

# Instrumentos Económicos para la Reducción del Uso del Automóvil en Ciudades Mexicanas

Mario C. Perdomo\* y Óscar Sánchez Flores\*\*

## RESUMEN

El presente trabajo introduce una metodología para el análisis de los efectos generados por diversas políticas orientadas a la reducción del uso del vehículo particular en poblaciones con disparidades grandes en los niveles de ingreso. Para ello, se toma como marco de referencia el modelo de equilibrio parcial propuesto Calthrop y Proost en 2003 el cual se extiende al caso de dos grupos de usuarios (bajos y altos ingresos) segmentado por su nivel de ingresos en el que se busca compensar los efectos de iniquidad derivados de la implementación de instrumentos económicos que buscan principalmente hacer pagar al usuario las externalidades provocadas por el uso del automóvil. Esta diferenciación permite analizar diversos esquemas de tarificación de emisiones contaminantes evidenciando los efectos de exclusión de los usuarios de menores ingresos. Para validar los supuestos considerados en el modelo formal y evaluar estos efectos de exclusión, se realiza un análisis numérico con base en información estadística censal del caso mexicano. En la parte final del trabajo se hacen observaciones sobre los resultados arrojados por la aplicación de la herramienta estadística en el modelo para terminar con recomendaciones concretas acerca de la implementación de los instrumentos económicos obtenidos como parte de una política pública equitativa.

*Palabras claves:* reducción del uso del automóvil, externalidades, políticas públicas ambientales, equidad.

## ABSTRACT

This work introduces a methodology of an analysis of the generated effects by different policies focused on the particular vehicle use reduction in population with large inequities in income levels. Based on Calthrop and Proost's 2003 partial equilibrium model, a model extension is proposed by selecting the market into two different clusters: high income users and low income users, seeking a compensation of the inequities produced by the implementation of economic instruments that make the user to pay for externalities produced by cars. This differentiation allows analyzing different pollution emission pricing schemes becoming evident exclusion effects in the low income users. In order to validate assumptions made in the model and evaluate the exclusion effects, a numeric analysis based in statistic information for the Mexican case is made. At the final part, some conclusions related to the application of the statistic tool in the model are made, concluding with some specific recommendations about the implementation of the economic instruments that were obtained.

*Keywords:* car use reduction, externalities, internalizing externalities, public policy, environmental policies, equity.

\*Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México. Ciudad Universitaria, Cerro de Coatepec S/N, Toluca, Estado de México, México. Contacto: icimcp@gmail.com.  
 \*\*Colegio Mexiquense. El Colegio Mexiquense, A.C. Ex-Hacienda Santa Cruz de los Patos, Zinacantan, Estado de México. Código Postal: 51350. Contacto: osflown@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

El artículo aborda el tema de reducción del uso del automóvil particular desde la perspectiva económica, considerando las ventajas que representa la inclusión de medidas de este tipo. Las alternativas propuestas para la reducción del uso del automóvil toman como base un modelo económico de equilibrio parcial, donde se considera al usuario como actor principal y su relación con el bien establecido como vehículo-kilómetro. Este análisis permite determinar la demanda en condición de equilibrio individual y social pero deja a un lado la conveniencia de aplicar, por razones de equidad, un pago diferenciado por el daño ambiental, ocasionado por cada segmento de demanda. Un análisis diferenciado podría determinar cuál es la proporción del daño que tiene que cubrir cada segmento de demanda, con la finalidad de mantener la equidad en cuanto a los montos a pagar por cada proporción de usuarios.

El planteamiento propuesto lleva a reiterar la necesidad de incluir políticas socialmente equitativas en la regulación gubernamental. La equidad social se refiere a la igual distribución de impactos (beneficios, costos y desventajas) entre los usuarios. La justicia o equidad ambiental, por otro lado, es un subgrupo de la equidad social que se enfoca en evitar la discriminación injustificada de grupos desaventajados (Litman y Brenman, 2011), tales como las discriminaciones causadas por la imposición tributaria generalizada. En este sentido, Hanse (2003) concuerda con economistas especializados en que la estabilidad económica es una necesidad mínima necesaria para preservar el ambiente y que los modelos dedicados a la cuantificación y compensación de daños deben caber en un contexto de macropolíticas e impactos microeconómicos dado el cambio en el impacto ambiental resultado de una decisión equitativa. En caso contrario, como lo menciona Litman y Brenman (2011), se percibirá que las comunidades con bajo ingreso reciben la mayor parte impactos negativos de la inversión en transporte, cuando un trato justo significa impedir la redistribución proporcional de los efectos negativos conocidos como externalidades (reflejo de impactos de carácter ambiental que ocurren fuera del mercado y permanecen sin ser compensados, de acuerdo a Van den Bergh y Castells, 2003).

La equidad ambiental es congruente con los elementos fundamentales de la teoría de justicia de Raw, que se base en dos principios: el primero menciona que todos los bienes sociales como libertad, oportunidad, ingreso y bienestar deben ser distribuidos de manera equitativa. De no ser distribuidos de esa forma deberían estar distribuidos favoreciendo a los aquellos que tienen desventajas (Alsnih y Stopher, 2003).

Un ejemplo claro de políticas no equitativas lo tiene México: de acuerdo al Informe sobre Desarrollo Humano en México 2011, realizado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, el gran problema de México sigue siendo la generalidad en la distribución de los subsidios del gobierno, mecanismo que termina beneficiando a los más ricos. De hecho, de acuerdo a Magdy Martínez-Solimán, representante del

Programa para el Desarrollo de la ONU en México (2011), la gasolina barata es más barata para el que más tiene, para la empresa más grande, para el ciudadano más acaudalado, y es que México gasta cada año cuatro veces más en subsidiar el combustible que en todos los programas para combatir la pobreza, lo que lleva a la urgencia del establecimiento de políticas con enfoque de equidad.

Sin embargo es evidente que el discurso de la equidad al tratar los problemas no se ve reflejado *ex ante* estudios de políticas públicas del transporte. La herramienta principal de análisis de políticas de transporte es el análisis beneficio costo y se basa más en eficiencia económica que en principios de equidad (Rietveld, 2003).

En el lado de una propuesta más equitativa de compensación de externalidades se sabe que en un nivel de creación de políticas es necesario elegir aquella que se base en la región, en sus ingresos y en las principales necesidades de la zona (Van den Bergh y Castells, 2003).

El artículo está organizado de la siguiente forma: la primera parte del documento se plantea el modelo formal de segmentación de usuarios por nivel de ingreso tomando como base el modelo desarrollado por Calthrop y Proost (2003), (modelo base en lo subsecuente, especificando supuestos y acotaciones. En su planteamiento se argumenta a favor del análisis de este tipo de problemas como mercado segmentado. A largo de las secciones subsecuentes se analizan las diferentes opciones de segmentación junto con sus variaciones paramétricas, para finalmente sugerir herramientas estadísticas para la validación del modelo, así como su aplicación al caso mexicano. El análisis enfatiza en la necesidad de revertir o compensar los efectos inducidos por un impuesto homogéneo ya que es una fuente de inequidad cuando la población tiene disparidades importantes en sus niveles de ingreso.

## 1. MODELO DE SEGMENTACIÓN DE ESTRATOS

### 1.1 Condiciones Generales y Relación con el Modelo de Calthrop y Proost

Partiendo del modelo de Calthrop y Proost (2003), se emplean los siguientes supuestos para introducir la segmentación de la demanda:

- El total de usuarios se compone de dos segmentos principales: ingresos bajos ( $S_\alpha$ ) e ingresos altos ( $S_\beta$ ).
- La suma de sus correspondientes proporciones de consumo es el consumo total de los usuarios de vehículos particulares. Es decir, la suma del consumo de ambos segmentos será siempre igual a 1.
- La disponibilidad de pago máximo por un consumo de un vehículo-kilómetro es el que corresponde al segmento  $S_\beta$ . De forma análoga, al segmento  $S_\alpha$ , de menor ingreso, también estará dispuesto a pagar un precio máximo ( $p_\alpha$ ) para consumir una unidad bien citado. Normalizando, la disponibilidad de pago máximo del segmento  $\beta$  será igual a 1, mientras que el  $p_\alpha$  será una proporción de  $p_\beta$ , es decir:  $0 < p_\alpha < 1$ .

