



**INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE**



SECRETARÍA DE  
COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES

SCT

INSTITUTO  
MEXICANO DEL  
TRANSPORTE

*Seminario Internacional sobre Tarificación de Carreteras  
Financiamiento, Regulación y Equidad*

**“Internalización” de las Inconveniencias  
Externas del Tránsito en relación con la  
Tarificación de Vías Nuevas**

**por**

**Alberto Mendoza Díaz, MSCE, PhD**

**Cancún, Quintana Roo**

**12 de abril de 2005**

# LA PRODUCCIÓN DE ACTIVIDADES DE TRANSPORTE



- Requiere combinar diferentes niveles de ciertos insumos o factores productivos para generar un determinado nivel de producción.
- La relación anterior puede representarse matemáticamente de la siguiente manera:

$$q = f (K,E,L,F,N;t),$$

donde:

$q$  = cantidad de transporte con una calidad determinada, producida por unidad de tiempo;

$K$  = cantidad de infraestructura;

$E$  = cantidad de vehículos o equipo móvil;

$L$  = cantidad de personal;

$E$  = cantidad de energía;

$N$  = otros activos, como los recursos naturales; y

$t$  = tiempo de los usuarios.

# COSTOS DEL TRANSPORTE



- Se clasifican en costos incurridos por el productor ( $C_P$ ), costos incurridos por el usuario ( $C_U$ ) y costos externos ( $C_E$ ).
- La suma de los tres tipos anteriores de costos representa el costo social total ( $C_S$ ):

$$C_S = C_P + C_U + C_E$$

- Los costos del productor generalmente incluyen los costos por  $K$ ,  $E$ ,  $L$  y  $F$ . Algunos son fijos y otros variables.
- Los costos del usuario están constituidos principalmente por el costo de oportunidad del tiempo invertido en el transporte.
- Los costos externos están asociados con los insumos  $N$  y no recaen sobre quien(es) los genera(n) sino sobre toda la sociedad.

- Las hay positivas y negativas.
- Las positivas se refieren a efectos que producen beneficios que no recaen sobre quienes los generan, sino sobre otros que no realizan ningún pago por el beneficio recibido.
- Las negativas se refieren a efectos que producen costos que no recaen sobre quienes los generan, sino sobre otros.

# EXTERNALIDADES NEGATIVAS DEL TRANSPORTE



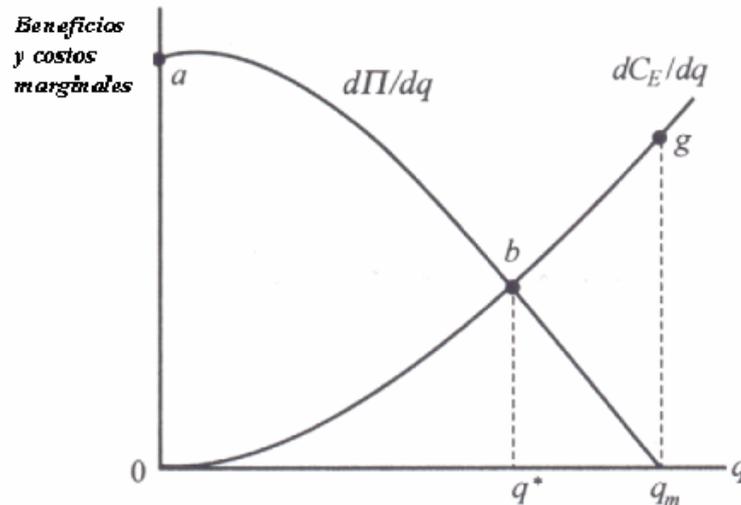
Elemento afectado	Modos de transporte			
	Ferrocarril	Carretera	Aéreo	Marítimo y fluvial
<b>Atmósfera</b>	Contaminación en generación de electricidad	Emisión contaminantes locales y globales	Contaminación zonas aeropuertos y polución global en atmósfera	Contaminación ambiental en la quema de residuos fósiles
<b>Utilización del territorio</b>	Efectos barrera para la fauna	Efectos barrera y movimiento tierras para construcción	Efectos barrera de aeropuertos para la fauna	Modificación costas y cauces fluviales
<b>Residuos sólidos</b>	Cierre líneas, equipos obsoletos	Desasme vehículos viejos. Aceites usados. Materiales construcción carreteras	Aeronaves obsoletas	Buques obsoletos
<b>Agua</b>	Desvío de cursos naturales para construcción infraestructuras	Contaminación aguas superficiales y subterráneas por residuos de pavimentos	Desvío de cursos naturales para construcción infraestructuras. Drenaje pistas	Desvío de cursos naturales para construcción canales. Efecto barrera en costas y modificación playas
<b>Ruido</b>	Problemas en entornos de estaciones y vías	Problemas en grandes ciudades y entornos de carreteras	Problemas en entornos de aeropuertos y zonas de aproximación de aeronaves	-
<b>Accidentes</b>	Descarrilamientos y choques. Posibilidad de vertidos de sustancias contaminantes	Elevado número de víctimas mortales y heridos. Vertidos de sustancias contaminantes	Accidentes de elevada gravedad en términos de víctimas mortales	Vertidos al mar de petróleo y otras sustancias contaminantes
<b>Otros impactos</b>	-	Congestión en vías urbanas o tramos determinados de carreteras	Congestión en aeropuertos. Retrasos para viajeros y costos para compañías	-

