

Análisis Costo- Beneficio del Programa de Gas Natural Vehicular

aplicado en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Cost- Benefit Analysis applied to the natural gas program for vehicles

in the Metropolitan Area of the Aburra Valley

Recibido para evaluación: 06 de Mayo de 2010
Aceptación: 30 de Marzo de 2011
Recibido versión final: 12 de Abril de 2011

Carlos Adrián Saldarriaga Isaza.¹
Edison Vásquez Sánchez.²
Sergio Chavarría Múnera.³

RESUMEN

Este texto presenta el resultado de la evaluación al Programa de Gas Natural Vehicular aplicado en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, mediante el método Análisis Costo- Beneficio. Tras identificar y valorar económicamente cuatro costos: Privado, Ecodescuento, Tributario del Combustible y Tributario de la Conversión, y tres beneficios: Privado, Fiscal y Externo, de los cuales el beneficio externo que representa el componente ambiental, requirió aplicar el método de transferencia de beneficios en su modalidad meta- análisis, el balance neto resulta ser positivo y favorable a la aplicación del programa. La suma agregada para un periodo de ocho años (2001- 2008) en términos reales se acerca a los 803265 millones de pesos.

Palabras claves: Análisis costo- beneficio, gas natural vehicular, transferencia de beneficios, meta- análisis, incentivos económicos, contaminación atmosférica.

ABSTRACT

This article presents the evaluation of the natural gas program for vehicles applied in Metropolitan Area of the Aburra Valley. By using the Cost- Benefit Analysis method, four cost variables were identified: private, fiscal, gas tax, and conversion tax; and three types of benefits: private, fiscal and social. For the environmental social benefit estimation the benefit transfer technique was employed, carrying out a meta- analysis function estimation. The cost-benefit net outcome is positive and favors the program application in the study site; in real terms the total profits are about COP\$ 803265 million for the complete eight year period it took place (2001- 2008).

Key words: Cost- Benefit Analysis, natural gas for vehicles, benefits transfer, meta- analysis, economic incentives, air pollution.

1. Magister en Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente, Universidad de Concepción (Chile). Profesor Auxiliar del Departamento de Economía, Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín.

2. Magister en Economía, Universidad de Antioquia. Profesor Asistente del Departamento de Economía, Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín.

3. Economista, Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín.

casaldarriagai@unal.edu.co
evasquezs@unal.edu.co
sachavar@unal.edu.co

1. INTRODUCCIÓN

Este texto presenta el resultado de la evaluación al Programa de Gas Natural Vehicular aplicado en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA)¹, mediante el método Análisis Costo- Beneficio (ACB). El balance neto resulta ser positivo y favorable a la aplicación del programa.

Este programa comienza a aplicarse en 2001, año en el cual se da apertura al mercado con la puesta en marcha de las primeras estaciones de venta del combustible no tradicional y talleres de conversión de automotores a la “nueva” tecnología.

Empresas Públicas de Medellín (EPM), entidad que ha operado la distribución regional del gas natural destinado a diversos usos, definió las estrategias que darían fuerza al programa, las cuales se orientaron en principio a financiar la creación de nuevas estaciones y redes de suministro del gas natural vehicular (GNV)², el subsidio al precio del gas y la promoción del Programa. Al año 2011, estas dos últimas estrategias representan aun cuentas de inversión en la consolidación del mercado del gas.

Tal esfuerzo se circunscribe en un marco de política energética que desde principios de la década de 1990, se trazó y aplicó en Colombia, con al menos un par de objetivos visibles:

- Liberar para su venta en el mercado internacional el insumo clave de la canasta de combustibles tradicionales (petróleo), operación de la cual se ha esperado un aumento en términos del flujo de ingreso en divisas, y por tanto una mejora en la balanza comercial³, y
- Estructurar, de acuerdo con las posibilidades previstas de aprovechamiento de recursos energéticos disponibles en el país, una canasta energética alterna de menor costo para el consumo doméstico, más acorde con el nivel de ingreso medio de la población (UPME, 2007).