Con base en las observaciones anteriores las curvas de demanda se representan geoméricamente de la siguiente manera:

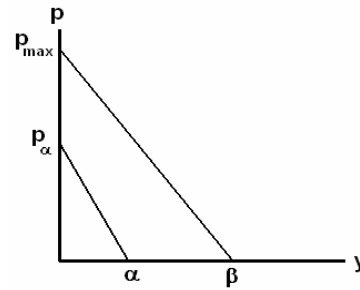


FIGURA 1: Modelo de Segmentación del Mercado con Precios Máximos Desiguales

En este modelo se observa que la proporción de consumo del  $S_\alpha$  ( $\alpha$ ) y la proporción de consumo del segmento  $S_\beta$  (denotado por  $\beta$ ) son diferentes. Se asume que la suma de ambas proporciones de consumo da el consumo total del mercado de bien vehículo-kilómetro, así como que la proporción de consumo del segmento de mayores ingresos es mayor a la proporción de consumo del segmento de menores ingresos.

Por otro lado se considera que el segmento  $S_\alpha$  tiene una disposición de pago al bien menor que la disposición al pago del segmento  $S_\beta$ . En la realidad esto se justifica, ya que existe un precio del bien que el segmento de menor ingreso ya no puede pagar, así, un precio mayor a este  $p_\alpha$  limita al segmento  $S_\alpha$  pero no así al segmento  $S_\beta$ .

Al igual que en el modelo base, este modelo está normalizado, por lo que deben cumplirse las siguientes condiciones:

- La suma de las dos proporciones de consumo debe ser igual a 1. En otras palabras:  
 $\alpha + \beta = 1$  con  $0 < \alpha < 1$  y  $0 < \beta < 1$
- El precio máximo del bien es igual a 1 y equivale al precio que está dispuesto a pagar el segmento  $S_\beta$ . El precio máximo del segmento  $S_\alpha$  es una proporción del precio máximo. Es decir:  
 $p_{\max} = 1$  y  $0 < p_\alpha < 1$

En cuanto a las consideraciones respecto al proveedor, el daño y su control se mantienen los supuestos del modelo de base. Es decir: a) Se asume que el mercado de los vehículos es perfectamente competitivo, por lo que el costo de proveer un vehículo-kilómetro es constante. Para simplificar algebraicamente el modelo se normalizan estos costos a cero. b) El daño producido por vehículo-kilómetro en ausencia de algún tipo de control está dado por  $d \in (0,1)$ , c). La cantidad de control de contaminación por vehículo-kilómetro, dada por  $z \in [0,1]$ , se asume continua y tiene un costo de  $(\frac{c}{2})z^2$  por kilómetro. Las simplificaciones anteriores significan que el costo marginal de la reducción de contaminantes es creciente. Por simplicidad que se asume  $c = 1$ . Debido a la normalización realizada, en presencia de reducción de contaminantes, el daño por vehículo-kilómetro estará dado por el daño total menos la cantidad controlada, es decir  $d(1-z)$ .

### 1.2 Obtención de las Funciones de Demanda

En el modelo segmentado propuesto donde existen dos funciones de demanda, una para cada segmento.

Tomando como base la Figura 1 las ecuaciones son:

$$y_\alpha = -\frac{1}{p_\alpha}(\alpha(p - p_\alpha)) \text{ y } y_\beta = -\beta(p - 1).$$

Donde  $\alpha$  y  $\beta$  son la proporción de consumo de los segmentos  $S_\alpha$  y  $S_\beta$  respectivamente y  $p_\alpha$  el precio máximo que el segmento  $S_\alpha$  está dispuesto a pagar.

Análogamente al modelo base, las funciones inversas de demanda resultan para el segmento de menores ingresos y para el segmento de mayores ingresos respectivamente:

$$p = \frac{1}{\alpha}[p_\alpha(\alpha - y)] \text{ y } p = \frac{1}{\beta}(\beta - y)$$

De las funciones inversas de demanda se obtiene el consumo óptimo de ambos segmentos tomando como base el beneficio marginal descontando los daños y los costos generados por la reducción del daño, dada por la integral:

$$B = \int_0^y \left( \frac{1}{\alpha} p_\alpha \alpha - \frac{1}{\alpha} p_\alpha y - d(1-z) - \frac{z^2}{2} \right) dy$$

Para el caso del segmento  $S_\alpha$ , y por la integral:

$$B = \int_0^y \left( 1 - \frac{y}{\beta} d(1-z) - \frac{z^2}{2} \right) dy$$

Para el caso del segmento de ingresos altos. Desarrollando dichas integrales y obteniendo las Condiciones de Primero Orden (CPO) para maximizar el consumo y minimizar el daño, se obtienen las funciones:

$$y_\alpha^* = \frac{\alpha}{p_\alpha} \left[ p_\alpha - d \left( 1 - \frac{d}{2} \right) \right] \text{ y}$$

$$y_\beta^* = \beta \left[ 1 - d \left( 1 - \frac{d}{2} \right) \right] \text{ para el segmento } S_\alpha \text{ y } S_\beta \text{ respectivamente.}$$

En esencia se puede observar que el consumo optimizado no es más que la proporción de consumo de cada segmento menos el daño y su respectivo control en proporción al consumo del segmento y el precio máximo que está dispuesto a pagar cada segmento. Siguiendo el modelo base, estas ecuaciones corresponden al consumo en un escenario ideal, donde los usuarios, en este caso de ambos segmentos, maximizan su consumo y además pagan los daños que les corresponden. ¿Qué sucede entonces cuando se implementan las distintas políticas propuestas en el modelo base a la segmentación propuesta?

### 1.2.1 Escenario sin Intervención

Es posible demostrar que de manera similar al escenario base, en el caso de la segmentación de no existir restricción alguna en el consumo ambos segmentos, éstos consumirán la totalidad disponible. En ambos casos sólo limitada por la disposición al pago y el ingreso. Esta política conduce a un consumo mayor al óptimo.

### 1.2.2 Impuesto a la Emisión

En esta política se busca que el impuesto sugerido sea igual al daño generado. Se observa que las funciones de consumo, bajo este esquema, se convierten en:

$$y_\alpha^T = \frac{\alpha}{p_\alpha} \left[ p_\alpha - d \left( 1 - \frac{d}{2} \right) \right] \text{ para el}$$

$$\text{segmento de menor ingreso y } y_\beta^T = \beta \left[ 1 - d \left( 1 - \frac{d}{2} \right) \right]. \text{ Para el}$$

segmento  $S_\beta$  o de mayor ingreso. Se observa que es igualmente un modo de ver la ecuación de consumo ya optimizada en el primer desarrollo. Ello refuerza el planteamiento de que un impuesto a la emisión lleva al consumo óptimo.

Si bien este resultado es consistente con el modelo base la consideración de un solo estrato de usuarios lleva a hacer pagar por igual a todos los usuarios independientemente de su nivel de consumo. Lo anterior es consistente en economías donde el nivel de ingreso es similar en toda la población. Sin embargo, la medida se convierte en inequitativa en países donde la disparidad o brecha de ingresos es importante como es el caso de la mayoría de las economías de América Latina ya que el incremento del precio en efecto llevaría a una reducción de la demanda total pero a costa de la exclusión de los usuarios de menores ingresos, que tienen menor disponibilidad al pago. En este sentido, el efecto final sería que solo la población de mayores ingresos tendría posibilidad de utilizar el automóvil. Bajo esta circunstancia, lo menos inequitativo sería cargar un impuesto diferente a cada usuario, en la medida en que éste utilice el automóvil y genere con ello externalidades negativas. En esta dirección se desarrolla el modelo segmentado propuesto: consideración del consumo del bien vehículo-kilómetro y su relación con la compensación de externalidades.

### 1.2.3 Subsidio a la Menor Emisión de Contaminantes

Como se analiza en el modelo base, aunque muchas veces se insista en que un subsidio a la menor emisión de contaminantes debe ser adoptado, llevar a cabo esta clase de política tiene como resultado un consumo del bien mayor al óptimo, es por ello que no se desarrollará la demostración de esta condición en el mercado segmentado.

### 1.2.4 Impuesto al Producto (vehículo-kilómetro)

Tal como se demuestra en el modelo base, el cobro de un impuesto relacionado al producto (vehículo-kilómetro) conduce hacia un consumo menor del bien. Esto se debe a que el usuario relaciona de manera racional el producto con un pago, por lo que lo administra. Sin embargo, esta medida, no incentiva la adopción de una tecnología más limpia o alternativas que produzcan menos contaminantes. Esta política se puede ver como un segundo mejor, cuando el primero desemboca en la optimización de consumo del bien así como en la minimización del daño.

### 1.2.5 Estándares Tecnológicos

El modelo base demuestra que la implementación de estándares tecnológicos lleva a un consumo mayor al óptimo por lo que no se profundizará en el desarrollo de su respectiva demostración para segmentos. Dadas las relaciones anteriormente citadas es debido enfocarse al planteamiento especificado como la solución óptima de consumo. En el siguiente apartado se observará la relación que tienen estos resultado en el consumo y las los costos medio y marginal de las externalidades.