# EFECTO ECONÓMICO



- La producción que maximiza el beneficio social se obtiene de igualar el beneficio marginal con el costo marginal externo:

$$\frac{d\Pi}{dq} = p + \frac{dp}{dq}q - \frac{dC}{dq} = \frac{dC_E}{dq}$$

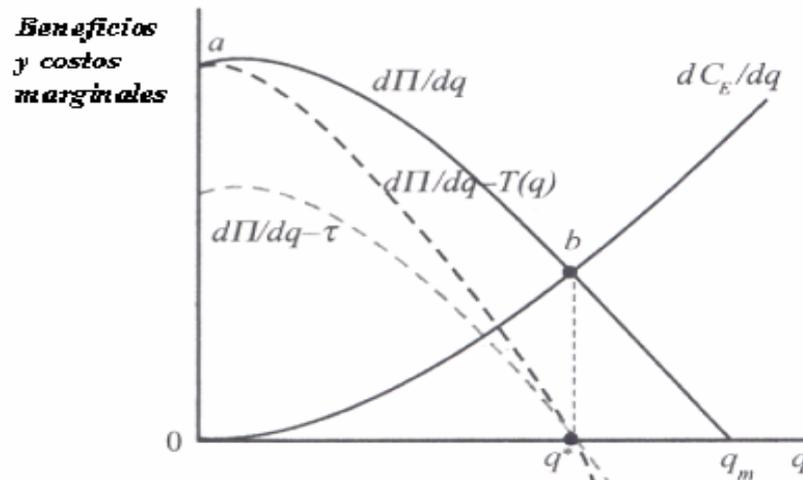


- Por lo tanto, las externalidades producen un fallo de mercado en el que el agente que las causa utiliza un recurso por el cual no paga, por encima del nivel socialmente óptimo.

# MECANISMOS DE CORRECCIÓN



- Se basan en inducir que la actividad se mantenga en el nivel socialmente óptimo, considerando tanto los beneficios como los efectos negativos.
- Hay básicamente tres tipos:
  - Utilización de impuestos correctores  $T(q) = C_E(q)$  ó  $\tau$  (“restricciones blandas”),
  - Fijación de límites por parte de una autoridad correctora (“restricciones duras”), y
  - Negociación entre agentes.



## Congestionamiento Vial

- Externalidad “interna”, más severa en los entornos urbanos.
- Cuando la demanda es mayor que un cierto nivel en el que ya empieza a haber interferencia entre los usuarios, cada nuevo usuario impone un costo adicional a los otros si se incorpora a la vía al considerar sólo sus beneficios privados.
- Hay dos tipos de costos generados por el congestionamiento vial: el tiempo extra que los usuarios invierten en los desplazamientos, y el consumo extra de combustible.
- Representa alrededor del 2% del PIB.
- Medidas para abatirlo: información en tiempo real a los usuarios, tarificación por congestionamiento, ampliación de la capacidad de las vías, desviación de la demanda a otros modos.

## Accidentes

- Aunque algunos de los costos de los accidentes son pagados por aquéllos que los generan ya sea directamente o través de seguros, una parte importante de estos costos es inflingida a otros miembros de la sociedad, tornándose en costos externos.
- El costo de un accidente vial incluye el costo de los muertos, de los lesionados así como de los daños materiales resultantes.
- Representan alrededor del 2.5% del PIB.
- Las medidas para mitigarlos son diversas e incluyen desde estrategias administrativas y organizacionales (implementación de procesos de planeación estratégica y de sistemas de administración de la seguridad) hasta programas para reducir la exposición de los usuarios al riesgo, así como para prevenir los accidentes, mejorar la conducta de los usuarios, controlar el nivel de las lesiones y atender oportunamente a los lesionados.