Un objetivo, en el mejor de los casos de tercer orden, es promover, hasta donde sea factible, la sustitución de recursos energéticos menos eficientes en materia ambiental por otros no tradicionales y más eficientes, que causan una menor contaminación atmosférica.

Como el transporte incide de modo notable en el nivel de emisiones atmosféricas contaminantes y representa un sector estratégico en términos de la demanda potencial de gas natural, la aplicación de la política energética enunciada se ha concretado con la puesta en marcha del programa de masificación de uso del gas natural vehicular, que representa una fracción del total del consumo de gas natural en el AMVA; combustible además usado a nivel industrial y domiciliario (UPME, 2007).

Para incentivar la masificación del GNV y expandir su demanda local, los agentes económicos que conforman la industria del gas en Colombia, especialmente ECOPEPETROL, diseñaron y aplicaron, por intermedio de EPM, un instrumento económico, conocido con el nombre de “Ecodescuento”, que consiste en otorgar un *bono promocional* a los propietarios que decidan convertir el vehículo, es decir, adoptar el sistema híbrido de uso de ambos combustibles, la tradicional gasolina y el gas natural.

Este instrumento económico comienza a operar en el año 2004 en el área de estudio elegida (AMVA), representando un monto de 400.000 pesos de descuento por vehículo convertido⁴. El monto del bono lo reembolsa EPM al taller de conversión que en principio financia el descuento al usuario. Se presume que parte de esta operación conduce al resultado observado: un incremento del número de vehículos convertidos, pasando de un acumulado de 5290 en 2004 a 28918 en el año 2008⁵.

Pero el bono no explica la totalidad de la dinámica de consumo creciente del GNV; hay además otras magnitudes de balance a modo de beneficios que la estimulan, y por supuesto hay también pérdidas previstas en el proceso.

Los beneficios financieros que trae para los propietarios privados acceder a combustible de menor costo⁶, aunado al potencial de beneficio externo por menores emisiones de algunos contaminantes atmosféricos de probada incidencia en la salud humana, incentivan la aplicación de un ejercicio evaluativo del Programa de GNV (Liew y Liew 1995; Carlsson y Johansson- Stenman, 2003).

La herramienta elegida es sencilla, pero útil para formarse un juicio de valor, tal como se expone a continuación.

1. Área Metropolitana compuesta por diez municipios, con una población de 3,3 millones de habitantes distribuidos en un área de 1152 km² a 1500msnm, cuyo ingreso per cápita medio anual se acerca a los USD5442. Se estima que medio millón de vehículos circulan a diario en sus calles recorriendo en promedio 50km/día, a éstos se atribuye el 86% de la contaminación atmosférica, la cual causa pérdidas anuales de morbi-mortalidad equivalentes a 1,8% del Producto Interno Bruto. Véase i) DANE: Censo General 2005 [En línea], <http://www.dane.gov.co/files/censo2005/resultados_am_municipios.pdf>, ii) Ibid.: Producto Interno Bruto departamental, por habitante a precios corrientes / 2000-2007p [En línea], <http://www.dane.gov.co/index.php?option=com_content&task=category§ionid=33&id=554&Itemid=1056>, iii) Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2005), iv) Larsen et al. (2006).

2. El gas natural no requiere proceso de transformación fisico-químico alguno para su uso en vehículos, excepto la extracción y almacenamiento comprimido del mismo en cilindros, a presiones que oscilan entre 200 y 240 atmósferas a fin de lograr una mayor cantidad de energía por unidad de volumen (upme, 2007).

3. Entendida como una reducción del déficit del sector externo. Han aumentado los ingresos por cuenta de la venta del petróleo, el resultado es poco sustancial en términos de su incidencia en el déficit comercial, éste exhibe una profundización desde la apertura económica. Véase Banco de la República. Información económica: Bases de Datos Sector Externo [En línea], <http://www.banrep.gov.co/economia/ctanal1sec_ext.htm>.

4. El bono cubre cerca de un 35% del costo total de la conversión del vehículo. Información suministrada por el Área Ventas Grandes Consumidores Gas Natural de EPM, abril de 2009.