## 1.3 Relación del Consumo en Segmentos con Pago de Externalidades

El caso de las externalidades por contaminación es equiparable a la externalidades causadas por congestión. Así es posible ver la función inversa de demanda junto con las curvas de costo medio y costo marginal relacionadas a las externalidades:

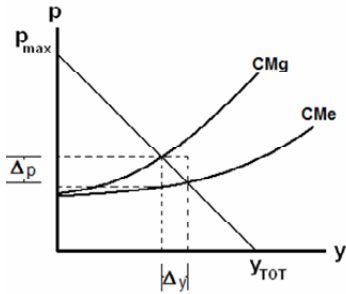


FIGURA 2: Modelo de Demanda con Externalidades

En la figura anterior se muestran las externalidades aplicadas a la totalidad de mercado. El costo que el usuario percibe está dado por la curva de Costo Medio, mientras que la curva de Costo Marginal es lo que el usuario debería pagar realmente. Si al usuario se le hiciera pagar este  $\Delta_p$ , llevaría a una reducción del consumo  $\Delta_y$ , que finalmente es lo que se busca.

Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, un pago de la externalidad  $\Delta_p$  podría ser aplicado a todos los usuarios sin importar su nivel de ingreso, el tipo de auto o cualquier otro factor.

En el caso del modelo propuesto esta diferenciación de precio es en realidad:  $d(1-z) - \frac{z^2}{2}$ . Originando, después de la optimización una reducción en el consumo:  $d(1 - \frac{d}{2})$ .

Este mismo mecanismo puede ser aplicado al análisis de los dos diferentes segmentos, de forma que se pueda probar que la reducción en el consumo es proporcional a su consumo total de ser diferenciados los segmentos:

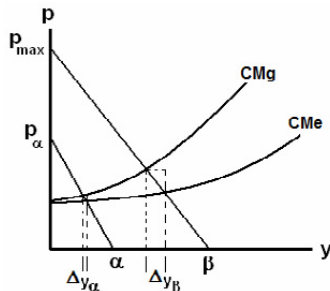


FIGURA 3: Modelo de Demanda Segmentada con Externalidades

El consumo de ambos segmentos se ve reducido de acuerdo a sus proporciones de consumo  $\alpha$  y  $\beta$ . De hecho, esta reducción en el consumo ha sido ya calculada, y de acuerdo a las funciones optimizadas de consumo, es:  $\frac{\alpha}{p_\alpha}(d(1 - \frac{d}{2}))$ . Para el segmento  $S_\alpha$ .

Mientras que para el segmento  $S_\beta$  el consumo se ve reducido en:  $\beta(d(1 - \frac{d}{2}))$ .

Transfiriendo este análisis a políticas públicas, cada segmento (cuya clasificación dependerá de diferentes factores) compensará económicamente el daño generado de acuerdo a su proporción del consumo del bien veh-km, al contrario de políticas no segmentadas donde cualquier usuario debe pagar la totalidad del daño generado. En caso de aplicarse el mismo instrumento a toda la población el segmento de menor ingreso  $S_\alpha$  sería el más afectado, pagando mucho más de lo que le correspondería.

Inclusive, de pagarse el instrumento que le corresponde a todo el mercado, el segmento de mayor ingreso se estaría pagando más de lo que le corresponde, tal como se muestra en la siguiente figura:

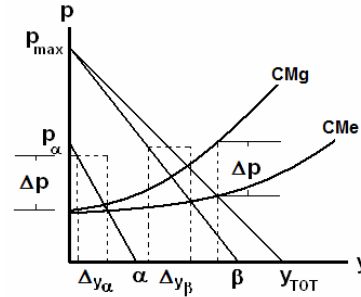


FIGURA 4: El mismo Instrumento en ambos Segmentos

Por otro lado, el excedente del consumidor mostrado en la siguiente figura, generado por el pago de la externalidades, puede ser utilizado para subsidiar el transporte público o incentivar tecnologías más limpias.

Sin importar la alternativa el problema radica ahora en la manera en que las proporciones de consumo diferenciadas, así como los precios máximos pueden ser definidos.

1.4 Obtención de Funciones para el Establecimiento de Parámetros del Modelo Segmentado

Para fines de comparación y análisis, se obtienen relaciones entre el segmento y diferentes factores como el ingreso, el valor del vehículo, el porcentaje destinado a la utilización de vehículos particulares, entre otros. La primera relación de éstas es la de ingreso - valor del auto. Teniendo una clasificación de segmentos de acuerdo al ingreso se puede determinar el valor de autos pertenecientes a cada uno de los segmentos, como se muestra a continuación:

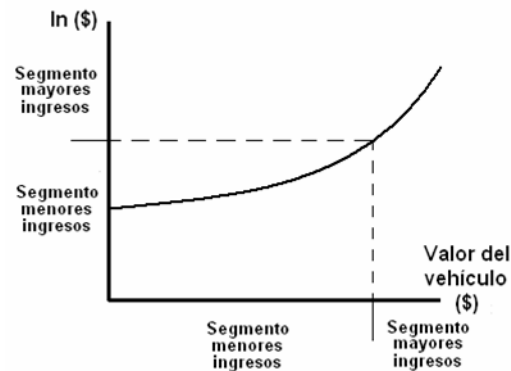


FIGURA 5: Relación Ingreso - Valor del Vehículo

Se observa en la Figura 5 que no todos los ingresos se relacionan al valor de un vehículo, esto se debe a que se considera que únicamente a partir de un cierto ingreso es posible la adquisición de un automóvil. Lo anterior lleva a la necesidad de establecer una relación entre el ingreso y el porcentaje de éste destinado a la compra, mantenimiento y combustible del vehículo. Con ello, se obtienen cantidades monetarias gastadas en el vehículo, para tomarse después como parámetros para determinar la proporción de consumo de veh-km.

De acuerdo a la Figura 6 se requiere establecer la forma en cómo pueden ser determinados  $p_{max}$ ,  $p_\alpha$ ,  $y_\alpha$ ,  $y_\beta$ ; en otras palabras, el precio máximo del bien veh-km que el segmento de

mayor ingreso está dispuesto a pagar ( $p_{max}$ ), así como el precio máximo correspondiente al segmento de menores ingresos ( $p_{\alpha}$ ), y, de igual forma, la proporción de consumo de los diferentes segmentos ( $y_{\alpha}$  y  $y_{\beta}$ ). Para alcanzar el fin antes mencionado se dividirá el análisis en dos partes: la obtención de los precios y la obtención de proporciones.

**1.4.1 Definición de Precios**

Se propone el precio veh-km como una función de: El valor del tiempo ( $VOT$ ), el costo del vehículo ( $Cvh$ ), el ingreso ( $I$ ), el porcentaje del ingreso destinada al transporte, exceptuando transporte público ( $\chi I$ ), es decir:  $p = f(VOT, Cvh, I, \chi I)$

De acuerdo al modelo utilizado, tanto precios como proporciones de consumo deben ser normalizados, siendo el precio más alto del bien veh-km igual a 1. Por simplicidad, para el establecimiento de los precios del bien veh-km se tomará:  $p = aVOT + bCvh + cI + d\chi I$ .

Siendo  $a, b, c$  y  $d$  constantes de ponderación de lo diferentes componentes, sabiendo además que  $a + b + c + d = 1$  en el caso del  $p_{max}$ , y que en cualquier caso  $VOT$ ,  $Cvh$ ,  $I$  y  $\chi I$  estarán en el rango de 0 a 1. De este modo se garantiza que  $p_{max} = 1$  y que  $0 < p_{\alpha} < 1$  y sea una proporción de  $p_{max}$ .

Bajo estas consideraciones se tiene que:  $p_{\beta} = p_{max} = 1$ ,  $p = aVOT + bCvh + cI + d\chi I$ ,  $VOT_{\beta} = Cvh_{\beta} = I_{\beta} = \chi I_{\beta} = 1$ ,  $a + b + c + d = 1$ ,

Por otro lado para el estrato de menores ingresos:  $p_{\alpha} = aVOT_{\alpha} + bCvh_{\alpha} + cI_{\alpha} + d\chi I_{\alpha}$  con:  $0 < VOT_{\alpha} < 1$ ,  $0 < Cvh_{\alpha} < 1$ ,  $0 < I_{\alpha} < 1$ ,  $0 < \chi I_{\alpha} < 1$ ,  $a + b + c + d = 1$ , y  $0 < p_{\alpha} < 1$ .

