.

### **e) Enfoque “valoración implícita del sector público”**

Con este método (*Jacobs, 1995, 13*) se intenta determinar los costos y valores que son implícitamente colocados en la prevención de accidentes, en la legislación de seguridad o en las decisiones adoptadas por el sector público, ni a favor o en contra de programas de inversión que afectan a la seguridad.

Como una estimación, se maneja la sumatoria del capital invertido en los programas que afectan la seguridad vial. Si hay información disponible para aplicar este enfoque procedemos a realizar la estimación, en caso de que no tengamos información disponible procedemos a realizar la estimación mediante el enfoque siguiente.

### **f) Enfoque “valoración de cambio de riesgo” o “voluntad a pagar”**

Este enfoque se basa en la premisa fundamental que las decisiones tomadas en el sector público sobre la asignación de recursos deben reflejar las preferencias de los ciudadanos que se verán afectados por las decisiones (*Jones-Lee, 1976, 15*). En consecuencia el valor de una determinada mejora de la seguridad vial (es decir, una reducción en el riesgo) se define en términos del monto total que la gente está dispuesta a pagar por ello (*Jones-Lee, 1989, 16*). Por el contrario el costo de una disminución de la seguridad se define en términos de la cantidad de personas que requieren una compensación del aumento del riesgo. Más concretamente, el valor de una mejora de la seguridad, se define como la suma de todas las cantidades que las personas (afectadas por el mejora) estarían dispuestas a pagar por (Por lo general muy pequeña) la reducción de riesgos presentada por la mejora de la seguridad. Así, el valor de prevención de un accidente se define como la cantidad total que todos los afectados pagarían por la reducción de riesgo, tanto para ellos como para los que importa.

Para el proceso de estimación (*Andreas, 1984, 1*) Ver anexo B.

### **¿Qué método usar?**

No es sorprendente que estos seis enfoques producen sustancialmente costos y valores diferentes para los accidentes envueltos en accidente. Se hace hincapié en el punto de que el método utilizado para calcular el costo de los accidentes de tráfico depende de los objetivos perseguidos por los planificadores y los economistas responsables de la inversión y planificación en un país. Las razones de dar un valor al costo de los accidentes de tráfico tienen que ver con la maximización de los recursos y los objetivos de bienestar social (tales como la minimización del daño por accidente) (*Hills, 1983, 12*). Los métodos de valoración que tienen relación directamente con estos objetivos (*Hills, 1983, 12*) son:

- “Capital humano” método muy adecuado para el objetivo de maximizar la riqueza de un país.
- "Disposición a pagar" método especialmente para la maximización del bienestar social y para el uso en los análisis de costo-beneficio

Si los costos y valores están destinados en última instancia para su uso en los análisis costo-beneficio para determinar la forma más eficiente de la asignación de los recursos escasos, entonces el método más adecuado para su uso por el momento es “disposición a pagar”. Sin embargo aunque este método ha sido adoptado en países como Reino Unido, USA, Nueva Zelanda y Suecia, presenta dificultad de obtener estimaciones fiables (*Jacobs, 1995, 13*).



Por otra parte, mientras que el enfoque “disposición a pagar” fue adoptado en el Reino Unido en 1988 para valorar los accidentes, el uso del método presenta ciertos problemas como una amplia gama de estimaciones empíricas (Jacobs, 1995, 13). El enfoque “disposición a pagar” utilizado en el Reino Unido también puede ser criticado por considerar que los valores son obtenidos directamente sólo para adultos, ya que los niños no pueden completar los complejos cuestionarios utilizados para obtener los valores. Los niños constituyen una proporción muy elevada de personas muertas o con traumatismos en los países en desarrollo (casi el doble que el de el Reino Unido) y el enfoque de “disposición a pagar” sería por lo tanto inadecuado. Asimismo, el método se utiliza en el Reino Unido para obtener los valores de los conductores o pasajeros de vehículos con motor solamente. De nuevo, esto debilita el caso para su uso en los países en desarrollo en que la proporción de peatones y ciclistas muertos y heridos es considerable.

### **Limitaciones en la estimación del costo por accidentes de tránsito.**

- **La estimación de los valores** de los costos externos y las diferentes situaciones de tráfico implica formular muchas hipótesis, como la valoración de los riesgos y los efectos a corto y largo plazo, a menudo frente a la escasez de unos datos adecuados. Así, la cuestión de la necesaria precisión y la viabilidad son cuestiones centrales en la aplicación con fines prácticos de estos valores monetarios. Principalmente, hay dos niveles de exactitud para distinguir: la exactitud en la parte de valoración y la exactitud de los datos de entrada.
- **Disponibilidad de información e investigaciones relacionadas al tema.** Una estimación más precisa de los daños del vehículo se puede obtener, mediante la investigación del costo promedio de daños a los vehículos involucrados en accidentes con peatones y otros usuarios vulnerables en las vías. A pesar de que estos accidentes pueden ser de una gravedad alta, el costo de los daños al vehículo puede ser bajo. Hasta que haya una investigación más completa en esta área, suposiciones arbitrarias seguirán siendo usadas.
- **Registros sobre accidentes y reparación de daños.** Si los datos de las compañías de seguros o empresas de reparación de autos no llevan sus registros de una manera útil, entonces puede ser posible una cooperación para establecer un sistema de registro que, con el tiempo, proporcione datos útiles para determinar el costo de los accidentes de tránsito.
- **Coordinación entre las instituciones públicas y privadas competentes.** Los departamento de gobierno competentes en esta área deben promover y coordinar la participación de las instituciones de seguros u aquellas que de alguna forma pueden poseer información sobre un accidente de tránsito y sus costos, para que dicha información esté disponible a quienes la requieran.
- **Las valuaciones de producción perdida** han sido tradicionalmente limitadas únicamente al tiempo de recuperación o a los años perdidos en el caso de un accidente fatal. Por lo tanto, la producción total perdida ha sido subestimada. Aquí se ha propuesto que pérdidas de tiempo de las personas que cuidan a las víctimas sean también tomadas en cuenta.

- **Suposiciones y diferentes criterios.** Si el ingreso es usado, las personas pobres puede parecer menos importantes. Los costos oportunidad no se reflejan en totalidad con las ganancias de las víctimas. Los efectos a largo plazo sobre la pérdida de producción o la interrupción a la educación no son entendidos todavía. Determinar el “costo humano” es muy complejo, por lo que se deben de añadir todas las posibles variables que permitan una mejor estimación.
- **Disponibilidad de información y registros médicos.** Los costos médicos de las víctimas de accidentes seguramente no son reflejados como en una cuenta independiente, por lo que resulta complicado determinar su costo y/o asignación de recursos para su atención.
- **Las muertes pueden ser inevitables,** pero cuando ocurren prematuramente, ellas pueden suponer una fuga financiera repentina, que no se refleja en el valor actualizado.
- Lo anterior avala la necesidad de añadir una mayor cantidad para **reflejar el “costo humano”**.
- Las investigaciones futuras deberían tratar de **evaluar el costo de la discapacidad y los efectos a largo plazo.**
- **Colaboración institucional.** Es necesaria una mayor colaboración entre los profesionales de la seguridad vial y los profesionales de salud pública con el fin de determinar el número de víctimas y la problemática que representan los accidentes a la salud.
- **Diferencias sociales, geográficas y económicas.** Se considera al método de “disposición a pagar” como el método más relevante para estimar el costo de los accidentes, y ahora ha sido adoptado por muchos países desarrollados. Sin embargo, este método puede ser muy difícil de aplicar en los países en desarrollo, debido a que se basa en cuestionarios complejos. Por lo tanto, se ha recomendado el uso del método “capital humano” para estimar el costo de accidentes de tránsito en los países en desarrollo. La superación de los problemas en el uso del método “disposición a pagar” en los países en desarrollo podría ser objeto de futuras investigaciones.
- **Información confusa.** Las estadísticas policiales deben darse a conocer, derivadas de los informes de la policía, para evitar cualquier malentendido que las estadísticas oficiales están basadas sobre los datos de los hospitales.
- **Sistemas de información e información precisa.** Esfuerzos para mejorar los sistemas de información policiales y sus informes. La mejora de los datos policiales también ayudaría en la identificación, investigación y mejora de los lugares peligrosos, demostrando el valor de la información precisa.
- **Seguimiento de víctimas por accidente de tránsito.** Seguimiento de la víctima de accidente. Esta información es útil para verificar la exactitud de los datos de la policía y resaltar el efecto que tienen las víctimas de accidentes sobre los recursos del sector salud.

- En estudios sobre el costo por accidentes de tránsito se pueden **tener distintos resultados**, debido a las diferencias en los métodos y supuestos que suelen causar diferencias significativas en los valores estimados

### 1.3 Contaminación del aire

Las actividades de transporte tienen toda una serie de efectos negativos (*Nombela,2003,22*) sobre el ambiente, entre los cuales destacan por su importancia cuantitativa la contaminación atmosférica que es el que se va a analizar con más detalle.

#### Valoración del impacto ambiental

La valoración de impactos para los cuales es difícil establecer reglas de valoración objetivas por la ausencia de mecanismos de mercado suele acometerse utilizando métodos que permitan conocer las preferencias de los individuos afectados. Existen diferentes formas de aproximar la valoración de bienes para los que no existen mercados explícitos a partir del examen de mercados que pueden considerarse alternativos.

La estimación de los impactos de la contaminación atmosférica se realiza habitualmente a partir de una cuantificación de las emisiones y de los costos asociados a las mismas, mediante estudios específicos sobre cada tipo de contaminante. La valoración de los impactos causados no es sencilla, debido a la multiplicidad de efectos que tienen estas emisiones (*De Rus, 2003,8*).

**Cuantificación de la contaminación atmosférica.** El transporte es una de las principales actividades que contribuye a la polución del aire. En los países desarrollados, las emisiones de monóxido (CO) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) generadas por las actividades de transporte suponen alrededor de un 10% de dichos compuestos. También se generan otros contaminantes nocivos para el medio ambiente, como el dióxido de azufre y otros compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano, si bien el transporte contribuye al volumen global de emisiones de estos últimos compuestos con porcentajes mucho menores que otras industrias (*Nombela,2003,22*).

La mayor parte de las emisiones se generan en el transporte por carretera, aunque la contaminación que se produce en términos relativos a la producción de servicios que se realiza no es despreciable para otros modos como el transporte aéreo o el ferrocarril (*De Rus, 2003,8*).

Las consecuencias de la contaminación atmosférica causada por las actividades de transporte pueden separarse en tres ámbitos: local, regional y efectos globales en toda la atmósfera. A nivel local, la polución tiene un impacto directo sobre la población que vive en zonas cercanas a las infraestructuras donde se desarrolla la actividad del transporte, y también sobre la fauna y flora de dichos entornos. Desde un punto de vista regional, la contaminación se traduce en efectos de tipo "lluvia ácida" que son causados principalmente por los óxidos de nitrógeno, junto a los óxidos de sulfuro. En relación al impacto global sobre la atmósfera, el dióxido de carbono es el principal contaminante derivado de las actividades de transporte y es uno de los compuestos causantes del "efecto invernadero" (*Nombela,2003,22*).

La cuantificación monetaria de todos estos efectos derivados de la contaminación atmosférica resulta un problema muy complejo (*Nombela,2003,22*). En primer lugar, por la multiplicidad de los mismos, la determinación de los efectos no puede realizarse de forma directa por lo que

generalmente se lleva a cabo a partir de modelos que simulan la difusión física de las emisiones a través de los distintos ámbitos (local, regional, global) a los que afectan.

Una segunda dificultad es la evaluación de los costos asociados a los distintos efectos de los contaminantes. De esta forma, las cifras de costos que generalmente se calculan para elaborar estimaciones de los costos sociales derivados de la producción de servicios de transporte incluyen los efectos de tipo local y regional. Los efectos de carácter global resultan generalmente imposibles de cuantificar monetariamente por la elevada incertidumbre sobre los impactos que las emisiones pueden tener a largo plazo. Incluyendo únicamente los efectos locales y regionales, las estimaciones para países desarrollados de los costos de la contaminación atmosférica generada por las actividades de transporte se sitúa en torno al 0.4% del PIB (Nombela,2003,22).

### 1.3.1 Enfoques de valoración monetaria de la contaminación atmosférica.

La evaluación monetaria de los efectos sobre la salud de la contaminación del aire es un elemento esencial para el análisis de costo-beneficio de las políticas ambientales/transporte que tienen como objetivo aumentar la calidad del aire urbano, ya que los efectos a la salud parecen corresponder a los principales beneficios de estas políticas. Valoración de los beneficios para la salud asociados con la contaminación atmosférica requieren parámetros específicos que demandan un gran esfuerzo de investigación y recopilación de datos (De Rus,2003,8).

La siguiente sección presenta una breve revisión bibliográfica de los métodos de valoración y cuestiones que se plantean en la valoración de riesgo de exposición para la salud.

El costo de contaminación del aire se refiere a los costos estimados por tonelada de un determinado contaminante en un lugar determinado (por ejemplo, una ciudad o país en particular). Hay dos formas básicas para cuantificar este impacto costos de los daños, que reflejan los daños y riesgos, y los costos de control (también llamada remediación o mitigación), que reflejan los costos de reducir las emisiones. Es posible que el costo de daño a la salud ha disminuido a través del tiempo como las mejoras en el tratamiento médico han reducido las muertes y enfermedades causadas por la exposición a la contaminación, pero esto probablemente se compensa por la población urbana que ha ido aumentando (lo que aumenta el número de personas expuestas) y el *incremento del valor en la vida humana y la salud que generalmente ocurre cuando la gente llega a ser más rica* (Wang,1994,30).

Cabe señalar que se tiene como valor mínimo de la contaminación atmosférica el valor del bono de carbono. No hay un valor oficial sobre el precio de una tonelada de CO<sub>2</sub> reducida o no emitida. Todas las operaciones de compra-venta en el comercio de bonos de carbono están regidas por un contrato entre el comprador y el vendedor. Por su parte en el año 2008<sup>2</sup>, el precio de los créditos de carbono (CERs), osciló entre un máximo de 20,15 €/t y un mínimo de 15,00 €/t.

El costo es afectado por:

- La mortalidad (defunciones) y la morbilidad (enfermedades) causados por la exposición de contaminantes

---

<sup>2</sup> INFORME DE COYUNTURA AMBIENTAL, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, España, Noviembre 2008.

- El número de personas expuestas
- El valor de la vida y la salud (valor estadístico de la vida VSL, el valor de un año de vida VOLY, años potenciales de vida perdidos AVPP y discapacidad años de vida ajustados DALYs)
- La gama de los costos adicionales y daños (por ejemplo, pérdidas de cosechas, la degradación ecológica, el daño del ácido a los edificios, y la degradación estética) considerados en el análisis

La cuantificación del valor monetario de las emisiones de contaminantes del aire se han vuelto cada vez más importante debido a la necesidad de determinar los costos sociales de las distintas tecnologías que causan la contaminación del aire y para estimar los beneficios monetarios de las tecnologías de control de emisiones.

Dos métodos generales (Wang,1994,30) se puede utilizar para estimar los valores de emisión de contaminantes atmosféricos: valor de daño y costos por control. El método de valor de los daños, que se utiliza para estimar el costo monetario de los daños causados por las emisiones de contaminantes del aire, consiste en siete pasos: (1) identificar las fuentes de emisión, (2) estimar las emisiones, (3) simulación de las concentraciones de contaminantes atmosféricos en la atmósfera, (4) estimación de la exposición de los seres humanos y otros objetos a concentraciones de contaminantes, (5) la identificación de los efectos físicos de las concentraciones de contaminantes atmosféricos en las personas y objetos, (6) la realización de una valoración económica de los efectos físicos, y (7) cálculo económico por tonelada de emisión de contaminantes. El método de estimación de costos por control está basado en el análisis del costo de las medidas para mitigar la contaminación atmosférica.

Se tiene un procedimiento para realizar la estimación de costo por control en el estudio de M.Q. Wang (Wang,1994,30). Ver anexo C.

El WTP (willingness to pay o “disposición a pagar”) es la cantidad que las personas están dispuestas a pagar para conseguir una mejora ambiental. El WTAC (willingness to accept compensation o “disposición a aceptar compensación”) es la mínima cantidad de dinero que se está dispuesto a pagar para renunciar a un bien. El método más común de calcular el WTP o el WTAC de la población a través de encuestas.

Para el proceso de estimación por este método (Andreas,1984,1). Ver anexo B.

Los investigadores han identificado dos enfoques de valorización, el enfoque del capital humano y disposición a pagar (Johansson, 1995,8). El primer enfoque, el capital humano, consiste en estimaciones de la productividad económica de la persona cuya vida está en riesgo. El enfoque “disposición de pago” asume que las preferencias de los individuos se caracterizan por la posibilidad de sustitución entre los ingresos y la seguridad.

Para el proceso de estimación por el método “disposición a pagar” (Andreas,1984,1) y para el procedimiento de estimación por el método de “capital humano” (Jonnes-Lee,1998,17). Ver anexos A y B

(Ginés de Rus, 2003,8) menciona que hay dos técnicas muy utilizadas en la valorización, son los métodos de preferencias reveladas y declaradas siendo esta última igual al enfoque “disposición a pagar”, mencionada por otros autores. El método de *preferencias reveladas*

consiste en utilizar valores o aproximaciones indirectas “reflejadas” en acciones o decisiones tomadas por los individuos en mercados relacionados con el que se quiere estudiar. Por ejemplo, para tratar de evaluar cuánto valoran monetariamente los individuos la disponibilidad de zonas verdes y aire puro pueden estudiarse las diferencias de precios de las viviendas en relación con su cercanía a parques o zonas no urbanizadas, y la calidad media del aire en el entorno de las viviendas. Otro método alternativo es el denominado de “costo del viaje”, que se basa en realizar encuestas a los individuos, para que proporcionen información de cuánto gastan en viajes para visitar zonas verdes del tipo que se trata de valorar. Los gastos en que se incurre son una aproximación a la valoración de estos bienes. Alternativamente, otra de las formas utilizadas para tratar de valorar bienes para los que no existen mercados es el análisis de las *preferencias declaradas*. Este método consiste en la realización de encuestas en las que se pregunta a los individuos por su disponibilidad a pagar.

El análisis de preferencias declaradas es igual al método de disposición a pagar para este caso donde se requiere hacer una estimación del costo por contaminación del aire. Para conocer el procedimiento de “disposición a pagar” (*Andreas, 1984, 1*) Ver anexo B.

Para monetizar el valor de daño a la salud, los economistas utilizan el método de valor estadístico de la vida (VSL) para monetizar la parte de los daños a la salud por la contaminación. Dicho valor estadístico de la vida representa esencialmente la pérdida de valor debido al acortamiento de la vida. Han surgido, en cambio, dos enfoques alternativos para la valoración de la morbilidad (Cropper, 1991, 5): El enfoque de *mercado observado*: Esto incluye técnicas que se basan en las funciones de demanda y costo, los precios de mercado, y observar el comportamiento, opciones y elecciones. Funciones de producción del hogar y el costo de los estudios de enfermedades. Según este enfoque, el costo de los estudios de la enfermedad considera la pérdida de salario o ingresos debido a la pérdida de días de trabajo y el costo del tratamiento.

El enfoque de *mercado construido*: este método consiste en preguntar directamente a la gente sobre su disposición a pagar o aceptar una compensación alguna por el cambio asumido en el nivel de contaminación o riesgo de morbilidad.

Estos dos últimos enfoques son una variante de los enfoques “producción pérdida” y “disposición a pagar” vistos previamente (*Jonnes-Lee, 1998, 17*).

Para conocer el procedimiento del cálculo de Valor estadístico de la vida humana (*Martinez, 20*). Ver anexo D

### **Limitaciones en la estimación del costo por contaminación del aire.**

- La **estimación de los valores** de los costos externos y las diferentes situaciones de tráfico implica formular muchas hipótesis, como la valoración de los riesgos y los efectos a corto y largo plazo, a menudo frente a la escasez de datos adecuados. Así, la cuestión de la necesaria precisión y la viabilidad son cuestiones centrales en la aplicación con fines prácticos de estos valores monetarios. Principalmente, hay dos niveles de exactitud para distinguir: la exactitud en la parte de valoración y la exactitud de los datos de entrada.
- **Diversidad de suposiciones.** El método “valor de los daños”, que estima directamente los valores de emisión, parece teóricamente sólido. Sin embargo, en la práctica, el método sufre de supuestos y simplificaciones necesarias y de gran incertidumbre

envuelto en cada paso de la estimación. El efecto acumulativo de estas incertidumbres es reducir la exactitud de los valores estimados de daño. Los estudios basados en el método no puede incluir prácticamente todos los posibles efectos adversos de la contaminación del aire en la estimación de valores de daño, y algunos efectos suelen ser excluidos y en consecuencia, los valores de daño son subestimados.

- **Controversias éticas.** Existe malestar por algunas personas cuando los economistas dan un valor en dólares a activos intangibles, como la vida humana y el malestar humano. Además, debido a los métodos complejos relacionados con cada uno de los pasos en la estimación, el uso del método de “valor de daños” resulta muy costoso en tiempo y dinero. En consecuencia, el método de “costos por mitigación” se ha utilizado con mayor frecuencia que el método de “valor de los daños” para calcular los valores de emisión de contaminación del aire.
  
- **Distinto significado de los resultados.** El método de “costos de control” implica menos pasos de estimación, supuestos y recursos: puede generar estimaciones de costos más rápidamente y no requiere conocimientos técnicos altamente especializados para la construcción de la estimación de los valores de emisión. Sin embargo, el método se basa en el supuesto fundamental de que los legisladores y/o los reguladores establecen normas sobre emisiones y calidad del aire únicamente sobre la base de los daños marginales y los costos de control marginales de cumplimiento de las normas. En realidad, el establecimiento de normas de calidad del aire es un proceso altamente político, las implicaciones económicas son sólo uno de muchos factores en cuenta. Sobre la base de la teoría económica estricta, es inadecuado el tratar de estimar los costos de control marginales como el valor de los daños por las emisiones. Sin embargo, el costo de mitigación calculado representa el costo de oportunidad de cumplir con las normas. Si nuevos sistemas de control menos costosos pueden ser desarrollados, las más costosas medidas pueden ser evitadas. Sin embargo, no se toma la posición de que los valores de daño por emisiones son precisamente representados por los costos estimados por el control de emisiones. En muchos casos los valores de daños por emisiones pueden diferir sustancialmente de los costos de control. Por lo tanto, los costos de control no pueden representar los valores por daño.
  
- En estudios sobre el costo por contaminación del aire se pueden tener **distintos resultados**, debido a: concentraciones de contaminantes atmosféricos, población expuesta, métodos y suposiciones utilizadas. Las diferencias en los métodos y supuestos suelen causar diferencias significativas en los valores estimados.
  
- **La disponibilidad y veracidad de la información** por parte de las instituciones de salud, y ambiente para realizar el estudio son una limitante para poder realizar una estimación precisa del costo asociado.
  
- **El método de “disposición a pagar” puede ser muy difícil de aplicar en los países en desarrollo**, debido a que se basa en cuestionarios complejos. Otro aspecto en tomar en cuenta es que en tales encuestas solo participan personas adultas, omitiendo a los niños.
  
- **El enfoque de “Capital humano” tiene cuestiones éticas que son discutibles.** Además, todas las diferencias en la estructura del mercado laboral se reflejan en el

enfoque de capital humano: debido a las diferencias entre los ingresos individuales de distinto sexo, nacionalidad y raza. Este enfoque no asigna ningún valor a la vida de los jubilados o totalmente incapacitados.

#### **1.4 Congestión.**

El problema de la congestión en el transporte surge por un desajuste puntual entre la demanda existente para la utilización de una infraestructura y la capacidad máxima de ésta para dar servicio a los vehículos o usuarios (*Nombela,2003,22*). Esta es una característica particular, ya que en todos los modos de transporte la demanda raramente es constante a lo largo del tiempo. Por ello, la infraestructura se diseña con una capacidad determinada que, si bien puede ser modificada a largo plazo, en el corto plazo es fija. La congestión puede considerarse como una externalidad en el sentido de que se genera por parte de unos agentes que no tienen en cuenta los costos que están imponiendo al resto de usuarios de la infraestructura. Pero esta es una externalidad que puede definirse como “interna” a la industria del transporte (dado que todos los usuarios que se ven afectados por un problema de congestión son a la vez causantes y sufren los costos asociados a la saturación de la infraestructura). Debido a este carácter interno a la industria del transporte, los costos de congestión muchas veces son excluidos al realizar una cuantificación de las externalidades negativas generadas por el transporte. Si bien esta metodología puede ser apropiada cuando se elaboran cuentas sociales de la industria del transporte en su conjunto, la magnitud de estos costos hace que esta externalidad difícilmente pueda ser ignorada y que el análisis de los problemas de congestión sea altamente relevante. Igualmente, la búsqueda de soluciones para reducir los costos de congestión suele ser una de las principales preocupaciones de las autoridades responsables del transporte.

La congestión suele asociarse principalmente al transporte por carretera y/o vías urbanas, ya que en este modo donde se manifiesta de manera más evidente, en forma de largas colas de vehículos saturando las vialidades en determinados periodos del día (horas punta), o en días concretos a lo largo del año (por ejemplo, salidas y regresos de vacaciones en las grandes ciudades). Si en un momento determinado el número de vehículos que utiliza una vialidad se halla cercana al límite de su capacidad, el efecto es un peor nivel de servicio, que se traduce en velocidades medias más bajas y en tiempos empleados en los trayectos más elevados del de lo normal (*De Rus, 2003,8*).

La razón última del problema de la congestión es que la decisión de entrada a utilizar la vialidad por parte de cada usuario se toma en función de sus beneficios privados, sin tener en cuenta los costos externos que se están imponiendo al resto de usuarios por utilizar la infraestructura. Debido a que el número de usuarios es normalmente elevado, resulta difícil utilizar algún tipo de mecanismo de coordinación para evitar el problema de la saturación de las vías. Algunos sistemas de gestión de tráfico tratan de proporcionar a los automovilistas información en tiempo real sobre el estado del tráfico en una determinada red, normalmente de ámbito urbano, con el objetivo de que las decisiones individuales tengan alguna coordinación, pero el éxito de estas soluciones para aliviar la congestión suele ser moderado (*De Rus, 2003,8*).

#### **Cuantificación de los costos de congestión**

Existen numerosos trabajos que tratan de evaluar los costos que se derivan de los problemas de congestión en carreteras, especialmente en entornos urbanos donde dichos problemas son más graves. Los resultados presentan una gran variabilidad al estimar tanto los costos totales



como los efectos marginales causados por la entrada de cada vehículo en un sistema, debido a la diversidad de metodologías empleadas en los estudios para la valoración de los costos.

En principio, hay dos tipos de costos generados por la congestión de carreteras (*Nombela,2003,22*): el exceso de tiempo que los usuarios invierten en sus desplazamientos, y el exceso de consumo de combustible por la circulación a velocidades muy lentas. La cuantificación de estos costos es relativamente simple si existe información suficiente sobre la red de carreteras y/o vialidades que se pretenden analizar. La disponibilidad de datos sobre intensidades medias de circulación por periodos de horarios (flujo de vehículos) y sobre velocidades medias alcanzadas en las vías que tienen problemas de congestión, permite realizar estimaciones del tiempo extra que los vehículos invierten en los desplazamientos. Para ello, se requieren datos sobre recorridos medios por vehículo, y pueden estimarse las diferencias en tiempos para realizar dichos recorridos en condiciones de circulación fluida y con congestión.

De manera similar, las estimaciones sobre el exceso de consumo de combustible pueden aproximarse a partir de información sobre consumos medios a diferentes velocidades. Si bien el consumo depende mucho del tipo y edad de los vehículos, resulta factible utilizar valores medios que reflejen el consumo global de un parque de automóviles conocido (*Nombela,2003,22*).

Cabe señalar que la congestión impacta a la distribución física de mercancías, teniendo una pérdida económica debido a: aumento en los costos de operación vehicular, menor rotación de las unidades de carga y una pérdida de utilidades sobre las ventas.

Aunque la cuantificación física de los efectos externos causados por la congestión, en términos de tiempos y consumos extra realizados por los vehículos, sea relativamente sencilla, las principales dificultades para cuantificar los costos surgen al introducir valoraciones para los recursos. En particular, la cuantificación de los costos del tiempo plantea serios problemas desde el punto de vista metodológico, ya que idealmente la valoración correcta serían los costos de oportunidad de los tiempos perdidos por la circulación en condiciones de congestión. Los costos de oportunidad varían mucho de acuerdo con los individuos que realizan los viajes y, especialmente, según los motivos de viaje. Por ejemplo, una hora perdida por una persona que utiliza el vehículo por trabajo tendría normalmente un valor más elevado que si esta persona está realizando un viaje de placer (De Rus,2003,8).

Las metodologías empleadas para valorar monetariamente los excesos de tiempo suelen basarse en estudios sobre motivos de viaje realizados sobre muestras representativas de individuos, grado de ocupación media de los vehículos, y valores medios del tiempo para cada motivo de viaje (*Nombela,2003,22*). El valor del tiempo suele tomar como referencia el salario medio por hora y trabajador (que se supone una buena medida del costo de oportunidad de viajes realizados bajo congestión, en el sentido de que el tiempo invertido en el desplazamiento impide al trabajador la obtención de un pago salarial por ese tiempo que podía haber dedicado a trabajar), e introducir correcciones al alza y a la baja *ad hoc* para diferentes motivos de viaje: desplazamientos a/desde el trabajo, desplazamientos dentro del horario de trabajo, viajes por negocios, ocio, compras, etc.

Los resultados de los estudios realizados de acuerdo con esta metodología suelen indicar que los costos derivados de la congestión de carreteras son muy elevados. En los países desarrollados, se obtienen cifras globales que sitúan estos costos en torno al 2% del PIB de cada país (De Rus,2003,8), si bien, como se ha señalado, las valoraciones varían

considerablemente de acuerdo a los supuestos realizados sobre el valor de los tiempos derivados de la congestión.

#### **1.4.1 Enfoques de valoración monetaria de la congestión.**

Se utilizan varios métodos para cuantificar los costos de congestión (Miller,1994,21). El enfoque más adecuado para muchas aplicaciones, aunque difícil de realizar, consiste en calcular el retraso causado por un vehículo adicional en el flujo de tráfico, teniendo en cuenta la relación de velocidad de flujo de cada segmento de carretera. Otro enfoque consiste en determinar la cuota necesaria para reducir la demanda, basado en la disposición a pagar por el uso de la vialidad por parte del viajero. Un tercer enfoque consiste en calcular los costos de los proyectos encaminados a la de reducción de la congestión. En teoría, estos tres métodos deben producir valores similares pero en la práctica a menudo proporcionan resultados diferentes. Además, la información necesaria es a menudo limitada, por lo que la estimación de costos por congestión es difícil.

La congestión se suele medir mediante el análisis del costo del tiempo perdido. Hay dos enfoques básicos que se utilizan tradicionalmente para medir congestión (Singh,2009,28). Estos son los siguientes:

- **Enfoques de ingeniería**

La pérdida de tiempo se mide calculando la diferencia entre el tiempo empleado por los viajeros en la red congestionada y el tiempo cuando las vialidades están libres. El costo del tiempo perdido tiene un precio promedio de los niveles de ingresos por hora en general, con algunas adaptaciones. La principal ventaja del método es que es simple, pero tiene un defecto, ya que no se puede estar seguro de la velocidad deseada por el usuario.

- **Enfoques económicos**

Enfoques económicos consideran un nivel óptimo de tránsito, que es una función de la demanda de uso de vialidades. La situación deseable sería la velocidad óptima que está vinculada a la voluntad de pago del usuario. Pero aparte de estos dos enfoques, los siguientes elementos pueden ser considerados para medir la congestión:

- La separación de los costos de congestión - Los costos de congestión pueden ser separados de "otros costos externos".
- La velocidad como un parámetro de la congestión - Con esta medida, la congestión aumenta cuando disminuye la velocidad.
- Desarrollo de un índice de congestión - Medida de congestión del tráfico. Puede ser medido como la relación entre el flujo de tráfico y la capacidad de la carretera.
- Comparar la congestión con otros efectos del tráfico - Contribución de la congestión en:
  - a) los accidentes de tráfico.
  - b) la contaminación acústica.
  - c) la contaminación del aire.
  - d) los impactos sociales.

## La congestión en el transporte de carga

Los cambios en la velocidad pueden conducir a cambios en los costos de operación en términos de combustible, neumáticos y frenos. Esto puede estimarse a partir de fórmulas apropiadas. Pero los principales efectos de la congestión son en términos del tiempo de las personas, pobre utilización de los vehículos y demoras de las mercancías que transportan. En todos los casos, los valores de éstos deben ser convertidos a valores por vehículo (SANSOM,1999,25).

Camiones cargan bienes y/o mercancías a los proveedores, fabricantes y mercados. Viajan distancias largas y cortas, en horas pico, en la mañana, medio día y noche. Los camiones son un elemento clave en el "justo a tiempo" para los procesos de fabricación, estos modelos hacen una entrega eficiente de los componentes para reducir la cantidad de espacio en el inventario del almacén y reducir los tiempos muertos (BEIER, 1999,2). Como consecuencia de ello, *los camiones son convertidos en un almacén móvil y si los tiempos de llegada se pierden o son mayores a los pronosticados*, las líneas de producción se pueden detener y el costo de paro puede ser muy alto. La congestión, entonces, afecta la productividad de camiones, su rotación y los plazos de entrega, también puede ser causada por los altos volúmenes de camiones y por el alto volúmenes de automóviles. Los costos de la congestión de camiones pasan a los consumidores en forma de precios más altos. Los efectos de la congestión se extienden mucho más allá de la región donde se produce la congestión.