2. METODOLOGÍA

El Análisis Costo- Beneficio, ACB, es un método de evaluación agregada que permite confrontar los costos previstos de la aplicación del programa de GNV, con los beneficios del mismo. Se requiere identificar las variables de balance, valorarlas desde un lenguaje específico, económico en este caso, y ajustar las cifras hasta hacerlas comparables. De este modo, es posible obtener una indicación de si el programa presenta resultados favorables de cara a una alternativa relevante: la opción de no haber sido efectuado en este caso particular.

La realización de un ejercicio de este estilo en ocasiones suele ser costoso debido a los recursos requeridos, especialmente de tipo informático, ello explica en parte su discreta aplicación empírica (Mishan Quah, 2007; Azqueta, 2002).

El análisis realizado corresponde a un balance de aproximación parcial debido a la imposibilidad de valorar económicamente todas las magnitudes de cambio asociadas con la aplicación del programa; por ejemplo, los costos que expresan la pérdida de potencia del vehículo o la pérdida de espacio en éste por la instalación del cilindro.

Se identificaron siete variables susceptibles de ser medibles en términos de una unidad de cuenta monetaria, tres beneficios y cuatro costos. Su descripción, más algunas precisiones específicas de la forma de medición de cada magnitud, se presentan a continuación.

Beneficio privado. Ahorro efectivo que trae para los propietarios de los vehículos consumir combustible de menor precio, tras controlar el resultado de las equivalencias de rendimiento entre ambos combustibles. El precio en rendimiento equivalente del GNV históricamente ha estado por debajo del precio de la gasolina corriente, representando éste una fracción promedio de 52.3% de la última. El cálculo implicó derivar el consumo estimado de gas natural vehicular en Medellín de aquel realizado en el país, contrastando el porcentaje de vehículos convertidos a nivel nacional y local, con cifras reportadas por la UPME, para luego generalizar el estimativo al AMVA. Las cifras de conversiones anuales y de precios permitieron agregar un monto anual representativo del ahorro en cuestión.

Beneficio fiscal. Reducción de los gastos estatales destinados a subsidiar los combustibles tradicionales (gasolina, diesel), puesto que en la producción del GNV, no se considera la realización de tal tipo de subsidio, mismo que se calcula como la diferencia entre el precio internacional del combustible, una vez se ajusta con fletes, gravámenes y margen de utilidad respectivo⁷, y el precio que recibe el productor doméstico, ECOPETROL, usualmente inferior al precio internacional de referencia. Es decir que el subsidio a la gasolina y el diesel son recursos que deja de percibir el productor al soslayar el autoabastecimiento doméstico de combustible, más se descuentan de las transferencias anuales a la nación que realiza ECOPETROL (CONFIS, 2004). El cálculo del diferencial de precios descrito y el estimativo del consumo anual de galones de gasolina que dejó de realizarse por la conversión de vehículos en el área de estudio, permitieron aproximar el monto del ahorro fiscal destinado a subsidiar la producción de combustibles tradicionales.

Beneficio externo. Estimación del valor económico de los beneficios ambientales percibidos por la menor emisión de algunos gases contaminantes asociados al uso de combustibles fósiles tradicionales, dada la aplicación del Programa de GNV, el cual impulsa el consumo de un combustible fósil alterno que genera comparativamente menores emisiones contaminantes (CONPES, 2005).

La estimación se basa en asumir que las personas están dispuestas a pagar una cantidad monetaria positiva por evitar una determinada cantidad de emisiones contaminantes, causantes de una afectación negativa en el bienestar de quién está expuesto: virtualmente todos los habitantes del AMVA en este caso particular.

Considerando que el costo de aplicación de un estudio primario de valoración económica directa de los beneficios por las emisiones evitadas es elevado, se acude a la aplicación del procedimiento conocido como Transferencia de Beneficios, el cual consiste en adaptar los resultados de estudios realizados en otros lugares (sitios de estudio), con el fin de obtener el valor económico de los cambios asociados a un bien ambiental con características similares en un lugar específico (sitio de política) (Navrud y Ready, 2007).