Así, con la información adecuada, es posible obtener el  $p_{max}$  y el  $p_{\alpha}$  necesarios para la aplicación del modelo al caso mexicano.

**1.4.2 Definición de Proporciones**

El consumo de cada usuario no depende tanto del ingreso, del modelo del auto o de su valor de tiempo; el consumo de veh-km dependerá del porcentaje del ingreso destinado al transporte, exceptuando transporte público.

Supóngase el ingreso más alto ( $I_{max}$ ) con un porcentaje  $\chi I_{max}$  de gasto en transporte, entonces el producto de  $I_{max}$  por dicho porcentaje será, en el modelo normalizado, lo máximo que se puede consumir como usuario.

Si se tiene una parte de la población que recibe hasta el ingreso máximo para la clasificación de segmento de bajos ingresos y una población que recibe ingresos altos que puede ganar el ingreso máximo, entonces se puede cuantificar  $\alpha$  y  $\beta$ .

**2. ESTADÍSTICA COMPARATIVA Y VALIDACIÓN**

En este apartado se analiza la sensibilidad segmentado a diferentes combinaciones tanto de proporciones como de precios, con el fin de establecer la respuesta esperada a condiciones reales y prever las medidas que se puedan aplicar.

En los siguientes apartados se profundizará en estas combinaciones siendo aplicadas al modelo segmentado (Figura 1).

**2.1 Caso de Proporciones de Consumo Iguales**

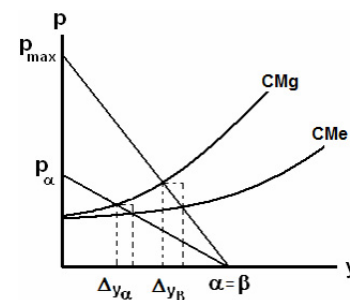
Si la proporción de consumo de ambos segmentos es exactamente la misma, es decir:  $\alpha = \beta = \frac{1}{2} y_{TOT}$ . Considerando que:

$\alpha + \beta = 1$  y  $\alpha = \beta$ , se tendrá una relación de consumo optimizado dado por las ecuaciones:  $y_{\alpha}^* = \frac{\alpha}{p_{\alpha}} \left[ p_{\alpha} - d \left( 1 - \frac{d}{2} \right) \right]$ ,

$$y_{\beta}^* = \beta \left[ 1 - d \left( 1 - \frac{d}{2} \right) \right]$$

Si para este caso se tuviera que  $p_{\alpha} = p_{max} = 1$  entonces se tendría que  $y_{\alpha}^* = y_{\beta}^*$  y su pago al daño sería igual. Dado que  $p_{max} = p_{\beta}$  y  $p_{\alpha} < p_{\beta}$ , entonces para cualquier valor de  $p_{\alpha}$  siempre el consumo del segmento de menores ingresos será menor, puesto que:  $\frac{\alpha}{p_{\alpha}} > \beta$  si  $p_{\alpha} \in (0,1)$

Gráficamente, estas diferencias se verían:



**FIGURA 6: Diferencia de Consumo en el Mercado Segmentado con igual Proporción de Consumo**

Se concluye entonces que en un mercado segmentado por nivel de ingresos del bien veh-km, el segmento de menor ingreso se verá más afectado en el consumo si se implementa una medida en la que se compense todo el daño si la proporción de consumo de ambos segmentos es la misma.

**2.2 Proporción de Consumo del Segmento de Menor Ingreso, Mayor a la Proporción de Consumo del Segmento de Mayor Ingreso**

En este escenario se propone que la proporción de consumo del segmento con menor ingreso es mayor a la proporción de consumo del segmento con mayor ingreso. En otras palabras, esta combinación indica que el segmento de menor ingreso, aunque con una menor disposición al pago consume una proporción mayor del bien al segmento con mayor ingreso y con mayor disposición al pago. Ciertamente, este escenario no es real, aunque vale la pena mostrar los resultados del ejercicio. En este caso, dadas las ecuaciones de consumo optimizado se observa que para todas las combinaciones posibles que cumplan las condiciones del modelo, se tendrá que  $\frac{\alpha}{p_{\alpha}} > \beta$ , es decir, el segmento de menor ingreso tendrá una reducción en el consumo mayor al del segmento de menor ingreso, como se muestra en la figura siguiente:

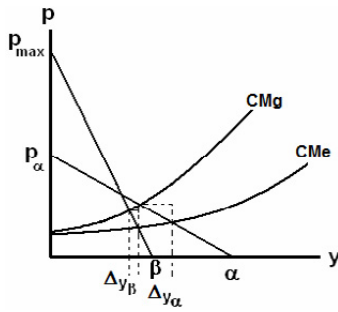


FIGURA 7: Diferencia de Consumo en el Mercado Segmentado con  $a > b$

Dejando de lado la inverosimilitud de la combinación dada, la reducción en el consumo sería la más justa, pues sería el segmento  $S_\alpha$  el que se vería más afectado, esto por tener mayor proporción de consumo.

**2.3 Proporción de Consumo del Segmento de Mayor Ingreso, Mayor a la Proporción de Consumo del Segmento de Menor Ingreso**

La perspectiva más realista es, sin duda, aquella donde la proporción de consumo del segmento de mayor ingreso es mayor a la proporción de consumo del segmento  $S_\alpha$ . Para fines de análisis se dirá que tienen una relación:  $\beta = k\alpha$ . Es decir, la proporción de consumo del segmento  $S_\beta$  es k veces la proporción de consumo del segmento  $S_\alpha$ .

Se sabe que:  $y_\alpha^* = \frac{\alpha}{p_\alpha} \left[ p_\alpha - d \left( 1 - \frac{d}{2} \right) \right]$  y que:  $y_\beta^* = \beta \left[ 1 - d \left( 1 - \frac{d}{2} \right) \right]$ .

Estas ecuaciones de consumo óptimo mencionan que cada segmento consume de acuerdo a su proporción de consumo, es decir a para el segmento  $S_\alpha$  (que es  $\frac{\alpha}{p_\alpha} (p_\alpha)$ ) y  $\beta$  para el segmento  $S_\beta$ , por lo que la disminución en el consumo de cada segmento puede verse como:  $\Delta y_\alpha = \frac{\alpha}{p_\alpha} \left[ d \left( 1 - \frac{d}{2} \right) \right]$ ,  $\Delta y_\beta = \beta \left[ d \left( 1 - \frac{d}{2} \right) \right]$ .

Si se toma a  $d(1-d/2)$  como una constante el punto de comparación será entonces  $\frac{\alpha}{p_\alpha}$  contra  $\beta$ . Ahora bien, se sabe que  $\alpha + \beta = 1$ , o bien que  $\alpha + k\alpha = 1$ , de aquí que:  $\alpha = \frac{1}{1+k}$ .

Para establecer las diferencias entre todas las combinaciones, se genera el límite donde  $\frac{\alpha}{p_\alpha}$  sea igual a  $\beta$ , así:  $\frac{\alpha}{p_\alpha} = k\alpha$ . Es

decir:  $\frac{1}{p_\alpha} \frac{1}{1+k} = \frac{1}{1+k} k$  que desarrollando y despejando  $p_\alpha$  queda como:  $p_\alpha = \frac{1}{k}$ .

Así, se tiene tanto  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $p_\alpha$  en términos de  $k$  respectivamente. Variando entonces el valor de k se obtienen los puntos donde, para cada valor de  $k$ , se cumple la igualdad  $\frac{\alpha}{p_\alpha} = \beta$ . De dicho ejercicio se llega a la siguiente gráfica:

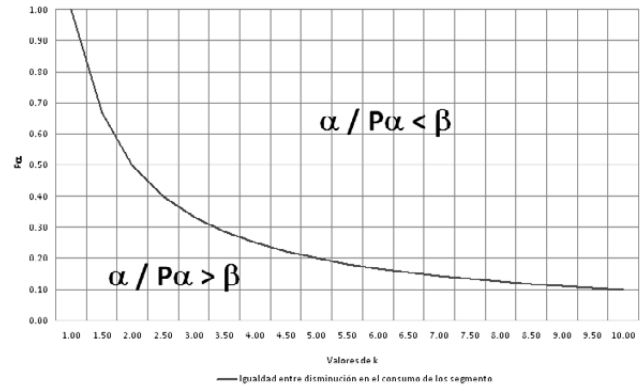


FIGURA 8: Línea de Igualdad en la Disminución de Consumo entre los Segmentos  $S_\alpha$  y  $S_\beta$

Como se ha mencionado, esta gráfica indica el límite donde la combinación de parámetros resulta en la igualdad. El eje de las ordenadas indica la proporción que guarda  $p_\alpha$  con respecto a  $p_{max}$  (que es igual a 1) y el eje horizontal indica los valores que puede tomar  $k$ . Cualquier punto resultado de la combinación de interés que se encuentre en la parte superior de la curva dirá que el segmento de menor ingreso está teniendo una menor disminución de su consumo; y por el contrario, si la combinación de parámetros resulta en un punto por debajo de la curva indicará que dicha combinación hace que el segmento de menor ingreso se vea más afectado con una mayor reducción de su consumo.