Los procedimientos de cálculo de costos (tiempo, operación vehicular) por congestión se encuentran indicados en el Reporte de Movilidad 2009 del Instituto de Transportación de Texas (Schrank,2009,26). *Ver anexo E.*

Para el caso del enfoque disposición a pagar (*Andreas,1984,1*) *Ver anexo B.*

### Limitaciones en la estimación del costo por congestión.

- **La estimación de los valores** de los costos externos y las diferentes situaciones de tráfico implica formular muchas hipótesis, como la valoración de los riesgos y los efectos a corto y largo plazo, a menudo frente a la escasez de unos datos adecuados. Así, la cuestión de la necesaria precisión y la viabilidad son cuestiones centrales en la aplicación con fines prácticos de estos valores monetarios. Principalmente, hay dos niveles de exactitud para distinguir: la exactitud en la parte de valoración y la exactitud de los datos de entrada.
- **Diversidad de resultados.** Para el personal que se desplaza en el curso de su trabajo, un enfoque más sofisticado, que tome en cuenta factores tales como la capacidad para trabajar en la ruta y el hecho de que la duración del tiempo de viaje puede afectar su productividad durante el día, es necesario. Existen fórmulas adecuadas, y una serie de estudios que han hecho estimaciones con los elementos involucrados.
- **Manejo de la información.** Los valores de tiempo de trayecto y de tiempo libre deberían estar basados en evidencia empírica, y segmentados por variables como el propósito del viaje, la duración, el modo y los ingresos de los pasajeros. Un gran número de estudios que utilizan métodos de preferencias reveladas y declaradas existen, y ambos métodos parecen ser capaces de producir resultados fiables cuando se usan con cuidado.

- La evidencia de que viajar en condiciones de congestión produce valores más altos de tiempo que en condiciones de no congestión requiere de un **análisis cuidadoso** debido a su importancia en el contexto actual.
- **Disponibilidad y fiabilidad de la información.** La disponibilidad y veracidad de la información sobre, retrasos, costos de operación vehicular, itinerarios de viaje, etc. Por parte de empresas, gobierno y/o instituciones competentes son una limitante para poder realizar una estimación precisa del costo por congestión.
- En estudios sobre la congestión se pueden tener **distintos resultados debido a la gran cantidad de criterios y supuestos** que pueden ser considerados.
- **La congestión tiene efectos indirectos** sobre la salud, la seguridad y el medio ambiente que muchas veces no son tomados en cuenta para las estimaciones de costo por congestión.
- **Recursos humanos y económicos.**
- **Coordinación entre las instituciones públicas y privadas competentes.** Duplicidad de información que conlleva a estimaciones exactas para algunos y erróneas para otros.

## 2. Políticas de transporte urbano de pasajeros

En las últimas décadas, las ciudades están conociendo la urbanización discontinua o desurbanización creciente, la ocupación extensiva del territorio. Estos cambios, están creando nuevos y graves problemas de habitabilidad y sostenibilidad, así como el despilfarro de suelo e infraestructura y la elevación de los costos de suministro de servicios (electricidad, agua, transporte público, etc.)

En los actuales modelos de ciudad, es esencial una mejor gestión de la movilidad urbana, ya que con la progresiva difusión de la ciudad aumentan las necesidades de movilidad por parte de la población. Al mismo, la construcción de ciudades en las que los modelos de transporte están totalmente centrados en el uso del vehículo privado, ocasionan serias repercusiones tales como la contaminación atmosférica, accidentes de tránsito, congestión y ruido, la partición de las comunidades, la limitación para trasladarse por parte de las personas sin auto, el incremento del sedentarismo, el aislamiento de las personas o la perturbación del espacio privado (Echebarria,2003,9)

Se puede afirmar que la promoción de sistemas de transporte urbano ambientalmente sustentable representa hoy por hoy un reto global ya que las grandes urbes del planeta enfrentan la misma problemática de aumento de la participación del automóvil particular en los desplazamientos. Contados son los casos de ciudades en el nivel internacional que han logrado revertir en forma duradera esta tendencia de fondo que propicia altos índices de consumo de energía, tiempo y espacio además de alarmantes niveles de contaminación atmosférica (Dartois, 2008,7).

Las políticas de transporte público están encaminadas a la promoción y desarrollo de corredores de tránsito rápido de autobuses y a la administración de la demanda de transporte, donde en esta última se incluyen medidas restrictivas, medidas económicas, medidas obligatorias, medidas prohibitivas y medidas optativas.

## **2.1 Políticas de transporte encaminadas a mitigar la congestión**

### **Uso de suelo y asignación de espacio vial**

Integración del transporte y el uso planeado del suelo basado en los vínculos entre el uso de la tierra urbana, las características de la red de transporte, los patrones de desplazamiento urbano, los costos del usuario y los impactos ambientales. Hay tres instrumentos políticos que se destacan:

- Tarifación del uso de las vialidades
- La segunda categoría es impuestos al suelo. Una herramienta para configurar el desarrollo y la generación de ingresos municipales.
- La tercera categoría incluye una serie de reglamentos para uso del suelo, tamaño de los lotes, la construcción, los requisitos de estacionamiento /límites, los derechos de propiedad, la zonificación, la conversión del uso de suelo, etc.

La asignación de espacio vial entre los peatones, vehículos motorizados y no motorizados, de transporte público y vehículos estacionados es uno de los más potentes instrumentos políticos de bajo costo a disposición de los gobiernos para gestionar el tráfico y el transporte y para expresar sus preferencias sobre los distintos modos de transporte y grupos sociales. Los objetivos de la asignación de espacio vial pueden ser muy diversos, como la protección de los transeúntes y ciclistas, maximizando la capacidad y seguridad del movimiento de la gente y la calidad del transporte público a través de carriles exclusivos para autobuses, lo que favorece la movilidad de vehículos o para calmar el tráfico. Una forma de reasignación del espacio vial es construir vías de alto rendimiento de tránsito BRT (Metrobuses). En muchas grandes ciudades como la Ciudad de México el uso actual del espacio vial por el transporte público a menudo excede la capacidad de un solo carril, sin embargo las autoridades locales tienen dificultades para mejorar la seguridad y el rendimiento dedicando sólo un carril para uso exclusivo de autobuses.

### **Provisión y regulación de los servicios de transporte público.**

Se tienen diversos enfoques institucionales al suministro de los servicios públicos de transporte que van de un solo operador (monopolio) a numerosos y débilmente regulados operadores o sin ningún tipo de regulación. Lo que está en juego aquí es la división de funciones (quién hace qué), la propiedad de la flota y la infraestructura y el alcance de la regulación con diferentes asignaciones de riesgo de costos e ingresos y sus diferentes efectos sobre el interés público. La posición del gobierno es que las empresas de transporte privadas operan en un mercado regulado y así la competencia ofrecerá mejores servicios. Los instrumentos políticos en esta materia están centrados en el diseño del sistema de regulación, la gestión de los procesos de licitación, controlar el rendimiento y hacer cumplir las obligaciones contractuales de los operadores.

### **Las tarifas de transporte, los subsidios y los niveles de servicio.**

Los subsidios son una herramienta de política social y de transporte siempre y cuando los objetivos sean explícitos y claros, financieramente es viable siempre y cuando su entrega sea eficiente y eficaz. Los subsidios se utilizan principalmente para alcanzar la equidad y los objetivos de la distribución modal, este último también con aspectos ambientales y energéticos.

Mantener las tarifas bajas (por decreto) para garantizar que los servicios de transporte urbano permanezcan al alcance de familias de bajos ingresos, al tiempo que se complica la recuperación de costos (minimizando o eliminando los subsidios), da como resultado un mal servicio de tal manera que la "elección" de los pasajeros tienden a preferir a los taxis, coches y motocicletas, resultando en menos pasajeros, congestión y altos niveles de contaminación.

### **Financiación del transporte urbano**

La mayoría de las ciudades tienen falta de financiación suficiente y sostenible, ya sea para vialidades o sistemas de transporte público. Hay instrumentos de impuestos sobre los combustibles para financiar el transporte urbano, otros enfoques que consisten en fijar impuestos para las diferentes clases de vehículos y carreteras, y seleccionar entre fórmulas explícitas la asignación de los ingresos a las ciudades. Algunas políticas pueden ser sobre la base de impuestos a los combustibles o de los presupuestos generales y se suelen dar a las ciudades en forma de subsidios de capital o préstamos, para financiar los sistemas de tránsito rápido. Hay algunas políticas aplicadas en otros países que consisten en impuestos salariales, impuestos sobre bienes raíces y las tarifas de congestión, siendo este último prometedor para hacer frente a por lo menos parcialmente al problema de la financiación del transporte.

### **Instrumentos de tiempo y precio para gestionar el uso de vialidades**

Para una asignación determinada del espacio vial, controles de tiempo y tarificación para el uso de las vialidades son un instrumento flexible y fuerte para gestionar los patrones de tráfico y demanda del transporte. La herramienta más común en esta categoría política está en la gestión de los estacionamientos en las aceras (banquetas). Un enfoque gradual implica primero la aplicación de controles de tiempo (por ejemplo, la eliminación de estacionamiento durante las horas pico), pasando luego a cobros de aparcamiento en la calle y tal vez a la prohibición total. Aplicación de los controles de estacionamiento es esencial y brinda la oportunidad de involucrar al sector privado. La concesión de programas de tarificación genera ingresos que como mínimo cubren los costos de capital y de operación del programa. Dependiendo de la disponibilidad de estacionamientos fuera de las vialidades y alternativas modales a los conductores, las tarifas de estacionamiento sobre la calle se pueden elevar a niveles suficientemente altos como para afectar a la distribución modal e incluso los patrones de viaje, pero todavía no es suficiente para cubrir todas las necesidades de financiamiento del sistema de transporte. El cobro por el uso de las vías urbanas es un método prometedor para manejar la congestión y afectar a la distribución modal, cada vez es más ampliamente aceptado como una técnica realista y políticamente viable. Un enfoque prudente es aplicar y perfeccionar las tarifas de aparcamiento de inmediato y el entendimiento de que son necesarias las tarifas de congestión.

### **Políticas restrictivas del uso del automóvil particular.**

El desarrollo de áreas peatonales impide en su totalidad la circulación de vehículos motorizados abriendo únicamente paso a los transeúntes, a los ciclistas, esto relacionado con la promoción del turismo y convivencia de la población. La Ciudad de México ha estado aplicando esta medida en el Centro Histórico.

Las áreas de tránsito calmado se crean mediante la restricción de paso a través de ciertas zonas de la ciudad con la obstrucción de calles que crucen entre áreas vecinales y zonas de gran atracción de viajes, de tal modo que se impide a los automovilistas emplear las vialidades de estas zonas para la circulación de paso. La creación de áreas de tránsito calmado trae

como resultado la disminución del número de automóviles que circulan en dichas áreas y fomenta los viajes no motorizados. En los lugares donde se hayan creado se ha comprobado que tienen un importante efecto en la reducción de accidentes y en términos de reducción del tránsito, sobre todo si se remozca la vialidad disponible mediante la construcción de glorietas, carriles zigzagueantes, empedrados, y una red reticular de calles con sentidos de circulación alternados que obligan a los conductores a entrar y salir de las áreas correspondientes por el mismo extremo de su perímetro.

Reducción del espacio vial mediante la introducción de carriles de alta capacidad, esto conlleva a reducir la disponibilidad del espacio vial para los automóviles particulares, pero se tiene que ofrecer en los corredores afectados servicios de transporte público de alta calidad en términos de puntualidad, seguridad, comodidad y velocidad.

Usos alternos de la vialidad. Se refiere a la utilización completa de la infraestructura en determinadas horas del día, es decir variar el sentido de los carriles en función de la demanda.

## **2.2 Políticas de transporte encaminadas a mitigar la contaminación atmosférica.**

En el caso de las emisiones de contaminantes, la forma de tratar de corregir el impacto negativo, fundamentalmente causado por las vialidades, es a través de impuestos que gravan el combustible. Si bien inicialmente este tipo de impuestos especiales pudo tener una motivación para la corrección de externalidades, la observación de que la demanda de combustible es altamente inelástica ha llevado a los gobiernos a utilizar estos impuestos con fines fundamentalmente recaudatorios. Las políticas basadas en la fijación de estándares máximos de emisión sobre los fabricantes de vehículos nuevos, y también sobre todos los vehículos en circulación a través de las revisiones periódicas obligatorias, tienen una orientación más directa hacia la corrección de externalidades generadas por el transporte. Otra medida son los incentivos fiscales para la renovación de vehículos antiguos por otros nuevos, resulta positiva desde el punto de vista medioambiental y por último la medida “Hoy no circula” que tiene como objetivo la eliminación de viajes y la reducción de emisiones contaminantes.

## **2.3 Políticas aplicadas para la reducción de accidentes.**

En el caso de los modos de transporte público, el papel de las autoridades reguladoras es crucial para tratar de resolver o minimizar el problema de información asimétrica que tienen los usuarios en cuanto a las condiciones de seguridad y mantenimiento de los vehículos. En una completa libertad de mercado, las compañías proveedoras de servicios que tratan de maximizar su beneficio pueden fácilmente no realizar niveles de esfuerzo adecuados en el mantenimiento de los vehículos. De este modo, se haría incurrir a los usuarios en un riesgo de accidentes que probablemente estaría por encima del óptimo social. La actividad de las instituciones reguladoras para corregir esta asimetría de información consiste de nuevo en la fijación de estándares mínimos de calidad y seguridad para los vehículos, que se traducen en obligaciones de mantenimiento, límites a la edad máxima de la flota de una empresa y, en algunos casos, supervisión externa directa de los vehículos.

### 3. Estado del arte

#### 3.1 El análisis estructural

El análisis estructural está inspirado en el enfoque sistémico y experimentó un verdadero impulso recién a fines de la década de los setenta. Probablemente fue Jay Forrester, a través de sus trabajos sobre modelos de dinámicas industriales y luego, dinámicas urbanas (1961), quien dio origen a las primeras justificaciones del análisis estructural. Este enfoque alcanzó su apogeo con la publicación de los informes "Club de Roma" y en particular "Limites de crecimiento" cuyo carácter maltusiano sería profundamente desmentido por los hechos. Al mismo tiempo, la necesidad de analizar variables múltiples y homogéneas, cualitativas y cuantitativas, impulsó a los precursores del análisis estructural a utilizar otros modos de representación basados en matrices y gráficos (GODET,1999,10).

Con esta perspectiva, Wanty y Federwish (en "Global Models for Business Economics (Modelos globales para la economía de negocios)") aplicaron este enfoque en los casos de una compañía de hierro y acero y una empresa de transporte aéreo. Poco después Teniere-Buchot (1973), bajo la supervisión de Wanty, analizó el sistema de "agua" y publicó un artículo sobre un modelo referido a la Política de Polución del Agua. En el mismo periodo, Kane introdujo el modelo KSIM que si bien está íntimamente relacionado con las dinámicas industriales de Forrester es, no obstante, un método de análisis estructural.

Por su parte, Roberts condujo trabajos para la Fundación Nacional de Ciencias de Estados Unidos a fin de descubrir relaciones indirectas, con aplicaciones en la energía y la polución relacionada con la energía en el área del transporte.

En un estudio de futuros sobre la energía nuclear en Francia en 1974 Godet y Duperrin sugirieron un método para clasificar los elementos del sistema, esté método fue el análisis estructural. Desde mediados de los 80's el análisis estructural experimentó un creciente número de aplicaciones en varias esferas, tanto en empresas como en temas relacionados con la sociedad.

##### 3.1.1 Objetivos y etapas

El análisis estructural es una herramienta diseñada para vincular ideas. Permite describir el sistema gracias a una matriz que une todos sus componentes. Mediante el análisis de estas relaciones, el método permite destacar las variables que son esenciales para la evolución del sistema. Tiene la ventaja de estimular la reflexión dentro del grupo, y hacer que las personas analicen ciertos aspectos que algunas veces son poco intuitivos. Se aplica al estudio cualitativo de sistemas extremadamente diferentes (GODET,1999,10).

El sistema estudiado se presenta como un conjunto de elementos interrelacionados (variables/factores). La red de interrelaciones de estos elementos, es decir, la configuración del sistema (estructura), constituye la clave de sus dinámicas y es bastante permanente. El análisis estructural, que intenta sacar a la luz esta estructura, comprende tres etapas (GODET, 1999,10):

- **Inventario de variables / factores.** Esta etapa, que es la menos formal, es crucial para el resto del proceso.



- **Descripción de las relaciones entre variables.** Durante esta segunda etapa, el punto es reconstituir y describir la red de relaciones entre las variables / factores.
- **Identificación de variables esenciales.** Esta última etapa consiste en identificar las variables esenciales y los factores que son claves para las dinámicas globales del sistema.

### 3.1.2 El inventario de variables

Como primer paso se tiene que definir el alcance del estudio, y por lo tanto el alcance del sistema a ser estudiado. El segundo paso consiste en realizar un inventario de todas las variables y/o factores internos o externos, que caracterizan al sistema. En esta etapa es conveniente ser lo más exhaustivo posible, teniendo cuidado de no dejar nada sin explicar al describir al sistema.

### 3.1.3 Descripción de las relaciones entre variables

El objetivo de esta etapa consiste en vincular las variables en una tabla de doble entrada, la matriz de análisis estructural (ver figura), preparada especialmente para el caso. Las filas y columnas en esta matriz corresponden a las variables que surjan de la primera etapa (GODET, 1999,10).

La matriz permite medir si existe o no relación directa entre: las variables internas sobre sí mismas, las variables internas sobre las externas, las variables externas sobre sí mismas y las variables externas sobre las internas.

Se diseña una matriz cuadrada que expresa a nivel de cada fila la influencia que una variable ejerce sobre cada una de las demás y a nivel de columna por cuáles variables cada una de ellas es influida. Debe señalarse que se trata de una asignación de relaciones cualitativa, ya que sólo permite saber a nivel de cada elemento de la matriz si existe o no una relación.

A nivel de cada fila, y considerando el elemento  $a_{ij}$ , hay dos alternativas: si “i” influye sobre “j” aparece <sup>3</sup>uno en el elemento correspondiente; si “i” no influye sobre “j” aparece cero.

Antes de concluir que existe una relación entre dos variables, el grupo de investigación de prospectiva estratégica debe evitar en particular (GODET,1999,10):

- La existencia de una relación directa de la variable “i” con la variable “j” y viceversa. En este caso, el grupo deberá privilegiar la relación que parezca más directa y/o más operacional (es decir, de un modo inductivo más que deductivo), la relación directa doble sólo podrá contemplarse en el análisis final.
- Registrar una relación directa de “i” con “j”, cuando la influencia de “i” sobre “j” se produce a través de otra variable de la lista;
- Considerar una supuesta influencia de “i” sobre “j”, o viceversa, si la supuesta colinealidad (evolución correlativa) de estas dos variables se debe sólo al hecho de que una tercera variable actúa al mismo tiempo sobre ellas.

---

<sup>3</sup> La escala 1,0, es la que se utiliza para esta metodología, pero puede ser ampliada de acuerdo a las necesidades y experiencia de quien aplica la metodología.

### 3.1.4 Investigación de variables claves por el método de matrices de impactos cruzados (MICMAC).

El objetivo consiste en detectar las variables prioritarias para la reflexión prospectiva. Las mismas se detectan tanto a nivel de las variables exógenas en el sentido de las más influyentes, como a nivel de las endógenas, en el sentido de las más sensibles (COLODNI,1987,3).

Para obtener este resultado se trata de medir, además de las relaciones directas entre variables, las relaciones indirectas que se dan a través de encadenamientos de influencias y retroalimentación: esto se logra a través de la aplicación del método MICMAC (Matrices de Impactos Cruzados). (GODET, 1999,10).

El método parte de la matriz de relaciones directas establecida en el punto anterior y opera elevando exponencialmente la matriz. Por ejemplo, cuando dicha matriz se eleva al cuadrado expresa las relaciones de orden 2 en la influencia que una variable "i" ejerce sobre otra variable "j".

Si el elemento  $a_{ij}^2$  no es igual a cero, esto significa que existe al menos otra variable intermedia (z), de manera que la variable "i" influye sobre "z" ( $a_{iz} = 1$ ) y que la variable "z" influye sobre "j" ( $a_{zj} = 1$ ).

El método indica la necesidad de continuar exponenciando la matriz para ir encontrando el número de caminos de influencia del orden del exponente, que relacionan las variables entre sí. Para cada multiplicación de la matriz podría establecerse una jerarquización de las variables usando como criterio en número de influencias que cada una ejerce sobre las demás. A partir de cada potencial la jerarquía tiende a estabilizarse, y es la que se toma como indicador de las relaciones entre las variables.

Para establecer dicha jerarquía, se suma en fila y en columna los elementos de la matriz que resulta de cada iteración, lo que se interpreta así:

La suma en fila indica la cantidad de veces que la variable "i" ejerce una acción sobre el sistema; el resultado indica la *motricidad* de la variable "i".

La suma en columna indica la cantidad de veces que la variable "j" recibe la influencia de otras variables; el resultado indica la *dependencia* de la variable "j".

A partir de los resultados obtenidos, se clasifica cada variable en función de su grado de motricidad y dependencia, en la gráfica siguiente, en la cual se establecen cuatro cuadrantes:

- I.- Variables muy motrices y poco dependientes; son las que condicionan el resto del sistema.
- II.- Variables muy motrices y muy dependientes; son fundamentales en la reflexión prospectiva. Modificaciones en el comportamiento de una variable de estas características influirán sobre el comportamiento de otras variables; además, dado que es altamente dependiente, existirá un efecto de retroalimentación sobre la misma, que multiplicará el impulso inicial.
- III.- Variables altamente dependientes y poco motrices; su comportamiento se explica por la evolución del resto de las variables estudiadas.

**IV.-** Variables poco motrices y poco dependientes; son variables relativamente desconectadas con el sistema en estudio, con el cual tienen pocas relaciones.

En este sentido se comparan los resultados obtenidos en cuanto a la motricidad y dependencia de las variables, cuando se hace una clasificación directa y cuando se hace una indirecta.

### 3.1.5 Clasificación de variables

Se emplean los resultados de la suma de filas y columnas de la matriz original, ubicando las variables por su número en función de su motricidad (influencia) y dependencia. (Ver Ilustración 2)

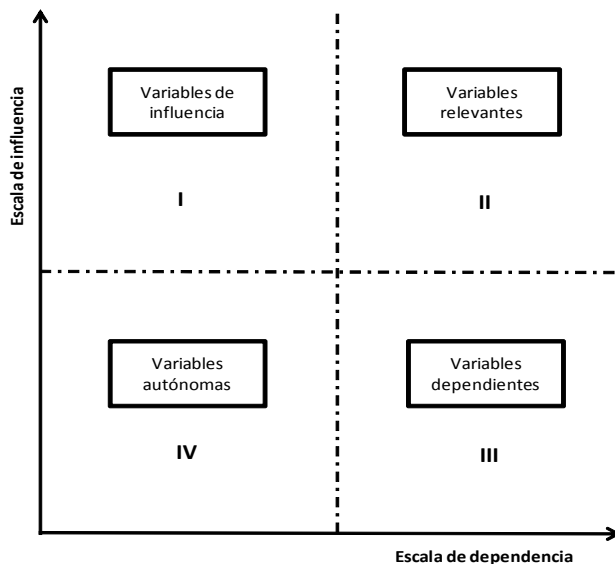


Ilustración 2: Elaboración propia matriz de dependencia e influencia

El cuadrante **I** tal como se señaló, incorpora las variables muy motrices y poco dependientes. Se trata de variables que por sus características condicionan el funcionamiento del fenómeno que se estudia.

El cuadrante **II** incorpora variables muy motrices y muy dependientes. Son las variables que requieren más atención debido a su inestabilidad e influencia.

El cuadrante **III** incorpora variables muy dependientes y poco motrices.

El cuadrante **IV** que incorpora variables poco motrices y poco dependientes. El cuadrante refleja tendencias pesadas, con variables relativamente desconectadas del sistema en estudio.

### Clasificación indirecta de variables

Se sigue el mismo procedimiento que con la clasificación anterior ubicando las matrices en función de su motricidad y dependencia.

### **3.1.6 Limitaciones del método y recomendaciones para su aplicación.**

#### **Composición del grupo de expertos**

El análisis estructural depende en gran medida de la elección de los participantes, los resultados pueden estar sumamente influenciados por competencias dominantes dentro del grupo. Por lo tanto, es necesario formar un grupo que sea lo más multidisciplinario posible (GODET, 1999,10).

#### **Las dificultades de la operación**

Implementar un análisis estructural es una operación bastante compleja que requiere recursos humanos (disponibilidad de expertos) como una logística adecuada (Michel GODET,1999,10).

#### **La necesidad de un grupo pequeño**

El análisis estructural, y en particular la identificación de relaciones entre variables, requieren que el equipo participante no incluya más de 12 personas. De lo contrario, la animación se torna difícil y posiblemente aburrida, hasta tal punto que la calidad del trabajo, e incluso su resultado, podrían verse afectados. Cuando el grupo está compuesto por más de 20 personas, es conveniente solucionar el problema formando dos subgrupos (GODET,1999,10).

#### **Originalidad de los resultados**

Finalmente, es importante mencionar que alrededor del 80% de los resultados del análisis estructural sólo confirma las intuiciones y puntos de vista expresados en el grupo en ocasiones previas. Esto contribuye, en cierta manera, a validar el método. Por otro lado, el 20% restante da lugar a preguntas entre los participantes por su carácter no intuitivo. Por lo tanto, es necesario descifrar, criticar y analizar en mayor profundidad estos resultados que conforman el principal valor agregado del proceso, más allá de la inmersión mutua en el sistema estudiado (GODET,1999,10).

### **3.2 Métodos de jerarquización de decisiones**

Hay numerosos métodos para jerarquizar decisiones, cada uno con sus ventajas y desventajas dependiendo el tipo de decisiones y el objetivo que se persigue, a continuación se presentarán los métodos disponibles:

#### **3.2.1 Análisis costo - beneficio**

Es una técnica que consiste en la homogeneización por medio de una unidad de medida común como las unidades monetarias, de los costos y beneficios de toda índole (económicos, sociales, distributivos, etc.) relativos a cada política y pues se identifica el beneficio positivo.

Etapas que se realizan en el análisis costo-beneficio:

- Definición y alcance del problema (normas de emisión, normas de calidad, medidas de prevención, política, proyectos públicos)
- Definición de la situación base (situación actual y futura sin las políticas y con políticas).
- Definición de opciones a evaluar (valores límites de normas, metas del plan de prevención, metas de gestión ambiental y metas de congestiónamiento)

- Identificación de impactos (económicos, sociales y ambientales)
- Valoración de costos (cuantificación de costos de operación, mantenimiento, control, etc.)
- Valoración de beneficios. Beneficios económicos (superación del daño ambiental, aumento en la competitividad, imagen, etc.) y beneficios sociales (reducción de riesgos, mejoras de la calidad de vida)
- Evaluación económica (seleccionar indicadores)
- Identificación de actores (gobierno, población afectada, trabajadores, etc.)
- Análisis costo-beneficio.
- Selección de mejor alternativa (según cumplimiento de objetivos de bienestar público)

### **3.2.2 Análisis costo – eficacia**

Este tipo de análisis nos permite comparar proyectos o estrategias alternativas que persiguen un mismo objetivo, generalmente social como es el mejorar la movilidad de la ciudad, se utilizan indicadores indirectos, por ejemplo la población cubierta por los nuevos proyectos con sus respectivos costos que arrojan un indicador único para cada proyecto o política.

- Definir las condiciones de aplicación del análisis costo-eficacia
  - Comprobar la pertinencia del análisis respecto a los objetivos del programa
  - Verificar la disponibilidad y la fiabilidad de los datos
  - Determinar el criterio de eficacia y fijar el indicador adecuado
- Valorar el costo total del programa y/o política (sumar la totalidad de los recursos públicos empleados para el programa)
  - Sumar los costos directos
  - Considerar los costos indirectos
  - Considerar otros tipos de costos
- Medir los efectos del programa
  - Condición previa (evaluación antes/después)
- Establecer la relación entre los costos y la eficacia
  - Comparación (distintos programas con mismos resultados, mismos programas y/o proyectos con sus costos)
  - Decisión

### **3.2.3 Método de Kiviat**

El método de Kiviat, consiste en una representación gráfica radial basándose en las  $n$  dimensiones que pueden definir la prioridad de un proyecto, estas dimensiones representan los criterios de medición, a los cuales, previamente se les han asignado pesos normalizados según los criterios de medición. Se crea una superficie limitada por un poliedro llamada estrella de Kiviat, cuyos vértices son los valores de peso correspondientes. En éste método el proyecto que ocupa la superficie mayor en la estrella de Kiviat es el más importante según los criterios establecidos.

### **3.2.4 Análisis multicriterio**

El Análisis multicriterio (AMC) es un tipo de herramienta de decisión que es particularmente aplicable a casos donde el enfoque uni-criterio (costo-beneficio) no evalúa todos los costos y beneficios, especialmente cuando no es posible asignar un valor monetario a ciertos tipos de impactos ambientales, estratégicos, técnicos, sociales, etc.

El Análisis multicriterio (AMC) está basado en la identificación de criterios: criterios estratégicos, criterios de perfil y finalmente criterios de factibilidad de proyecto.

Para cada criterio se hace una ponderación relativa y una escala de calificación para establecer una calificación ponderada global de cada política propuesta:

### **3.3 Selección del método de jerarquización.**

Cuando los resultados y costos del proyecto pueden traducirse en unidades monetarias, su evaluación se realiza utilizando la técnica del análisis costo-beneficio (ACB). Así sucede en los proyectos económicos. En la mayor parte de los proyectos sociales, en cambio, los impactos no siempre pueden ser valorizados en moneda, por lo que la técnica más adecuada es el análisis costo-eficacia (ACE).

Para el caso de la tesis, donde tratamos aspectos de impacto social vemos que no siempre podemos ver el impacto reflejado en dinero, por lo que el análisis Costo Beneficio no es conveniente en nuestro caso. El ACE en cambio, valora los resultados en términos cualitativos, tales como muertes evitadas, calidad de vida, etc. Una desventaja del método ACE, se refiere en cuanto a los costos, en países en vías de desarrollo con importantes vacíos en sistemas para cuantificar los costos y de información (en ocasiones totalmente inexistentes) es dificultoso recoger datos al respecto.

El análisis multicriterio (AMC) es un método conveniente para aquellos casos donde el enfoque costos-beneficio no evalúa todos los costos y beneficios, especialmente cuando no se puede poner un valor monetario o económico a aspectos sociales. Además considera todos los criterios descritos y facilita la jerarquización de los proyectos y/o políticas que existan en el conjunto de elección. Una de las desventajas del análisis multicriterio es que es un análisis muy incierto y muy sensible a la aplicación de los pesos en los criterios

El Análisis de Kiviat que si bien en un método gráfico de fácil interpretación tiene la desventaja de que el número de criterios a visualizar es muy limitado. Es posible aplicar esta técnica para jerarquizar las políticas de transporte urbano de pasajeros que minimicen las externalidades negativas, pero como es un método gráfico y al tener muchos criterios como es el caso, se vuelve ilegible.

Al ver los métodos disponibles, sus ventajas y desventajas, se concluye que la mejor herramienta para analizar políticas de transporte público es el análisis multicriterio, ya que pueden hacerse varias ponderaciones de acuerdo a la experiencia y conocimiento de quienes aplican la herramienta y permite jerarquizar distintas políticas donde el objetivo es social.

#### **4. Propuesta metodológica**

La metodología consiste en tres partes, la primera de ellas consiste en la valoración económica de las externalidades negativas (accidentes de tránsito, congestión y contaminación del aire), la segunda parte consiste en un análisis estructural, una herramienta para vincular ideas la cual permitirá describir el sistema de transporte gracias a una matriz que une todos sus componentes. Mediante el análisis de estas relaciones, el método permitirá destacar las variables que son esenciales para la evolución del sistema. Una vez identificadas las variables claves se procederá a relacionarlas con las estrategias de transporte sustentables para lograr hacer la vinculación con las políticas del transporte urbano de pasajeros. Una vez identificada la relación estrategias, variables y políticas se procede a analizar la interrelación entre éstas y su impacto en las externalidades negativas (contaminación del aire, congestión y accidentes de tránsito), y así tener la relación políticas con externalidades negativas. Finalmente, como tercera parte de la metodología propuesta se procede a definir los criterios y escalas de ponderación para hacer la jerarquización de las políticas de transporte urbano de pasajeros que minimicen las externalidades negativas mediante el método de análisis multicriterio de suma ponderada.

##### **4.1 Primera parte. Valoración económica de las externalidades negativas**

La valoración de las externalidades negativas del transporte es indispensable para formular y ejecutar políticas, las externalidades deben ser valoradas económicamente e incluidas dentro de las evaluaciones económicas de los proyectos de transporte.