5. Puede verse en las estadísticas reportadas por la Unidad de Planeación Minero Energética que estas cifras han representado en promedio cerca de un 10% del total de los vehículos convertidos a nivel nacional. En 2009 se presenta un pronunciado descenso en el número de conversiones, una caída de 75,5% respecto al año anterior, probablemente explicado por el desempeño recesivo de la economía en tal periodo. Véase Unidad de Planeación Minero Energética: Estadísticas [En línea], < <http://www.sipg.gov.co/sipg/Home/Sectores/tabid/105/language/es-ES/Default.aspx>>.

6. Se estima que 3,3m³ de GNV, cuyo costo medio fue de \$3930 en 2008, rinden en kilometraje lo mismo que un galón de gasolina, que costaba \$7391 en el mismo periodo, el ahorro potencial fue del 46,8%. Véase i) Gazel: Simulador de ahorro-Gasolina [En línea], <<http://www.gazel.com.co/wps/wcm/connect/gazel/Colombia/menu/>>

7. El ajuste es alrededor de 65%. Véase Ministerio de Minas y Energía (2008).

Esta técnica comenzó a aplicarse con fuerza a principios de la década de los 90 en el campo de los recursos naturales. La razón más atractiva para replicar técnicamente resultados desde escenarios conocidos a otros de interés ha sido lo costo- efectivo del procedimiento; es decir, a bajo costo se puede acceder a un nivel de información que permite formarse una idea gruesa de valor del cambio en las características que tipifican un bien libre: el aire urbano disponible en determinados tiempos y condiciones.

Existen dos métodos genéricos de transferencia, el de valor unitario⁸ y el de función, siendo este último más robusto que el primero (Brower y Bateman, 2005). En parte esto motivó su elección para este caso particular, en adición a la no consecución de un estudio de referencia que permitiera aplicar el primer método.

Se consideraron 35 estudios primarios que incluyeran una regresión de la disponibilidad a pagar (DAP) como una función dependiente del nivel de ingreso, y otras variables que pudieran caracterizar la arista socioeconómica del individuo.

Idealmente los estudios primarios seleccionados deben plantear a los encuestados un cambio similar en la provisión del bien ambiental que se desea valorar en el contexto de aplicación de política, controlando por las similitudes en el lugar de hallazgo de éste y por las características de la estructura de derechos de propiedad subyacente en relación al mismo.

En la praxis, la mayoría de estudios han sido incapaces de cumplir tales criterios. Incluso cumpliéndose, éstos no dan cuenta de la validez y pertinencia de la DAP estimada en los respectivos estudios primarios (Brouwer, 2000). Por supuesto el ejercicio presentado no es la excepción a semejante condicionamiento de alcance, el cual resulta sano hacer explícito.

Con los estudios seleccionados, se construyó una base de datos, a partir de la cual se estimaron por regresión lineal simple, tras controlar por los niveles de heteroscedasticidad que generan una estimación ineficiente, los coeficientes con los cuales se pudo calcular el valor económico de interés. Adicionalmente se aplicaron otras pruebas clásicas de un modelo de regresión.

En la transferencia de función se multiplican los coeficientes estimados, asociados a las variables que explican la DAP en los sitios donde fueron realizados los estudios primarios, por los niveles de las variables explicativas correspondientes al sitio de política (AMVA), lo cual permite obtener por transferencia la respectiva DAP o valor económico de interés.

En el proceso se estima una función del estilo: $D\tilde{A}P_p = \hat{\alpha}_s + \hat{\beta}_s X_p$, siendo $D\tilde{A}P_p$ la disposición a pagar estimada en el sitio de política (p), $\hat{\alpha}_s$ el intercepto estimado de la función en los sitios de estudio (s), $\hat{\beta}_s$ el conjunto de coeficientes estimados en la función de transferencia y asociados cada uno al vector de variables X_p , las cuales explican la $D\tilde{A}P_p$ en el sitio de política (Brower y Bateman, 2005).