Esta herramienta permitirá saber en qué punto se encuentran ubicados los usuarios de la zona de estudio, determinando si las políticas impuestas son igualitarias, diferencias, equitativas o susceptibles de mejora.

**3. APLICACIÓN AL CASO MEXICANO**

La Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto en el Hogar es un levantamiento realizado por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática de México (INEGI) y tiene como objetivo obtener información sobre el monto, procedencia y distribución de los ingresos de los hogares nacionales o extranjeros, que residen dentro del territorio nacional.

Esta información constituye una serie homogénea de los ingresos y los gastos de los hogares desagregados por sus principales componentes. Se presenta la información de ingresos y gastos por deciles de hogares y por múltiplos de salarios mínimos. Para el análisis presentado se ocuparán los múltiplos de salarios mínimos, a modo de establecer mejores relaciones para la segmentación.

En particular, el arreglo de datos que interesan al estudio son los correspondientes a "Hogares por la composición de los grandes rubros del gasto corriente monetario trimestral según múltiplos de los salarios mínimos generales de acuerdo con su ingreso corriente trimestral. Es necesario comentar que este arreglo es resultado de un proceso metodológico definido por el INEGI, de modo que se puede ver a esta tabla como un producto de salida de la aplicación de encuestas de ingresos y gastos en los hogares.

La ENIGH más reciente es la correspondiente al 2008, por lo que se establecerá la metodología para la obtención de parámetros para utilidad de series más actualizadas con base en estos datos.

Los rubros de interés para el análisis presentado que contiene la ENIGH son: Gasto en adquisición de vehículos de uso particular y Gasto en refacciones, partes, accesorios,

mantenimiento, combustibles, y servicios varios para vehículos particulares.

En otras palabras, los datos utilizados son los relativos al transporte exceptuando transporte público, transporte foráneo y comunicaciones. Tomando estos datos es posible establecer las relaciones indicadas anteriormente, de modo que se puedan definir los valores de interés para el análisis. En los siguientes apartados se describirá la manera en que los datos que componen la ENIGH fueron empleados para obtener las variables descritas en apartados anteriores.

### 3.1 Obtención de Insumos de la ENIGH

El procedimiento para el cálculo de cada uno de los elementos de la tabla de gasto corriente se documenta en Cano Perdomo (2011), baste decir en este apartado que los elementos más sobresalientes obtenidos corresponden a: a) Gasto trimestral promedio por hogar general, en adquisición de vehículos y en servicio, mantenimiento y combustibles, por estrato (múltiplos de salarios mínimos). b) Porcentaje del gasto trimestral destinado a transporte en general, vehículos particulares, adquisición de vehículos particulares y servicio, mantenimiento y combustible, por estrato. c) Porcentaje del ingreso trimestral por hogar destinado a transporte en general, vehículos particulares, adquisición de vehículos particulares y servicio, mantenimiento y combustible, por estrato.

Son de particular interés para el análisis los datos correspondientes al salario mínimo percibido, el porcentaje del ingreso destinado al vehículo particular en general, así como el porcentaje del ingreso destinado a la adquisición de vehículos particulares. En relación al salario mínimo, se considera el que establece la Comisión Nacional de Salarios Mínimos. El salario mínimo promedio (temporal y espacial) del 2008 es \$51.02 la jornada, con base en esta observación se obtiene la equivalencia

de múltiplos de salario mínimo a pesos corrientes del 2008 en la tabla de gasto corriente en transporte.

Para determinar cuáles de los datos que habrán de utilizarse, es necesario primero definir lo que será el segmento  $S_\alpha$  y  $S_\beta$ , para posteriormente realizar el análisis correspondiente.

### 3.2 Definición de Segmentos

Tanto el Consejo Nacional de Población (CONAPO) como el INEGI utilizan deciles poblacionales para segmentar a la población por estratos. Esta clasificación resulta poco útil al querer relacionar los estratos con un ingreso, ya que la segmentación en deciles se realiza en función del reparto de la riqueza de un país. Por otro lado la segmentación por ingresos que utiliza el propio INEGI es la que se presenta en la tabla de gasto corriente en transporte, sin embargo para el análisis se requiere de una segmentación más simple.

Aunque lo ideal sería realizar políticas públicas lo más segmentado posible, bastará para fines de verificación del modelo proponer dos segmentos. Puede haber distintos criterios de segmentación, en este caso se propone el nivel de gasto en los hogares. Para el segmento  $S_\alpha$  se propondrán aquellos hogares donde se gasta en promedio hasta tres cuartas partes del ingreso, mientras que para el segmento  $S_\beta$  aquellos hogares que gastan, en promedio, menos de esas tres cuartas partes. Es necesario enfatizar que estos niveles de gasto son obtenidos a través de un estimado de salario mínimo (punto medio de los intervalos antes mencionados) así como de la relación entre gasto de todos los hogares encuestados por estrato, por lo que representa sólo un indicador para segmentar el mercado. No representa entonces ni la capacidad de ahorro ni refleja la forma en que se gasta en cada uno de los hogares. Así se puede encontrar la Tabla 1 a manera de resumen:

TABLA 1: Porcentaje del Ingreso Gastado en los Estratos

MÚLTIPLOS DE SALARIOS MÍNIMOS A CONSIDERAR	TOTAL	$\alpha$					
		1.00	1.50	1.75	2.75	3.50	4.50
Salario mínimo diario (pesos)		50.84	76.26	88.97	139.81	177.94	228.78
Ingreso trimestral (pesos)		4575.60	6863.40	8007.30	12582.90	16014.60	20590.20
<b>GASTO CORRIENTE MONETARIO TOTAL</b>							
Hogares	26 714 362	572 834	934 143	1 341 901	3 175 416	3 389 607	2 984 650
Gasto (miles de pesos)	587 689 417	2 857 589	5 945 703	10 553 680	31 454 702	42 806 187	45 800 508
Gasto trimestral promedio por hogar (pesos)	21 999	4 989	6 365	7 865	9 906	12 629	15 345
% del ingreso gastado en promedio por hogar		109.0%	92.7%	98.2%	78.7%	78.9%	74.5%
MÚLTIPLOS DE SALARIOS MÍNIMOS A CONSIDERAR	TOTAL	$\beta$					
		5.50	6.50	7.50	9.00		
Salario mínimo diario (pesos)		279.62	330.46	381.30	457.56		
Ingreso trimestral (pesos)		25165.80	29741.40	34317.00	41180.40		
<b>GASTO CORRIENTE MONETARIO TOTAL</b>							
Hogares	26 714 362	2 351 767	1 865 861	1 553 104	8 545 079		
Gasto (miles de pesos)	587 689 417	41 507 448	37 241 831	33 117 247	336 404 522		
Gasto trimestral promedio por hogar (pesos)	21 999	17 649	19 960	21 323	39 368		
% del ingreso gastado en promedio por hogar		70.1%	67.1%	62.1%	95.6%		

Fuente: Elaboración propia con base en la ENIGH 2008

En la tabla presentada se observa que el estrato con 4.50 salarios mínimos son los que gastan hasta tres cuartas partes del ingreso. Se tomará entonces como segmento  $S_\alpha$  a aquellos hogares que tienen un ingreso de 0 a 4.5 salarios mínimos en promedio y como segmento  $S_\beta$  a aquellos hogares que perciben de 5.5 a 9.0 salarios mínimos en promedio. No resulta innecesario recordar que estos niveles de salarios mínimos son establecidos para efectos de cálculo, pero provienen de intervalos definidos.

Una vez establecidos los segmentos es posible extraer los datos necesarios para la obtención de los parámetros del modelo.

### 3.3 Obtención de Parámetros para el Modelo Segmentado

En la tabla de gasto corriente en transporte se tienen ya obtenidas diferentes relaciones entre el ingreso y el gasto por varios motivos relacionados con el uso de vehículos particulares.