### 4.1.1 Valoración de los accidentes de tránsito (diagrama de flujo)

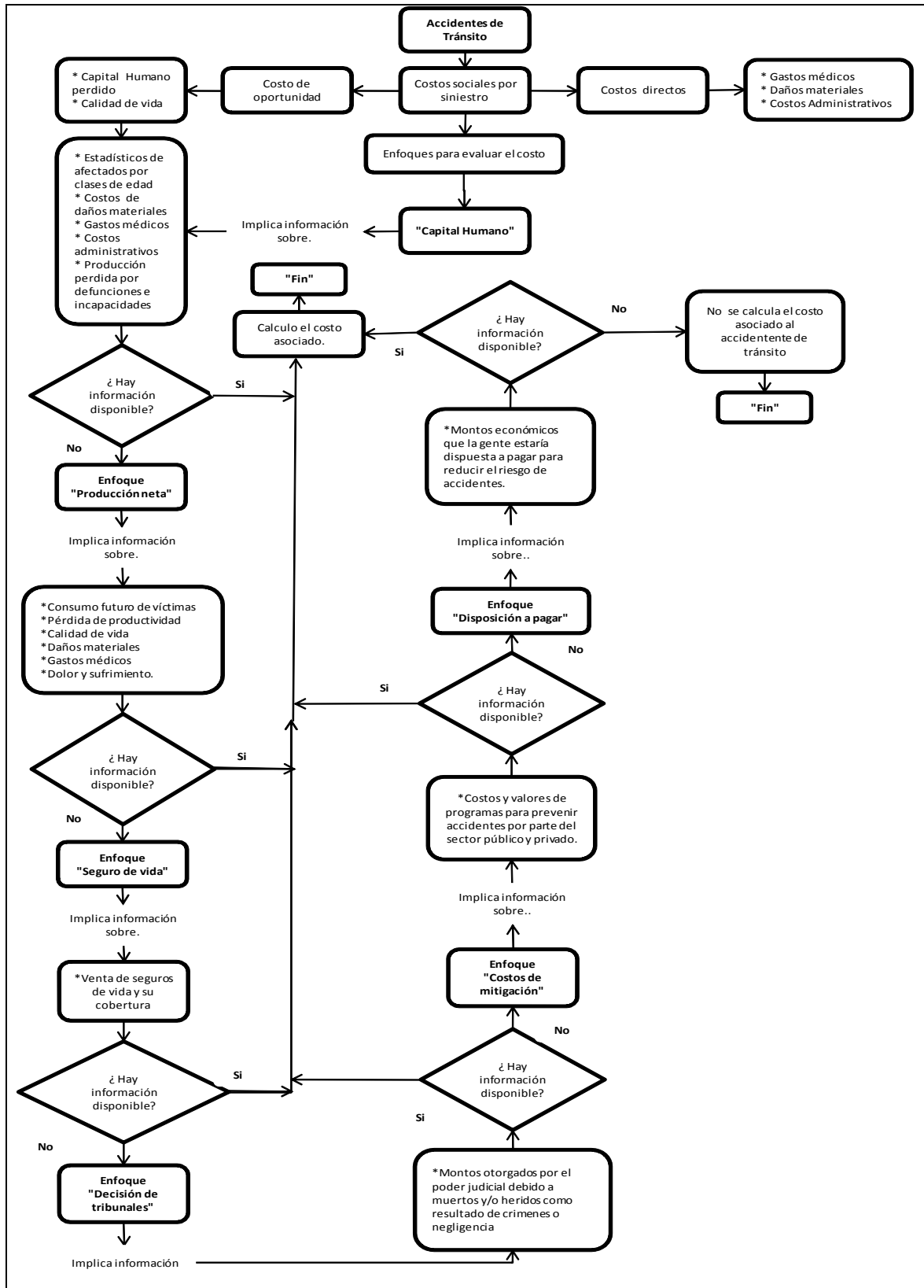


Ilustración 3 Elaboración propia. Enfoques de valoración monetaria de accidentes de tránsito



## ¿Por qué cuantificar el costo de los accidentes de tránsito?

La primera necesidad que hay por conocer cifras de costos se encuentra en torno a la planificación de recursos nacionales para garantizar la seguridad en las carreteras y vías urbanas, así como identificar el nivel de inversión necesario para su mejora.

Una segunda necesidad para conocer costos de los accidentes es asegurarse del mejor uso que se haga de cualquier inversión y que las más apropiadas mejoras sean introducidas en términos del beneficio que van a generar en relación al costo de su implementación. Si no se asocian costos específicos con los accidentes de tráfico sin duda habrá como resultado la utilización de criterios muy diversos en la elección de las medidas y la evaluación de proyectos que afectan a la seguridad vial. Como consecuencia de ello es muy poco probable que los gastos en seguridad vial sean óptimos. En particular, si los beneficios de seguridad son ignorados en la planificación del transporte habrá un inevitablemente déficit de inversión en seguridad vial.

### Valoración de los accidentes de tránsito

En un accidente de tránsito se tienen distintos costos, los cuales son. Costos de oportunidad que se refieren al capital humano perdido y a la calidad de vida, y los costos directos que hacen referencia a los gastos médicos, daños materiales, costos administrativos, costos de remediación, entre otros más. Los enfoques empleados en la valoración de los accidentes de tránsito emplean los costos antes mencionados de acuerdo al objetivo que se persigue.

Se han identificado seis diferentes métodos o enfoques para estimar el costo de los accidentes de tránsito. Éstos son el enfoque de capital humano o producción bruta, el enfoque de producción neta, el enfoque de seguro de vida, el enfoque de valoración de programas de mitigación, el enfoque de decisión de los tribunales de justicia y el enfoque willingness to pay o disposición a pagar. Cabe señalar que cada enfoque requiere distinta *información de entrada* para ser empleada y muchas veces esta información no está disponible para llevar a cabo la valoración, es por ello que describiremos la información requerida para cada uno de ellos. Con la finalidad de obtener una estimación del costo asociado a la externalidad.

Empezamos con el primer enfoque de “capital humano” donde el costo de un accidente de tráfico se divide en dos categorías principalmente. En primer lugar están los costos que se deben a los daños materiales incluidos los costos de los daños del vehículo, el tratamiento médico, la policía y los costos de administración. En la segunda parte, están los costos que reflejan el dolor, sufrimiento y la pérdida de producción.

Se tienen las siguientes categorías dentro de este enfoque:

- Costos de daños a los vehículos
- Costos de administración
- Producción pérdida
- Costos médicos

#### *Costos de daños a los vehículos.*

- Bases de datos de compañías aseguradoras
- Datos de compañías que poseen flotas de vehículos sobre el costo de daños por choque de sus vehículos
- Datos de compañías que se dedican a reparar vehículos
- Encuestas a propietarios de vehículos

#### *Costos de administración*

- Las fuentes de datos sobre los costos de administración tendrían que ser proporcionados por la policía y las compañías de seguros. Estas organizaciones tendrán que ser abordadas para proporcionar sus propias estimaciones en cuanto a la cantidad de tiempo del personal, y por lo tanto el costo.

#### *Producción pérdida*

- Estadísticas/censos nacionales (PIB).
- Encuestas sobre la duración del tiempo de viaje y el ingreso promedio
- Encuestas en hospitales y/o hogares sobre el salario promedio de las víctimas y de los cuidadores
- Estadísticas de accidentes por clase de edad y edad promedio de jubilación
- Registros de hospitales (encuestas en hospitales y hogares)

#### *Costos médicos.*

- Estimaciones nacionales de costos en hospitales, es decir los gastos promedio por día de hospitalización
- Datos publicados en estadísticas
- Los pagos de seguro (seguridad social)
- Estudios/tratamientos médicos individuales (tratamientos, rehabilitación)
- Encuestas a víctimas de accidentes de tránsito
- Datos sobre costos por funeral

Sí se tienen la información necesaria para realizar la estimación del costo mediante el enfoque de capital humano la llevamos a cabo, en caso que no, procedemos a estimar mediante el enfoque de “producción neta” siempre y cuando se tenga la información necesaria.

Cabe mencionar que el “enfoque de producción neta” es muy parecido al “enfoque de capital humano o producción bruta”, lo que diferencia es que el valor presente del consumo futuro de la víctima se resta de la cifra de la producción bruta. Los recursos de información serían prácticamente los mismos que para el enfoque de “producción neta o capital humano” que ya hemos mencionado, solo faltaría agregar que se requiere información sobre estadísticas/censos de ingresos, consumo, gastos, etc.

Si se tiene la información necesaria para realizar la estimación del costo mediante el enfoque producción neta lo llevamos a cabo, en caso que no se procede a estimar mediante el enfoque de “seguro de vida” siempre y cuando se tenga la información necesaria.

El enfoque “seguros de vida” mide la valoración del riesgo asociados al uso de las vialidades y/o carreteras y se determina por las primas que los conductores están dispuesto a pagar para asegurarse.

Los datos requeridos para aplicar este enfoque son:

- Encuestas/estadísticas a conductores sobre la cantidad que pagarían por un seguro de riesgo de accidente.

Si hay información referente a este enfoque se procede a realizar la estimación, para este enfoque no hay una fórmula matemática como tal en la bibliografía, únicamente se maneja como una cantidad o sumatoria del dinero que los conductores estarían dispuesto a pagar para asegurarse. Si no hay información se procede a estimar mediante el enfoque “cantidad económica concedida por tribunales”.

Este último enfoque hace referencia a las cantidades concedidas por los tribunales de justicia a las víctimas y/o dependientes, son tratadas como indicativo del costo que la sociedad asocia con una fatalidad o el valor que esto hubiera tenido en su prevención.

Los datos requeridos para aplicar este enfoque son:

- Estadísticas de accidentes asociadas a procesos judiciales donde está en juego una indemnización para los dependientes y/o víctimas.
- Montos económicos concedidos por los jueces a los dependientes y/o víctimas de los accidentes de tránsito.

Si hay información referente a este enfoque se procede a realizar la estimación, para este enfoque no hay una fórmula matemática como tal en la bibliografía, únicamente se maneja como una cantidad o sumatoria de dinero que los jueces han concedido a los dependientes o víctimas del accidente. Para el caso de que no haya la información disponible para efectuar la estimación de costo procedemos a estimar mediante el enfoque “valoración del sector público”

Este enfoque trata de determinar el costo y/o valor presente en la prevención de accidentes o en la inversión en programas que afectan a la seguridad vial.

Los datos requeridos para aplicar este enfoque son:

- Estadísticas de accidentes antes y después de la implementación de los programas.
- Programas de mitigación o remediación que afectan la seguridad vial.

- Monto invertido (público y/o privado) de los diferentes programas.
- Reducción de los accidentes de tráfico a causa de los programas.

Como una estimación se maneja la sumatoria del capital invertido en los programas que afectan la seguridad vial. Si hay información referente a este enfoque procedemos a realizar la estimación, en caso de que no tengamos información disponible procedemos a realizar la estimación mediante el enfoque “Willingness-to-pay” o “disposición a pagar”.

El enfoque consiste en estimar la cantidad de dinero que la gente afectada pagaría por evitar un accidente. Cada persona podría estar involucrada en un accidente fatal y podría ver reducida la probabilidad de accidente si una mejora en la seguridad vial se introduce. Así, el valor de la prevención de una muerte en un accidente se define como la cantidad total que los individuos afectados en la sociedad están dispuestos a pagar por una reducción del riesgo.

El enfoque de disposición a pagar (WTP) ha sustituido al método del capital humano como método de cuantificación de costo de los accidentes en muchos países desarrollados. Sin embargo, este método puede resultar muy difícil de utilizar en los países en desarrollo como México, debido a que se basa en la realización de cuestionarios complejos que se relacionan con el riesgo percibido (hipotético) y el pago por parte de la gente para evitar un determinado nivel de riesgo. Como el método de disposición a pagar se basa en el método del capital humano, el método del capital humano se podría considerar como el punto de partida natural para los países en desarrollo.

Los datos requeridos para aplicar este enfoque son:

- Encuestas de disposición a pagar.

Si se tiene la información necesaria se hace la estimación, en el caso de que no se tenga, la estimación del costo asociado a un accidentes de tránsito no podría ser calculado.

#### **Valores de salida.**

- Costo por accidente de tránsito.

### 4.1.2 Valoración de la contaminación de aire (diagrama de flujo)

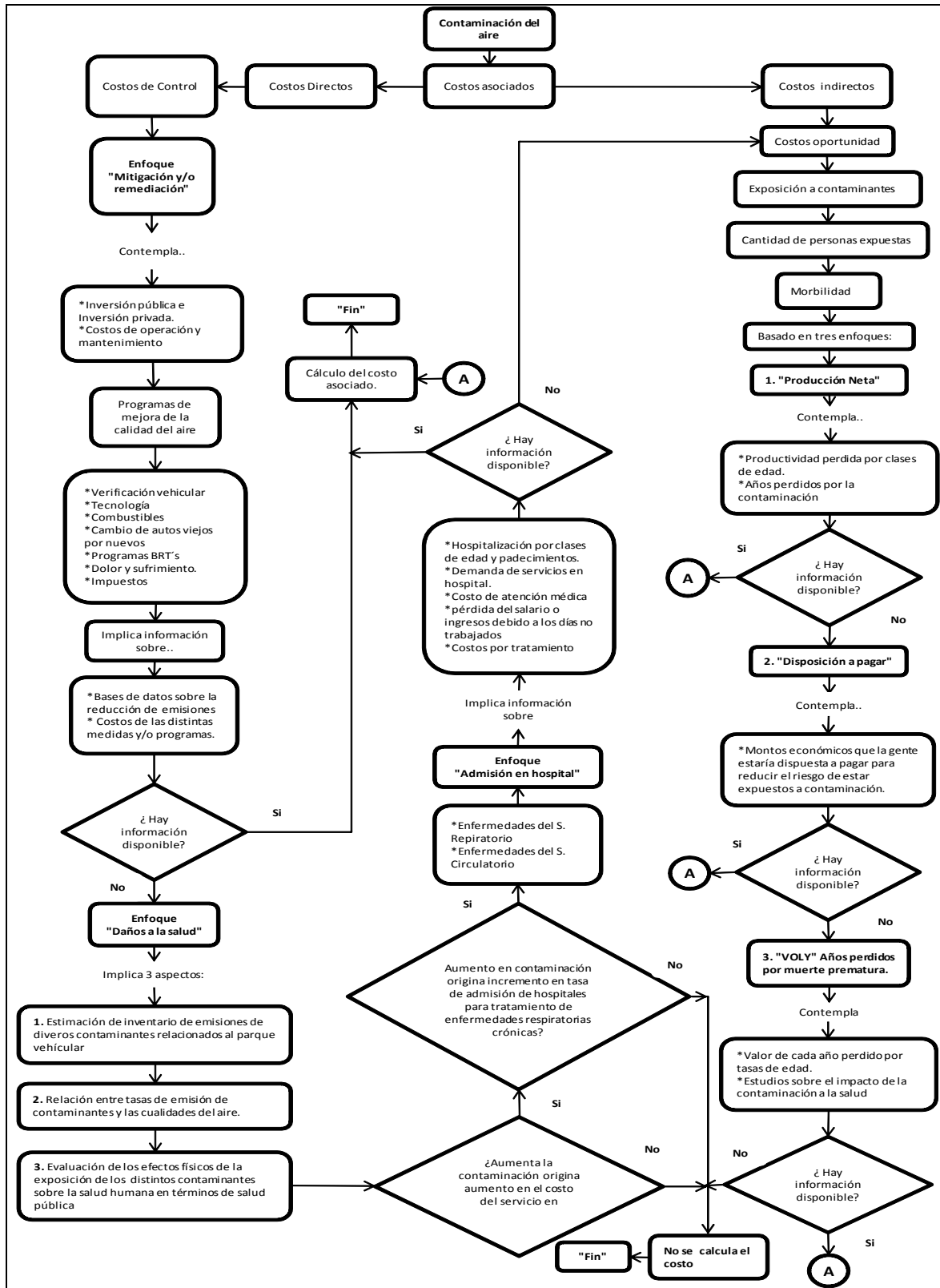


Ilustración 4: Elaboración Propia. Enfoques de Valoración monetaria de Contaminación del Aire.

## ¿Por qué valorar monetariamente a las emisiones contaminantes?

La cuantificación del valor monetario de las emisiones contaminantes se ha vuelto cada vez más importante debido a la necesidad de determinar los costos sociales de las distintas tecnologías que producen las emisiones contaminantes y para estimar los beneficios monetarios de las tecnologías de control de emisiones. Los valores de emisión deben ser elegidos para evaluar los costos sociales y los beneficios de los proyectos que entorno a las emisiones contaminantes. Sin embargo, se carece de estimaciones de emisiones en muchas regiones, incluso en regiones donde se han hecho estimaciones, estas están sujetas a mucha incertidumbre. En esta tesis se presentan métodos para estimar los valores de emisión.

Los costos de contaminación del aire se deben a las emisiones a la atmósfera de contaminantes tales como partículas materiales (PM), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxidos de azufre (SO<sub>2</sub>), y compuestos orgánicos volátiles (COV). Estas emisiones implican costos sobre la salud (daños) y costos remediación principalmente. Los costos sobre la salud, causados principalmente por las emisiones de PM de los tubos de escape o por la transformación de otros contaminantes son, de largo, los principales responsables de estos costos. El estado de la investigación sobre ellos es mucho más avanzado que el de los costos.

### Valores de entrada

Cada paso necesita ser provisto con sus datos de entrada:

- *Flujos de transporte.* Se necesita siempre desagregar por tecnología de vehículos. Los requisitos son menos exigentes para el análisis específico de un solo vehículo en un determinado recorrido.
- *Emisiones.* Se necesita conocer los factores de emisión para cada tipo diferente de tecnología de vehículo. Para modelar la transformación química de los contaminantes en la atmósfera, son necesarias bases de datos de todas las fuentes de emisión para las diferentes escalas espaciales.
- *Valoración monetaria.* Se necesita la disponibilidad de datos sobre los costos por daños y los costos de mitigación y/o control.
- *Aumento de la mortalidad y la morbilidad.* Se requiere información sobre el valor de la vida y la salud.

Los enfoques para realizar la estimación de los costos por emisión de contaminantes se dividen en dos ramas principalmente: costos directos, que se refieren principalmente al control, y la otra rama referente a costos indirectos referidos a la morbilidad y/o costos oportunidad.

Un enfoque relacionado al control de emisiones corresponde al “*Enfoque de mitigación y/o remediación*” donde se trata de determinar el costo y/o valor presente en la remediación de la contaminación del aire o en la inversión en programas para controlar dichas emisiones contaminantes.

Los datos requeridos para aplicar este enfoque son:

- Estadísticas sobre emisiones antes y después de la implementación de los programas.
- Inventario de emisiones.

- Programas de mitigación o remediación que afectan a la calidad del aire.
- Monto invertido (público y/o privado) en los diferentes programas.
- Mejoras llevadas por el gobierno e iniciativa privada y sus resultados.
- Precio de bonos de carbono

Como una estimación, se maneja la sumatoria del capital invertido (público y privado) en los programas que afectan a la calidad del aire. Si hay información referente a este enfoque procedemos a realizar la estimación, en caso de que no tengamos información disponible procedemos a realizar la estimación mediante el enfoque “*Daños a la salud*”. Este último enfoque se orienta a identificar y cuantificar los daños en la calidad de vida de las personas debido a las emisiones, es decir, qué contaminantes se emiten al aire por la actividad transporte, su peligrosidad e impacto a la salud humana y lo que cuesta al sistema salud y los pacientes el tratamiento de los padecimientos ocasionados por la contaminación.

La información que se requiere para hacer una estimación mediante este enfoque es la siguiente:

- Estadísticas/censos ambientales en torno a la calidad del aire (inventario de emisiones).
- Encuestas y estadísticas de hospitales sobre los padecimientos de los pacientes admitidos.
- Estudios sobre el riesgo de exposición a contaminantes y su repercusión a la salud.
- Recursos económicos asignados a hospitales y su asignación a los distintos padecimientos tratados.
- Costos por atención y tratamiento a enfermedades del sistema respiratorio y sistema circulatorio.
- Registros de hospitales (demanda de servicios)

Sí tenemos la información necesaria para realizar la estimación del costo mediante el enfoque “daños a la salud” lo llevamos a cabo, en caso de que no, se procede a estimar mediante el enfoque de “admisión hospitalaria”. Este enfoque lo que trata principalmente es de relacionar los niveles de contaminación con la demanda de los servicios de salud en hospitales, así como el costo de atender tal demanda. Cabe señalar que para hacer uso de este enfoque se requieren registros fidedignos en las unidades de salud y por ende se requiere información referente a:

- Hospitalización por clases de edad y padecimientos.
- Demanda de servicios en hospitales.
- Presupuesto destinado para atender enfermedades relacionadas a la contaminación.

- Costo de atención médica.
- Pérdida del salario debido a días no trabajados por hospitalización y tratamiento.
- Otros costos (transporte, alimentos, tiempo) para asistir al hospital.
- Inventario de emisiones.

Si tenemos la información necesaria para realizar la estimación del costo mediante el enfoque “*admisión hospitalaria*” se lleva a cabo, en caso que no, se procede a estimar mediante el enfoque de “*pérdida de producción*” siempre y cuando se tenga la información necesaria. Cabe señalar que el enfoque de pérdida de producción corresponde a costos indirectos o costos oportunidad, donde el objetivo es obtener una estimación del valor de los años de vida perdidos debido al impacto de los contaminantes en el organismo humano.

Para poder aplicar este enfoque requerimos información sobre:

- Estimaciones sobre el valor de la vida (Value of statistical life, VSL).
- Cotizaciones perdidas sobre ingresos.
- Productividad perdida por clases de edad.
- Estudios sobre la exposición a emisiones y su relación con años de vida perdidos (impacto).
- Estadísticas/censos nacionales (PIB).
- Pérdida de salario o ingresos debido a los días no trabajados
- Inventario de emisiones.

Si hay información disponible para este enfoque procedemos a realizar la estimación, en caso de que no tengamos información disponible procedemos a realizar la estimación mediante el enfoque “Willingness-to-pay o disposición a pagar”. El WTP (willingness to pay o “disposición a pagar”) es la cantidad que las personas están dispuestas a pagar para conseguir una mejora ambiental, El WTAC (willingness to accept compensation o “disposición a aceptar compensación”) es la mínima cantidad de dinero que se está dispuesto a pagar para renunciar a un bien. El método más común de calcular el WTP o el WTAC de la población es a través de encuestas.

Los datos requeridos para aplicar este enfoque son:

- Encuestas de WTP o WTAC.

Si se tiene información referente al enfoque WTP se procede a realizar la estimación del costo, en el caso que no se pasa al último enfoque “Años perdidos por muerte prematura (VOLY)”. La diferencia que hay del enfoque “años perdidos” con respecto al enfoque “producción neta” consiste que en el enfoque de “pérdida de producción” se contemplan varias aspectos como: cotizaciones perdidas, pérdidas económicas de quienes cuidan al paciente, valor de años



perdidos, etc. Y no solo la cuantificación del valor del año perdido como ocurre en el enfoque “VOLY”. Para aplicar este último enfoque requerimos información referente a:

- Valor del año perdido por tasas de edad.
- Inventario de emisiones y su impacto a la salud.
- Censos poblacionales (PIB, Ingresos-Egresos, etc.)

Si se cuenta con la información necesaria se hace la estimación, en caso contrario el costo asociado a contaminación del aire no podría calcularse.

**Valores de salida.**

- Costo unitario por tonelada de contaminante emitida a la atmósfera.
- Resultados en \$/Vehículo-Km.
- Costo de la externalidad en \$.

### 4.1.3 Valoración de la congestión (diagrama de flujo)

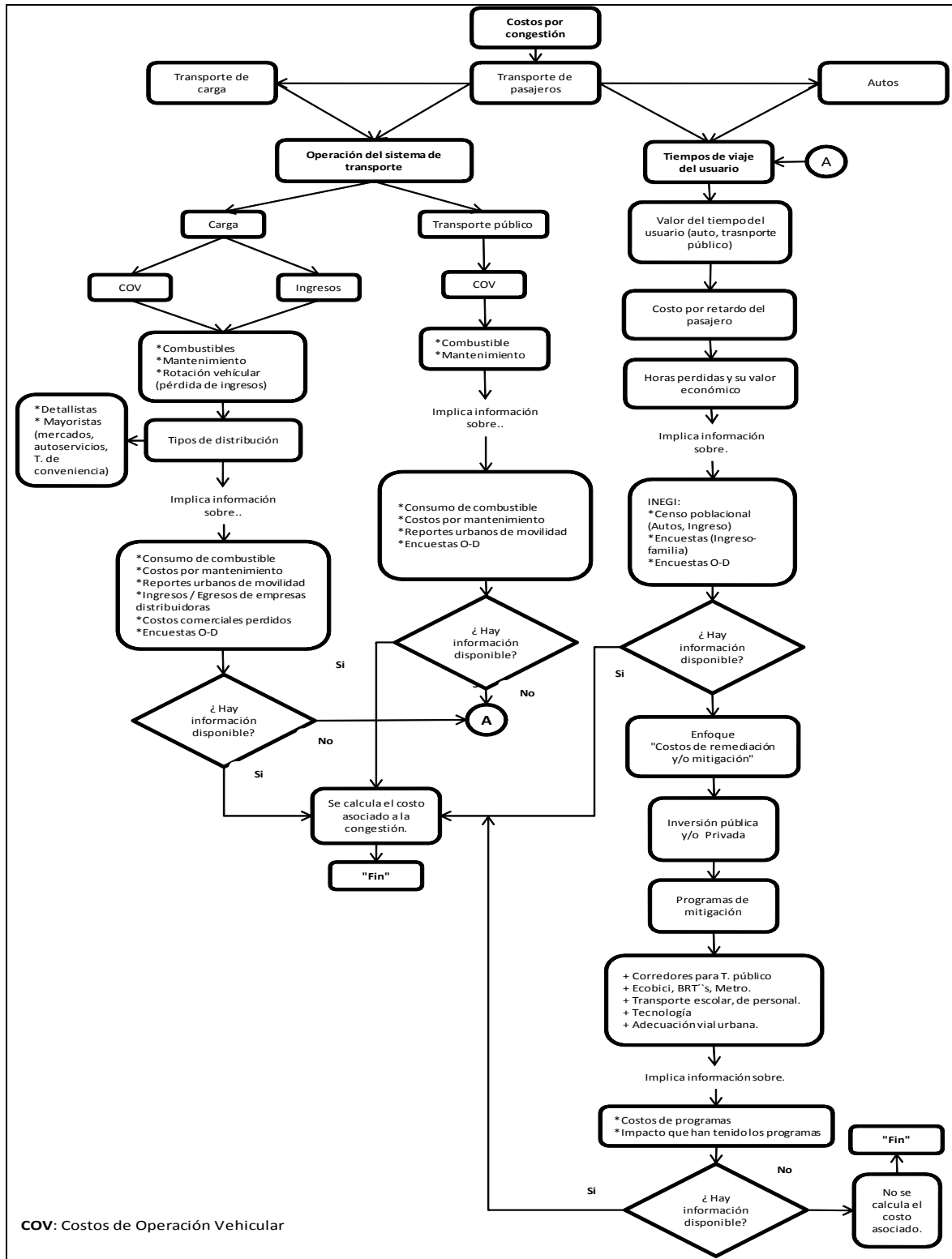


Ilustración 5: Elaboración Propia. Enfoques para Valorización monetaria de la Congestión

## ¿Por qué es importante medir la congestión?

- Investigaciones en los Estados Unidos (EE.UU.) y Europa han demostrado que la comprensión de la congestión (lo que significa, cómo se puede medir) es fundamental para que las autoridades puedan desarrollar soluciones a la congestión. Así, esta tesis trata de representar sólo el segundo paso, por lo que se sugiere una metodología para que instituciones de México puedan utilizarla para desarrollar sus propias estimaciones de la congestión. Esto podría, si los datos se recopilan de manera regular, ser útil en el seguimiento de las tendencias de la congestión. La comprensión de los costos de congestión, es decir, la manifestación de los efectos de congestión en los viajeros y la sociedad en general permite desarrollar posibles soluciones en el contexto de los objetivos urbanos, tales como la calidad de vida, mayor productividad, etc.
- El interés de medir la congestión y sus costos radica en que es importante tener una medida en las evaluaciones y planificaciones de transporte que hacen las autoridades.
- El desarrollo de indicadores de congestión podría mejorar significativamente la toma de decisiones y contribuir al desarrollo de un sistema de transporte más sostenible, particularmente en el sector urbano.

## Valores de entrada

La congestión se debe a la interacción mutua entre usuarios de una infraestructura que compiten por una capacidad limitada de transporte. Dependiendo del modo de transporte, tipo de usuario, características de la propia infraestructura, tiempo de viaje y alternativas, cuando hay un exceso de demanda pueden aparecer diversos efectos:

- El valor del tiempo de viaje (*VOT*), necesario para traducir en unidades monetarias las pérdidas de tiempo y/o la reducción de la fiabilidad y confort. El aumento del tiempo de viaje constituye el principal componente de la congestión.
- Los costos de acceso al uso de un vehículo y sus gastos de funcionamiento, incluidos la amortización, el personal de conducción y el aumento del desgaste cuando circulan sobre sistemas congestionados, resultan muy importantes en el caso del transporte comercial. Pero éstos normalmente se incluyen en los valores atribuidos al incremento del tiempo de viaje.
- Los gastos adicionales de combustible nacen del hecho de que el consumo de combustible, cuando los vehículos arrancan y paran.
- Los costos de mitigación o remediación de la congestión vehicular.

Para obtener una estimación del costo asociado a la congestión se tienen tres enfoques principalmente: “transporte de carga o distribución de mercancías”, “transporte de pasajeros” y “autos particulares”

Los enfoques reúnen las siguientes variables: tiempo de viaje y su costo, costos de operación vehicular, rotación de unidades de carga, pérdidas sobre la utilidad en ventas y el costo de las medidas de remediación de dicha externalidad.

Para el caso del “transporte de carga” se hace la estimación del costo con base en los costos de operación vehicular, rotación de las unidades de carga, reducción de utilidades sobre ventas. Se requiere información del tipo:

- Consumo de combustible por tipo de camión y tecnología.
- Reportes y registros sobre costo de mantenimiento para diferentes unidades.
- Reportes sobre rotación vehicular del transporte destinado a distribución de mercancías.
- Reportes urbanos de movilidad.
- Encuestas O.-D.
- Reportes sobre ingresos-egresos, utilidades y ventas de empresas distribuidoras y de empresas de transporte.

Si hay información disponible se procede a realizar la estimación del costo por congestión para el transporte de carga o distribución de mercancías, en el caso que no haya información se procede a realizar la estimación del costo por congestión para el “transporte de pasajeros” mediante la valoración del tiempo de los pasajeros, costo de mantenimiento y operación, y rotación de las unidades del transporte urbano de pasajeros. Para este último enfoque requerimos datos sobre:

- Valor del tiempo del usuario.
- Encuestas O-D.
- Reportes urbanos de movilidad.
- Ingresos-egresos de empresas dedicadas al transporte urbano de pasajeros.
- Costos de operación y mantenimiento.
- Rotación de unidades del transporte de pasajeros.

Si hay información disponible se procede a realizar la estimación, en caso contrario se emplea el enfoque “Autos particulares”, donde el objetivo es conocer el valor del tiempo del viajero, el tiempo que pierde por retrasos y en su caso el costo por consumir más combustible. Se requiere información sobre:

- Valor del tiempo del viajero.
- Encuestas Origen – Destino.
- Encuestas ingreso-familia.
- Reporte urbanos de movilidad.
- Censos poblacionales (autos-ingreso).

En el caso de que no haya disponibilidad de información para hacer el cálculo, se procede a realizarlo mediante el enfoque de costos de remediación o control de los distintos programas, tanto públicos como privados. Para este último enfoque se requerirá información sobre:

- Inversiones públicas y privadas para mitigar la congestión.
- Costo de programas: Ecobici, BRT's, corredores de transporte público, líneas del metro, tecnología, adecuación urbana, transporte escolar y de personal, etc.
- Reporte urbanos de movilidad.
- Informes sobre el impacto que han tenido los programas, antes y después de su puesta en marcha.

Si hay información se hace la estimación asociada al costo por congestión, en caso contrario, no se podrá tener un valor asociado a tal externalidad.

#### **Valores de salida**

- Costo expresado en pesos/dólares de la externalidad.

## **4.2 Segunda Parte. Análisis estructural del sistema de transporte urbano de pasajeros**

### **4.2.1 Transporte urbano de pasajeros**

Se analizará el sistema de transporte urbano de pasajeros, el cual permite el desplazamiento de personas de un punto a otro en el área de una ciudad. Los principales sistemas de transporte público urbano son: autobús, trolebús, metrobús (BRT), tranvías, tren ligero, metro, taxis y bicicletas públicas.

### **4.2.2 Registro de variables**

#### **Variables internas**

1. Oferta de autobuses (plazas/Km)
2. Oferta de metro (plazas/Km)
3. Oferta de metrobús (plazas/Km)
4. Oferta de transporte público no motorizado
5. Demanda del transporte público motorizado
6. Demanda del transporte no motorizado
7. Índice de tiempo de desplazamiento
8. Índice de distancia de desplazamiento.
9. Costo de operación vehicular
10. Índice promedio de antigüedad de la flota de transporte público.