Los esfuerzos de especificar una función estadísticamente representativa son relevantes. Si la función elegida incluye determinantes específicos del sitio de estudio, se espera que el error de transferencia aumente, por esta razón es recomendable elegir una función que explique la DAP por intermedio de variables genéricas, cuyo poder predictor esté indicado en el campo teórico de referencia, tal es el caso del ingreso, variable que resultó determinante en la estimación presentada en el siguiente aparte⁹.

La estimación de la función implicó realizar ajustes por inflación al año 2005 y por poder de paridad de compra de las variables monetarias de la base de datos. Dado que la DAP reportada en cada estudio primario de la base se expresó en un único pago, en lugar de anualidades, la estimación

de la $D\tilde{A}P_p$ se obtuvo en tales términos, de suerte que cubre la medida de beneficio individual agregado para el periodo completo de aplicación del programa.

Con tal presupuesto de temporalidad del programa y la elección de una tasa de descuento del

8. Se transpone el valor promedio, con o sin ajuste, de la DAP de un único estudio, considerado idóneo bajo algún tipo de criterio definido por el investigador; usualmente la similitud en las características socioeconómicas de las poblaciones del sitio de estudio y del que constituye el sitio de interés.

9. Para mayor detalle ver Saldarriaga y Vásquez (2010).

dinero, ajustada para el área de estudio, pudo estimarse el valor de la DAP nominal anual, aplicando en principio la fórmula de interés compuesto, que permitió llevar la DAP estimada al periodo inicial, año 2000, y luego deducir la anualidad con base en la fórmula de valor presente de ésta¹⁰.

Costo privado. Valor de la inversión requerida en mano de obra y en autopartes necesarias para realizar la conversión del vehículo. Una vez se resta el Ecodescuento otorgado por el Programa de GNV, se obtiene el costo privado neto que debe asumir el propietario. Los precios de mercado de las autopartes requeridas por tipología de vehículo se obtuvieron en los talleres mecánicos que ofrecen el servicio de conversión en el AMVA, la información del Ecodescuento o bono promocional es del dominio de EPM, con estos datos y el número de conversiones por tipo de vehículo fue posible estimar y agregar el costo descrito.

Costo Ecodescuento. Monto del bono promocional asignado como estímulo a la conversión usualmente bajo la modalidad de descuento comercial y en una cantidad fija. Es el instrumento económico que materializa la dinámica del Programa de GNV, y en 2004 representaba cerca de 10% del valor de la inversión requerida en autopartes y mano de obra necesarios para realizar la conversión. Tras un cuatrienio, aumentó a cerca de una tercera parte de tal valor, y como se mencionó, ha sido financiado por la industria del gas. La asignación del bono promocional no ha sido continua, se han presentado periodos relativamente cortos (meses) en los que no se ha otorgado.

Costo tributario del combustible. Cantidad de impuestos que deja de percibir el fisco por el menor consumo de gasolina que se realiza, dada la conversión de los vehículos a GNV. La gasolina está sujeta a tres gravámenes: la Sobretasa, el IVA y el Impuesto Global, los que se acercan al 46% del precio máximo de venta del combustible. En contraste, el GNV es un combustible sobre el cual no recae ningún gravamen. Tal pérdida de ingresos tributarios resultó de fácil estimación al contar con las cifras del consumo anual de galones de gasolina que dejó de realizarse por la conversión de vehículos en el área de estudio a los respectivos precios de mercado.

Costo tributario de la conversión. Cantidad de impuestos que deja de percibir el fisco, esta vez debido a la exención de cobro de IVA del 16% sobre la venta de autopartes requeridas para la conversión y del servicio de instalación de éstas. Dicha exención se puede considerar un estímulo económico adicional al subsidio otorgado mediante el bono promocional; ambos van en la dirección de estimular la consolidación de la demanda de GNV en el sector del transporte, compuesta actualmente por un total nacional de poco más de 261.000 vehículos convertidos a 2008, de los cuales el 9.8% corresponde al Municipio de Medellín¹¹.