Particularmente, como se ha mencionado con anterioridad, el estudio tiene especial interés en los elementos mostrados en la Tabla 2:

**TABLA 2: Relaciones Destacadas entre Ingreso y Gasto en Vehículos para los Segmentos**

	$S_\alpha$	$S_\beta$
Múltiplos de Salarios mínimos a considerar	4.50	9.00
Ingreso trimestral (pesos)	\$20,590.20	\$41,180.40
% del ingreso destinado a vehículos particulares	3.4%	9.9%
% del ingreso destinado a la adquisición	0.3%	2.9%

Fuente: Elaboración propia con base en la ENIGH 2008

Así, la obtención de los parámetros del modelo de segmentación se realiza, mediante estos datos, siguiendo la metodología descrita. Recuérdese que el modelo requiere de la determinación de  $p_{max}$ ,  $p_\alpha$ ,  $y_\alpha$ ,  $y_\beta$ . Se comienza determinando los diferentes niveles de precio para posteriormente obtener las proporciones.

Por medio de estas relaciones, y de acuerdo a los procedimientos descritos anteriormente, se obtienen los valores:

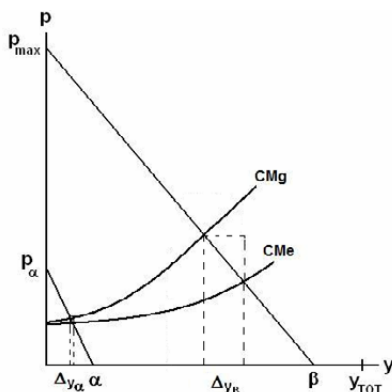
**TABLA 3: Valores de la Ampliación del Modelo**

$VOT_\alpha = 0.50$	$VOT_\beta = 1.00$
$Cvh_\alpha = 0.05$	$Cvh_\beta = 1.00$
$I_\alpha = 0.5$	$I_\beta = 1.00$
$\chi^I_\alpha = 0.17$	$\chi^I_\beta = 1.00$

Fuente: Elaboración propia con base en la ENIGH 2008

Y,  $\alpha = 0.15$  y  $\beta = 0.85$ .

Teniendo la proporción de población  $P_\alpha = 0.31$  y  $p_\beta = p_{max} = 1.0$ . De acuerdo a la normalización establecida, se observa que las características de la muestra de hogares caen en el caso donde la proporción de consumo del segmento de mayores ingresos es mayor a la proporción de consumo del segmento con menores ingresos. En este caso en específico se observa la disminución en el consumo de los segmentos como se muestra en la Figura 9:



**FIGURA 9: Disminución del Consumo en el Modelo Segmentado de Acuerdo a la ENIGH del 2008**

Donde las disminuciones de consumo son:

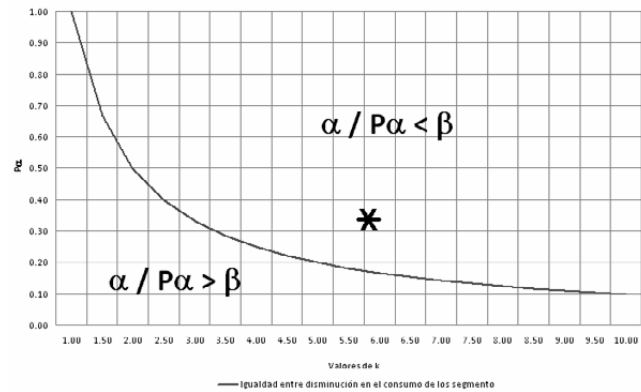
$$0.48(d(1 - \frac{d}{2})) \quad y \quad 0.85(d - (1 - \frac{d}{2}))$$

Para el segmento  $S_\alpha$  y el segmento  $S_\beta$  respectivamente. El pago por el daño generado, entonces, tiene una mayor proporción en el segmento de mayores ingresos que en el segmento de menores ingresos. En este punto se demuestra qué tanto debe diferir el pago al daño por contaminantes entre ambos segmentos.

### 3.4 Observaciones Generales

El establecimiento de los parámetros antes mencionados se basa en el supuesto de una división correcta de los segmentos de acuerdo al ingreso, es posible también mostrar que dicha división propuesta requiere de modificaciones, con base en la desigualdad que puede mostrar el modelo. Igualmente, la manipulación de los datos estadísticos robustece los supuestos fundamentados en la distinta combinación de parámetros y demuestra que una misma política aplicada a diferentes segmentos no es adecuada.

De manera que se ubica en la Figura 10 el punto donde se encuentra esta combinación de parámetros:



**FIGURA 10: Ubicación de Segmentos de la ENIGH 2008 en el Análisis de Reducción del Consumo**

Este punto se encuentra alejado de la curva que indica igualdad entre la reducción de consumo entre los segmentos; más aún se encuentra más alejado del área donde la reducción de la proporción de consumo del segmento de hogares de bajos ingresos es mayor a la reducción de la proporción de consumo de hogares de mayores ingresos. Esto demuestra que la implementación de segmentos en la aplicación de políticas compensatorias genera una compensación del daño justa y proporcional al consumo de cada segmento.

Políticas igualitarias en el sentido del establecimiento equitativo de impuestos o pagos por el daño ambiental llevarían dicho punto a una posición a lo largo de la curva, lo que indicaría un pago injusto de acuerdo al consumo de los segmentos. En este sentido, cualquiera que sea el instrumento económico para compensar el daño generado será injusto mientras se aplique de la misma forma para todos los usuarios del vehículo.

### 4. CONCLUSIONES, POLÍTICAS Y RECOMENDACIONES GENERALES

Un elemento importante desprendido del ejercicio realizado es la posibilidad de representar el mercado del bien vehículo-kilómetro a través de un modelo de equilibrio parcial que permite dividir este mercado de manera que los usuarios que intervienen en él se vean mejor representados. Esta representación permite a su vez demostrar que la generalización de usuarios, al menos en instrumentos de pago de externalidades, no es la mejor opción, dado que se daña más a los usuarios con menores ingresos y menor disposición al pago. Lo correcto, de acuerdo a la extensión propuesta del modelo, es establecer políticas que contemplen las proporciones de consumo y la disposición al pago de acuerdo al segmento económico al que pertenece el usuario. Este tipo de modelos también son susceptibles de alimentarlos con información estadísticas disponible en la mayoría de los países



latinoamericanos. En este caso, la ENIGH ha ayudado para ver las diferentes relaciones entre los usuarios y su consumo. La estadística respalda lo que intuitivamente se podría pensar: el segmento de mayores ingresos consume una proporción mayor del bien vehículos-kilómetro que el segmento de menores ingresos; el enfoque del modelo permite, sin embargo, saber en qué proporción se establece esta diferencia, además de ofrecer un diagnóstico de la realidad reflejada por la información estadística, evitando así la discriminación de usuarios de menores ingresos.

Los análisis realizados permiten mostrar pertinencia de incluir explícitamente en la modelación la cantidad del bien consumido, ya que aquellas medidas de regulación que se orientan a la posesión de un vehículo determinado (p.e. el pago por el derecho a circular o los controles técnicos que revisan la calidad de las emisiones) tienen diferentes desventajas: primeramente la incapacidad del usuario para percibir que está pagando por un daño que ha generado en detrimento de la concientización social y cultural; en segundo lugar la imposibilidad de saber si en verdad se está cubriendo todo el daño generado; y finalmente, la incapacidad para determinar el modo en que cada segmento de usuarios está contribuyendo de acuerdo a su aportación al daño. Esto provoca que el segmento de usuarios con menores ingresos se vea orillado a salir del mercado o a reducir considerablemente su consumo, lo que representa, claramente, una política inequitativa.

Definitivamente la representación segmentada del modelo puede ayudar a una mejor elaboración de políticas de transporte, dado que éstas estarían enfocadas a cada parte de la población, diseñadas de acuerdo a la manera en que éstas consumen. Indudablemente la futura elaboración de políticas públicas al respecto debe contemplar estas diferencias, ello por varias razones: la necesidad de que los usuarios adquieran un compromiso ambiental; responder al llamado urgente de la equidad en materia económica en los países en desarrollo; así como la necesidad de profundizar en el tema de impuestos ambientales con una mejor percepción del problema. Una representación del problema como la anterior permite, además, su aplicación a cualquier zona de estudio utilizando el tamaño o tipo de herramienta estadística correspondiente.

En cuanto al lado conceptual del desarrollo, se muestra que es posible la concepción de instrumentos efectivos que reduzcan el uso del automóvil, incluyendo algunos factores que han sido limitados. Resulta difícil saber cuál es la prioridad de la implementación de una política correcta: no es cuestión sólo de incentivar el uso del automóvil al segmento de menor ingreso, limitar el uso del automóvil del segmento de mayor ingreso o restringir al máximo el uso del vehículo sin hacer distinción. Tanto la aplicación de políticas tarifarias, como el uso de lo recaudado deben contemplar el mayor número de factores posibles, a modo de establecer la correcta sinergia de dichas políticas.