#### **Variables externas**

*Económicas.*

11. Ingreso familiar (costo de transporte como % del ingreso familiar por estrato de ingreso).
12. Oportunidades de empleo.

13. Localización de las actividades urbanas. (trabajo, escuela, esparcimiento, compras, etc.).

14. Subsidios al transporte público

*Demográficas.*

15. Población por estrato de ingresos.

16. Tamaño de la familia

17. Magnitud y características de la expansión urbana.

18. Distribución de la población.

*Técnicas.*

19. Eficiencia del transporte público (índice de pasajeros/Km).

*Institucionales.*

20. Políticas encaminadas al aumento de la oferta de transporte público.

21. Políticas encaminadas a mejorar el transporte público.

**Algunas consideraciones sobre las variables externas seleccionadas:**

- El tamaño de la población junto con el ingreso familiar, determinan la escala y las áreas de influencia y se genera un efecto directo sobre el transporte urbano de pasajeros.
- La ubicación de las actividades urbanas de igual forma tiene un impacto sobre el transporte público y privado debido a que dicha ubicación afecta las distancias de desplazamientos y los tiempos de viaje. Una ciudad que puede satisfacer la demanda de transporte público, sin lugar a dudas será atractiva para inversionistas y qué repercutirá en la creación de empleos.
- En general el sitio de residencia y el de trabajo no coinciden espacialmente, hace que la causa más común de desplazamiento se el traslado al trabajo y vivienda.
- Se tienen niveles socioeconómicos para “etiquetar” a la gente en base a sus ingresos. Se tienen diferentes niveles socioeconómicos, cada uno de los cuales con diferentes ingresos y hábitos de consumo. El transporte es directamente afectado por esta situación, es decir, la demanda de transporte público aumenta a medida que el nivel socioeconómico disminuye.
- Las ciudades en países en desarrollo tienden a atraer a la población de diferentes provincias del interior, debido a que hay mayores fuentes de empleo, lo que muchas veces origina un crecimiento desmedido y sin planeación. El tamaño de familia tiende a ser mayor en los asentamientos urbanos no planeados, lo que origina una demanda creciente de transporte público en dichos asentamientos.
- La eficiencia del transporte público es un requisito para garantizar la movilidad a mediano y largo plazo, así como la salud y bienestar de los habitantes.
- La implementación de políticas para dar orden y estructura al sistema de transporte público, particularmente con la oferta, tienen un impacto a los usuarios de transporte y

aquellos con la capacidad de compra que comprando un auto de forma individual intentan resolver el problema. La introducción de microbuses y combis por autobuses de mayor capacidad y/o viceversa tienen un impacto directo en la movilidad, seguridad e impacto ambiental.

- Políticas que fomentan el uso del transporte público tienen como objetivo enfrentar la proliferación del automóvil particular y sus emisiones contaminantes, hay varios programas como el “Hoy no Circula”, “Estacionamientos”, integración de modos del transporte, etc. Se ha visto que este tipo de restricciones funcionan cuando se tiene un transporte público eficiente.
- Acciones que enfrentan el mal estado de las unidades y la baja capacidad y velocidad de las mismas, tienen un impacto directo en la eficiencia del transporte público de pasajeros. Hay varias propuestas para mejorar dicha eficiencia, tales como: aumentar precios de gasolina, cambio de unidades, cambio de vagones del metro, etc.

### 4.2.3 Determinación de relaciones en la matriz de análisis estructural

En el presente caso se diseña una matriz cuadrada (21X21), que expresa a nivel de cada fila la influencia que una variable ejerce sobre cada una de las demás y a nivel de columnas por cuáles variables cada una de ellas es influida. Se señala que se trata de una asignación de relaciones cualitativa, ya que sólo permite saber a nivel de cada elemento de la matriz si existe o no una relación.

<sup>4</sup>A nivel de cada fila, y considerando el elemento  $a_{ij}$ , hay dos alternativas: si “*i*” **influye** sobre “*j*” aparece **1** (uno) en el elemento correspondiente; si “*i*” **no influye** sobre “*j*” aparece **0** (cero). Se muestra la influencia entre las 21 variables en la ilustración 6.

Se presenta la matriz que se ha desarrollado para este caso:

#### Matriz de influencias directas (MID)

		Variables Internas / Externas																					
		Núm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Variables Internas / Externas	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
	2	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
	4	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
	5	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
	6	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1
	7	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	8	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
	10	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
	11	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0
	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1
	15	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0
	16	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
	18	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0
	19	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
	20	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0
	21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0

Ilustración 6 Matriz de Influencias Directas

<sup>4</sup> Por facilidad se decidió tomar valores 1 y 0. La escala mostrada puede ser ampliada a 1, 2, 3, etc., si queremos disminuir el sesgo en la interrelación. La asignación de valores puede cambiar de acuerdo a la experiencia y conocimiento de quien (es) aplica (n) la metodología.

#### 4.2.4 Investigación de variables clave por el método de matrices de impactos cruzados

##### Clasificación directa de variables

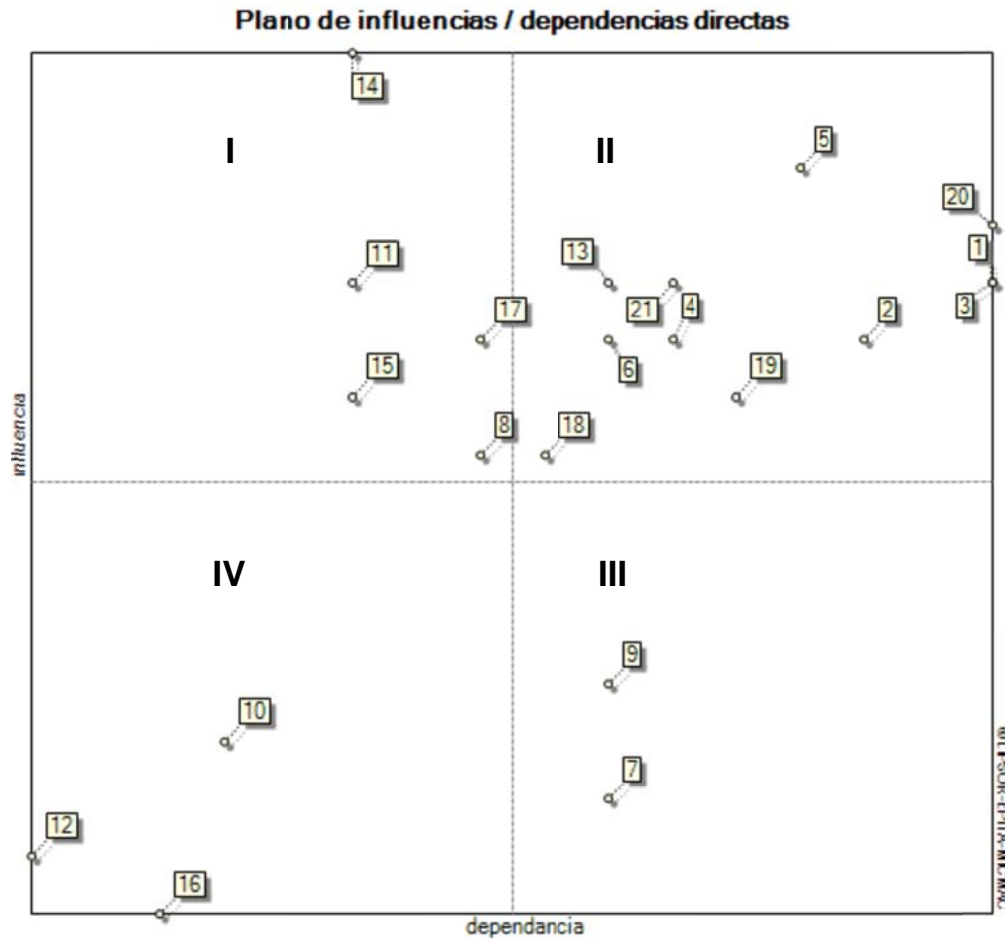


Ilustración 7 Clasificación Directa de Variables LIPSOR-EPITA-MICMAC

La ilustración 7 indica la relación directa entre variables, es decir la influencia y dependencia de cada variable obtenida en la matriz de influencias directas (ilustración 6). Cada elemento  $a_{ij}$  en la matriz indica lo siguiente:

- Con un grado de (0 a 1) en el cuadro que se encuentra en la intersección de la fila número “i” y la columna número “j”, si la variable “i” tiene influencia directa sobre la variable “j”.
- Si no el cuadro queda vacío “0”. Por lo tanto los cuadros diagonales deben, por convención, permanecer vacíos.
- La matriz se completa línea por línea. Por ejemplo, para la variable número “i” (fila número “i”), deberá evaluarse sistemáticamente si actúa directamente sobre cada una de las otras variables.

A nivel fila de la matriz se obtiene la influencia y a nivel columna se obtiene la dependencia. Tanto la sumatoria a nivel fila y columna se encuentra representado en la ilustración 7. Por ejemplo la variable 20 a nivel fila (influencia) suma 14 y a nivel columna (dependencia) suma 18 ubicándose en el gráfico en la esquina superior derecha (Variable relevante).



### Clasificación de variables de acuerdo a sus relaciones indirectas

Para la obtención de las relaciones indirectas (ilustración 8) se emplea el software MICMAC. Para aclarar esto, la matriz comprende solo ceros y unos. <sup>5</sup>El término  $a_{ij}$  permite identificar la existencia de una flecha de influencia (línea de longitud 1) desde la variable  $i$  a la variable  $j$ , por lo que puede demostrarse que el elemento situado en la intersección de la fila número  $i$  y la columna número  $j$  en la matriz elevado a la  $n$ -ésima potencia, es igual al número de líneas de longitud  $n$  que unen estas dos variables. Se empleó dicho software elevando la matriz a potencias sucesivas (1, 2, 3 y 4). Se elevó la matriz hasta 4 que fue donde se estabilizó y se obtuvieron las relaciones indirectas. Al final del proceso se obtiene una nueva matriz y queda representada gráficamente en la ilustración 8

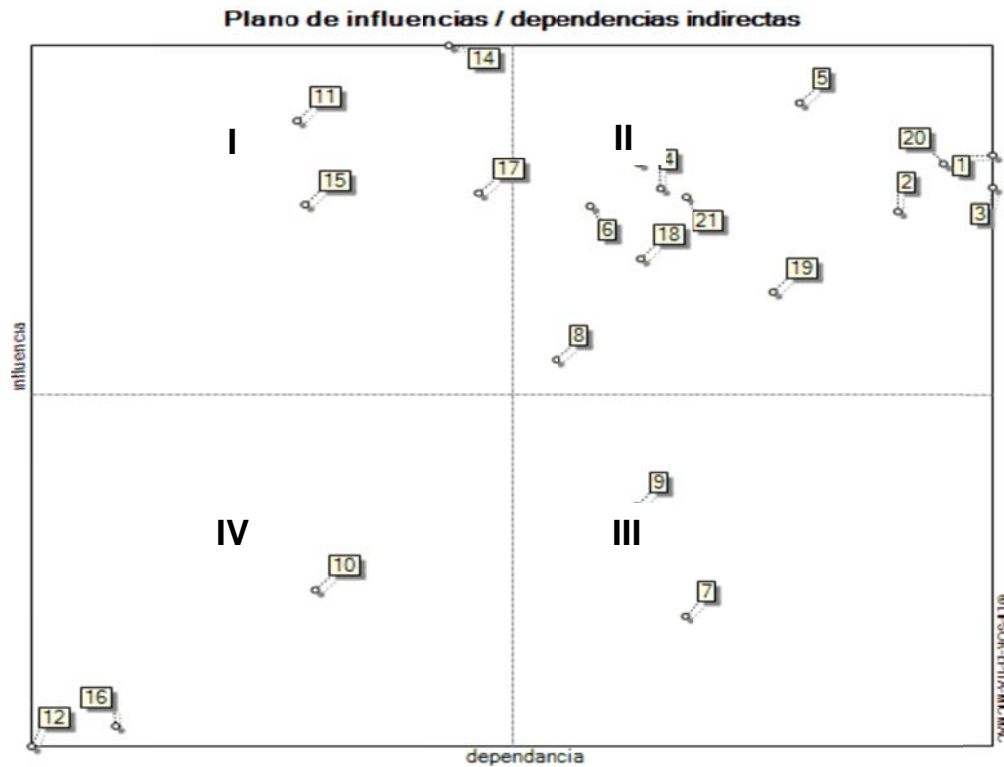


Ilustración 8 Matriz de Influencias Indirectas LIPSOR-EPITA-MICMAC

### Plano de desplazamientos

De la ilustración de relaciones directas y de la ilustración de relaciones indirectas se obtiene el plano de desplazamientos (ilustración 9), es decir, cómo se movieron las variables una vez elevada la matriz a la potencia  $n$ .

El movimiento más notorio ocurre con la variable 8 que cambia de cuadrante, del cuadrante II al cuadrante I siendo ahora una variable más influyente y menos dependiente.

<sup>5</sup> GODET Michel. Análisis Estructural con el Método MICMAC y Estrategia de los Actores con el Método MACTOR, LIPSOR, Francia, 1999.

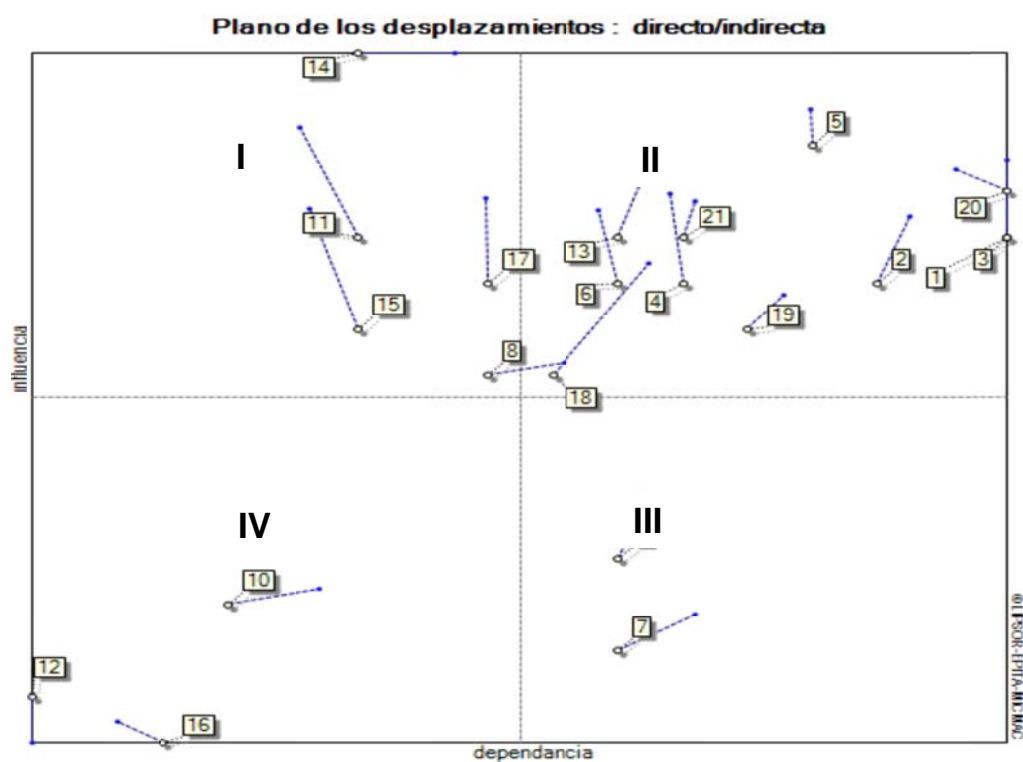


Ilustración 9 Plano de desplazamiento de Variables LIPSOR-EPITA-MICMAC

#### 4.2.5 Clasificación de las variables

**CUADRANTE I.** El cuadrante incorpora las variables muy motrices y poco dependientes, variables de influencia.

- 11. Ingreso familiar.
- 14. Subsidios al transporte público
- 15. Población por estratos de ingreso.
- 17. Magnitud y expansión urbana.

**CUADRANTE II.** El cuadrante incorpora variables muy motrices y muy dependientes, variables relevantes dependientes de rango 1.

- 1. Oferta de autobuses (Plazas/Km).
- 2. Oferta de metro (Plazas/Km).
- 3. Oferta de metrobús (BRT'S) (Plazas/Km).
- 4. Oferta de transporte público no motorizado.
- 5. Demanda del transporte público motorizado.
- 6. Demanda del transporte público no motorizado.
- 8. Índice de distancia de desplazamiento.

13. Localización de las actividades urbanas (trabajo, escuela, esparcimiento, compras).

18. Distribución de la población.

19. Eficiencia del transporte público (índice de pasajeros/Km).

20. Políticas encaminadas al aumento de la oferta de transporte público (variable institucional).

21. Políticas encaminadas a mejorar el transporte público (variable institucional).

**CUADRANTE III. El cuadrante incorpora variables muy dependientes y poco motrices, variables dependientes de rango 2.**

7. Índice de tiempo de desplazamiento.

9. Costo de operación vehicular.

**CUADRANTE IV. El cuadrante incorpora variables poco motrices y poco dependientes, variables inconexas.**

10. Índice promedio de antigüedad de la flota de transporte público.

12. Oportunidades de empleo.

16. Tamaño de familia.

El cuadrante más importante para la reflexión prospectiva es el I y II, este último influyente en las demás variables del sistema.

#### **4.2.6 Identificación de variables clave**

Variables clave o discriminantes del sistema. Son todas muy influyentes y un tanto dependientes. La mayor parte del sistema depende entonces de estas variables, ubicadas en el cuadro superior izquierdo del gráfico de percepción. Las variables influyentes son los elementos más cruciales ya que pueden actuar sobre el sistema.

Variables dependientes de rango 1. Son al mismo tiempo muy influyentes y muy dependientes. Estas variables ubicadas en el cuadro superior derecho del gráfico son, por naturaleza, factores de inestabilidad puesto que cualquier acción sobre ellas tiene consecuencias sobre las otras variables.

**CUADRANTE I. El cuadrante incorpora las variables muy motrices y poco dependientes, variables de influencia.**

11. Ingreso familiar.

14. Subsidios al transporte público.

15. Población por estratos de ingreso.

17. Magnitud y expansión urbana.

**CUADRANTE II. El cuadrante incorpora variables muy motrices y muy dependientes, variables relevantes dependientes de rango 1.**

1. Oferta de autobuses (plazas/Km).
2. Oferta de metro (plazas/Km).
3. Oferta de metrobús (BRT'S) (plazas/Km).
4. Oferta de transporte público no motorizado.
5. Demanda del transporte público motorizado.
6. Demanda del transporte público no motorizado.
8. Índice de distancia de desplazamiento.
13. Localización de las actividades urbanas (trabajo, escuela, esparcimiento, compras, etc.)
18. Distribución de la población.
19. Eficiencia del transporte público (índice de pasajeros/Km).
20. Políticas encaminadas al aumento de la oferta de transporte público (variable institucional).
21. Políticas encaminadas a mejorar el transporte público (variable institucional).

Se establece una relación entre las variables clave o discriminantes del sistema (cuadrante I) con las variables determinantes del sistema de rango 1 (cuadrante II), ya que éstas últimas dependen de las primeras y las primeras son elementos cruciales ya que pueden actuar sobre el sistema dependiendo de cuanto podamos controlarlas.

La relación entre las variables principales del cuadrante I con las variables del cuadrante II, se indica a continuación:

- Las variables 18 “distribución de la población”, 8 “índice de distancia de desplazamiento” y 13 “localización de actividades urbanas” dependen de la variable 17 “magnitud y expansión urbana”.
- La variable 5 “demanda del transporte público motorizado” y la variable 6 “demanda de transporte no motorizado” depende de la variable 11 “ingreso familiar” y de la variable 15 “población por estratos de ingresos”.
- Las variables 20 y 21, “políticas de oferta del transporte público” y “políticas de mejora del transporte público” respectivamente, dependen de la variable 14 “subsidios al transporte público”

Relación de dependencia entre variables			
ID	Variables cuadrante I (Estratégicas)	ID	Variables cuadrante II
17	1 Magnitud y expansión urbana	18 8 13	Distribución de la población Índice de distancia de desplazamiento Uso de Suelo/Localización de actividades
11 15	2 Ingreso familiar Población por estrato de ingresos	5 6	Demanda del transporte público motorizado Demanda del transporte público no
14	3 Subsidios al transporte público	20 21	Políticas de oferta del transporte público Políticas de mejora del transporte público

**Ilustración 10: Dependencia que tienen las variables del Cuadrante II con respecto al Cuadrante I**

Una vez que se ha obtenido la relación de dependencia entre cuadrante I y cuadrante II procedemos a analizar la relación entre las variables del cuadrante II y la obtención de las variables clave que emplearemos para ligarlas con las políticas de transporte.

Relación entre variables del cuadrante II y determinación de variables clave			
ID	Variables	ID	Variables Clave
18 8 13	Distribución de la población Índice de distancia de desplazamiento Uso de Suelo/Localización de actividades	18 8 13	Distribución de la población Índice de distancia de desplazamiento Localización de actividades
5 6	Demanda del transporte público no motorizado	5 6	Demanda del transporte público motorizado Demanda del transporte público no motorizado
20	Políticas de oferta del transporte público	1 2 3 4	Oferta de Autobuses (Plazas/Km) Oferta de Metro (Plazas/Km) Oferta de BRT's (Plazas/Km) Oferta de transporte público no motorizado
21	Políticas de mejora del transporte público	19	Eficiencia del transporte público motorizado

**Ilustración 11: Relación entre variables del Cuadrante II y determinación de variables clave**

<sup>1</sup>En las últimas décadas se han experimentado procesos de cambio acelerado ligados al incremento de la densidad poblacional y a las variaciones del uso de suelo por lo que también se han incrementado los problemas de congestión, conectividad entre modos de transporte, asentamientos poblacionales, etc. Para el caso de las variables identificadas con respecto a la planificación del uso de suelo se descarta la variable “magnitud y expansión urbana”, debido a que al hablar de las variables “distribución de la población”, “índice de distancia de desplazamiento” y “uso de suelo” hacemos referencia a dicha variable directamente, y a efecto de análisis conviene trabajar con las últimas tres variables mencionadas.

<sup>2</sup>En cuanto al Ingreso familiar y población por estrato de ingresos pues está referido directamente con las unidades monetarias que dispone una persona durante un periodo y pues la elección del modo de transporte (demanda) se encuentra influenciada por dicho ingreso. Es importante señalar que el nivel de ingresos también incide en la densidad de habitantes por unidad habitacional, por lo que a menor ingreso mayor densidad repercutiendo de igual forma en la elección del modo de transporte, en el caso de los estratos de población de ingresos altos se ve que hay una marcada posesión de vehículos particulares. A medida que se incrementa el ingreso familiar, en promedio las familias

buscan mejorar las condiciones de su transporte particular, lo que puede comprobarse de acuerdo con la composición del parque automotor perteneciente a las familias del sector de ingresos altos de una ciudad. Debido a lo anterior se decidió descartar trabajar con las variables de “ingreso familiar” “población por estratos de ingreso”, por lo que se trabajará con las variables de demanda que ya están influenciadas por el ingreso monetario de los individuos, con la finalidad de evitar redundancias en el análisis de variables-políticas.

<sup>3</sup>Hay dos tipos de subsidios al transporte público, el subsidio a la demanda y el subsidio a la oferta, siendo este último el más común donde el gobierno interviene con recursos (compra de buses, trenes del metro, completando el ingreso de las empresas operadoras, etc.). Es por ello que en nuestra relación de variables se trabaja con las variables de oferta y eficiencia (oferta de autobuses, metro y BRT’s) y se descarta trabajar separadamente con las variable “subsidios al transporte público” y “políticas de oferta y mejora del transporte público” que hacen referencia a lo mismo (aumento de la oferta del transporte público de pasajeros) con la finalidad de evitar redundancias.

Una vez que han sido identificadas las variables estratégicas y las variables clave del sistema del sistema procedemos a relacionarlas con las políticas, y finalmente con los impactos que tienen las políticas a las externalidades (accidentes de tránsito, contaminación del aire y congestión).

#### 4.2.7 Matriz de relación: estrategias – variables clave del sistema

Objetivo del Transporte Sustentable.	Estrategias de Transporte Sustentable	Variables Clave del Transporte Público Urbano de Pasajeros (Determinadas mediante MICMAC)	
Mejorar la calidad de vida a través de una amplia gama de mejoras en el sistema de transporte para que sea: seguro, accesible, verde, eficiente y atractivo. Sin embargo a largo plazo se requiere una planificación y comprensión detallada del contexto socio-económico, demográfico y ambiental de la ciudad.	Planeación del Sistema de Transporte Público de Pasajeros	Políticas de Transporte Público de Pasajeros Motorizado	Oferta de autobuses (Plazas/Km) <b>Variable Clave 1</b>
			Oferta de Metro (Plazas/Km) <b>Variable Clave 2</b>
			Oferta de BRT'S (Plazas/Km) <b>Variable Clave 3</b>
			Oferta de Transporte Público No Motorizado <b>Variable Clave 4</b>
			Eficiencia del Transporte Público <b>Variable Clave 19</b>
	Gestión de demanda del Sistema de Transporte Público de Pasajeros	Demanda	Demanda del Transporte Público Motorizado <b>Variable Clave 5</b>
	Planificación de Uso del Suelo		Demanda del Transporte Público No Motorizado <b>Variable Clave 6</b>
		Uso del Suelo Urbano	Distribución de la población <b>Variable Clave 18</b>
			Distancia de recorrido <b>Variable Clave 8</b>
Localización de Actividades <b>Variable Clave 13</b>			

Ilustración 12: Elaboración Propia, Matriz de Relación entre Estrategias y Variables Clave del Sistema.

## Políticas de transporte

En las siguientes dos ilustraciones se presentaran políticas de transporte urbano de pasajeros, 17 para ser exactos. Cabe señalar que su identificación y elección fue parte de una extensa revisión bibliográfica y de opinión del Dr. Laurent Yves George Dartois Girard.

Las políticas fueron seleccionadas empleando como criterio: las políticas de TUP mayormente aplicadas en países en vías de desarrollo, como México.

### 4.2.8 Matriz de relación: variables clave del sistema de transporte – políticas de transporte urbano de pasajeros

Variables Clave del Transporte Público Urbano de Pasajeros (Determinadas mediante MICMAC)		Políticas de Transporte Sustentable	Definición de la política
Políticas de Transporte Público de Pasajeros Motorizado	Oferta de autobuses (Plazas/Km) <b>Variable Clave 1</b>	Cambio de unidades de transporte a unidades de mayor capacidad	1. Cambiar unidades de baja capacidad por unidades de mayor capacidad, unidades que operen dentro de su vida útil y que sean unidades eficientes (Relación Kms/Combustible)
		Adecuación de vialidades y/o corredores para Transporte Público de Pasajeros.	2. Dar prioridad al espacio para circulación de unidades de transporte urbano de pasajeros. Siempre que sea posible utilizar materiales durables, reciclados o reciclables en las vialidades y demás obras.
	Oferta de Metro (Plazas/Km) <b>Variable Clave 2</b>	Ampliar la red de transporte colectivo masivo	3. Este sistema altamente eficiente, debe ser desarrollado para convertirse en el mayor modo de transporte, ya que es seguro, rápido y con ahorro de tiempo.
		Integración de la red de Transporte Público de pasajeros	4. Integrar físicamente y operacionalmente las líneas de BRT, líneas del metro, centros de transferencia modal y sus sistemas alimentadores.
	Oferta de BRT'S (Plazas/Km) <b>Variable Clave 3</b>	Desarrollar BRT's	5. El BRT ha sido diseñado para proporcionar transporte rápido, seguro y cómodo comparable al sistema de transporte ferroviario. La construcción es rápida, y requiere menos espacio con alteración menor de tránsito.
Oferta de Transporte Público No Motorizado <b>Variable Clave 4</b>	Facilitar conectividad del Transporte No Motorizado	6. Infraestructura de acceso en las estaciones del metro, estacionamientos seguros para bicicletas, paraderos de autobus y lugares de interés público para transitar en bicicleta y caminar.	
Políticas de Transporte Público de Pasajeros No Motorizado	Eficiencia del Transporte Público <b>Variable Clave 19</b>	Eficiencia energética de las unidades de transporte público de pasajeros	7. Combustibles más limpios y estilos de conducción responsables.
Demanda	Demanda del Transporte Público Motorizado <b>Variable Clave 5</b>	Equidad social	8. Prioridad total a potenciar la equidad social entre las personas y no atender sólo a grupos específicos. La inversión pública debe estar dirigida al transporte público masivo y por ende beneficiar al grueso de la población.
		Restricción al auto privado	9. Implantación de medidas que impulsen cambios de modo de transporte, de menor a mayor capacidad.
		Cobro de estacionamiento	10. El costo por tiempo de estacionamiento y la restricción de dichos lugares eleva el costo de viaje, fomentando una demanda a los modos de transporte público. Los ingresos debidos al cobro de estacionamiento son empleados en la mejora y oferta del transporte público.
	Prohibición de usos de la vialidad	11. Prohibición del estacionamiento en áreas o vialidades específicas dando prioridad a carriles exclusivos para el transporte público o para facilitar el tránsito en zonas congestionadas.	
Demanda del Transporte Público No Motorizado <b>Variable Clave 6</b>	Plan de movilidad alternativa (Promoción de Transporte en Bicicletas)	12. Política que se aplicaría en ciertos lugares como escuelas y centros de trabajo para promover el ahorro y la eficacia energética en los desplazamientos, permitiría transferir desplazamientos individuales hacia otra formas de movilidad menos consumidoras de recursos como el transporte público.	
Uso del Suelo Urbano	Distribución de la población <b>Variable Clave 18</b>	Estacionamientos a distancia	13. Diseñar y construir estacionamientos para los autos privados que conecten los viajes de la periferia con las zonas congestionadas del centro, haciendo un fácil transbordo al Sistema de Transporte Público.
		Construcción de ciclovías y equipamiento para bicicletas	14. Construcción de redes de ciclovías y equipamiento para bicicletas, como estacionamientos en las terminales de transporte y estaciones clave para que más personas lleguen en bicicleta al Sistema y amplíe su cobertura y captación. Equipar a todas las estaciones y terminales de los modos BRT y metro.
	Distancia de recorrido <b>Variable Clave 8</b>	Ciudades compactas y conectadas	15. Cambiar las reglamentaciones sobre uso del suelo (densificación urbana) y proveer un equilibrio entre empleo, vivienda áreas verdes y transporte.
	Localización de Actividades <b>Variable Clave 13</b>	Usos alternos a la vialidad	16. Gestionar el flujo de tránsito de acuerdo a la demanda y capacidad de las vías (vías reversibles), carriles para vehículos con alta ocupación (VAO) y restricción de acceso a vialidades en horas pico (Pico-Placa) todo ello para mitigar los problemas de congestionamiento y movilidad.
Programa de áreas peatonales y tránsito calmado		17. Política que tiene como finalidad disminuir la velocidad de los vehículos y el volumen global de automóviles que ocupan los espacios públicos, en algunas vialidades la restricción total de la circulación de los autos, convirtiendo a los peatones y ciclistas en los protagonistas de los entornos urbanos.	

Ilustración 13: Elaboración propia Matriz de Relación entre Variables Clave y Políticas de Transporte Urbano de Pasajeros

### 4.2.9 Matriz de relación entre políticas de transporte urbano de pasajeros e impactos en las externalidades negativas.