3. RESULTADOS

Antes de ilustrar el resultado del balance conviene mencionar que en los cálculos de medición de la variable beneficio externo se intenta recoger el valor de un bien económico de no mercado: la calidad del aire.

A diferencia de las restantes variables en las cuales se disponía de información de mercado para diversos bienes, como el caso de los combustibles y las autopartes para la conversión a GNV, así como de las tarifas impositivas o de subsidio, el cálculo del beneficio externo implicó un esfuerzo adicional de construcción de valor por medio de la técnica de transferencia de función, que como se mencionó en la sección 2 se realiza mediante la estimación de una ecuación del estilo:

$$D\tilde{A}P_p = \hat{\alpha}_s + \hat{\beta}_s X_p$$

Sin embargo en este caso, se tomó una forma funcional que optimizara el ajuste de la regresión, la cual resulta ser:

$$D\tilde{A}P_p = \exp(\hat{\alpha}_s + \hat{\beta}_s X_p)$$

A fin de linealizar este modelo, se aplicó logaritmo natural, con lo cual la función a estimar fue del estilo semi-log:

10. La tasa de descuento aplicada fue del 15,8% efectivo anual, que corresponde al promedio simple de las tasas anuales de préstamo reportadas por las Naciones Unidas en el periodo 2001-2006. Véase: UNdata. Interest rate, banks prime lending, per cent per annum, period average (IMF) [Online], <<http://data.un.org/Search.aspx?q=lending+rates>>.

11. Véase Unidad de Planeación Minero Energética: Estadísticas [En línea], Ídem.

$$\ln(\tilde{D\hat{A}P}_p) = \hat{\alpha}_s + \hat{\beta}_s X_p$$

La estimación se realizó considerando ocho variables explicativas de la variable dependiente (LDAPAIP): INGRESAIP indica el ingreso ajustado por inflación y poder de paridad de compra, considerando el año 2005 como el año de referencia; DUSALUD es una variable dicotómica que captura el efecto de hacer explícito en los estudios primarios un cambio en las condiciones de salud del encuestado debido a mejoras en la calidad del aire. Otras variables dicotómicas se introdujeron para capturar el efecto de especificar si la tipología del contaminante atmosférico a reducir se asocia principalmente con el uso de combustibles fósiles tradicionales (DUCOFOSIL), o gases de efecto invernadero (DUCOGEI); especificaciones del cambio cuantitativo en el bien ofertado (DUQUANTO), y del método de valoración aplicado (DUMETODO). Finalmente se tiene la tasa de respuesta alcanzada en los estudios primarios (TASARESPU). DAPAIP es la variable explicada, ajustada en los mismos términos que la variable INGRESAIP (inflación y PPP).

12. La lista completa de los estudios puede ser solicitada a los autores.

Treinta y cinco (35) estudios fueron considerados¹², pero sólo 30 fueron procesados, puesto que cinco de ellos correspondieron a observaciones atípicas (outliers), por debajo de los US\$20 y arriba de los US\$20.000.

El resultado obtenido puede reescribirse desde el original arrojado por el software STATA 9® del siguiente modo. Entre paréntesis, se ilustran los valores *p* asociados a cada una de las variables explicativas, que resultaron significativas con una confianza del 90%:

$$LDAPAIP = 6.257969 + 0.000465 * INGRESAIP - 1.41948 * DUSALUD$$

(0.000) (0.053) (0.033)

R²=42%

INGRESAIP presenta el signo esperado, mientras que la variable DUSALUD presenta un signo no esperado. Una explicación probable para este último caso es que las personas están dispuestas a pagar menos cuanto más se les especifique las características de un bien de no mercado (libre), puesto que toman consciencia de la naturaleza pública del mismo, y dado el presupuesto de su comportamiento económico racional, no se espera que estén interesados en financiar un bien, o mejoras de éste, que eventualmente otros agentes disfrutarán sin sacrificio alguno de recursos, es decir, bienes para los cuales no está garantizada la exclusividad de los derechos de propiedad.