Los resultados de la modelación muestran la conveniencia de adoptar un instrumento (como alguno de los aquí sugeridos) para la clasificación del usuario y tarifarlo de acuerdo a su posición. Así la sinergia de políticas puede comenzar desde la metodología de clasificación de los usuarios, la manera de recaudar por parte de las entidades competentes, así como la manera de redistribuir dicho ingreso, de modo que en verdad represente una compensación del daño realizado.

Resulta imprescindible mencionar que en el tema de redistribución del excedente del consumidor deben existir al menos dos directrices fundamentales: el mejoramiento de la movilidad urbana a través del transporte público de calidad y la disminución de emisiones de los autos existentes.

Igualmente la aplicación de una nueva política pública debe ser contenida en procedimientos ordenados, como los siguientes:

- *Revisión del sistema fiscal vigente.* Es necesario cerciorarse que instrumentos económicos vigentes enfocados a la reducción del uso del automóvil estén en verdad logrando sus principales cometidos: reducir el uso de este medio y compensar los daños producidos por este uso. Como se ha expuesto, los impuestos orientados a la posesión del vehículo no cumplen con el cometido que presumen, por lo que su revisión deberá contemplar la posibilidad de ser suprimidos.
- *Adaptación del sistema fiscal vigente.* La imposición de nuevos pagos por parte del gobierno nunca es bien recibida por los usuarios. Una correcta adaptación del sistema fiscal vigente significaría la eliminación de aquellas políticas públicas que no han cumplido con su cometido y que son mal vistas por los usuarios, para ser reemplazadas únicamente por un instrumento económico destinado a compensar el daño. Es importante que esta adaptación contemple la distribución de información clara que permita al usuario conocer: 1) que se produce un daño al hacer uso del vehículo, 2) que este daño es cuantificable y el modo de hacerlo puede ser conocido por los mismos usuarios y 3) que dicho daño será compensado con el impuesto creado por el gobierno, haciendo especial énfasis en que el impuesto mencionado estará estructurado en función del ingreso del usuario, de modo que no quedará marginado ningún segmento de la sociedad, teniendo así una política más equitativa. Resulta importante recalcar que mientras no se eliminen impuestos ineficientes en esta materia no será posible proponer un nuevo impuesto. Es imprescindible que el usuario perciba que no se le ha de cobrar un impuesto más, sino se le ha de cobrar un impuesto eficiente que sustituye a otros muchos que no han tenido efectividad.
- *Incorporación de otros impuestos ambientales.* Una vez generado el impuesto para la reducción del uso del vehículo, éste debe estar acompañado por otros instrumentos económicos enfocados al mejoramiento ambiental pero sin considerar nuevamente el uso del vehículo. Evidentemente estos otros impuestos deben considerar también otra base gravable (empresas, por ejemplo), de modo que los usuarios no sientan que todo está recayendo sobre ellos y que observen que en verdad el gobierno no busca sólo una fuente de ingresos si no que promueve el mejoramiento ambiental.
- *Incorporación de otros instrumentos fiscales de naturaleza ambiental.* Por otro lado el usuario debe notar que no sólo está aportando dinero para la mitigación del daño ambiental sino que se crean otros instrumentos, como subsidios o compensaciones que le benefician directamente y que buscan alcanzar la finalidad mencionada.
- *Medidas precautorias o compensatorias.* Finalmente se tiene el punto más sensible: la redistribución. El gobierno debe tener la capacidad de administrar los ingresos adquiridos lo suficientemente bien como para destinar con éxito dichos ingresos a tres corrientes: aumento de capital público o reducción de déficit, medidas precautorias y medidas compensatorias. Las medidas precautorias son aquellas medidas que están dirigidas a prevenir el problema, en este punto es de especial importancia la concientización social o cultural. Si por medio de campañas el usuario se hace conciente del daño que está provocando y de la manera de evitarlo, la reducción de dicho daño será más efectivo. Las medidas compensatorias son aquellas que permiten al usuario obtener un beneficio directo por el impuesto tributado.

El mejoramiento de la movilidad urbana, representa, posiblemente, la mejor redistribución de lo obtenido mediante dichos impuestos. Análisis como el expuesto a los largo del trabajo buscan limitar el uso del vehículo particular, sin embargo es necesario compensar este uso mediante un modo que sea equiparable a su vehículo. Si bien el transporte público nunca tendrá las ventajas de un automóvil particular, un servicio público de calidad permitirá que el usuario se adapte de mejor manera y deje más fácilmente el automóvil, pudiendo ir inclusive más allá al ofrecer un servicio lo suficientemente bueno como para dejar el automóvil aunque se pueda disponer con comodidad de éste. Por otro lado, el ejercicio desarrollado busca reducir el uso de los vehículos particulares. Suponiendo que se llega un punto mínimo de uso, resultaría necesario enfocarse en aquella cantidad del bien que aún es consumida. Es entonces cuando parte de lo recaudado puede destinarse a la renovación de unidades o bien al mejoramiento tecnológico, reforzando el logro de las metas establecidas por este tipo de políticas.

Así, la inclusión de estas nuevas políticas deberá contemplar todos los actores involucrados. En resumen, pronunciamientos concretos al respecto se pueden mencionar a continuación:

a) Es necesaria la cuantificación de daños por medio de instrumentos de monitoreo ambiental y verificaciones periódicas de los vehículos. Estas verificaciones deben ser observaciones sin

cobro, dado que son parte de la determinación de un impuesto mayor.

b) Se requiere igualmente la eliminación de instrumentos fiscales de poca relevancia o que no han cumplido con su cometido, como la verificación o la tenencia, por ejemplo.

c) Campañas de concientización e información sobre los daños generados por el uso del vehículo particular y la manera de compensarlos mediante instrumentos fiscales, son necesidades de la política propuesta.

d) Se necesitan crear mecanismos de recaudación del impuesto ambiental mediante el uso de bases de registro de autos relacionadas con el ingreso de los propietarios.

e) Resulta obligada la creación de una caja común donde exclusivamente los ingresos obtenidos por la aplicación de dicho impuesto sean recaudados para su posterior redistribución.

f) La redistribución forzosamente debe incluir al menos tres aspectos: destinar recursos a campañas de concientización, destinar recursos a la compensación de daños ambientales y destinar recursos al mejoramiento de la movilidad urbana, de manera que se tenga una redistribución integral. Todas estas observaciones se pueden ver resumidas es la dinámica de políticas ambientales equitativas mostradas en la figura siguiente.

Finalmente se requiere de una evaluación social de la aceptación de la política sugerida, bajo el entendido de que esta aceptación depende directamente de la calidad de la redistribución del ingreso recaudado.