Políticas de Transporte Sustentable	Definición de la política	Interrelación entre políticas	Impactos Externalidades		
			Congestión	Contaminación del Aire	Accidentes de Tránsito
Cambio de unidades de transporte a unidades de mayor capacidad	1. Cambiar unidades de baja capacidad por unidades de mayor capacidad, unidades que operen dentro de su vida útil y que sean unidades eficientes (Relación Kms/Combustible)	2,3,4,5,7,11	H,I	A,B,C	
Adecuación de vialidades y/o corredores para Transporte Público de Pasajeros.	2. Dar prioridad al espacio para circulación de unidades de transporte urbano de pasajeros. Siempre que sea posible utilizar materiales durables, reciclados o reciclables en las vialidades y demás obras.	4,5,7	H,I		
Ampliar la red de transporte colectivo masivo	3. Este sistema altamente eficiente, debe ser desarrollado para convertirse en el mayor modo de transporte, ya que es seguro, rápido y con ahorro de tiempo.	5,1,9	H,I	A,B,C	
Integración de la red de Transporte Público de pasajeros	4. Integrar físicamente y operacionalmente las líneas de BRT, líneas del metro, centros de transferencia modal y sus sistemas alimentadores.	2,3,5,9	H,I,J	A,B,C	
Desarrollar BRT's	5. El BRT ha sido diseñado para proporcionar transporte rápido, seguro y cómodo comparable al sistema de transporte ferroviario. La construcción es rápida, y requiere menos espacio con alteración menor de tránsito.	1,3,9	H,I,J	A,B,C	
Facilitar conectividad del Transporte No Motorizado	6. Infraestructura de acceso en las estaciones del metro, estacionamientos seguros para bicicletas, paraderos de autobus y lugares de interés público para transitar en bicicleta y caminar.	2,3,5,10,12,17	H,I		E,F,G
Eficiencia energética de las unidades de transporte público de pasajeros	7. Combustibles más limpios y estilos de conducción responsables.	1,2,5	H,I,J	A,B,C	E,F,G
Equidad social	8. Prioridad total a potenciar la equidad social entre las personas y no atender sólo a grupos específicos. La inversión pública debe estar dirigida al transporte público masivo y por ende beneficiar al grueso de la población.	17	I		E,F
Restricción al auto privado	9. Implantación de medidas que impulsen cambios de modo de transporte, de menor a mayor capacidad.	1,3,5,13	H,I	A,B,C	
Cobro de estacionamiento	10. El costo por tiempo de estacionamiento y la restricción de dichos lugares eleva el costo de viaje, fomentando una demanda a los modos de transporte público. Los ingresos debidos al cobro de estacionamiento son empleados en la mejora y oferta del transporte público.	1,3,5,14	H,I,J		
Prohibición de usos de la vialidad	11. Prohibición del estacionamiento en áreas o vialidades específicas dando prioridad a carriles exclusivos para el transporte público o para facilitar el tránsito en zonas congestionadas.	1,3,5,14	H,I,J		
Plan de movilidad alternativa (Promoción de Transporte en Bicicletas)	12. Política que se aplicaría en ciertos lugares como escuelas y centros de trabajo para promover el ahorro y la eficacia energética en los desplazamientos, permitiría transferir desplazamientos individuales hacia otras formas de movilidad menos consumidoras de recursos como el transporte público.	2.14	H,I,J		
Estacionamientos a distancia	13. Diseñar y construir estacionamientos para los autos privados que conecten los viajes de la periferia con las zonas congestionadas del centro, haciendo un fácil transbordo al Sistema de Transporte Público.	1,3,5,9	H,I		
Construcción de ciclovías y equipamiento para bicicletas	14. Construcción de redes de ciclovías y equipamiento para bicicletas, como estacionamientos en las terminales de transporte y estaciones clave para que más personas lleguen en bicicleta al Sistema y amplíe su cobertura y captación. Equipar a todas las estaciones y terminales de los modos BRT y metro.	6.12	H		E,G
Ciudades compactas y conectadas	15. Cambiar las reglamentaciones sobre uso del suelo (densificación urbana) y proveer un equilibrio entre empleo, vivienda áreas verdes y transporte.	16	H,I,J	A,B,C	
Usos alternos a la vialidad	16. Gestionar el flujo de tránsito de acuerdo a la demanda y capacidad de las vías (vías reversibles), carriles para vehículos con alta ocupación (VAO) y restricción de acceso a vialidades en horas pico (Pico-Placa) todo ello para mitigar los problemas de congestionamiento y movilidad.	7.9	H		
Programa de áreas peatonales y tránsito calmado	17. Política que tiene como finalidad disminuir la velocidad de los vehículos y el volumen global de automóviles que ocupan los espacios públicos, en algunas vialidades la restricción total de la circulación de los autos, convirtiendo a los peatones y ciclistas en los protagonistas de los entornos urbanos.	8	I		E,G

**Ilustración 14: Matriz de relación entre Políticas de Transporte Urbano de Pasajeros e Impactos a las externalidades negativas.**



## Indicadores de impacto a externalidades negativas

ID	INDICADOR	DESCRIPCIÓN
<b>EXTERNALIDADES</b>	<b>&lt;&lt;&lt;Contaminación del Aire&gt;&gt;&gt;</b>	
A	Emissiones de cambio climático	El consumo per cápita de combustibles fósiles, las emisiones de CO2 y otras
B	Otros contaminantes del Aire	Emisiones per capita de contaminantes "convencionales" del aire (CO, NOx, partículas, etc.)
C	Contaminación del Aire	Frecuencia de las violaciones a los estándares de contaminación del aire
D	Uso del Suelo	Suelo per capita dedicado a los servicios de transporte público y suelo dedicado a ciclovías per capita
	<b>&lt;&lt;&lt;Accidentes de tránsito&gt;&gt;&gt;</b>	
E	Seguridad	Muertes y discapacidades en accidentes de tránsito per capita.
F	Capacidades diferentes	Calidad de las instalaciones y servicios de transporte para personas con discapacidad.
G	Costos por accidente de tránsito	Costos de accidentes de tránsito per capita
	<b>&lt;&lt;&lt;Congestión&gt;&gt;&gt;</b>	
H	Tiempo de viaje	Promedio del tiempo de viaje puerta a puerta del usuario
I	Modo de transporte	Parte de los viajes realizados por modos eficientes: caminar, bicicleta, transporte público, Viajes compartidos.
J	Retraso por congestión	Retraso per capita por congestión del tráfico

Ilustración 15: Elaboración propia \_ Indicadores de Impacto a Externalidades

Nota: Para ver la matriz completa con todas las relaciones ver Anexo F.

### 4.3 Tercera Parte. Análisis multicriterio de las políticas de transporte público urbano de pasajeros.

Parte de la metodología consta en hacer un análisis multicriterio, basado en la cuantificación y ponderación entre 9 criterios básicos:

#### 4.3.1 Definición de criterios y sub-criterios

Como criterios de **impacto a externalidades** se consideran:

- CE1 Impacto en la minimización de accidentes de tránsito.
- CE2 Impacto en la minimización de congestión vehicular.
- CE3 Impacto en la minimización de la contaminación del aire.

Como criterios **técnicos** se consideran:

- CT1 Factibilidad (vinculación de manera clara a las condiciones técnicas adecuadas para llevar a cabo la política).
- CT2 Capacitación de los recursos humanos (capacitación del personal ligado a la planificación, Implementación y control).

Como criterios de **gobernanza** se consideran:

- CG1 Participación de la población objetivo (grado de involucramiento en la operación del proyecto).
- CG2 Actores involucrados (selección de políticas, aceptación y compromiso).

Como criterios **económicos** se consideran:

- CE1 Beneficios sociales y económicos.

- CE2 Identificación de fuentes de financiamiento (los recursos disponibles y la posibilidad de obtenerlos no sólo de fuentes públicas sino privadas e internacionales).

### 4.3.2 Ponderación de criterios

#### Pesos para cada grupo de criterios y sub-criterios.

El primer paso consiste en la asignación de pesos específicos a los criterios y se asigna un valor numérico que intenta medir la importancia de cada uno de éstos. El resultado nos permitirá tener una perspectiva global de la importancia que tiene cada política de transporte público de pasajeros.

La siguiente tabla muestra el peso que se le ha dado a cada grupo de criterios para esta propuesta metodológica:

Criterios	Peso Especifico	Justificación
Criterios de Impacto a Externalidades	30%	Se le da este peso, pues estos criterios están orientados a favorecer el cumplimiento de los objetivos de las Políticas de Transporte Urbano de Pasajeros.
Criterios Técnicos	20%	Se considera este peso debido a que estos criterios definen el grado de logro potencial de la política.
Criterios de Gobernanza	20%	Se da este peso debido a que este criterio define de alguna forma el logro de la política, la preferencia de los actores clave y su grado de participación.
Criterios Económicos	30%	Se da este peso debido al factor social, la cual es la que justifica la realización e implementación de la política. Se contemplan todos los aspectos relacionados con la fuentes de financiamiento, uso de recursos, beneficios sociales (empleos), etc.

Ilustración 16 Elaboración propia \_ Ponderación de criterios

### 4.3.3 Justificación de escalas de calificación de criterios

Sub-Criterio	Indicadores de Medición	Descripción de la escala
<b>Criterios de impacto a externalidades</b>		
Impacto en la minimización de accidentes de tránsito	Porcentaje de disminución de la cantidad de muertes y discapacidades en accidentes por accidentes de tránsito.	1 punto en la escala por cada 3 % de disminución de accidentes de tránsito.
Impacto en la minimización de la congestión vehicular	Porcentaje de disminución del tiempo de viaje puerta a puerta del usuario	1 punto en la escala por cada 5 % de disminución del tiempo de viaje.
Impacto en la minimización de la contaminación del aire	Reducción de las emisiones percapita de contaminantes "convencionales" del aire (CO, Nox, partículas, etc.)	1 punto en la escala por cada 3 % de disminución de los contaminantes del aire.
<b>Criterios técnicos</b>		
Factibilidad	Se consideran los riesgos: técnicos, aceptación grupos locales, impacto ambiental, normativo, gobernanza.	Partiendo de la escala de 5, se resta un punto por cada riesgo identificado.
Capacitación de los recursos humanos.	Cantidad de tiempo destinado en capacitación de las personas involucradas.	1 punto de la escala si la capacitación fue muy alta, 2 si fue Moderada, 3 si fue baja, 4 si fue muy baja y 5 no hubo.
<b>Criterios de gobernanza</b>		
Participación de la población objetivo	Ilamase participación de la población objetivo: análisis participativo, acceso a la información, consulta, debate y gestión compartida.	1 punto de la escala por cada nivel de participación.
Actores involucrados	Número de entidades (Federal, Estatal, Municipal, Social y Privado) que han dado el visto bueno a la implementación de la política	1 punto de la escala por cada actor que ha dado su visto bueno.
<b>Criterios Económicos</b>		
Beneficios económicos y sociales asociados	Crecimiento económico, local estatal y regional.	Se otorga 1 punto si genera: *Contribución a la economía *Creación de empleos directos/indirectos *Accesibilidad *Movilidad *Equidad
Identificación de fuentes de financiamiento	Porcentaje de la inversión pública, privada e internacional	1 Si no hay financiamiento 2 Si es 100 % pública 3 Si es pública + privada 4 Si es pública + privada + internacional convencional 5 Mecanismos de Desarrollo Limpio

Ilustración 17 Elaboración Propia \_ Justificación de escalas de calificación a criterios

Como se observa la ponderación de importancia entre distintos criterios es distinta, pero los criterios sociales y económicos tienen una mayor importancia relativa, dado que ambas justifican la realización y/o implementación de la política.

En los criterios de impacto de externalidades se decidió dar **la ponderación del 10% para cada impacto (accidentes, congestión y contaminación del aire)** que sumados suman el 30% siendo uno de los dos criterios con mayor peso debido a que las políticas de transporte público urbano persiguen un objetivo de bienestar social, que al final es lo que justifica su realización.

En el segundo bloque (**criterios técnicos**) se decidió dar **un peso del 20%**, sin lugar a dudas son importantes, ya que definen el grado de logro potencial de la política, siendo la factibilidad el sub-criterio con 10% y la capacitación de recursos humanos con el otro 10%.

Sumando los criterios de impacto con los criterios técnicos vemos que suman un 50%, tanto que los otros dos criterios, **gobernanza y económicos** sumarán el 50% restante. De éstos dos últimos el de mayor peso es el económico (30%) que persigue un objetivo social, es decir, se encuentra referido a las ventajas que traerá a la sociedad la realización del proyecto. El criterio de gobernanza (20%) teniendo como el sub-criterio más importante la participación de la población objetivo, dando prioridad a la sociedad involucrada en el desarrollo de la política.

Cuantificación y Ponderación de Criterios/Subcriterios						
Criterios	Ponderación	Escala de calificación de cada criterio				
<b>Criterios de Impacto a Externalidades</b>	<b>30%</b>					
CE1 Impacto en la minimización de Accidentes de tránsito	10%	Muy bajo 1	Bajo 2	Moderado 3	Alto 4	Muy Alto 5
CE2 Impacto en la minimización de la congestión vehicular	10%	Muy bajo 1	Bajo 2	Moderado 3	Alto 4	Muy Alto 5
CE3 Impacto en la minimización de la contaminación del aire	10%	Muy bajo 1	Bajo 2	Moderado 3	Alto 4	Muy Alto 5
<b>Criterios Técnicos</b>	<b>20%</b>					
CT1 Factibilidad	10%	1 Punto menos por riesgo identificado				
		Técnico	*Aceptación grupos locales	*Impacto ambiental	Normativo	*Gobernanza.
CT2 Capacitación de recursos humanos	10%	Alto 1	Moderado 2	Bajo 3	Muy bajo 4	Ninguna 5
<b>Criterios de gobernanza</b>	<b>20%</b>					
CG1 Participación de la población objetivo	10%	1 Punto por cada nivel de participación				
		Análisis participativo	Acceso a información	Consulta	Debate	*Gestión compartida
CG2 Actores involucrados	10%	1 Punto por aceptación de cada autor				
		Federal	Estatal	Municipal	Social	Privado
<b>Criterios Económicos</b>	<b>30%</b>					
CE1 Beneficios económicos y sociales asociados	20%	1 Punto por cada beneficio generado				
		Contribuye a la economía	Creación de empleos	*Accesibilidad	*Movilidad	*Equidad
CE2 Identificación de las fuentes de financiamiento	10%	Si no hay financiamiento 1	Si es 100% pública 2	Pública + Privada 3	Púb + Privada + *Internacional Conv 4	*Mecanismo de Desarrollo Limpio 5

Ilustración 18 Elaboración Propia. Ponderación de Sub-Criterios

#### 4.3.4 Aplicación del método de análisis multicriterio

Como se ha visto se cuenta con diversas políticas de transporte público. El análisis consiste en calificar cada política específica con respecto a cada sub-criterio y en los cuatro ejes de evaluación (Impacto a externalidades, técnico, gobernanza y económico). Después se evaluará cada política de forma global para cada criterio definido.

La calificación obtenida se pondera multiplicando cada calificación por su peso correspondiente del vector de pesos definido en las matrices de decisión, obteniendo así el valor que denominamos calificación ponderada  $c_{ij} = w_j a_{ij}$ . La sumatoria de estos valores nos dará como resultado la calificación ponderada de cada política para cada criterio  $c_i = \sum_j w_j a_{ij}$

Se muestra el primer proceso de análisis para ejemplificar mejor:

Sub-criterios de impacto a externalidades	Calificación	Calificación ponderada
CE1 Impacto en la minimización de Accidentes de tránsito	$C_i$	$C_{ij} = w_j a_{ij}$
CE2 Impacto en la minimización de la congestión vehicular	$C_i$	$C_{ij} = w_j a_{ij}$
CE3 Impacto en la minimización de la contaminación del aire	$C_i$	$C_{ij} = w_j a_{ij}$
$w$ = peso dado a sub-criterio $a$ = calificación otorgada a sub-criterio	Calificación ponderada	$\sum w_j a_{ij}$

Se realiza para los otros tres criterios (técnicos, gobernanza y económicos).

Como resultados obtenemos un vector de calificaciones ponderadas  $\bar{C}$

Calificación ponderada de criterio de impacto a externalidades	C1
Calificación ponderada de criterio técnicos	C2
Calificación ponderada de criterio de gobernanza	C3
Calificación ponderada de criterio económicos	C4

Los resultados en este primer análisis nos indican la importancia relativa de cada proyecto para cada eje de evaluación en particular.

Un segundo análisis consiste en evaluar cada política de manera global, para cada criterio definido. Para lo cual se utiliza el vector de pesos específicos  $\bar{W}$

Criterios de impacto a externalidades	<b>30%</b>
Criterios técnicos	<b>20%</b>
Criterios de gobernanza	<b>20%</b>
Criterios económicos	<b>30%</b>

Al hacer la aplicación del método de la suma ponderada tenemos que multiplicar el vector de calificaciones ponderadas  $\bar{C}$  por el vector de pesos específicos  $\bar{W}$  Obteniendo así la calificación global parcial. Finalmente al aplicar la sumatoria de estos valores, obtenemos la calificación global de cada política analizada.

$$Calificación\ global = \sum_{i,j=1}^4 C_i W_j$$

#### 4.3.5 Jerarquización de las políticas de transporte público de pasajeros.

El último paso de la metodología consiste en hacer la jerarquización final de las políticas de transporte urbano de pasajeros que minimizan las externalidades negativas. Las políticas con mayor calificación son las más prioritarias o importantes, conforme vaya disminuyendo la calificación final va disminuyendo la prioridad de ésta.

## 5. Análisis del “Plan Verde – Ciudad de México”

En esta etapa de la tesis se hace un comparativo entre las políticas de transporte urbano presentadas en la metodología y las políticas establecidas en el “Plan Verde-Transporte” de la Ciudad de México, con la finalidad de identificar las diferencias, analizarlas y/o dar alguna recomendación en la toma de decisiones con respecto al transporte de la Ciudad de México.

### Integración del panel de expertos

Se decidió hacer un panel de 12 expertos en diversas áreas relacionadas al transporte. A los expertos se les hizo un cuestionario con las políticas mencionadas para que indicaran su preferencia.

<b>Integración del panel de expertos</b>
<b><i>Expertos en Desarrollo Territorial</i></b>
Dr. Luis Chías Becerril
Dr. Claude Cortez Papi
<b><i>Expertos en Transporte</i></b>
Dr. José Jesús Acosta Flores
M.I. José Antonio Rivera Colmenero
Ing. Álvaro Romero Perea
Ing. Fredy Rios Garrido
Ing. David Padilla Georgge
Ing. Juan Carlos Montenegro
<b><i>Expertos en Medio Ambiente</i></b>
M.U. Alberto Carreto
Ing. Oscar Guevara
Dr. Laurent Yves Dartois Girard
Centro de Transporte Sustentable de México

Ilustración 19 Panel de expertos

### Diseño de cuestionarios

Se elaboró un cuestionario haciendo referencia a las políticas, criterios y sub-criterios vistos en el capítulo 4 de la tesis, correspondiente a la tercera etapa de la metodología. *Ver anexo G “cuestionario propuesto”.*

### Aplicación de cuestionarios

Se aplicó el cuestionario a todos los expertos. Por confidencialidad no se hará saber el nombre de los encuestados en las tablas siguientes, se nombrarán como A, B, C, D., y solo se darán a conocer los resultados obtenidos.

La información se procesó de acuerdo a las ponderaciones y calificaciones establecidas en la tercera parte de la metodología (*ver capítulo 4.3 de la tesis*), se trabajó sobre diez para hacer más fácil la interpretación.

1. DEFINICIÓN DE POLÍTICAS		
Núm.	Política	Definición
P1	Cambio de unidades de transporte a unidades de mayor capacidad	Política que consiste en cambiar unidades de baja capacidad por unidades de mayor capacidad y unidades que operen dentro de su vida útil. Por ejemplo el cambio de unidades tipo "Combi" por camiones.
P2	Construcción de vialidades y/o corredores para transporte público de pasajeros.	Política que tiene como objetivo dar prioridad al espacio para circulación de unidades de transporte urbano de pasajeros. Siempre que sea posible utilizar materiales durables, reciclados o reciclables en las vialidades y demás obras. (Por ejemplo, Proyecto "Corredor Cero Emisiones" en el Eje Central de la Ciudad de México)
P3	Ampliar la red de transporte colectivo masivo (Metro)	Política que consiste en desarrollar este sistema altamente eficiente, debe ser desarrollado para convertirse en el mayor modo de transporte, ya que es seguro, rápido y con ahorro de tiempo. (Por ejemplo, construcción de Línea 12 del Metro del Distrito Federal, México)
P4	Integración de la red de transporte público de pasajeros	Política que tiene como finalidad integrar físicamente y operacionalmente las líneas de BRT (Metrobús), líneas del metro, centros de transferencia modal (cetram) y sus sistemas alimentadores. (Por ejemplo, Proyecto CETRAM "El Rosario" en la Ciudad de México").
P5	Desarrollar BRT's (Metrobús)	Política donde el BRT ha sido diseñado para proporcionar transporte rápido, seguro y cómodo. La construcción es rápida, y requiere menos espacio con alteración menor de tránsito. (Por ejemplo, Metrobús "Insurgentes" en el D.F. y "Transmilenio" en Colombia)
P6	Facilitar conectividad del transporte no motorizado	Política que tiene como objetivo crear Infraestructura de acceso en las estaciones del metro, estacionamientos seguros para bicicletas, paraderos de autobús y lugares de interés público para transitar en bicicleta y caminar.
P7	Eficiencia energética de las unidades de transporte público de pasajeros	Política que fomenta el uso de combustibles más limpios y estilos de conducción responsables. (Por ejemplo, uso de Diesel UBA y Biodisel para el caso de combustibles y capacitación para el caso de conducción responsable)
P8	Equidad social	Política que potencia la equidad social entre las personas y no atender sólo a grupos específicos. La inversión pública debe estar dirigida al transporte público masivo y por ende beneficiar al grueso de la población.
P9	Restricción al auto privado	Política donde hay Implantación de medidas que impulsan cambios de modo de transporte, de menor a mayor capacidad. (Por ejemplo, el programa "Hoy no circula" en la Ciudad de México)
P10	Aumento en el cobro de estacionamiento	Política donde el costo por tiempo de estacionamiento, el tiempo y la restricción de dichos lugares eleva el costo de viaje (auto particular), fomentando una demanda a los modos de transporte público. Los ingresos debidos al cobro de estacionamiento son empleados en la mejora y oferta del transporte público. (Por ejemplo, el uso de parquímetros como forma de control de la estadía.)
P11	Prohibición de usos de la vialidad	Política que consiste en prohibir el estacionamiento en áreas o vialidades específicas, dando prioridad a carriles exclusivos para el transporte público o para facilitar el tránsito en zonas congestionadas. (Por ejemplo, prohibición del uso de estacionamientos regulados durante las horas pico)
P12	Plan de movilidad alternativa (Promoción de transporte en bicicleta)	Política que se aplicara en ciertos lugares como escuelas y centros de trabajo para promover el ahorro y la eficacia energética en los desplazamientos, permitiría transferir desplazamientos individuales hacia otra formas de movilidad menos consumidoras de recursos como el transporte público. (Por ejemplo, Proyecto Bicipuma en la UNAM, México).
P13	Estacionamientos a distancia	Política que consiste en diseñar y construir estacionamientos para los autos privados que conecten los viajes de la periferia con las zonas congestionadas del centro, haciendo un fácil transbordo al Sistema de Transporte Público. (Por ejemplo, en Washington, D.C., cuenta con tres estacionamientos de transbordo, con servicio de autobús, y seis en las cercanías de estaciones del metro. El uso es pagado).
P14	Construcción de ciclovías y equipamiento para bicicletas	Política que consiste en la construcción de redes de ciclovías y equipamiento para bicicletas, como estacionamientos en las terminales de transporte y estaciones clave para que más personas lleguen en bicicleta al sistema y éste amplíe su cobertura y captación. Equipar a las estaciones y terminales de los modos BRT y metro. (Por ejemplo, proyecto "Ciclovías" en el D.F., México).
P15	Ciudades compactas y conectadas	Política que consiste en cambiar las reglamentaciones sobre uso del suelo (densificación urbana) y proveer un equilibrio entre empleo, vivienda, áreas verdes y transporte.
P16	Usos alternos a la vialidad	Política que consiste en gestionar el flujo de tránsito de acuerdo a la demanda y capacidad de las vías (vías reversibles), carriles para vehículos con alta ocupación (VAO) y restricción de acceso a vialidades en horas pico (Pico-Placa), todo ello para mitigar los problemas de congestionamiento y movilidad. (Por ejemplo, programa de restricción de vehículos en horas pico "Pico y placa" en Colombia y en la Ciudad de México "Eje 5 y Eje 6 Sur" vialidades reversibles en ciertas horas del día.
P17	Programa de áreas peatonales y tránsito calmado	Política que tiene como finalidad disminuir la velocidad de los vehículos y el volumen global de automóviles que ocupan los espacios públicos, en algunas vialidades la restricción total de la circulación de los autos, convirtiendo a los peatones y ciclistas en los protagonistas de los entornos urbanos. Por ejemplo, calles peatonales del Centro Histórico de la Ciudad de México (Madero, Regina y Alhóndiga), corredores "verdes" y el Programa de tránsito calmado (mecanismo para reducir la velocidad de los autos en zonas residenciales e intersecciones) en Bogotá, Colombia.

**Ilustración 20 Definición de políticas**

## Resultados de los cuestionarios realizados.

Políticas	Calificación Global													Promedio Global (Sobre diez)	Desviación estándar (S)
	Expertos														
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L			
P4	6	5.2	6	8	7.6	7	6.8	7.6	7.8	8.4	7.8	7.6	7.2	1.0	
P3	6.8	5.6	6.4	7.2	7.8	7	5.8	8	7.2	7.2	6.4	8	7.0	0.8	
P5	5	5.6	5.2	6.8	8	7	7.6	7.2	7.8	8.4	7.6	7.2	7.0	1.1	
P12	5.4	5	6.4	6.4	7.4	5	7.2	8.6	7.8	7.2	7.6	8.6	6.9	1.3	
P14	6.4	5	6	7.4	8	4.2	5.6	8	8.2	7.4	7.6	8	6.8	1.3	
P15	6.4	5.2	6	8	6.8	5.2	7.4	6.2	5.6	8.6	9	6.2	6.7	1.3	
P6	3.6	5	5.6	7	6	5.8	6.6	7.4	8.4	7.4	6.8	7.4	6.4	1.3	
P13	5.8	4.8	6.2	7.6	6.8	5.4	7.6	5.6	6.6	7.2	7.6	5.6	6.4	1.0	
P2	6	4.6	4.8	6.4	5.8	7	6.8	6	7.4	8.2	7.4	6	6.4	1.1	
P8	3.8	3	7.6	6.2	7.2	4.8	6.4	6.6	7.4	7	6.2	6.6	6.1	1.5	
P17	3.4	4.8	6.8	5.4	6.4	3.6	6	6.4	6.6	6.6	7.2	6.4	5.8	1.2	
P1	5.2	5.2	4.8	6.2	7.4	7.2	4.8	4.8	6.2	6	6.8	4.8	5.8	1.0	
P9	6.8	5.4	6.2	6.8	6.6	5.8	3.8	4.6	5.2	6.4	6	4.6	5.7	1.0	
P10	3	4.2	6.2	5.2	7	5.6	5.4	5.6	6.4	6.8	6.6	5.6	5.6	1.1	
P11	3.4	4.8	6.2	5.6	5.8	5.2	5	5	6	4.6	4.8	5	5.1	0.7	
P7	4.4	3.6	5.4	5.6	3.4	4	5.4	4	5.4	6	6	4	4.8	1.0	
P16	6.2	5.4	6.2	3.2	4.6	5.6	5.4	3.4	5	4	4.8	3.4	4.8	1.1	

Ilustración21 Calificación otorgada a políticas por los expertos, ordenadas de forma decreciente de acuerdo al promedio.

Para efectos de entender de mejor forma el análisis multicriterio y la tabla anterior se ejemplificará con la política 4 y el experto A. Se hará referencia a la ilustración 18 correspondiente a ponderación otorgada a criterios y sub-criterios. De igual forma se recomienda ver el anexo “Cuestionarios realizados a expertos”.

### Ejemplo: política 4 – experto A

Calificación del experto A

$$\begin{aligned}
 &= 2[(ponderación CEX1) * (Calif CEX1 otorgada) + (ponderación CEX2) \\
 &* (Calif CEX2 otorgada) + (ponderación CEX3) * (Calif CEX3 otorgada)] \\
 &+ 2[(ponderación CT1) * (Calif CT1 otorgada) + (ponderación CT2) * (Calif CT2 otorgada)] \\
 &+ 2[(ponderación CG1) * (Calif CG1 otorgada) + (ponderación CG2) * (Calif CG2 otorgada)] \\
 &+ 2[(ponderación CE1) * (Calif CE1 otorgada) + (ponderación CE2) * (Calif CE2 otorgada)]
 \end{aligned}$$

Donde: CEX= Criterios Externalidades, CT= Criterios Técnicos, CG= Criterios de Gobernanza y CE= Criterios de económicos.

Sustituyendo Valores:

$$\begin{aligned}
 \text{Calificación del experto A} = & \\
 &2[(10\%) * (1) + (10\%) * (4) + (10\%) * (4)] \\
 &+2[(10\%) * (4) + (10\%) * (4)] \\
 &+2[(10\%) * (3) + (10\%) * (3)] \\
 &+2[(20\%) * (3) + (10\%) * (1)] = \mathbf{6}
 \end{aligned}$$



P4: Integración de la red de transporte público de pasajeros			
CRITERIOS ESTRATEGICOS		PORCENTAJE DE EVALUACIÓN	
	Ponderación	Calificación	Valoración
CE1.- IMPACTO EN LA MINIMIZACIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO	10%	1	0.1
CE2.- IMPACTO EN LA MINIMIZACIÓN DE LA CONGESTIÓN VEHICULAR	10%	4	0.4
CE3.- IMPACTO EN LA MINIMIZACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE	10%	4	0.4
<b>TOTAL</b>	<b>Calificación sobre 10</b>		<b>6.0</b>

CRITERIOS TÉCNICOS		PORCENTAJE DE EVALUACIÓN	
	Ponderación	Calificación	Valoración
CT1.- FACTIBILIDAD	10%	4	0.4
CT2.- CAPACITACIÓN DE RECURSOS HUMANOS	10%	4	0.4
<b>TOTAL</b>	<b>Calificación sobre 10</b>		<b>8.0</b>

CRITERIOS DE GOBERNANZA		PORCENTAJE DE EVALUACIÓN	
	Ponderación	Calificación	Valoración
CG1.- PARTICIPACIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO	10%	3	0.3
CG2.- ACTORES INVOLUCRADOS	10%	3	0.3
<b>TOTAL</b>	<b>Calificación sobre 10</b>		<b>6.0</b>

CRITERIOS ECONÓMICOS		PORCENTAJE DE EVALUACIÓN	
	Ponderación	Calificación	Valoración
CE1.- BENEFICIOS ECONÓMICOS Y SOCIALES ASOCIADOS	20%	3	0.6
CE2.- IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE FINANCIAMIENTO	10%	1	0.1
<b>TOTAL</b>	<b>Calificación sobre 10</b>		<b>4.7</b>

	30%	6.0
	20%	8.0
	20%	6.0
	30%	4.7
	<b>6.0</b>	

**CALIFICACION FINAL**

Ilustración 22 Ejemplo ilustrativo de cálculos, Experto A - Política 4

Se decidió multiplicar por 2 los valores de la calificación global para normalizar en una escala de 1 al 10, que es más familiar y más fácil de entender.

Se procede a completar la matriz con las 17 políticas y los 12 expertos tal como en el ejemplo, y se obtiene el promedio de las doce calificaciones de los expertos por política y se ordenan de mayor a menor, siendo la política 4 la de mayor importancia.

Se obtiene la desviación estándar por política mediante la expresión  $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{\mu})^2}{N}}$ ; se ejemplifica con la política 4:

$$Media = \frac{6+5.2+6+8+7.6+7+6.8+7.6+7.8+8.4+7.8+7.6}{12} = 7.15$$

Para calcular la varianza se toma cada diferencia, se eleva al cuadrado y se hace la media

$$Varianza: \sigma^2 = \frac{1.15^2+1.95^2+1.15^2+.85^2+.45^2+.15^2+.35^2+.45^2+.65^2+1.25^2+.65^2+.45^2}{12} = \frac{10.33}{12} = 0.9$$

$$Desviación\ estándar P_4 = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{0.9} = 0.95 \sim 1$$

## Análisis de resultados

Como se observa en la tabla anterior las medias o promedios están entre 7.2 que es el valor máximo y 4.8 que es el valor mínimo. Para lo cual se decidió analizar las políticas por intervalos, como muestra la ilustración 23:

- El primer intervalo corresponde a las políticas o medidas que son aceptadas y estará entre 6.5 y 7.2.
- El segundo intervalo estará entre 6 y 6.5 y corresponde a aquellas políticas que son aceptables o como de “segunda elección”.
- El tercer y último rango donde se incluyen aquellas políticas con una calificación menor a 6 quedan descartadas.

Es importante señalar que el grado de desviación estándar es alto y similar para todas las políticas, por lo que nos permite predecir que el grado y especialización de información que poseen los expertos no es igual y que el número de expertos posiblemente tuvo que haber sido mayor para reducir la variabilidad de la información.

De igual forma se observa que el promedio obtenido en cada política es afectado directamente por el tipo y peso de los criterios y sub-criterios. Dicha ponderación puede ser ajustada de acuerdo a la experiencia, conocimientos y preferencia de quien aplica la metodología.

Intervalo	Política
Entre 6.5 y 7 (Aceptadas)	P4
	P3
	P5
	P12
	P14
	P15
Entre 6 y 6.5 (Segunda opción)	P6
	P13
	P2
	P8
< 6 (Rechazadas)	P17
	P1
	P9
	P10
	P11
	P7
	P16

Ilustración 23 Clasificación de políticas en intervalos de acuerdo a calificación de expertos.

## El Plan Verde y el Programa de Acción Climática de la Ciudad de México (PACCM)

En el marco del Plan Verde y de un conjunto de políticas públicas y programas dirigidos a mejorar la calidad de vida de los habitantes de la Ciudad de México se crea el Programa de Acción Climática de la Ciudad de México donde se integran las principales acciones que realiza actualmente el Gobierno del Distrito Federal, que tienen efectos de mitigación del cambio climático. (PACCM, 2008,24)

El Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012 (PACCM) es un conjunto articulado de políticas públicas que definen las acciones del Gobierno del Distrito Federal y orientan la participación de la sociedad y las empresas. El PACCM constituye también un

instrumento de planeación en el cual se integran las acciones relacionadas con el cambio climático en la Ciudad de México. (PACCM,2008,24)

El PACCM contiene las siguientes áreas temáticas: energía, transporte, agua, residuos, adaptación y educación y comunicación. Para efectos de esta tesis analizaremos las políticas públicas correspondientes a transporte urbano.