El encuestado debe ser propenso a acusar que el suministro de este tipo de bienes debe estar a cargo de una agencia reguladora representativa: el Estado. En otras palabras, cuanto más genérica sea la descripción del bien libre ofertado, más probable sería obtener una contribución positiva.

Se pudo, de esta forma, estimar la disponibilidad a pagar en el sitio de política y agregarla para el conjunto de pobladores del AMVA. Tras identificar y valorar en unidades monetarias equiparables los restantes beneficios, así como los costos más representativos, asociados al Programa de GNV, se procedió a aplicar unas sencillas sumas que permitieran deducir de los primeros los últimos.

El resultado corresponde a una cifra positiva en cada periodo, tal como se ilustra en la última columna de la Tabla 1.

Tabla 1: Estimación monetaria de los costos y beneficios considerados en el balance

| Año | Beneficio | | | Costo | | | Balance |
|------|-----------|----------|----------|----------|----------------|-----------------------------|-----------|
| | Privado | Fiscal | Externo | Privado | Eco-des-cuento | Tributario del Com-bustible | |
| 2001 | 5.873.4 | 2.811.0 | 42.662.7 | 1.578.1 | * | 2.000.1 | 47.516.4 |
| 2002 | 10.835.0 | 5.293.1 | 43.388.0 | 2.200.0 | * | 3.477.9 | 53.486.2 |
| 2003 | 16.230.4 | 13.000.1 | 43.898.6 | 7.385.7 | * | 7.196.1 | 57.365.6 |
| 2004 | 32.229.1 | 17.803.3 | 44.375.6 | 9.137.1 | 832.8 | 11.581.0 | 71.395.2 |
| 2005 | 54.677.4 | 28.485.0 | 47.637.6 | 20.591.4 | 853.7 | 20.409.7 | 85.650.6 |
| 2006 | 87.737.8 | 54.323.0 | 48.182.1 | 27.992.7 | 2.829.4 | 33.086.2 | 121.855.8 |
| 2007 | 86.137.7 | 60.095.0 | 48.882.9 | 30.672.4 | 4.557.6 | 53.652.1 | 101.325.9 |
| 2008 | 84.368.6 | 70.424.4 | 49.567.2 | 28.758.8 | 4.813.8 | 64.482.5 | 101.703.7 |

Cálculos propios. Observaciones: i) Cifras nominales en millones de pesos colombianos; ii) (*) Periodos en los que el bono promocional aún no estaba en aplicación.

La suma de los beneficios netos de todo el periodo de análisis del programa se acerca, ajustadas por inflación, a los 803.265 millones de pesos. Periodo a periodo, se observa una tendencia

de aumento del beneficio, en promedio de 6.4% por año, con un marcado ascenso hasta 2006 y un declive en los periodos posteriores.

Tal declive, aún en presencia operativa de los incentivos económicos descritos otorgados por el Programa, resulta difícil de explicar, toda vez que la recesión económica no se hace presente hasta el 2009. Hipotéticamente, podría deberse a conjugaciones entre pérdida de expectativas del consumidor por el paso de la novedad del programa, reducción de la fuerza de las estrategias publicitarias del mismo, agotamiento progresivo del mercado potencial de conversiones, o cambios en la estructura de gastos del consumidor en respuesta al comportamiento coyuntural del precio de la gasolina. No obstante, es este último un factor de esperada incidencia en el comportamiento del mercado del GNV.

En los años en que se inicia la escalada comparada del precio de la gasolina, se presenta una tendencia no lineal de aumento en el número de conversiones a GNV año a año, mientras que, tras el cese de aumento en el diferencial de los precios de estos combustibles, hay una inversión de tal tendencia. Esto explica la aparejada dinámica que presenta el beneficio privado. De hecho, el coeficiente de correlación entre las variables (número de conversiones y diferencial de los precios) es del 95.5%, pero con solo ocho datos correspondientes al periodo de análisis para el cálculo apenas si puede considerarse la indicación.