## Ruido

- Es un subproducto no deseado del tránsito y el transporte.
- El ruido no sólo causa inconveniencias sociales, sino que también puede generar daños a la salud física y fisiológica. Aunque algunos de los costos de los accidentes son pagados por aquéllos que los generan ya sea directamente o través de seguros, una parte importante de estos costos es inflingida a otros miembros de la sociedad, tornándose en costos externos.
- El costo del ruido se estima a partir de contabilizar la pérdida de valor en el mercado, de los bienes raíces (casas, edificaciones, etc.) afectados por encima de cierto límite o valor de umbral.
- Las medidas para mitigar el ruido incluyen: la creación de barreras y zonas de amortiguamiento, la instalación de aislamientos en las casas y edificaciones, el control del uso del suelo, la agilización del tránsito, el uso de pavimentos absorbentes del ruido, etc.

## Contaminación del Aire

- Puede producir daños en la salud humana, los materiales y edificaciones, las cosechas, los bosques, etc.
- Los vehículos automotores son fuente principal de los siguientes cuatro contaminantes: CO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y PM.
- Los costos externos por contaminación del aire incluyen los impactos en la salud humana, la visibilidad, las cosechas, los materiales y edificaciones y los bosques.
- Dentro de las medidas para mitigar la contaminación ambiental se encuentran: la promulgación de estándares para la calidad del aire, la aplicación de estándares y programas de certificación para las emisiones de escape de los vehículos, la obligatoriedad de que los vehículos cuenten con convertidores catalíticos de tres vías, el uso de combustibles mejorados, restricciones espaciales y temporales a la circulación de vehículos, el uso de tecnologías ITS, el fomento del uso de modos alternativos menos contaminantes (p. ej. el transporte eléctrico masivo), etc.

# “INTERNALIZACIÓN” EN RELACIÓN CON LA TARIFICACIÓN DE VÍAS NUEVAS



(1)

- Un requisito para el funcionamiento socialmente óptimo de un sistema vial es la eliminación de las distorsiones producidas por las externalidades.
- En el caso de las vías de cuota, las casetas de cobro proporcionan un elemento para “internalizar” una parte importante de los costos externos.
- Para las vías libres, las posibilidades son más limitadas, reduciéndose a la aplicación de impuestos (“restricciones “blandas”) o medidas regulatorias “restricciones duras”).

# “INTERNALIZACIÓN” EN RELACIÓN CON LA TARIFICACIÓN DE VÍAS NUEVAS



(2)

- La posibilidad de “internalizar” los costos externos a través de las cuotas en el caso de una vía de cuota, debe analizarse considerando a dicha vía como parte del sistema vial global.
- Una nueva vía generalmente representa condiciones de circulación más convenientes para cada usuario en lo particular, así como socialmente.
- El cobro de cuotas a la circulación por la nueva vía genera dos efectos que se contraponen. Por un lado, el cobro de cuotas favorece la captación de ingresos para financiar la nueva vía, pero también opera como una distorsión que disuade su uso, reduciéndolo por debajo del nivel que es socialmente óptimo.

# “INTERNALIZACIÓN” EN RELACIÓN CON LA TARIFICACIÓN DE VÍAS NUEVAS



(3)

- Por lo tanto, lo más conveniente es cobrar las cuotas mínimas necesarias para afrontar los compromisos financieros derivados de la construcción y operación de la nueva vía.
- Asimismo, la posibilidad de “internalizar” a través de las cuotas el costo de las inconveniencias externas generadas por la circulación por la vía de cuota, está ligada, por razones de equidad y conveniencia social, con poder también implantar las medidas equivalentes (“blandas” o “duras”) para la circulación por las alternativas de la red vial existente (generalmente sin cuota).

# “INTERNALIZACIÓN” EN RELACIÓN CON LA TARIFICACIÓN DE VÍAS NUEVAS



(4)

- La aplicación de medidas “blandas” o “duras” para la circulación por las alternativas de la red vial existente puede verse como un instrumento que contribuya a retornar la captación de la demanda por la nueva vía de cuota, hacia el nivel socialmente óptimo.
- Dichas medidas deben ser más severas, relativamente, para los vehículos generadores de mayores inconveniencias externas, como son los privados (automóviles y camiones de carga).
- En México, ya se están aplicando estrategias del tipo anterior.

## CONCLUSIONES



- El tránsito y en general el transporte, juegan un papel esencial en el desarrollo socioeconómico de las sociedades modernas.
- Sin embargo, también se encuentran en el centro de la generación de efectos nocivos crecientes.
- Por lo tanto, el reto es continuar obteniendo sus importantes beneficios reduciendo sus inconveniencias a niveles aceptables.
- Lo anterior requerirá de estimar los impactos de esos efectos en el hombre y la naturaleza, y de traducirlos en elementos de las políticas de transporte, como son las políticas tarifarias para vías nuevas.