La ilustración 24 muestra las acciones prioritarias seleccionadas por el Gobierno del Distrito Federal.

Acciones e Impactos Esperados en el Área Temática Transporte		
Nombre de Acción	Reducción de emisiones de GEI (t. de CO2 eq./año)	Costo (millones de pesos)
A1. Programa de Transporte Escolar Obligatorio	470,958	Por definir
A2. Ampliación del Sistema de Transporte Colectivo Metro, línea 12	400,000	18,200
A3. Sustitución de vehículos del servicio concesionado de pasajero taxis por vehículos nuevos	240,000	1,125
A4. Corredores de Transporte (Metrobús)	214,000	1,300
A5. Sustitución de vehículos del transporte concesionado de pasajeros de mediana capacidad por vehículos nuevos de alta capacidad	200,000	2,000
A6. Establecimiento del Programa de Verificación Vehicular para el Transporte de Carga	110,000	Por definir
A7. Renovación del parque vehicular obsoleto del GDF y de las Delegaciones	109,000	Por definir
A8. Renovación del parque vehicular de la Red de Transporte de Pasajeros	80,000	600
A9. Implementación del Corredor de Tranvía Centro Histórico-Buenavista	28,000	1,692
A10. Corredores de movilidad no motorizada	27,479	1,500

Ilustración 24 Elaboración propia a partir de PACCM, GDF, 2008.

## Comparativo entre la calificación obtenida en la metodología propuesta y las acciones presentadas por el GDF (Plan Verde).

Acciones Plan Verde	Calificación de expertos a políticas propuestas	Comentarios
<p>*A1. Programa de transporte escolar obligatorio</p> <p>*A2. Ampliación del sistema de transporte colectivo metro, línea 12</p> <p>*A3. Sustitución de vehículos del servicio concesionado de pasajero taxis por vehículos nuevos</p> <p>*A4. Corredores de transporte (metrobús)</p> <p>*A5. Sustitución de vehículos del transporte concesionado de pasajeros de mediana capacidad por vehículos nuevos de alta capacidad</p> <p>*A6. Establecimiento del programa de verificación vehicular para el transporte de carga</p> <p>*A7. Renovación del parque vehicular obsoleto del GDF y de las delegaciones</p> <p>*A8. Renovación del parque vehicular de la Red de Transporte de Pasajeros - RTP</p> <p>*A9. Implementación del corredor de tranvía Centro Histórico-Buenavista</p> <p>*A10. Corredores de movilidad no motorizada</p>	<p><b>Medidas aceptadas</b></p> <p>*P4. Integración de la red de transporte público de pasajeros</p> <p>*P3. Ampliar la red de transporte colectivo masivo (metro)</p> <p>*P5. Desarrollar BRT's (metrobús)</p> <p>*P12. Plan de movilidad alternativa</p> <p>*P14. Construcción de ciclovías y equipamiento para bicicletas</p> <p>*P15. Ciudades compactas y conectadas</p> <p><b>Medidas "aceptables"</b></p> <p>*P6. Facilitar conectividad del transporte no motorizado</p> <p>*P13. Estacionamientos a distancia</p> <p>*P2. Construcción de vialidades y/o corredores para transporte público de pasajeros</p> <p>*P8. Equidad social</p> <p><b>Medidas rechazadas</b></p> <p>*P17. Programa de áreas peatonales y tránsito calmado</p> <p>*P1. Cambio de unidades de transporte a unidades de mayor capacidad</p> <p>*P9. Restricción al auto privado</p> <p>*P10. Aumento en el cobro de estacionamiento</p> <p>*P11. Prohibición de usos de la vialidad</p> <p>*P7. Eficiencia energética de las unidades de transporte público de pasajeros RTP</p> <p>*P16. Usos alternos a la vialidad</p>	<p><b>Medidas coincidentes</b></p> <p>Son aquellas que son aceptadas por el panel de expertos y se encuentran en el Plan Verde. Las que coinciden son: <b>P5, P3, P14 y P12</b>. Son importantes y determinan la jerarquía .</p> <p><b>Medidas no coincidentes</b></p> <p><b>Están en Plan Verde y no en el análisis multicriterio.</b> Las medidas <b>A1, A3, A6, A7, A8 y A9</b> presentan esta característica.</p> <p><i>¿Por qué?</i> Las políticas del análisis multicriterio se seleccionaron en un contexto global y las acciones <b>A3, A6, A7, A8 y A9</b> obedecen a mitigar problemas locales del D.F. Por ejemplo, el cambio de unidades viejas por nuevas, unidades que están fuera de su vida útil y que se le ha permitido circular. Para el caso de <b>A1</b> , no se incorporó en el multicriterio debido a que el costo del transporte escolar puede ser igual o un poco más elevado que llevarlos uno mismo y los beneficios serían a largo plazo.</p> <p><b>Están en el análisis multicriterio y no en el Plan Verde.</b> Las medidas <b>P4, P15, P6, P13, P2 Y P8</b> tienen esta característica.</p> <p><i>¿Por qué?</i> Es importante señalar que no se contempla una acción como tal de integración del transporte urbano (<b>P4</b>) en el Plan Verde, donde diversos modos de transporte como el Metro, Metrobús, Tren suburbano, Tren ligero y Trolebuses están desintegrados en términos tarifarios y de infraestructura. Esta desintegración obedece a la falta de organización y coordinación entre los diferentes operadores. La Ciudad de México y sus alrededores es conocida por la desigualdad social, económica y política que presenta, lo que implementar regulaciones de uso de suelo son necesarias para que haya un integración en todos aspectos (salud, trabajo, educación, transporte, etc.) y donde el Plan Verde no contempla alguna acción o política (<b>P15</b>) prioritaria en esta materia.</p> <p>Para <b>P2, P6, P13 Y P8</b>, que si bien son medidas que no aparecen dentro de las 10 acciones prioritarias del GDF, actualmente se han hecho trabajos para su implementación.</p> <p><b>Medidas rechazadas</b></p> <p><b>Medidas que fueron rechazadas por los expertos y están en el Plan Verde: P17, P1 y P7.</b> En el caso de la <b>P17</b> resultó rechazada ya que su impacto se presenta solo en la reducción de accidentes y estaría asociada a un aumento en el tráfico vehicular por el cierre de calles. La política <b>P1</b> prácticamente no tiene impacto en las tres externalidades resultando rechazada por los expertos y aparece en Plan Verde como una acción para renovar la flota de transporte público. Para la política <b>P7</b>, el impacto en calidad del aire es muy bajo, en congestión y accidentes su impacto es prácticamente nulo.</p> <p><b>Medidas que fueron rechazadas por los expertos y no están en el Plan Verde: P9, P10, P11 y P16.</b> La medidas <b>P9, P11 y P16</b> no aparecen dentro de las acciones prioritarias, pero el GDF ha hecho trabajos en su implementación, aunque como vimos no son prioritarias para los expertos.</p>

Ilustración 25 Elaboración propia. Comparativo entre las acciones del GDF en materia de transporte urbano y la propuesta metodológica.

Una vez que se hizo el comparativo pudimos observar que existen coincidencias y diferencias. Las diferencias radican en el tipo de criterios y el objetivo que se persigue, el Plan Verde se centra en la mitigación de GEI (Gases de Efecto Invernadero) y la propuesta metodológica en tres externalidades (congestión, accidentes y contaminación del aire), a pesar de estas limitaciones es útil para el análisis de decisiones y el diseño de políticas públicas que persigan la integración del sistema de transporte urbano.

## Resultados

Una vez desarrollada la metodología se hizo un ejercicio de aplicación al conjunto de acciones del Gobierno del Distrito Federal conocido como el “*Plan Verde Transporte*” enfocado a mitigar los problemas ambientales ocasionados por las actividades de transporte en la ciudad. Una vez realizado el ejercicio de aplicación resulta que la política más importante corresponde a la integración del sistema de transporte público seguida por políticas que fomentan el transporte público masivo de pasajeros y el transporte en bicicleta. La integración del transporte implica no siempre la construcción de más infraestructura, más bien implica un aprovechamiento de los recursos actuales y de la comunicación entre las autoridades competentes. En cuanto al fomento del uso de transporte público de pasajeros forma un papel trascendental debido a que año con año crece el parque vehicular y los problemas que éste ocasiona tienden a ser mayores, es por ello que se le debe de dar la prioridad al transporte masivo y cada vez restringir más el uso del auto particular. Hay políticas que fueron rechazadas por los expertos y que aparecen en el “Plan Verde”, por ejemplo: *áreas peatonales y tránsito calmado*. Aunque esta política es de creciente aplicación en muchas ciudades como Durango, Puebla y el DF, resultó no prioritaria debido principalmente al enfoque dado en esta tesis, es decir, esta política tendría un impacto en la reducción de accidentes, pero en las otras dos externalidades no tendría impacto positivo. Las demás políticas que fueron rechazadas se debe principalmente al mismo motivo y no indica que no deban ser integradas a un plan de movilidad.

## Conclusiones

Se logra tener una propuesta metodológica dirigida principalmente a los tomadores de decisiones dentro del sector gobierno. Que tiene como objetivo principal ayudar a jerarquizar las medidas o políticas de transporte urbano de pasajeros en función de mitigar las externalidades negativas (congestión, accidentes y contaminación del aire), donde dichos problemas están cobrando mayor relevancia hoy día por los impactos sociales, de salud y económicos que ocasionan.

El Plan Verde de la Ciudad de México está conformado por acciones que no buscan la integración de los modos de transporte y del cual solo algunos sectores de la población se ven beneficiados. Basta con revisar algunas de las acciones que son prioritarias en dicho plan, por un lado se tienen políticas que fomentan el uso del transporte público y por otro lado políticas que solo inciden en el crecimiento del parque vehicular. Por ejemplo, la renovación de taxis no favorece a los grupos sociales que menos tienen ni mucho menos tiene alguna implicación en la integración del transporte urbano de pasajeros. Dicho plan está enfocado solo al medio ambiente excluyendo otros problemas que tienen el mismo o mayor grado de importancia como son los accidentes de tránsito, la congestión y el uso del suelo, problemas que sufrimos a diario quienes vivimos en la Ciudad de México y que vemos crecer día con día.

El transporte urbano y suburbano se enfrenta a grandes problemas, uno de ellos y de gran relevancia tiene que ver con la ordenación del territorio, la dispersión de la mancha urbana ha originado un aumento considerable de los desplazamientos al centro de la ciudad, a los servicios de salud y a las fuentes de empleo. Se construyen nuevos fraccionamientos habitacionales y la densidad habitacional disminuye por lo que se construyen nuevas carreteras que solo incentivan el uso del auto privado.

Se debe adoptar un enfoque integrado a largo plazo de integración del transporte y el desarrollo urbano. Es por ello que el Plan Verde no debe hacer énfasis solo a mitigar una externalidad, sino que debe tomar en cuenta las tres externalidades propuestas y adoptar dicho enfoque a largo plazo para tener una ciudad compacta y sustentable, basado en políticas prioritarias (como indicaron los expertos) de regulación de uso del suelo, desarrollo del transporte público masivo y de movilidad alternativa. Esta última ligada a políticas de conectividad entre el transporte motorizado y no motorizado, estacionamientos, restricción del uso del automóvil privado y renovación de vehículos del transporte público y del gobierno.

En el análisis se obtuvieron políticas con baja calificación debido a su bajo impacto individual, como son: áreas de tránsito calmado, cambio de unidades de transporte público, restricción del auto privado, aumento en cobro de estacionamiento y prohibición de usos de la vialidad. Pero estas políticas no son inconexas sino que son un complemento de la política de movilidad alternativa si son integradas, y que a su vez nos permitirán lograr dicha estrategia de largo plazo.

La cooperación y participación entre los diferentes actores involucrados (autoridades del transporte, planificadores, empresas inmobiliarias, usuarios, etc.) es esencial cuando se trata de crear políticas integradas y coherentes. La creación de una institución central de coordinación permitiría la participación de dichos actores, el dialogo y la toma de decisiones consensadas que beneficien a todas las partes.

## ANEXOS

### A. Valoración de los accidentes de tránsito

#### 1. Componentes de costo de accidentes de tránsito

##### 1.1 Daños a propiedad.

Fuentes de datos

- Las compañías de seguros.
- Propietarios de los vehículos.
- Talleres de reparación.
- Encuestas a propietarios.

Pasos de cálculo.

#### **Paso 1. Determinar el número promedio de cada tipo de vehículo envuelto en accidentes de tránsito.**

El primer paso es determinar la distribución de los vehículos involucrados en cada tipo de choque y su gravedad. Sería de esperar publicados sobre estadísticas de accidentes recopiladas por los registros policiales que documentan el número total de vehículos involucrados, gravedad de un choque por cada categoría (fatal, sería, leve, sólo daño material) así como el número total de accidentes. Sin embargo, las estadísticas policiales sufren en los registros (duplicados, faltantes) y no es probable que sea representativa. Por lo tanto cuando sea posible estas estadísticas podrían ser útiles si se complementan con otros datos aportados por las víctimas.

#### **Paso 2. Determinar el número promedio de vehículos dañados en cada accidente.**

El número promedio de vehículos envueltos en cada accidente es necesario que sea ajustado para dar cuenta de esos choques en los que puede ser vulnerable la víctima y el grado de significancia de daño del auto. Por ejemplo, se puede encontrar que en promedio, 0.5 automóviles están involucrados en accidentes fatales, y que de estos el 20% sufren daño insignificante. Por lo tanto, un promedio del  $80\% \cdot 0,5 = 0,4$  automóviles sufren daños en accidentes fatales

#### **Paso 3. Estimar el costo promedio de daño por vehículo.**

Usando las fuentes descritas anteriormente, la información sobre cada caso de daño debería ser clasificada por tipo de vehículo y severidad de accidente (fatal, serio, leve y daño únicamente). Será importante tener en cuenta las categorías de vehículos que se incluyen dentro de las estadísticas de choques oficiales, por lo que las categorías pueden ser las mismas cuando se recolecten los costos por tipo de vehículo y la gravedad del choque por alguna de las fuentes de datos.

#### **Paso 4. Calcular el costo promedio de daño del vehículo de acuerdo a la severidad del accidente.**

Del paso 1, el número promedio de cada tipo de vehículos en cada accidente que estuvieron implicados ha sido establecido. En el paso 2, una estimación del número promedio de cada vehículo dañado en cada accidente se ha establecido. En el paso 3, una estimación de los costos de daños a cada tipo de vehículo en cada accidente se ha hecho. Ahora tenemos que se combinan para determinar el costo total promedio por la gravedad de los daños del vehículo.

Por ejemplo, de el promedio, 1.18 vehículos envueltos en accidentes fatales, 0.59 son automóviles. A partir de esto se estima que sólo el 80% de los coches implicados son dañados. Por lo tanto, en cada accidente fatal en promedio 0.47 autos son dañados. Si el costo medio de daños en accidentes fatales es de 17,585 unidades monetarias, entonces el costo promedio por accidente fatal es  $0.47 * 17,585 = 8,264$ . Esto debería ser repetido en otras categorías de vehículos.

#### **Paso 5. Presentación final de resultados.**

Donde no ha habido falta de datos y donde los supuestos han sido realizados, estos deben ser presentados en los resultados finales. El objetivo principal es presentar todas las estimaciones realizadas con las hipótesis y/o suposiciones realizadas en el estudio.

##### **1.2 Administración.**

Fuentes de Datos:

- Bases de datos del Departamento de policía.
- Bases de datos de compañías aseguradoras.

Pasos de cálculo.

Los cálculos van a depender de la forma de los datos proporcionados por las compañías de seguros o del servicio de policía. Si la cantidad de tiempo que el personal invierte es proporcionada, entonces esto tiene que ser multiplicado por el salario del personal a pagar por aquel tiempo. El resultado sería una estimación del costo promedio por la gravedad del accidente. Por otra parte, si una cantidad similar es utilizada en estudios previos, entonces se añadiría una proporción a los costos totales de acuerdo a la gravedad de cada accidente.

##### **1.3 Pérdidas de producción**

Fuentes de datos:

- Cantidad de tiempo (horas, días, meses o años perdidos por evento).
- Salario promedio de las víctimas.

Datos requeridos sobre la cantidad de tiempo perdido:

La cantidad de tiempo de trabajo perdido por las víctimas mortales es el tiempo que podrían haber dedicado a trabajar en el futuro si no hubieran sufrido una muerte prematura. Esto es por lo general a partir del momento de la muerte a la edad de jubilación. La principal fuente de datos sobre el tiempo de trabajo perdido es víctimas mortales es la edad promedio al momento del accidente, se resta de la media de edad de la jubilación.



Para los heridos graves y leves, la cantidad de tiempo perdido de trabajo es el tiempo de trabajo que habrían tenido de no haber sido desactivados, o mientras se recuperan en el hospital o en casa. Esto puede incluir el número de días perdidos durante su visita al médico o clínica. También puede ser útil como el tiempo perdido mientras busca un nuevo trabajo, muchos de los heridos podrían perder su empleo como consecuencia de no poder trabajar debido a ser herido en un accidente. También está la pérdida de producción de las familias de las víctimas y los cuidadores, que pueden no ser capaces de trabajar debido al cuidado de las víctimas. Cabe señalar que sólo el tiempo perdido de aquellos en edad de trabajar debe ser incluido, ya que muchos de los muertos y heridos no han estado trabajando, por ejemplo, los niños y / o estudiantes.

Datos requeridos sobre los salarios de las víctimas:

- Estadísticas del ingreso nacional.
- Encuestas tiempo de viaje.
- Encuestas de accidentes.

Cálculos para estimar la producción perdida.

**Paso 1. Identificar la cantidad promedio de tiempo perdida por casualidad y severidad.**

La cantidad de tiempo perdido por víctima debe ser clasificado por la gravedad del siniestro. Lo ideal sería que incluya el tiempo:

- Percibido en el caso de fallecimiento o invalidez
- Gastado en la recuperación de una lesión (o la muerte prematura) en el hospital o en casa.
- Gastado en la búsqueda de un nuevo empleo

**Paso 2. Identificar la cantidad de tiempo perdido por el cuidador, por severidad.**

**Paso 3. Identificar los salarios, de las víctimas y de los cuidadores, por severidad.**

**Paso 4. Calcular el costo de la producción pérdida de las víctimas fatales.**

Un valor típico para el número promedio de años perdidos de producción debido a las muertes en accidentes de carretera es de unos 30 años. La Pérdida de producción en cada año futuro será necesario un descuento a un valor presente. La información debe ser con las tasas apropiadas de descuento disponibles en las estadísticas publicadas a nivel nacional.

La producción total promedio perdida de las víctima mortales en carretera es la suma de la pérdida de producción (Lost Output) en cada año futuro (que se describe por la fórmula de abajo).

$$Producción\ perdida(Lost\ Output) = \sum_0^n \frac{w}{(1+r)^n}$$

Donde:

W= El salario promedio anual de la víctima fatal en accidente.

$r$  = Tasa de descuento (por ejemplo, si la tasa de descuento es del 10%, entonces  $r = 0,1$ )

$n$  = Número promedio de años de producción perdidos por accidentes fatales.

Si se dispone de información de las víctimas que han quedado discapacitadas permanentemente se debe considerar de la misma forma que si hubieran muerto. Se tiene que agregar el pago que se hace a los cuidadores de o el pago que representa su tiempo.

#### **Paso 5. Pérdida de producción por lesiones en las víctimas.**

Producción pérdida (accidentes serios) = ((núm. días en hospitalización y visitas a las instalaciones médicas + núm. días en casa recuperándose de las lesiones + núm. de días en busca de nuevos puestos de trabajo) \* (el salario medio de las víctimas)) + (núm. de días del cuidador por atender a la víctima)\*(salario promedio del cuidador)

Producción pérdida (accidentes leves) = ((núm. días gastados en visitas a hospital + núm. días en casa de recuperación de lesiones + núm. días de búsqueda de un nuevo empleo) \* (salario promedio de la víctima)) + (núm. de días gastados por el cuidador)\*(salario promedio del cuidador)

#### **Paso 6. Comprobar la sensibilidad de las suposiciones.**

Donde no ha habido falta de datos y donde se hicieron suposiciones o hipótesis, éstas deben ser destacadas al presentar los resultados finales. El objetivo es presentar todas las estimaciones con las suposiciones realizadas.

### **1.4 Costos Médicos**

Fuentes de información

- Las estimaciones de gastos en hospitales a nivel nacional, gasto por paciente.
- Seguro (o de seguridad social) pagos.
- Estudios individuales en hospital.
- Encuestas a víctimas.

Cálculo de los costos médicos.

**Paso 1. Identificar los costos médicos disponibles y las fuentes de datos.**

**Paso 2. Considerar la posibilidad de encuestas a víctimas de accidentes de tráfico.**

**Paso 3. Calcule el promedio de los gastos médicos por la gravedad de accidentes.** Los cálculos deben ser realizados siguiendo la siguiente fórmula.

Costos médicos para un víctima “fatal” = costos en la escena y costos de transporte + costos en el hospital + costos de salida del paciente + gastos por funeral (ver costos por pérdida de producción).

Costos médicos para una víctima “seria” = costos en la escena y costos de transporte + costos en el hospital + costos de salida del paciente + costos de rehabilitación + costos de prótesis.

Costos médicos para una víctima “leve” = todos los costos de la persona involucrada (tiempo perdido)

#### **Paso 4. Supuestos, datos y sensibilidades.**

La estimación de los costos dependerá de la interpretación estadística de los resultados, pero las grandes desviaciones estándar se puede esperar grandes desviaciones estándar. Por ejemplo, la definición de una lesión en accidentes de tráfico grave, puede cubrir una amplia gama de situaciones. Aunque la mayoría de las víctimas graves se recuperan por completo, si no rápidamente, en unos pocos casos se incurrirá en varias operaciones, incapacidad permanente y de largo plazo en materia de atención médica. Donde no ha habido falta de datos y donde se hicieron suposiciones o hipótesis, estas deben ser destacadas al presentar los resultados finales. El objetivo es presentar todas las estimaciones con las suposiciones realizadas, debido a que éstas pueden ser investigadas.

#### **B. Willingness to Pay (Disposición a pagar).**

Conceptualmente la medida “Disposición a pagar” es atractiva, ya que está destinada a reflejar las cualidades y cantidades que son difíciles si no imposibles de medir. La medida incorpora la preferencia del individuo por la aversión del riesgo, valoración del dolor y el sufrimiento, la preferencia de posponer la muerte y la apreciación de la reducción del riesgo para la vida y la salud en pequeñas cantidades.

Paradójicamente se ha visto en resultados de WTP. Los encuestados valoran más las vidas de otras personas que la vida propia. La fórmula para estimar el valor de la vida asume la proporcionalidad entre la disposición a pagar y la cantidad de reducción del riesgo.

$$V_p = \frac{WTP}{\Delta x}$$

Donde  $V_p$  = Prolongación de la vida

WTP = Disposición a pagar

$\Delta x$  = Cantidad de reducción del riesgo de fatalidad

Existe un estudio, donde se han demostrado los méritos de éste enfoque, el estudio es “Evaluating Public Programs To Save Lives: The Case of Heart Attacks” de Jan Paul Action realizado en Enero de 1973. Encontró que la mayoría de los encuestados están dispuestos a contestar preguntas complejas que implican una pequeña disminución en el riesgo de muerte por ataque al corazón. En promedio los encuestados estaban dispuestos a pagar \$56 por la reducción de muerte debido a ataque al corazón de un 0.002 y \$43 por la reducción del riesgo de la mitad de esa cantidad, representando un valor implícito de la extensión de la vida de \$28000 y \$43000 (USD), respectivamente.

A continuación se presenta un ejemplo de posibles preguntas en los cuestionarios WTP.

Tipo de preguntas en los formularios de WTP para accidentes de tránsito.		
Pregunta	Forma A	Forma B
<b>WTP 1</b>	Suponga que usted esta comprando un auto nuevo y su elección esta entre dos de igual precio y similar modelo, pero se ha probado que uno de ellos reduce la probabilidad de morir de 3 en 100 a 2 en 100 accidentes. ¿Cuánto pagaría usted por la protección adicional \$_____?	Suponga que usted esta comprando un auto nuevo y su elección esta entre dos de igual precio y similar modelo, pero se ha probado que uno de ellos reduce la probabilidad de morir de 300 en 10000 a 200 en 10000 accidentes. ¿Cuánto pagaría usted por la protección adicional \$_____?
<b>WTP 2</b>	Suponga que usted esta comprando un auto nuevo y su elección esta entre dos de igual precio y similar modelo, pero se ha probado que uno de ellos reduce la probabilidad de morir de 3 en 100 a 1 en 100 accidentes. ¿Cuánto pagaría usted por la protección adicional \$_____?	Suponga que usted esta comprando un auto nuevo y su elección esta entre dos de igual precio y similar modelo, pero se ha probado que uno de ellos reduce la probabilidad de morir de 300 en 10000 a 100 en 10000 accidentes. ¿Cuánto pagaría usted por la protección adicional \$_____?
<b>WTP 3</b>	Si 6000 vidas por año pudieran ser salvadas requiriendo que los nuevos carros tengan mejor protección contra accidentes ¿Cuánto estaría usted dispuesto a agregar a su pago mensual por tal protección \$_____?	Si 6000 vidas por año pudieran ser salvadas requiriendo que los nuevos carros tengan mejor protección contra accidentes ¿Cuánto estaría usted dispuesto a agregar a su pago mensual por tal protección \$_____?

Ilustración 26: Ejemplo de preguntas en cuestionarios WTP

### C. Técnicas de cálculo de costos por control de emisiones

La tabla muestra cuatro técnicas, basadas en unidades por año o de por vida y cada una incorpora variables tales como los costos, toneladas, o directamente el total de toneladas de emisiones.

Técnica 1: Los costos a lo largo de la vida divididos por la reducción anual de emisiones			
Caso a: Descontar los costos y emisiones	Valor de costo a lo largo de la vida/ Toneladas reducidas por año	(\$/largo de la vida)/ (ton/año)	Costo de reducir una tonelada cada año a lo largo de la vida
Caso b: Descontar costos únicamente	Valor de costo a lo largo de la vida/ Media de toneladas reducidas por año		
Técnica 2: Costos anuales divididos por la reducción de emisiones anuales			
Caso a: Descontar los costos y emisiones	Costos nivelados por año/ Toneladas niveladas reducidas por año	\$/ton	Costo de reducir una tonelada
Caso b: Descontar costos únicamente	Valor de costo nivelado por año/ Media de toneladas reducidas por año		
Técnica 3: Costos a lo largo de la vida divididos por la reducción de emisiones a lo largo de la vida			
Caso a: Descontar los costos y emisiones	Valor de Costo a lo largo de la vida/ Toneladas reducidas a lo largo de la vida	\$/ton	Costo de reducir una tonelada
Caso b: Descontar costos únicamente	Valor de Costo a lo largo de la vida/ Media de toneladas reducidas a lo largo de la vida		
Técnica 4: Costos anuales divididos por la reducción de emisiones a lo largo de la vida			
Caso a: Descontar los costos y emisiones	Costo por año nivelado/ Toneladas reducidas a lo largo de la vida	(\$/año)/ (ton/a lo largo de la vida)	Costo anual a través de la reducción de toneladas a lo largo de la vida
Caso b: Descontar costos únicamente	Costo por año nivelado/ Media de toneladas reducidas a lo largo de la vida		

**Ilustración 27: Técnicas de cuantificación de costo por control de emisiones**

Técnicas 1 y 4, que mide los costos y la reducción de emisiones sobre diferentes periodos, incorporar una variable de tiempo inconsistente, así que el control de costos usando una u otra técnica de las medidas de control con tiempos de vida diferentes no se pueden comparar directamente. Técnicas 1 y 4 no se deben utilizar para el cálculo de costos de control por unidad de emisiones.

Tenga en cuenta que para la técnica de 1 o 2, la diferencia entre los casos a y b es significativa si la reducción de las emisiones anuales varían a lo largo de la vida. Además, la diferencia entre los dos casos es mayor si la tasa de descuento es aplicada. También tenga en cuenta que los resultados utilizando 2a técnica son los mismos que los que utilizan la técnica 3a. Cualquiera de estos dos métodos se pueden aplicar para el cálculo de lo que se considera los costos de control. Si estos dos métodos se aplican correctamente son significativos en un análisis costo-beneficio.

Algunos estudios para estimar los costos de control de emisiones han sido completados usando las técnicas 2b o 3b. Aquello es, el control de costos ha sido calculado en dólares por tonelada de emisiones reducida, y el descuento se ha aplicado a los costos, pero no a las

emisiones. Para calcular los costos de control para su uso en la evaluación social de los costos y beneficios de las medidas de control, se recomienda que el descuento se aplicará a los costos y la reducción de emisiones, ya que, mientras que las estimaciones de costos representan el lado de los costos, reducción de las emisiones los beneficios. Por lo tanto, se recomienda que la 2a o 3a técnica sea usada en el cálculo de los costos de control de emisiones.

#### **D. Valor Estadístico de la Vida Humana (VEVH)**

El método de las preferencias declaradas consiste básicamente en recrear un mercado hipotético, proporcionando al entrevistado una información detallada, e inquiriendo al entrevistado sobre las acciones que tomaría de encontrarse ante dicha situación. Siendo por tanto el instrumento básico, la encuesta. Para su implementación, básicamente, existen dos técnicas, la valoración contingente y el análisis conjunto. Siendo la primera la que se ha utilizado con mayor profusión. Así, en un determinado contexto, como puede ser los accidentes de tráfico, la seguridad alimentaria o las concentraciones de determinadas sustancias en el medio; se le propone una o varias reducciones de riesgo al encuestado y se le pregunta por su disposición a pagar por dicha reducción o mejora de su seguridad. Desde esos valores se puede estimar el valor estadístico de la vida humana como el cociente entre la disposición a pagar por el cambio propuesto y la reducción de dicho riesgo (MARTÍNEZ,20):

$$VEVH = \frac{DAP}{\Delta riesgo}$$

De donde:

*VEVH = Valor estadístico de la vida humana.*

DAP= Disposición a pagar

$\Delta$ riesgo = Disminución del riesgo

Para ver la aplicación del método se recomienda ver el estudio de: MARTÍNEZ, Jorge Eduardo, et al. *El valor estadístico de la Vida Humana en España*, Universidad de Murcia, España (20).

## **E. Variables y procesos de cálculo para valorar la congestión.**

Listado de constantes por tener en cuenta:

- Ocupación de vehículos
- Días trabajados
- Porcentaje diario de retraso en horas pico
- Promedio del costo de tiempo
- Costos operacionales de los vehículos comerciales

(Las velocidades presentadas para vías rápidas y no rápidas y los días trabajados pueden variar dependiendo de la localidad en donde se haga el análisis de costos por congestión).

### **1) Velocidad de viaje**

VP= Velocidad Promedio

KVR= Kilómetros de viaje recorridos en vías rápidas

KVS=Kilómetros de viaje recorridos en vías secundarias

PVR= Promedio de velocidad en vías rápidas

PVS=Promedio de velocidad en vías secundarias

$$VP = \frac{PVR(KVR) + PVS(KVS)}{KVR + KVS}$$

### **2) Retraso de viaje**

La diferencia entre la cantidad de tiempo que toma transitar una cierta distancia en horas pico y el promedio de tiempo de libre flujo de recorrer la misma distancia.