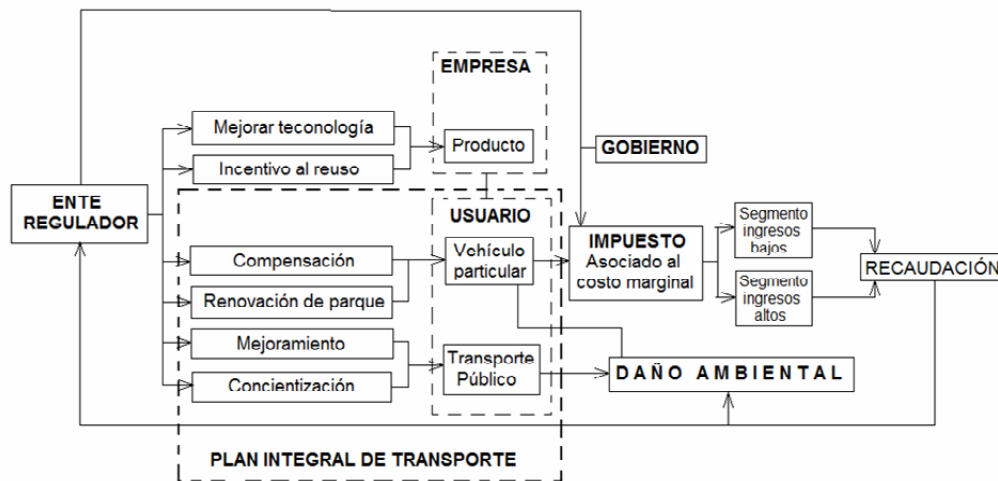


FIGURA 11: Dinámicas de Políticas Ambientales Equitativas

## REFERENCIAS Y FUENTES

- Ainzúa, Sebastián (2009). "Los Impuestos Ambientales como Instrumentos Contra el Cambio Climático: Experiencias y Lecciones para su Aplicación". **Publicaciones Fundación Terram**, Santiago de Chile, Chile.
- Arnott, Richard (2005). "City Tolls – One Element of an Effective Policy Cocktail". *Alleviating Urban Traffic Congestion*, **M.I.T. Press**, Cambridge, Estados Unidos.
- Barde, Jean-Philippe (1994). "Economic Instruments in Environmental Policy: Lessons from the OECD Experience and their Relevance to Developing Economies". **OECD**, Paris, Francia.
- Bhat, Chandra, Sen, Sudeshna, Eluru, Naveen (2009). "The impact of demographics, built environment attributes, vehicle characteristics, and gasoline prices on household vehicle holdings and use". **Transportation Research Part B: Methodological**, Elsevier, Reino Unido.
- Bolli, A. (2000). "Environmental communication and competitiveness. Case study in the car industry". *International Institute for Industrial Environmental Economics*, **IIIEE**. Lund University. Lund. Suecia.
- Bruelckner, Jan K. y Selod, Harris (2006). "The political economy of urban transport-system choice". **Journal of Public Economics**, Elsevier, Reino Unido.
- Burge, P., Rohr, C. Vuk, G., Bates, J. (2004) "Review of international experience in VOT study design", **Proceedings of the European Transport Conference**, Holanda.
- Calthrop, Edward y Proost, Stef (2003). "Environmental Pricing in Transport". **Handbook of Transport and the Environment**. Elsevier, Reino Unido.
- Cano Perdomo, Mario (2011). "Instrumentos económicos para la reducción del uso del automóvil en ciudades mexicanas". **Universidad Autónoma del Estado de México**. México.
- Dargay, Joyce y Gately, Dermot (2007). "Vehicle Ownership and Income Growth, Worldwide: 1960-2030". **International Monetary Fund**, Washington, Estados Unidos.
- De Borger, B., Dunkerley, F., Proost, S. (2007). "Strategic investment and pricing decisions in a congested transport corridor". **Journal of Urban Economics**, Elsevier, Reino Unido.
- De Souza, Roger (1999). "El uso del transporte por los hogares y la contaminación atmosférica en las ciudades. Un análisis comparativo entre Tailandia, México y Estados Unidos". **Population Reference Bureau**, Washington, Estados Unidos.
- Economic Instruments for Sustainable Development (2000)**. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions. Dublin, Irlanda.
- Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto en los Hogares (2008)**. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México.
- Enis, Charles y Morash, Edward (2003). "Infrastructure taxes, investment policy, and intermodal competition for the transportation industries". **Journal of Economics and Business**, Elsevier, Reino Unido.
- Eriksson, Louise, Nordlund, Annika M. y Garvill, Jörgen (2010). "Expected car use reduction in response to structural travel demand management measures". **Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour**, Elsevier, Reino Unido.
- Eskeland, Gunnar y Feyzoglu, Tarhan (2000). "Rationing Can Backfire: The "Day Without a Car" in Mexico City". **The World Bank Review**, The International Bank for Reconstruction and Development, Washington, Estados Unidos.
- Evans, Robert, Guy, Simon, Marvin, Simon (2001). "Views of the city: multiple pathways to sustainable transport futures". **The International Journal of Justice and Sustainability**, Local Environment, Reino Unido.
- Figueroa, Oscar (2005). "Transporte urbano y globalización. Políticas y efectos en América Latina". **EURE**, Santiago de Chile, Chile.
- Fosgerau, Mogens (2006). "Unit income elasticity of the Value of Time savings". **Danish Transport Research Institute**, Dinamarca.
- Gehlerta, Tina, Kramer, Christiane, Anker Nielsen, Otto y Schlag Bernhard (2005). "Socioeconomic differences in public acceptability and car use adaptation towards urban road pricing". **Transport Policy**, Elsevier, Reino Unido.
- Giuliano, G. y S. Hanson (2004). "Managing the auto". *The Geography of Urban Transportation*, **Guilford Press**, New York, Estados Unidos.
- Goldberg, Linda y Tille, Cédric (2008). "Vehicle currency use in international trade". **Journal of International Economics**, Elsevier, Reino Unido.
- Goodwin, Phil, Dargaya, Joyce, Hanly, Mark (2004). "Elasticities of Road Traffic and Fuel Consumption with Respect to Price and Income: A Review". **Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal**, Routledge, Reino Unido.
- Guía Metodológica para la Estimación de Emisiones Vehiculares (2010)**. Instituto Nacional de Ecología. México.
- Jakobsson, Cecilia, Fujii, Satoshi, Gärling, Tommy (2002). "Effects of economic disincentives on private car use". **Transportation**, Kluwer Academic Publishers, Holanda.
- Kopits, Elizabeth y Cropper, Maureen (2004). "Traffic fatalities and economic growth". **Accident Analysis & Prevention**. Elsevier, Reino Unido.
- Labandeira, Xavier (2008). "La regulación ambiental de los automóviles". *Energía y Cambio Climático en FEDEA*, **Universidad de Vigo**, España.
- Massot, Marie-Hélène, Armoogum, Jimmy, Bonnel, Patrick and Caubel, David (2006). "Potential for Car Use Reduction through a Simulation Approach: Paris and Lyon Case Studies". **Transport Reviews**, Taylor & Francis, London, Reino Unido.
- May, Anthony D. (2007). "Transport Policy". **Transport Planning and Traffic Engineering**, Elsevier, Reino Unido.
- May, Anthony D., Kelly, Charlotte, Shepherd, Simon (2006). "The principles of integration in urban transport strategies". **Transport Policy**, Elsevier, Leeds, Reino Unido.
- Mayers, I y Proost, S. (1997). "Optimal tax and public investment rules for congestion type of externalities". **Scandinavian Journal of Economics**, Elsevier, Reino Unido.
- Mokhtarian, Patricia y Raney, Elizabeth (1999). "Behavioral Response to Congestion: Identifying Patterns and Socioeconomic Differences in Adoption". **Davis print**, University of California, Estados Unidos.
- Nolan, Anne (2010). "A dynamic analysis of household car ownership". **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, Elsevier, Reino Unido.
- Parry, Jan y Walls, Margaret (2007). "Automobile Externalities and Policies". **Journal of Economic Literature**, Jstore, Estados Unidos.
- Proost, Stef y van Dender, Kurt (2001). "The welfare impacts of alternative policies to address atmospheric pollution in urban road transport". **Regional Science and Urban Economics**, Elsevier, Holanda.
- Proost, S., Van Dender, K., Courcelle, C., De Borger, B., Peirson, J., Sharp, D., Vickerman, R., Gibbons, E., O'Mahony, M., Heaney, Q., Van den Bergh, J. y Verhoef, E. (2002). "How large is the gap between present and efficient transport prices in Europe?". **Transport Policy**, Pergamon, Elsevier, Reino Unido.
- Rogan, Fionn, Dennehy, Emer, Daly, Hannah, Howley, Martin y Ó Gallachóir, Brian P. (2011). "Impacts of an emission based private car taxation policy – First year ex-post analysis". **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, Elsevier, Reino Unido.

Roumasset, James y Smith, Kirk (1990). "Exposure trading: An approach to more efficient air pollution control". **Journal of Environmental Economics and Management**, Elsevier, Reino Unido.

Rouwendaal, Jan y Verhof, Erick (2006). "Basic economic principles of road pricing: From theory to applications". **Transport Policy**, Elsevier, Amsterdam, Holanda.

Sánchez, Oscar (2000). "Planification et impact des infrastructures de transport routier: théorie et applications selon une approche de modélisation discrétisée". Université de Cergy-Pontoise, Francia.

Short, Jack y Kopp, Andreas (2005). "Transport infrastructure: Investment and planning. Policy and research aspects". **Transport Policy**, Elsevier, Reino Unido.

Shoup, Donald (2004). "The ideal source of local public revenue". **Regional Science and Urban Economics**, Elsevier, Estados Unidos.

Sparrow F. T. y Whitford R. K. (2002). "The coming mini/micro car crisis: Do we need a new definition?". **Transportation Research Part A: General**, Elsevier, Estados Unidos.

Steg, Linda (2010). "Car use: lust and must. Instrumental, symbolic and affective motives for car use". **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, Elsevier. Reino Unido.

Viñoles, R., Bastante, M.J., López, R., Vivancos, J.L. y Capuz, S. (2000). "Análisis del impacto medioambiental de un automóvil, a lo largo de su ciclo de vida". Proyectos de Ingeniería de la Universidad de Valencia, Valencia, España.

Zachariadis, Theodoros (2005). "Assessing policies towards sustainable transport in Europe: an integrated model". **Energy Policy**, Elsevier, Reino Unido.