### **3) Retraso de viaje debido a incidentes.**

IDVHR= Incidente diario de vehículo-horas de retraso

RDVHR= Recurrencia Diaria de Vehículo-Horas de retraso

FR= Factor de Recurrencia

$$IDVHR = RDVHR \times FR$$

### **4) Retraso anual por persona**

HRAP=Horas de retraso anual de personas

HRDV= Horas de retraso diarias por vehículo

DT= Días trabajados

PPV= Promedio de personas por vehículo

$$HRAP = HRDV \times DT \times PPV$$

### 5) Tiempo de viaje anual en horas pico

TVALF= Tiempo de viaje anual en libre flujo (vehículo -horas)

VLF=Velocidad de viaje en libre flujo (Km/h)

DHP=Distancia de viaje del vehículo en horas pico (Kms, Millas)

DT=Días trabajados

$$TVALF = \frac{1}{VLF} \times DHP \times DT$$

TVA= Tiempo de viaje Anual

RR= Retraso en vías rápidas

RS=Retraso en vías secundarias

TR=Tiempo de viaje en vías rápidas

TS=Tiempo de viaje en vías secundarias

$$TVA = (RR + RS) + (TR + TS)$$

### 6) Índice de tiempo de viaje

ITV=Índice tiempo de viaje

TVHP=Tiempo de viaje en horas pico

TVLF= Tiempo de viaje en horas de libre flujo

$$ITV = \frac{TVHP}{TVLF}$$

ITV=Índice tiempo de viaje

TR=Tiempo de retrasos

TVLF= Tiempo de viaje en horas de libre flujo

$$ITV = \frac{TR + TVLF}{TVLF}$$

### 7) Combustible desperdiciado

CAD=Combustible anual desperdiciado

HV=Horas de viaje horas-vehículo

VC= Velocidad de congestión

PEC= Promedio de economía del combustible

DT=Días trabajados por año



$$CAD = HVxVC \div PECxDT$$

CALF=Combustible Anual que debería ser consumido en condiciones de libre flujo

TV=Tiempo de viaje

VLF=Velocidad de libre flujo

PCLF=Promedio de economía de combustible para velocidades de libre flujo

$$CALF = TVxVLFx \div PCLF$$

CADC=Combustible anual desperdiciado en congestión

CAHP=Combustible anual consumido en condiciones de hora pico

CALF=Combustible anual que debería ser consumido en condiciones de libre flujo

$$CADC = CAHP - CALF$$

## 8) Costos de congestión

### Costo por retraso de pasajeros del vehículo

CARP=Costo anual por retraso de pasajeros del vehículo

HRP=Horas diarias por retraso de pasajeros del vehículo

VTP=Valor del tiempo de la persona (\$/hora)

OV=Ocupación del vehículo (personas/vehículo)

DT=Días trabajados

$$CARP = HRPxVTPxOVxD$$

### Costo de combustible de pasajeros vehículo

CAC=Costo anual de combustible

CAD=Combustible desperdiciado

PPV=Porcentaje de pasajeros vehículo

CC=Costo de combustible

DT=Días trabajados

$$CAC = CADxPPVxCCxD$$

### **Costo comercial de vehículos**

CCA=Costo comercial anual

HRV=Horas de retraso del vehículo

PVC=Por ciento de vehículos comerciales

VTVC=Valor del tiempo de los vehículos comerciales (\$/hora)

DT=Días trabajados

$$CCA = HRV \times PVC \times VTVC \times DT$$

CAC=Costo anual debido a congestión

CARP=Costo anual de retraso de pasajeros

CACP=Costo anual por combustible de pasajeros

CCA=Costos comerciales anuales

$$CAC = (CARP + CACP) + CCA$$

### **9) Porcentaje de viajes congestionados**

VCHP=Viaje congestionado en horas pico

PVCHP=Porcentaje de viaje congestionado en horas pico

DVV=Distancia de viaje recorrido por tipo de vialidad (primaria o secundaria)

$$VCHP = PVCHP \times DVV$$

PCHP=Porcentaje de viaje congestionado en horas pico

PVDC=Porcentaje de viaje diario congestionado

$$PCHP = PVDC \div 50\%$$

PVDC=Porcentaje de viaje diario congestionado

VCVR=Viaje congestionado en vías rápidas

VCVS=Viaje congestionado en vías secundarias

VD=Viaje diario

$$PVDC = \frac{VCVR + VCVS}{VD}$$

## F. Matriz de relaciones

Objetivo del Transporte Sustentable.	Estrategias de Transporte Sustentable	Variables Clave del Transporte Público Urbano de Pasajeros (Determinadas mediante MICMAC)		Políticas de Transporte Sustentable	Definición de la política	Interrelación entre políticas	Impactos Externalidades		
							Congestión	Contaminación del Aire	Accidentes de Tránsito
Mejorar la calidad de vida a través de una amplia gama de mejoras en el sistema de transporte para que sea: seguro, accesible, verde, eficiente y atractivo. Sin embargo a largo plazo se requiere una planificación y comprensión detallada del contexto socio-económico, demográfico y ambiental de la ciudad.	Planeación del Sistema de Transporte Público de Pasajeros	Políticas de Transporte Público de Pasajeros Motorizado	Oferta de autobuses (Plazas/Km) <b>Variable Clave 1</b>	Cambio de unidades de transporte a unidades de mayor capacidad	1. Cambiar unidades de baja capacidad por unidades de mayor capacidad, unidades que operen dentro de su vida útil y que sean unidades eficientes (Relación Kms/Combustible)	2,3,4,5,7,11	H,I	A,B,C	
			Oferta de Metro (Plazas/Km) <b>Variable Clave 2</b>	Adecuación de vialidades y/o corredores para Transporte Público de Pasajeros.	2. Dar prioridad al espacio para circulación de unidades de transporte urbano de pasajeros. Siempre que sea posible utilizar materiales durables, reciclados o reciclables en las vialidades y demás obras.	4,5,7	H,I		
				Ampliar la red de transporte colectivo masivo	3. Este sistema altamente eficiente, debe ser desarrollado para convertirse en el mayor modo de transporte, ya que es seguro, rápido y con ahorro de tiempo.	5,1,9	H,I	A,B,C	
		Políticas de Transporte Público de Pasajeros No Motorizado	Integración de la red de Transporte Público de pasajeros	4. Integrar físicamente y operacionalmente las líneas de BRT, líneas del metro, centros de transferencia modal y sus sistemas alimentadores.	2,3,5,9	H,I,J	A,B,C		
			Oferta de BRT'S (Plazas/Km) <b>Variable Clave 3</b>	Desarrollar BRT's	5. El BRT ha sido diseñado para proporcionar transporte rápido, seguro y cómodo comparable al sistema de transporte ferroviario. La construcción es rápida, y requiere menos espacio con alteración menor de tránsito.	1,3,9	H,I,J	A,B,C	
			Oferta de Transporte Público No Motorizado <b>Variable Clave 4</b>	Facilitar conectividad del Transporte Público de pasajeros	6. Infraestructura de acceso en las estaciones del metro, estacionamientos seguros para bicicletas, paraderos de autobús y lugares de interés público para transitar en bicicleta y caminar.	2,3,5,10,12,17	H,I		E,F,G
		Eficiencia del Transporte Público <b>Variable Clave 19</b>	Eficiencia energética de las unidades de transporte público de pasajeros	7. Combustibles más limpios y estilos de conducción responsables.	1,2,5	H,I,J	A,B,C	E,F,G	
	Gestión de demanda del Sistema de Transporte Público de Pasajeros	Demanda	Demanda del Transporte Público Motorizado <b>Variable Clave 5</b>	Equidad social	8. Prioridad total a potenciar la equidad social entre las personas y no atender sólo a grupos específicos. La inversión pública debe estar dirigida al transporte público masivo y por ende beneficiar al grueso de la población.	17	I		E,F
				Restricción al auto privado	9. Implantación de medidas que impulsen cambios de modo de transporte, de menor a mayor capacidad.	1,3,5,13	H,I	A,B,C	
				Cobro de estacionamiento	10. El costo por tiempo de estacionamiento y la restricción de dichos lugares eleva el costo de viaje, fomentando una demanda a los modos de transporte público. Los ingresos debidos al cobro de estacionamiento son empleados en la mejora y oferta del transporte público.	1,3,5,14	H,I,J		
				Prohibición de usos de la vialidad	11. Prohibición del estacionamiento en áreas o vialidades específicas dando prioridad a carriles exclusivos para el transporte público o para facilitar el tránsito en zonas congestionadas.	1,3,5,14	H,I,J		
			Demanda del Transporte Público No Motorizado <b>Variable Clave 6</b>	Plan de movilidad alternativa (Promoción de Transporte en Bicicletas)	12. Política que se aplicaría en ciertos lugares como escuelas y centros de trabajo para promover el ahorro y la eficacia energética en los desplazamientos, permitiría transferir desplazamientos individuales hacia otras formas de movilidad menos consumidoras de recursos como el transporte público.	2,14	H,I,J		
	Planificación de Uso del Suelo	Uso del Suelo Urbano	Distribución de la población <b>Variable Clave 18</b>	Estacionamientos a distancia	13. Diseñar y construir estacionamientos para los autos privados que conecten los viajes de la periferia con las zonas congestionadas del centro, haciendo un fácil transbordo al Sistema de Transporte Público.	1,3,5,9	H,I		
				Construcción de ciclovías y equipamiento para bicicletas	14. Construcción de redes de ciclovías y equipamiento para bicicletas, como estacionamientos en las terminales de transporte y estaciones clave para que más personas lleguen en bicicleta al Sistema y amplíe su cobertura y captación. Equipar a todas las estaciones y terminales de los modos BRT y metro.	6,12	H		E,G
			Distancia de recorrido <b>Variable Clave 8</b>	Ciudades compactas y conectadas	15. Cambiar las reglamentaciones sobre uso del suelo (densificación urbana) y proveer un equilibrio entre empleo, vivienda áreas verdes y transporte.	16	H,I,J	A,B,C	
			Localización de Actividades <b>Variable Clave 13</b>	Usos alternos a la vialidad	16. Gestionar el flujo de tránsito de acuerdo a la demanda y capacidad de las vías (vías reversibles), carriles para vehículos con alta ocupación (VAO) y restricción de acceso a vialidades en horas pico (Pico-Placa) todo ello para mitigar los problemas de congestión y movilidad.	7,9	H		
				Programa de áreas peatonales y tránsito calmado	17. Política que tiene como finalidad disminuir la velocidad de los vehículos y el volumen global de automóviles que ocupan los espacios públicos, en algunas vialidades la restricción total de la circulación de los autos, convirtiendo a los peatones y ciclistas en los protagonistas de los entornos urbanos.	8	I		E,G

## G. Cuestionario de políticas propuestas aplicado a expertos

Criterio		Criterios de impacto a externalidades			Criterios Técnicos		Criterios de Gobernanza		Criterios Económicos	
Subcriterio		CE1: Impacto en la minimización de Accidentes de tránsito	CE2: Impacto en la minimización de la congestión vehicular	CE3: Impacto en la minimización de la contaminación del aire	CT1: Factibilidad	CT2: Capacitación de recursos humanos	CG1: Participación de la población objetivo	CG2: Actores involucrados	CE1: Beneficios económicos y sociales asociados	CE2: Identificación de fuentes de financiamiento
Escala		1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	T: Riesgo técnico <sup>1*</sup> L: Riesgo a aceptación de grupos locales <sup>2</sup> A: Riesgo de impacto ambiental <sup>3</sup> N: Riesgo normativo <sup>4</sup> G: Riesgo de gobernanza <sup>5</sup>	1: Alto 2: Moderado 3: Bajo 4: Muy bajo 5: Ninguna	P: Análisis Participativo I: Acceso a Información C: Consulta D: Debates G: Gestión compartida <sup>6</sup>	F: Federal E: Estatal M: Municipal S: Social P: Privado	C: Contribuye a la economía E: Creación de empleos A: Accesibilidad <sup>7</sup> M: Movilidad <sup>8</sup> E: Equidad <sup>9</sup>	A: Si no hay financiamiento B: Si es 100% pública C: Si es Pública + Privada D: Si es Pública + Privada + Internacional Convencional <sup>10</sup> E: Mecanismo de Desarrollo limpio <sup>11</sup>
Descripción		1 punto en la escala por cada 3% de disminución de accidentes de tránsito	1 punto de la escala por cada 5% de disminución del tiempo de viaje	1 punto de la escala por cada 3% de disminución de los contaminantes del aire	Se seleccionan los posibles riesgos asociados a la política. (Puede no haber selección)	1 punto de la escala por el tiempo invertido en la capacitación de los recursos humanos	Se seleccionan las actividades de participación de la población objetivo. (Puede no haber selección)	Se seleccionan las entidades que participan y dan el visto bueno a la implementación de la política	Se seleccionan los beneficios que traerá consigo la implementación de la política. (Puede no haber selección).	Se identifica la fuente de financiamiento.
Políticas de Transporte	P1				T L A N G		P I C D G	F E M S P	C E A M E	
	P2				T L A N G		P I C D G	F E M S P	C E A M E	
	P3				T L A N G		P I C D G	F E M S P	C E A M E	
	P4				T L A N G		P I C D G	F E M S P	C E A M E	
	P5				T L A N G		P I C D G	F E M S P	C E A M E	
	P6				T L A N G		P I C D G	F E M S P	C E A M E	
	P7				T L A N G		P I C D G	F E M S P	C E A M E	
	P8				T L A N G		P I C D G	F E M S P	C E A M E	
	P9				T L A N G		P I C D G	F E M S P	C E A M E	
	P10				T L A N G		P I C D G	F E M S P	C E A M E	
	P11				T L A N G		P I C D G	F E M S P	C E A M E	
	P12				T L A N G		P I C D G	F E M S P	C E A M E	
	P13				T L A N G		P I C D G	F E M S P	C E A M E	
	P14				T L A N G		P I C D G	F E M S P	C E A M E	
	P15				T L A N G		P I C D G	F E M S P	C E A M E	
	P16				T L A N G		P I C D G	F E M S P	C E A M E	
	P17				T L A N G		P I C D G	F E M S P	C E A M E	

## G.1 Glosario de términos contenidos en cuestionario de anexo

<b>GLOSARIO</b>	
<sup>1</sup> <b>Riesgo Técnico</b>	Es aquel que se deriva de la tecnología disponible y de la evaluación técnica.
<sup>2</sup> <b>Riesgo normativo o legal</b>	Es aquel que se deriva de posibles sanciones por incumplimiento de la legalidad, si bien también se suele incluir la posibilidad de que los empleados realicen acciones ilegales o "conflictivas" que, aunque no impliquen responsabilidad para la entidad, puedan poner en riesgo su imagen, o algo más.
<sup>3</sup> <b>Riesgo de aceptación de grupos locales</b>	Riesgo a que haya rechazo por parte de las personas y/o comerciantes afectados directamente por la implementación de la política (manifestaciones, paros de obra, etc).
<sup>4</sup> <b>Riesgo de Impacto Ambiental.</b>	Riesgo a no asegurar la correcta evaluación de la consecuencia que traerá la implementación de políticas y/o proyectos hacia el medioambiente.
<sup>5</sup> <b>Riesgo de Gobernanza</b>	Esta referido al "buen gobierno", es decir, riesgo a no asegurar que la corrupción sea mínima, riesgo a que durante la toma de decisiones no se tome en cuenta a la minoría y a sus peticiones, así como a la voz de los más desfavorecidos y riesgo a que no se trabaje por las necesidades presentes y futuras de la sociedad (contexto amplio).
<sup>6</sup> <b>Gestión compartida</b>	Es donde los sectores gubernamentales, sector privado y organizaciones sociales trabajan conjuntamente para lograr objetivos que beneficien a todas las partes involucradas.
<sup>7</sup> <b>Accesibilidad</b>	Se refiere a que se tienen vialidades, transporte, estaciones terminales u otras instalaciones públicas adaptadas para uso de todas las personas. Con independencia de que tengan disminuidas o no sus facultades físicas y/o sensoriales, de forma temporal o permanente.
<sup>8</sup> <b>Movilidad</b>	La capacidad de que las personas se desplacen en un lugar a otro con seguridad, recorriendo la menor distancia en el menor tiempo.
<sup>9</sup> <b>Equidad</b>	Se refiere a que el uso del transporte público u otras instalaciones sea barato y que puedan poder pagarlo las familias. Las tarifas se ajustan de tal forma que el sistema de transporte sea sostenible económicamente.
<sup>10</sup> <b>Financiamiento Internacional Convencional.</b>	Llámesse al financiamiento que entregan instituciones internacionales como el Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo (BID) u otras a proyectos de transporte sustentable.
<sup>11</sup> <b>Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).</b>	El Mecanismo de Desarrollo Limpio es un procedimiento contemplado en el Protocolo de Kioto en donde países desarrollados pueden financiar proyectos de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) dentro de países en desarrollo, y recibir a cambio Certificados de Reducción de Emisiones aplicables a cumplir con su compromiso de reducción propio.

## G.2 Cuestionarios realizados a expertos

### Cuestionario – experto A

Formato de Calificación		10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	20%	10%				
Criterio		Criterios de impacto a externalidades			Criterios Técnicos		Criterios de Gobernanza			Criterios Económicos					
Subcriterio		CE1: Impacto en la minimización de Accidentes de tránsito	CE2: Impacto en la minimización de la congestión vehicular	CE3: Impacto en la minimización de la contaminación del aire	CT1: Factibilidad	CT2: Capacitación de recursos humanos	CG1: Participación de la población objetivo	CG2: Actores involucrados		CE1: Beneficios económicos y sociales asociados	CE2: Identificación de fuentes de financiamiento				
Escala		1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	T: Riesgo técnico <sup>1*</sup> L: Riesgo a aceptación de grupos locales <sup>2</sup> A: Riesgo de impacto ambiental <sup>3</sup> N: Riesgo normativo <sup>4</sup> G: Riesgo de gobernanza <sup>5</sup>	1: Alto 2: Moderado 3: Bajo 4: Muy bajo 5: Ninguna	P: Análisis Participativo I: Acceso a Información C: Consulta D: Debates G: Gestión compartida <sup>6</sup>	F: Federal E: Estatal M: Municipal S: Social P: Privado	C: Contribuye a la economía E: Creación de empleos A: Accesibilidad <sup>7</sup> M: Movilidad <sup>8</sup> E: Equidad <sup>9</sup>	A: Si no hay financiamiento B: Si es 100% pública C: Si es Pública + Privada D: Si es Pública + Privada + Internacional Convencional <sup>10</sup> E: Mecanismo de Desarrollo limpio <sup>11</sup>					
Descripción		1 punto en la escala por cada 3% de disminución de accidentes de tránsito	1 punto de la escala por cada 5% de disminución del tiempo de viaje	1 punto de la escala por cada 3% de disminución de los contaminantes del aire	Se seleccionan los posibles riesgos asociados a la política. (Puede no haber selección)	Cuenta 1 punto de la escala por el tiempo invertido en la capacitación de los recursos humanos	Se seleccionan las actividades de participación de la población objetivo. (Puede no haber selección)	Cuenta	Se seleccionan las entidades que participan y dan el visto bueno a la implementación de la política	Cuenta	Se seleccionan los beneficios que traerá consigo la implementación de la política. (Puede no haber selección).	Cuenta Se identifica la fuente de financiamiento.	Cuenta		
Políticas de Transporte	P1	3	3	3	L	4	5		0	MP	2	AM	2	B	2
	P2	3	2	2		5	3	G	1	MP	2	CEAM	4	D	4
	P3	5	5	5		5	1		0	M	1	CEAM	4	D	4
	P4	1	4	4	G	4	4	PCG	3	EMS	3	CAM	3	A	1
	P5	1	2	2	A	4	2	PG	2	EM	2	CAM	3	D	4
	P6	1	1	1		5	5	PIC	3	M	1		0	A	1
	P7	1	1	4	T	4	4		0	M	1	E	1	E	5
	P8	1	1	1	G	4	5		0	M	1	AM	2	B	2
	P9	5	5	5	LG	3	5	P	1	M	1	AM	2	E	5
	P10	1	1	1	G	4	5		0	MP	2		0	A	1
	P11	1	1	1	G	4	5		0	M	1		0	D	4
	P12	1	2	3		5	3	P	1	M	1	AME	3	E	5
	P13	4	4	4		5	3	C	1	M	1	CE	2	C	3
	P14	4	4	4		5	2	P	1	M	1	AME	3	E	5
	P15	3	3	3	G	4	5	P	1	M	1	CAME	4	D	4
	P16	3	4	4		5	3		0	M	1	CAM	3	E	5
	P17	1	1	1	L	4	5	P	1	M	1	C	1	A	1

### Questionario – experto B

Formato de Calificación		10%			10%			10%			10%			20%			10%		
Criterio		Criterios de impacto a externalidades			Criterios Técnicos			Criterios de Gobernanza			Criterios Económicos								
Subcriterio		CE1: Impacto en la minimización de Accidentes de tránsito	CE2: Impacto en la minimización de la congestión vehicular	CE3: Impacto en la minimización de la contaminación del aire	CT1: Factibilidad	CT2: Capacitación de recursos humanos	CG1: Participación de la población objetivo	CG2: Actores involucrados	CE1: Beneficios económicos y sociales asociados	CE2: Identificación de fuentes de financiamiento									
Escala		1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	T: Riesgo técnico <sup>1</sup> L: Riesgo a aceptación de grupos locales <sup>2</sup> A: Riesgo de impacto ambiental <sup>3</sup> N: Riesgo normativo <sup>4</sup> G: Riesgo de gobernanza <sup>5</sup>	1: Alto 2: Moderado 3: Bajo 4: Muy bajo 5: Ninguna	P: Análisis Participativo I: Acceso a Información C: Consulta D: Debates G: Gestión compartida <sup>6</sup>	F: Federal E: Estatal M: Municipal S: Social P: Privado	C: Contribuye a la economía E: Creación de empleos A: Accesibilidad <sup>7</sup> M: Movilidad <sup>8</sup> E: Equidad <sup>9</sup>	A: Si no hay financiamiento B: Si es 100% pública C: Si es Pública + Privada D: Si es Pública + Privada + Internacional Convencional <sup>10</sup> E: Mecanismo de Desarrollo limpio <sup>11</sup>									
Descripción		1 punto en la escala por cada 3% de disminución de accidentes de tránsito	1 punto de la escala por cada 5% de disminución del tiempo de viaje	1 punto de la escala por cada 3% de disminución de los contaminantes del aire	Se seleccionan los posibles riesgos asociados a la política. (Puede no haber selección)	Cuenta	1 punto de la escala por el tiempo invertido en la capacitación de los recursos humanos	Se seleccionan las actividades de participación de la población objetivo. (Puede no haber selección)	Cuenta	Se seleccionan las entidades que participan y dan el visto bueno a la implementación de la política	Cuenta	Se seleccionan los beneficios que traerá consigo la implementación de la política. (Puede no haber selección).	Cuenta	Se identifica la fuente de financiamiento.	Cuenta				
Políticas de Transporte	P1	4	2	4	T	4	5	I	1	E	1	C	1	C	3				
	P2	3	4	4	L	4	1	G	1	E	1	E	1	C	3				
	P3	5	5	5	G	4	1	G	1	E	1	A	1	D	4				
	P4	3	4	4	N	4	5	G	1	E	1	E	1	B	2				
	P5	4	4	4	TG	3	5	G	1	E	1	M	1	D	4				
	P6	4	3	3	T	4	2	P	1	M	1	M	1	E	5				
	P7	1	1	5	N	4	1	G	1	F	1	E	1	B	2				
	P8	1	1	1	G	4	1	G	1	E	1	E	1	C	3				
	P9	4	5	5	L	4	2	G	1	F	1	E	1	C	3				
	P10	1	3	3	L	4	3	G	1	M	1	M	1	C	3				
	P11	3	4	3	N	4	3	G	1	M	1	A	1	C	3				
	P12	4	4	5	G	4	2	P	1	S	1	M	1	B	2				
	P13	3	4	4	G	4	2	G	1	M	1	A	1	C	3				
	P14	4	4	4	G	4	2	G	1	S	1	M	1	C	3				
	P15	4	4	5	G	4	1	G	1	F	1	C	1	D	4				
	P16	5	5	5	G	4	1	G	1	M	1	M	1	C	3				
	P17	5	3	4	G	4	1	G	1	S	1	M	1	C	3				

### Questionario experto C

Formato de Calificación		10%		10%		10%		10%		10%		20%		10%						
Criterio		Criterios de impacto a externalidades			Criterios Técnicos			Criterios de Gobernanza			Criterios Económicos									
Subcriterio		CE1: Impacto en la minimización de Accidentes de tránsito	CE2: Impacto en la minimización de la congestión vehicular	CE3: Impacto en la minimización de la contaminación del aire	CT1: Factibilidad		CT2: Capacitación de recursos humanos		CG1: Participación de la población objetivo		CG2: Actores involucrados		CE1: Beneficios económicos y sociales asociados		CE2: Identificación de fuentes de financiamiento					
Escala		1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	T: Riesgo técnico <sup>1</sup> L: Riesgo a aceptación de grupos locales <sup>2</sup> A: Riesgo de impacto ambiental <sup>3</sup> N: Riesgo normativo <sup>4</sup> G: Riesgo de gobernanza <sup>5</sup>		1: Alto 2: Moderado 3: Bajo 4: Muy bajo 5: Ninguna		P: Análisis Participativo I: Acceso a Información C: Consulta D: Debates G: Gestión compartida <sup>5</sup>		F: Federal E: Estatal M: Municipal S: Social P: Privado		C: Contribuye a la economía E: Creación de empleos A: Accesibilidad <sup>7</sup> M: Movilidad <sup>8</sup> E: Equidad <sup>9</sup>		A: Si no hay financiamiento B: Si es 100% pública C: Si es Pública + Privada D: Si es Pública + Privada + Internacional Convencional <sup>10</sup> E: Mecanismo de Desarrollo limpio <sup>11</sup>					
Descripción		1 punto en la escala por cada 3% de disminución de accidentes de tránsito	1 punto de la escala por cada 5% de disminución del tiempo de viaje	1 punto de la escala por cada 3% de disminución de los contaminantes del aire	Se seleccionan los posibles riesgos asociados a la política. (Puede no haber selección)		Cuenta	1 punto de la escala por el tiempo invertido en la capacitación de los recursos humanos	Se seleccionan las actividades de participación de la población objetivo. (Puede no haber selección)		Cuenta	Se seleccionan las entidades que participan y dan el visto bueno a la implementación de la política		Cuenta	Se seleccionan los beneficios que traerá consigo la implementación de la política. (Puede no haber selección).		Cuenta	Se identifica la fuente de financiamiento.		Cuenta
Políticas de Transporte	P1	3	3	2	T	4	3		0	EP	2	CM	2	C	3					
	P2	2	1	5	T	4	1		0	EP	2	CAM	3	C	3					
	P3	5	5	4	TN	3	1		0	ESP	3	E A M E	4	C	3					
	P4	5	5	3	TN	3	1	D	1	E	1	E A M E	4	C	3					
	P5	5	1	3	TN	3	1	D	1	EP	2	E M E	3	D	4					
	P6	5	5	5		5	2	P	1	E	1	M	1	B	2					
	P7	5	4	5		5	1	P	1	E	1	C	1	C	3					
	P8	5	5	5		5	1	D	1	ESP	3	C E A M E	5	C	3					
	P9	5	5	5		5	1		0	ESP	3	CE	2	C	3					
	P10	5	5	5		5	3	D	1	EP	2	C	1	C	3					
	P11	5	5	5		5	3	D	1	EP	2	C	1	C	3					
	P12	5	5	5	L	4	5	G	1	EP	2	C	1	C	3					
	P13	5	5	3		5	2	G	1	E	1	CEE	3	C	3					
	P14	5	5	5		5	2	G	1	EP	2	C	1	C	3					
	P15	5	5	5		5	3	G	1	E	1	C	1	C	3					
	P16	5	5	5		5	2	G	1	E	1	CM	2	C	3					
	P17	5	5	5		5	5	G	1	E	1	CE	2	C	3					



### Questionario experto D

Formato de Calificación		10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	20%	10%				
Criterio		Criterios de impacto a externalidades			Criterios Técnicos		Criterios de Gobernanza			Criterios Económicos					
Subcriterio		CE1: Impacto en la minimización de Accidentes de tránsito	CE2: Impacto en la minimización de la congestión vehicular	CE3: Impacto en la minimización de la contaminación del aire	CT1: Factibilidad	CT2: Capacitación de recursos humanos	CG1: Participación de la población objetivo	CG2: Actores involucrados		CE1: Beneficios económicos y sociales asociados	CE2: Identificación de fuentes de financiamiento				
Escala		1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	T: Riesgo técnico <sup>1</sup> L: Riesgo a aceptación de grupos locales <sup>2</sup> A: Riesgo de impacto ambiental <sup>3</sup> N: Riesgo normativo <sup>4</sup> G: Riesgo de gobernanza <sup>5</sup>	1: Alto 2: Moderado 3: Bajo 4: Muy bajo 5: Ninguna	P: Análisis Participativo I: Acceso a Información C: Consulta D: Debates G: Gestión compartida <sup>5</sup>	F: Federal E: Estatal M: Municipal S: Social P: Privado		C: Contribuye a la economía E: Creación de empleos A: Accesibilidad <sup>7</sup> M: Movilidad <sup>8</sup> E: Equidad <sup>9</sup>	A: Si no hay financiamiento B: Si es 100% pública C: Si es Pública + Privada D: Si es Pública + Privada + Internacional Convencional <sup>10</sup> E: Mecanismo de Desarrollo limpio <sup>11</sup>				
Descripción		1 punto en la escala por cada 3% de disminución de accidentes de tránsito	1 punto de la escala por cada 5% de disminución del tiempo de viaje	1 punto de la escala por cada 3% de disminución de los contaminantes del aire	Se seleccionan los posibles riesgos asociados a la política. (Puede no haber selección)	Cuenta	1 punto de la escala por el tiempo invertido en la capacitación de los recursos humanos	Se seleccionan las actividades de participación de la población objetivo. (Puede no haber selección)	Cuenta	Se seleccionan las entidades que participan y dan el visto bueno a la implementación de la política	Cuenta	Se seleccionan los beneficios que traerá consigo la implementación de la política. (Puede no haber selección).	Cuenta	Se identifica la fuente de financiamiento.	Cuenta
Políticas de Transporte	P1	1	3	4		5	3		0	F E M S P	5	C E M	3	D	4
	P2	3	2	3	SG	3	5	PI	2	F E M P	4	C E A M	4	B	2
	P3	5	4	5		5	1		0	F E M P	4	C E A M E	5	B	2
	P4	4	4	4	G	4	2	PIC	3	F E M S P	5	C E A M E	5	D	4
	P5	3	2	3	SG	3	2	PI	2	F E M P	4	C E A M E	5	E	5
	P6	5	2	3		5	5	PIC	3	M S P	3	A M E	3	C	3
	P7	1	1	5		5	2		0	F E M S P	5	C E	2	E	5
	P8	2	2	2		5	5		0	M S P	3	C E A M E	5	B	2
	P9	4	5	5	SG	3	5	PICD	4	M P	2	M E	2	B	2
	P10	1	3	3	SG	3	5	P I C D G	5	M P	2		0	D	4
	P11	3	4	3	SG	3	2	PIC	3	M P	2	C E M	3	B	2
	P12	3	2	2		5	5	PICD	4	M S P	3	A M E	3	B	2
	P13	5	4	4		5	5	PICG	4	M P	2	C E M	3	C	3
	P14	4	2	2		5	5	P I C D G	5	M S P	3	A M E	3	E	5
	P15	4	3	4	N	4	2	P I C D G	5	F E M	3	C E A M E	5	E	5
	P16	1	2	2	SG	3	2		0	M P	2	M	1	B	2
	P17	3	3	3	G	4	2	PIC	3	M S P	3	M E	2	B	2

### Questionario experto E

Formato de Calificación		10%		10%		10%		10%		10%		20%		10%			
Criterio		Criterios de impacto a externalidades		30%		Criterios Técnicos		20%		Criterios de Gobernanza		20%		Criterios Económicos		30%	
Subcriterio		CE1: Impacto en la minimización de Accidentes de tránsito	CE2: Impacto en la minimización de la congestión vehicular	CE3: Impacto en la minimización de la contaminación del aire	CT1: Factibilidad	CT2: Capacitación de recursos humanos	CG1: Participación de la población objetivo	CG2: Actores involucrados	CE1: Beneficios económicos y sociales asociados	CE2: Identificación de fuentes de financiamiento							
Escala		1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	T: Riesgo técnico <sup>1*</sup> L: Riesgo a aceptación de grupos locales <sup>2</sup> A: Riesgo de impacto ambiental <sup>3</sup> N: Riesgo normativo <sup>4</sup> G: Riesgo de gobernanza <sup>5</sup>	1: Alto 2: Moderado 3: Bajo 4: Muy bajo 5: Ninguna	P: Análisis Participativo I: Acceso a Información C: Consulta D: Debates G: Gestión compartida <sup>6</sup>	F: Federal E: Estatal M: Municipal S: Social P: Privado	C: Contribuye a la economía E: Creación de empleos A: Accesibilidad <sup>7</sup> M: Movilidad <sup>8</sup> E: Equidad <sup>9</sup>	A: Si no hay financiamiento B: Si es 100% pública C: Si es Pública + Privada D: Si es Pública + Privada + Internacional Convencional <sup>10</sup> E: Mecanismo de Desarrollo limpio <sup>11</sup>							
Descripción		1 punto en la escala por cada 3% de disminución de accidentes de tránsito	1 punto de la escala por cada 5% de disminución del tiempo de viaje	1 punto de la escala por cada 3% de disminución de los contaminantes del aire	Se seleccionan los posibles riesgos asociados a la política. (Puede no haber selección)	Cuenta	1 punto de la escala por el tiempo invertido en la capacitación de los recursos humanos	Se seleccionan las actividades de participación de la población objetivo. (Puede no haber selección)	Cuenta	Se seleccionan las entidades que participan y dan el visto bueno a la implementación de la política	Cuenta	Se seleccionan los beneficios que traerá consigo la implementación de la política. (Puede no haber selección).	Cuenta	Se identifica la fuente de financiamiento.	Cuenta		
Políticas de Transporte	P1	2	4	4		5	5	PCD	3	FEMSP	5	CEM	3	C	3		
	P2	2	2	2	L	4	4	PCD	3	EMP	3	AME	3	C	3		
	P3	5	5	5		5	1	PC	2	FEMP	4	CEAME	5	B	2		
	P4	3	5	4	L	4	3	PCD	3	EMP	3	CEAME	5	C	3		
	P5	3	5	5	L	3	2	PICD	4	EMP	3	CEAME	5	E	5		
	P6	4	3	2		5	3	PC	2	EMS	3	AME	3	B	2		
	P7	1	1	2	N	4	2	C	1	EP	2	C	1	B	2		
	P8	1	1	1	G	4	4	C	1	EP	2	AME	3	B	2		
	P9	2	3	3	L	4	4	PC	2	EP	2	ME	2	C	3		
	P10	3	3	3		5	5	PICD	4	FEMSP	5	AME	3	B	2		
	P11	3	5	5	LG	3	2	PICD	4	FEMP	4	EM	2	C	3		
	P12	3	5	3	LG	3	3	PICD	4	EMP	3	CEAM	4	C	3		
	P13	2	4	3	LG	2	3	PCD	3	EMP	3	AME	3	C	3		
	P14	2	3	3		5	4	PIC	3	EMSP	4	EAME	4	E	5		
	P15	3	5	3	L	4	4	PIC	3	EMP	3	EAM	3	C	3		
	P16	3	5	4		5	4	PIC	3	EMP	3	EAME	4	E	5		
	P17	4	4	4	TN	3	2	PICD	4	FEMSP	5	AME	3	B	2		
	P18	1	3	2		5	4	C	1	EMP	3	M	1	B	2		
	P19	4	2	2		5	4	PICD	4	EMS	3	AME	3	B	2		

### Questionario experto F

Formato de Calificación		10%			10%			10%			10%			20%			10%		
Criterio		Criterios de impacto a externalidades			Criterios Técnicos			Criterios de Gobernanza			Criterios Económicos								
Subcriterio		CE1: Impacto en la minimización de Accidentes de tránsito	CE2: Impacto en la minimización de la congestión vehicular	CE3: Impacto en la minimización de la contaminación del aire	CT1: Factibilidad	CT2: Capacitación de recursos humanos		CG1: Participación de la población objetivo	CG2: Actores involucrados		CE1: Beneficios económicos y sociales asociados		CE2: Identificación de fuentes de financiamiento						
Escala		1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	T: Riesgo técnico <sup>1</sup> L: Riesgo a aceptación de grupos locales <sup>2</sup> A: Riesgo de impacto ambiental <sup>3</sup> N: Riesgo normativo <sup>4</sup> G: Riesgo de gobernanza <sup>5</sup>	1: Alto 2: Moderado 3: Bajo 4: Muy bajo 5: Ninguna		P: Análisis Participativo I: Acceso a Información C: Consulta D: Debates G: Gestión compartida <sup>5</sup>	F: Federal E: Estatal M: Municipal S: Social P: Privado		C: Contribuye a la economía E: Creación de empleos A: Accesibilidad <sup>7</sup> M: Movilidad <sup>8</sup> E: Equidad <sup>9</sup>		A: Si no hay financiamiento B: Si es 100% pública C: Si es Pública + Privada D: Si es Pública + Privada + Internacional Convencional <sup>10</sup> E: Mecanismo de Desarrollo limpio <sup>11</sup>						
Descripción		1 punto en la escala por cada 3% de disminución de accidentes de tránsito	1 punto de la escala por cada 5% de disminución del tiempo de viaje	1 punto de la escala por cada 3% de disminución de los contaminantes del aire	Se seleccionan los posibles riesgos asociados a la política. (Puede no haber selección)	Cuenta	1 punto de la escala por el tiempo invertido en la capacitación de los recursos humanos	Se seleccionan las actividades de participación de la población objetivo. (Puede no haber selección)	Cuenta	Se seleccionan las entidades que participan y dan el visto bueno a la implementación de la política	Cuenta	Se seleccionan los beneficios que traerá consigo la implementación de la política. (Puede no haber selección).	Cuenta	Se identifica la fuente de financiamiento.	Cuenta				
Políticas de Transporte	P1	2	3	4	L G	3	2	P I C D G	5	F E M P	4	C E A Eq	4	D E	5				
	P2	2	3	4	T L A	2	4	I D G	3	M S P	3	C E A M Eq	5	D	4				
	P3	1	4	4	T L	3	5	I G	2	E M P	3	C E A M	4	D E	5				
	P4	3	5	3	T L G	2	4	G	1	E M P	3	C E A M Eq	5	D	4				
	P5	2	3	4	T L A G	1	3	P I G	3	E M S P	4	C E A M Eq	5	D E	5				
	P6	2	3	3	T L G	2	2	P I C D G	5	M S P	3	E A M	3	C	3				
	P7	2	2	2	L G	3	2	P G	2	F P	2	C	1	C	3				
	P8	1	1	1	G	4	2	P I C D G	5	F E M S P	5	Eq	1	C	3				
	P9	4	4	4	T L A N G	0	2	P I D G	4	F E M S P	5	A M	2	B	2				
	P10	2	3	3	L N G	2	2	P I D G	4	F E M S P	5	A M	2	C	3				
	P11	1	3	2	L N G	2	3	P D G	3	F E M S P	5	A M	2	C	3				
	P12	2	2	2	T L A N	1	3	P I G	3	E M S	3	E A M	3	C	3				
	P13	3	3	3	T L N G	1	2	P G	2	F E M S	4	E A M	3	C	3				
	P14	1	2	2	T L A N G	0	3	P D G	3	E M S	3	A M	2	C	3				
	P15	1	1	2	T N G	2	5	P G	2	F E M P	4	E A M	3	C	3				
	P16	3	4	4	T N G	2	2	P D G	3	M S	2	C A M	3	B	2				
	P17	2	2	1	T N G	2	3	P G	2	M S	2	A	1	B	2				

### Questionario experto G

Formato de Calificación		10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	20%	10%				
Criterio		Criterios de impacto a externalidades			Criterios Técnicos		Criterios de Gobernanza			Criterios Económicos					
Subcriterio		CE1: Impacto en la minimización de Accidentes de tránsito	CE2: Impacto en la minimización de la congestión vehicular	CE3: Impacto en la minimización de la contaminación del aire	CT1: Factibilidad	CT2: Capacitación de recursos humanos	CG1: Participación de la población objetivo	CG2: Actores involucrados		CE1: Beneficios económicos y sociales asociados	CE2: Identificación de fuentes de financiamiento				
Escala		1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	T: Riesgo técnico <sup>1</sup> L: Riesgo a aceptación de grupos locales <sup>2</sup> A: Riesgo de impacto ambiental <sup>3</sup> N: Riesgo normativo <sup>4</sup> G: Riesgo de gobernanza <sup>5</sup>	1: Alto 2: Moderado 3: Bajo 4: Muy bajo 5: Ninguna	P: Análisis Participativo I: Acceso a Información C: Consulta D: Debates G: Gestión compartida <sup>5</sup>	F: Federal E: Estatal M: Municipal S: Social P: Privado	C: Contribuye a la economía E: Creación de empleos A: Accesibilidad <sup>7</sup> M: Movilidad <sup>8</sup> E: Equidad <sup>9</sup>	A: Si no hay financiamiento B: Si es 100% pública C: Si es Pública + Privada D: Si es Pública + Privada + Internacional Convencional <sup>10</sup> E: Mecanismo de Desarrollo limpio <sup>11</sup>					
Descripción		1 punto en la escala por cada 3% de disminución de accidentes de tránsito	1 punto de la escala por cada 5% de disminución del tiempo de viaje	1 punto de la escala por cada 3% de disminución de los contaminantes del aire	Se seleccionan los posibles riesgos asociados a la política. (Puede no haber selección)	Cuenta	1 punto de la escala por el tiempo invertido en la capacitación de los recursos humanos	Se seleccionan las actividades de participación de la población objetivo. (Puede no haber selección)	Cuenta	Se seleccionan las entidades que participan y dan el visto bueno a la implementación de la política	Cuenta	Se seleccionan los beneficios que traerá consigo la implementación de la política. (Puede no haber selección).	Cuenta	Se identifica la fuente de financiamiento.	Cuenta
Políticas de Transporte	P1	1	3	4	L	4	3	C G	2	E P	2	E*	1	C	3
	P2	1	4	4	L	4	2	I C G	3	E S P	3	C E M E*	4	E	5
	P3	2	3	4	T L	3	1	P I C	3	F E	2	C E M	3	E	5
	P4	2	3	3	T	4	5	P I C G	4	E P	2	C A M E*	4	C	3
	P5	3	4	4	L	4	2	P C D G	4	E P	2	C E A M E*	5	E	5
	P6	5	3	3	L	4	5	P C	2	E M S	3	A M E*	3	B	2
	P7	1	1	5	T	4	4	I G	2	F E P	3	E	1	E	5
	P8	2	3	4	L	4	5	C D	2	E	1	C A M E*	4	C	3
	P9	3	2	3	L N G	2	5	P C	2	E	1		0	A	1
	P10	1	3	3	L N G	2	5	I C D	3	E M S P	4	C E	2	B	2
	P11	3	3	3	L N G	2	5	I C D	3	E M S	3	M	1	A	1
	P12	2	4	4		5	5	P C	2	E M S P	4	A M E*	3	D	4
	P13	4	4	4	T L	3	5	C D G	3	F E M P	4	C E A M	4	C	3
	P14	1	3	3	L	4	5	C D	2	E M S	3	A E*	2	C	3
	P15	3	4	4	T L A N G	0	5	P I C D G	5	F E M S P	5	C E A M E*	5	A	1
	P16	2	4	3	T L	3	5	C D	2	E M S	3	C M	2	A	1
	P17	5	3	3	L	4	5	C D	2	E S	2	A E*	2	B	2

### Questionario experto H

Formato de Calificación		10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	20%	10%				
Criterio		Criterios de impacto a externalidades			Criterios Técnicos		Criterios de Gobernanza			Criterios Económicos					
Subcriterio		CE1: Impacto en la minimización de Accidentes de tránsito	CE2: Impacto en la minimización de la congestión vehicular	CE3: Impacto en la minimización de la contaminación del aire	CT1: Factibilidad	CT2: Capacitación de recursos humanos	CG1: Participación de la población objetivo	CG2: Actores involucrados		CE1: Beneficios económicos y sociales asociados	CE2: Identificación de fuentes de financiamiento				
Escala		1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	T: Riesgo técnico <sup>1</sup> L: Riesgo a aceptación de grupos locales <sup>2</sup> A: Riesgo de impacto ambiental <sup>3</sup> N: Riesgo normativo <sup>4</sup> G: Riesgo de gobernanza <sup>5</sup>	1: Alto 2: Moderado 3: Bajo 4: Muy bajo 5: Ninguna	P: Análisis Participativo I: Acceso a Información C: Consulta D: Debates G: Gestión compartida <sup>6</sup>	F: Federal E: Estatal M: Municipal S: Social P: Privado		C: Contribuye a la economía E: Creación de empleos A: Accesibilidad <sup>7</sup> M: Movilidad <sup>8</sup> E: Equidad <sup>9</sup>	A: Si no hay financiamiento B: Si es 100% pública C: Si es Pública + Privada D: Si es Pública + Privada + Internacional Convencional <sup>10</sup> E: Mecanismo de Desarrollo limpio <sup>11</sup>				
Descripción		1 punto en la escala por cada 3% de disminución de accidentes de tránsito	1 punto de la escala por cada 5% de disminución del tiempo de viaje	1 punto de la escala por cada 3% de disminución de los contaminantes del aire	Se seleccionan los posibles riesgos asociados a la política. (Puede no haber selección)	Cuenta	1 punto de la escala por el tiempo invertido en la capacitación de los recursos humanos	Se seleccionan las actividades de participación de la población objetivo. (Puede no haber selección)	Cuenta	Se seleccionan las entidades que participan y dan el visto bueno a la implementación de la política	Cuenta	Se seleccionan los beneficios que traerá consigo la implementación de la política. (Puede no haber selección).	Cuenta	Se identifica la fuente de financiamiento.	Cuenta
Políticas de Transporte	P1	3	3	3	LN	3	5		0	EMP	3		0	D	4
	P2	4	4	4	N	4	4	PI	2	EM	2	M	1	D	4
	P3	4	5	5	T	4	1	PI	2	FEMP	4	CEAME	5	E	5
	P4	5	5	5	TNG	2	1	PI	2	FEM	3	CEAME	5	E	5
	P5	4	4	4	N	4	4	PI	2	FEM	3	AME	3	E	5
	P6	4	5	5	TNG	2	3	PCDG	4	MSP	3	CAME	4	C	3
	P7	4	1	5	TNG	2	1	I	1	FE	2		0	D	4
	P8	1	5	4		5	2	PI	2	FEMP	4	AME	3	D	4
	P9	4	4	4	LNG	2	2	I	1	EM	2	E	1	B	2
	P10	1	5	4	NG	3	5	I	1	EM	2	CE	2	C	3
	P11	4	4	3	NG	3	4	I	1	EM	2	M	1	B	2
	P12	4	5	5	NG	3	5	PCG	3	FEM	3	CEAME	5	E	5
	P13	2	5	5	NG	3	5	I	1	EM	2	A	1	C	3
	P14	5	5	5	TNG	2	3	PIC	3	EM	2	CEAME	5	E	5
	P15	3	5	4	TLNG	1	5	PICDG	5	FEM	3	A	1	C	3
	P16	1	3	1	T	4	4	I	1	M	1		0	B	2
	P17	5	4	3	TNG	2	5	PDG	3	M	1	CEE	3	C	3

### Questionario experto I

Formato de Calificación		10%			10%			10%			10%			20%			10%		
Criterio		Criterios de impacto a externalidades			Criterios Técnicos			Criterios de Gobernanza			Criterios Económicos								
Subcriterio		CE1: Impacto en la minimización de Accidentes de tránsito	CE2: Impacto en la minimización de la congestión vehicular	CE3: Impacto en la minimización de la contaminación del aire	CT1: Factibilidad	CT2: Capacitación de recursos humanos	CG1: Participación de la población objetivo	CG2: Actores involucrados	CE1: Beneficios económicos y sociales asociados	CE2: Identificación de fuentes de financiamiento									
Escala		1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	T: Riesgo técnico <sup>1</sup> L: Riesgo a aceptación de grupos locales <sup>2</sup> A: Riesgo de impacto ambiental <sup>3</sup> N: Riesgo normativo <sup>4</sup> G: Riesgo de gobernanza <sup>5</sup>	1: Alto 2: Moderado 3: Bajo 4: Muy bajo 5: Ninguna	P: Análisis Participativo I: Acceso a Información C: Consulta D: Debates G: Gestión compartida <sup>6</sup>	F: Federal E: Estatal M: Municipal S: Social P: Privado	C: Contribuye a la economía E: Creación de empleos A: Accesibilidad <sup>7</sup> M: Movilidad <sup>8</sup> E: Equidad <sup>9</sup>	A: Si no hay financiamiento B: Si es 100% pública C: Si es Pública + Privada D: Si es Pública + Privada + Internacional Convencional <sup>10</sup> E: Mecanismo de Desarrollo limpio <sup>11</sup>									
Descripción		1 punto en la escala por cada 3% de disminución de accidentes de tránsito	1 punto de la escala por cada 5% de disminución del tiempo de viaje	1 punto de la escala por cada 3% de disminución de los contaminantes del aire	Se seleccionan los posibles riesgos asociados a la política. (Puede no haber selección)	Cuenta	1 punto de la escala por el tiempo invertido en la capacitación de los recursos humanos	Se seleccionan las actividades de participación de la población objetivo. (Puede no haber selección)	Cuenta	Se seleccionan las entidades que participan y dan el visto bueno a la implementación de la política	Cuenta	Se seleccionan los beneficios que traerá consigo la implementación de la política. (Puede no haber selección).	Cuenta	Se identifica la fuente de financiamiento.	Cuenta				
Políticas de Transporte	P1	1	2	4	L	4	5		0	FEMP	4	CEM	3	E	5				
	P2	2	5	5	L	4	4		PICD	4	FEM	3	CAME	4	B	2			
	P3	1	5	5	T	4	2		PICD	4	FEMP	4	CEAM	4	C	3			
	P4	1	5	5	TL	3	5		PICD	5	EM	2	CAME	4	E	5			
	P5	2	4	4	TL	3	5		PICD	4	FEMP	4	CAME	4	E	5			
	P6	4	5	5	TL	3	5		PICD	5	EM	2	CAME	4	E	5			
	P7	1	1	5	N	4	5		P	1	FEP	3	E	1	E	5			
	P8	1	4	4	TL	3	5		PICD	4	FEM	3	CAME	4	B	5			
	P9	1	5	5	LG	3	5		I	1	FEM	3	E	1	A	1			
	P10	1	5	5	LG	3	5		I	1	EMP	3	CEM	3	C	3			
	P11	1	4	4	LG	3	5		I	1	EM	2	CME	3	D	4			
	P12	1	4	4	T	4	5		PICD	5	EMS	3	CAME	4	E	5			
	P13	1	5	5	L	4	5		PI	2	EMP	3	EE	2	D	4			
	P14	4	4	4	T	4	5		PICD	4	EMS	3	CAME	4	E	5			
	P15	1	3	3	T	4	5		G	1	FEMS	4	CME	3	A	1			
	P16	2	4	4	T	4	5		I	1	EM	2	M	1	A	1			
	P17	4	4	4	TL	3	5		PICD	4	EMS	3	E	1	D	4			

### Questionario experto J

Formato de Calificación		10%			10%			10%			10%			20%			10%		
Criterio		Criterios de impacto a externalidades			Criterios Técnicos			Criterios de Gobernanza			Criterios Económicos								
Subcriterio		CE1: Impacto en la minimización de Accidentes de tránsito	CE2: Impacto en la minimización de la congestión vehicular	CE3: Impacto en la minimización de la contaminación del aire	CT1: Factibilidad	CT2: Capacitación de recursos humanos		CG1: Participación de la población objetivo	CG2: Actores involucrados		CE1: Beneficios económicos y sociales asociados		CE2: Identificación de fuentes de financiamiento						
Escala		1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	T: Riesgo técnico <sup>1</sup> L: Riesgo a aceptación de grupos locales <sup>2</sup> A: Riesgo de impacto ambiental <sup>3</sup> N: Riesgo normativo <sup>4</sup> G: Riesgo de gobernanza <sup>5</sup>	1: Alto 2: Moderado 3: Bajo 4: Muy bajo 5: Ninguna	P: Análisis Participativo I: Acceso a Información C: Consulta D: Debates G: Gestión compartida <sup>5</sup>	F: Federal E: Estatal M: Municipal S: Social P: Privado	C: Contribuye a la economía E: Creación de empleos A: Accesibilidad <sup>7</sup> M: Movilidad <sup>8</sup> E: Equidad <sup>9</sup>		A: Si no hay financiamiento B: Si es 100% pública C: Si es Pública + Privada D: Si es Pública + Privada + Internacional Convencional <sup>10</sup> E: Mecanismo de Desarrollo limpio <sup>11</sup>								
Descripción		1 punto en la escala por cada 3% de disminución de accidentes de tránsito	1 punto de la escala por cada 5% de disminución del tiempo de viaje	1 punto de la escala por cada 3% de disminución de los contaminantes del aire	Se seleccionan los posibles riesgos asociados a la política. (Puede no haber selección)	Cuenta	1 punto de la escala por el tiempo invertido en la capacitación de los recursos humanos	Se seleccionan las actividades de participación de la población objetivo. (Puede no haber selección)	Cuenta	Se seleccionan las entidades que participan y dan el visto bueno a la implementación de la política	Cuenta	Se seleccionan los beneficios que traerá consigo la implementación de la política. (Puede no haber selección).	Cuenta	Se identifica la fuente de financiamiento.	Cuenta				
Políticas de Transporte	P1	2	2	4	T	4	4		0	FEMP	4	CEA	3	D	4				
	P2	5	3	3		5	5	PIC	3	FEMP	4	CEAME	5	C	3				
	P3	5	3	3		5	2		0	FEMP	4	CEAME	5	D	4				
	P4	5	4	4	L	4	3	PICD	4	FEMSP	5	CEAME	5	C	3				
	P5	5	5	5	LG	3	2	PIC	3	FEMP	4	CEAME	5	E	5				
	P6	5	2	2		5	4	PICDG	5	MSP	3	AME	3	E	5				
	P7	1	1	5	N	4	5		0	FEMP	4	CEE	3	D	4				
	P8	1	3	3		5	4	PICDG	5	FEMSP	5	AME	3	C	3				
	P9	3	3	3	G	4	5	PI	2	MSP	3	AME	3	C	3				
	P10	2	2	2	L	4	5	PICD	4	MSP	3	CEAM	4	D	4				
	P11	2	2	2	L	4	4		0	MSP	3	AM	2	B	2				
	P12	5	2	2	LG	3	4	PICD	4	MSP	3	EAME	4	E	5				
	P13	3	3	3		5	5	PIC	3	MP	2	CEAM	4	D	4				
	P14	5	2	2	LG	3	4	PICDG	5	MSP	3	EAME	4	E	5				
	P15	5	5	5	LNG	2	2	PICDG	5	FEMSP	5	CEAME	5	D	4				
	P16	1	2	2	LG	3	3		0	MSP	3	AM	2	B	2				
	P17	5	2	2	LG	3	4	PICDG	5	MSP	3	AME	3	C	3				

### Cuestionario experto K

Formato de Calificación		10%			10%			10%			20%			10%		
Criterio		Criterios de impacto a externalidades			Criterios Técnicos			Criterios de Gobernanza			Criterios Económicos					
Subcriterio	CE1: Impacto en la minimización de Accidentes de tránsito	CE2: Impacto en la minimización de la congestión vehicular	CE3: Impacto en la minimización de la contaminación del aire	CT1: Factibilidad	CT2: Capacitación de recursos humanos	CG1: Participación de la población objetivo	CG2: Actores involucrados	CE1: Beneficios económicos y sociales asociados	CE2: Identificación de fuentes de financiamiento							
Escala	1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	T: Riesgo técnico** L: Riesgo a aceptación de grupos locales <sup>2</sup> A: Riesgo de impacto ambiental <sup>3</sup> N: Riesgo normativo <sup>4</sup> G: Riesgo de gobernanza <sup>5</sup>	1: Alto 2: Moderado 3: Bajo 4: Muy bajo 5: Ninguna	P: Análisis Participativo I: Acceso a Información C: Consulta D: Debates G: Gestión compartida <sup>6</sup>	F: Federal E: Estatal M: Municipal S: Social P: Privado	C: Contribuye a la economía E: Creación de empleos A: Accesibilidad <sup>7</sup> M: Movilidad <sup>8</sup> E: Equidad <sup>9</sup>	A: Si no hay financiamiento B: Si es 100% pública C: Si es Pública + Privada D: Si es Pública + Privada + Internacional Convencional <sup>10</sup> E: Mecanismo de Desarrollo limpio <sup>11</sup>							
Descripción	1 punto en la escala por cada 3% de disminución de accidentes de tránsito	1 punto de la escala por cada 5% de disminución del tiempo de viaje	1 punto de la escala por cada 3% de disminución de los contaminantes del aire	Se seleccionan los posibles riesgos asociados a la política. (Puede no haber selección)	Cuenta	1 punto de la escala por el tiempo invertido en la capacitación de los recursos humanos	Se seleccionan las actividades de participación de la población objetivo. (Puede no haber selección)	Cuenta	Se seleccionan las entidades que participan y dan el visto bueno a la implementación de la política	Cuenta	Se seleccionan los beneficios que traerá consigo la implementación de la política. (Puede no haber selección).	Cuenta	Se identifica la fuente de financiamiento.	Cuenta		
Políticas de Transporte	P1	2	3	4		5	5		0	FEMSP	5	CEM	3	D	4	
	P2	4	3	3	L	4	5	PI	2	FEMP	4	CEAME	5	B	2	
	P3	5	3	5	TG	3	1		0	FEM	3	CEAME	5	B	2	
	P4	4	4	4	LG	3	2	PICD	4	FEMSP	5	CEAME	5	C	3	
	P5	3	3	3	L	4	3	PICD	4	FEMP	4	CEAME	5	D	4	
	P6	4	2	2		5	5	PICD	4	MSP	3	AME	3	C	3	
	P7	1	1	5		5	5		0	FEMSP	5	CE	2	D	4	
	P8	3	3	3		5	3		0	FEMSP	5	AME	3	C	3	
	P9	4	4	4	G	4	5		0	MP	2	ME	2	C	3	
	P10	2	3	3	LG	3	5	PICD	4	MSP	3	EME	3	D	4	
	P11	2	3	3	LG	3	5	PIC	3	MSP	3		0	B	2	
	P12	4	2	2		5	5	PICDG	5	MSP	3	EAME	4	D	4	
	P13	4	3	3		5	5		0	FEMP	4	CEAME	5	D	4	
	P14	4	2	2		5	5	PICDG	5	MSP	3	EAME	4	D	4	
	P15	5	5	5	N	4	2	PICD	4	FEMSP	5	CEAME	5	E	5	
	P16	1	2	2		5	4	I	1	MSP	3	AM	2	B	2	
	P17	5	3	3	LG	3	5	PICDG	5	MSP	3	AME	3	C	3	



**Cuestionario – Experto L**

Formato de Calificación		10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	20%	10%						
Criterio		Criterios de impacto a externalidades			Criterios Técnicos		Criterios de Gobernanza			Criterios Económicos							
Subcriterio		CE1: Impacto en la minimización de Accidentes de tránsito	CE2: Impacto en la minimización de la congestión vehicular	CE3: Impacto en la minimización de la contaminación del aire	CT1: Factibilidad	CT2: Capacitación de recursos humanos	CG1: Participación de la población objetivo	CG2: Actores involucrados		CE1: Beneficios económicos y sociales asociados	CE2: Identificación de fuentes de financiamiento						
Escala		1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	1: Muy bajo 2: Bajo 3: Moderado 4: Alto 5: Muy Alto	T: Riesgo técnico <sup>1</sup> L: Riesgo a aceptación de grupos locales <sup>2</sup> A: Riesgo de impacto ambiental <sup>3</sup> N: Riesgo normativo <sup>4</sup> G: Riesgo de gobernanza <sup>5</sup>	1: Alto 2: Moderado 3: Bajo 4: Muy bajo 5: Ninguna	P: Análisis Participativo I: Acceso a Información C: Consulta D: Debates G: Gestión compartida <sup>6</sup>	F: Federal E: Estatal M: Municipal S: Social P: Privado		C: Contribuye a la economía E: Creación de empleos A: Accesibilidad <sup>7</sup> M: Movilidad <sup>8</sup> E: Equidad <sup>9</sup>	A: Si no hay financiamiento B: Si es 100% pública C: Si es Pública + Privada D: Si es Pública + Privada + Internacional Convencional <sup>10</sup> E: Mecanismo de Desarrollo limpio <sup>11</sup>						
Descripción		1 punto en la escala por cada 3% de disminución de accidentes de tránsito	1 punto de la escala por cada 5% de disminución del tiempo de viaje	1 punto de la escala por cada 3% de disminución de los contaminantes del aire	Se seleccionan los posibles riesgos asociados a la política. (Puede no haber selección)	Cuenta	1 punto de la escala por el tiempo invertido en la capacitación de los recursos humanos	Se seleccionan las actividades de participación de la población objetivo. (Puede no haber selección)	Cuenta	Se seleccionan las entidades que participan y dan el visto bueno a la implementación de la política	Cuenta	Se seleccionan los beneficios que traerá consigo la implementación de la política. (Puede no haber selección).	Cuenta	Se identifica la fuente de financiamiento.	Cuenta		
Políticas de Transporte	P1	3	3	3	LN	3	5		0	EMP	3		0	D	4		
	P2	4	4	4	N	4	4		PI	2	EM	2	M	1	D	4	
	P3	4	5	5	T	4	1		PI	2	FEMP	4	CEAME	5	E	5	
	P4	5	5	5	TNG	2	1		PI	2	FEM	3	CEAME	5	E	5	
	P5	4	4	4	N	4	4		PI	2	FEM	3	AME	3	E	5	
	P6	4	5	5	TNG	2	3		PCDG	4	MSP	3	CAME	4	C	3	
	P7	4	1	5	TNG	2	1		I	1	FE	2		0	D	4	
	P8	1	5	4			5	2		PI	2	FEMP	4	AME	3	D	4
	P9	4	4	4	LNG	2	2		I	1	EM	2	E	1	B	2	
	P10	1	5	4	NG	3	5		I	1	EM	2	CE	2	C	3	
	P11	4	4	3	NG	3	4		I	1	EM	2	M	1	B	2	
	P12	4	5	5	NG	3	5		PCG	3	FEM	3	CEAME	5	E	5	
	P13	2	5	5	NG	3	5		I	1	EM	2	A	1	C	3	
	P14	5	5	5	TNG	2	3		PIC	3	EM	2	CEAME	5	E	5	
	P15	3	5	4	TLNG	1	5		PICDG	5	FEM	3	A	1	C	3	
	P16	1	3	1	T	4	4		I	1	M	1		0	B	2	
	P17	5	4	3	TNG	2	5		PDG	3	M	1	CEE	3	C	3	

## Bibliografía

1. ANDREAS MULLER, PHD. *Willingness to Pay for Reduction in Fatality Risk: An Exploratory Survey*, American Journal of Public Health, August, Vol. 74, No. 8, 1984.
2. BEIER, Frederick. *Determining the Value of Real-Time Congestion Information for Commercial Vehicle Operators*, Carlson School of Management University of Minnesota, Abril, 1999.
3. COLODNI, Liliana. *Construcción de la Base de Escenarios del Modelo MEDEE-S Aplicación al Transporte de Caracas*, Universidad Simón Bolívar, Venezuela, 1987.
4. CONTE, Mariana, et ál. *Value of a Statistical Life in Argentina: An Experiment of Declared Preferences in the Choice of Road*. UCEMA, Buenos Aires-Argentina, 2004.
5. CROPPER, M.L., et ál, "Environmental Health Effects" in BRADEN, J.B., et ál. "Measuring the Demand for Environmental Quality". Elsevier Science Publications, Amsterdam, 1991.
6. CRUZ Armenta Pablo. *Propuesta metodológica Para la Jerarquización de Inversiones en Corredores Ferroviarios*, D.F., 2010.
7. DARTOIS, Laurent: *Estudio de Evaluación del Potencial de Ahorro de Energía en el Sector Transporte Urbano de México*, D.F., 2008.
8. DE RUS, Ginés. *Economía del Transporte*. Antoni Bosch. Madrid, 2003.
9. ECHEBARRIA, Carmen, ét al. *La inserción de políticas de transporte sostenible en la planificación urbana*, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, 2003.
10. GODET, Michel, et al. *Análisis Estructural con el método MICMAC, y Estrategia de los Actores con el Método MACTOR* (María Mendieta, trad.), Argentina, 2004. (Obra original publicada en 1999).
11. HILLS, P J, et ál. "The Costs of traffic accidents and evaluation of accident prevention in developing countries. In: PTRC Summer Annual Meeting". University of Warwick, London, 13-16 July 1981.
12. HILLS, P J, et ál. "The role of safety in highway investment appraisal for developing countries", Accident Analysis & Prevention, 15, 355-369, 1983.
13. JACOBS, G. "Costing road accidents in developing countries". In Proceedings: Eighth REAAA Conference, Taipei, 17-21 April 1995.
14. JOHANSSON, P.O, "Evaluating Health Risks: an economic approach". New York: Cambridge University Press, 1995.
15. JONES-LEE, M W. "The Value of Life: An economic analysis". London, 1976.

16. JONES-LEE, M W. *"The Economics of Safety and Physical Risk"*, Oxford, 1989.
17. JONES-LEE, M W. *"Valuation of Deaths from Air pollution"*, Department of Environment, Transport and the Regions and the Department of Trade and Industry, February 1998.
18. MANDAL, Subrata, et al. *"Health Damage Cost of Automotive Air Pollution : Cost Benefit Analysis of Fuel Quality Upgradation for Indian Cities"*, National Institute of Public Finance and Policy, New Delhi.
19. MARTÍNEZ, Rodrigo. *Metodologías e Instrumentos Para la Formulación, Evaluación y Monitoreo de Programas Sociales*, CONFAMA / CEPAL.
20. MARTÍNEZ, Jorge Eduardo, et al. *El valor estadístico de la Vida Humana en España*, Universidad de Murcia, España.
21. MILLER, Mark, et ál. *"Investigation of the Costs of Roadway Traffic Congestion"*, PATH, California, 1994.
22. NOMBELA, Gustavo, et al. *"Economía del Transporte"*. Antoni Bosch, Madrid, 2003.
23. *"Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies"*, Vol. 5, pp. 1923 - 1933, 2005.
24. *"Programa de Acción Climática de la Ciudad de México"*, GDF, México, 2008.
25. SANSOM, TOM, et al. *Calculating Transport Congestion y Scarcity Costs*, May, 1999.
26. SCHRANK, David. *"2009 Urban Mobility Report"*. Texas Transportation Institute, USA, July, 2009.
27. SILCOCK, Ross et ál. *"Guidelines for Estimating the Cost of Road Crashes in Developing Countries."* Department of International Development. Project R7780, 2003.
28. SINGH, Aditi, et al. *"Determination of Congestion Cost in Central Business District of New Delhi-A Case Study"*, Journal of the Indian Roads Congress, July-September 2009.
29. *URBAN MOBILITY REPORT 2010*, Texas Transportation Institute, December 2010.
30. WANG, M.Q., et al. *"Methods of Valuing Air Pollution and Estimated Monetary Values of Air Pollutants in Various U.S. Regions"*, Center for Transportation Research, Illinois USA, December 1994.
31. Obtenido el 09 de Enero del 2012 en [http://cambio\\_climatico.ine.gob.mx/sectprivcc/elmdl.htm\\_MDL](http://cambio_climatico.ine.gob.mx/sectprivcc/elmdl.htm_MDL)
32. Obtenido el 14 de Noviembre del 2011 en [http://www.riesgocontrol.net/archivo/riesgo\\_normativo.php](http://www.riesgocontrol.net/archivo/riesgo_normativo.php)