También puede observarse en la Tabla 1 que el costo tributario del combustible es apenas una fracción del beneficio fiscal, 71% en promedio simple. Por lo tanto, en materia tributaria, resulta una decisión correcta abandonar los ingresos fiscales de la gasolina (tres tipos de impuestos) a cambio de no tener que subsidiar su producción, vía por la cual se debe reconocer al productor el diferencial entre el precio interno de la gasolina, usualmente menor, y el precio externo, usualmente mayor.

En cualquier caso, el resultado de balance presentado es discutible dadas las limitantes que impone la parcialidad del ejercicio: no se incluyeron todos los costos o beneficios posibles. Por ejemplo, la pérdida de potencia del motor¹³ y de espacio en el vehículo por instalación del cilindro resultan ser magnitudes de difícil valoración económica.

Pasamos ahora a un análisis de sensibilidad del resultado en un sentido conservador, en el que se prevé que los beneficios no aumentan mientras los costos sí lo hacen, o de modo equivalente, los beneficios se desinflan mientras los costos se mantienen. De este modo, al omitir el beneficio fiscal, por lo artificioso que resulta su consideración como un subsidio a luz de la teoría económica, y del beneficio externo, a falta de una potencial confiabilidad en la validez del método de transferencia de beneficios, misma que no puede probarse hasta no realizar estudios primarios comparados en el área de estudio (AMVA), el resultado cambia drásticamente: los beneficios netos caerían desde 803.265 millones a poco más de 29 mil millones de pesos, aun una cifra positiva, pero comparadamente menos alentadora.

Sea este quiebre de perspectiva final una indicación del cuidado que debería darse a la interpretación del resultado preliminar, por razones que escapan a los presupuestos disponibles de refinación del ejercicio.

Se estima necesario insistir en el desarrollo de ejercicios que permitan evaluar el resultado de programas de política pública de la naturaleza prevista, trabajos sistemáticos en este sentido permiten validar la permanencia en el tiempo de políticas que no siempre resultan ser óptimas. Igualmente es necesario procurar el ensayo de diversas técnicas de valoración. La disponibilidad es amplia, y en este caso particular, las técnicas aplicadas y los cálculos realizados son susceptibles de mayor robustez.

4. CONCLUSIÓN

Las cifras ilustran un balance neto positivo en todos los periodos, dado que beneficios del Programa de GNV superan los costos en consideración, lo cual indica un relativo grado de acierto en el diseño y aplicación del programa. El resultado se mantiene en un escenario presupuestal conservador en el que se dejan de considerar algunos beneficios, al resultar polémicas las propias definiciones de las partidas en consideración, o bien ponerse en cuestión los métodos usados para su medición.

13. En 2006 se da un cambio tecnológico en la producción de dispositivos para la conversión a GNV que permite evolucionar desde un sistema de mezclador a un sistema de inyección secuencial, el cual caracteriza a los denominados vehículos de 5ta generación. En condiciones ideales la pérdida de potencia por conversión en un vehículo de este tipo oscila entre 6% y 8%, sin embargo, algunos talleres de conversión estiman que es efectiva en promedio entre el 15% y 20%.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo realizado dentro del proyecto de investigación "Transferencia de beneficios en el Análisis Costo- Beneficio de la implementación de un programa de conversión a combustibles alternativos: el caso del gas natural vehicular en el Valle de Aburrá (Colombia)", financiado por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia, Convocatoria Nacional de Investigación 2008. Los autores agradecen enormemente este apoyo.

BIBLIOGRAFÍA

- Área Metropolitana del Valle de Aburrá, AMVA, 2005. Diagnóstico del Plan Maestro de Movilidad para la región metropolitana del Valle de Aburrá 2005– 2020. Medellín. 497 P.
- Azqueta, D., 2002. Introducción a la economía ambiental. Madrid: McGraw- Hill. 420 P.
- Brouwer, R., 2000. Environmental value transfer: state of the art and future prospects. **Ecological Economics** Vol. 32, Nº 1, pp. 137- 152.
- Brower, R., Bateman, I., 2005. Benefits transfer of willingness to pay estimates and functions for health-risk reductions: A cross-country study. **Journal of Health Economics** Vol. 24, Nº 3, pp. 591- 611.
- Carlsson, F., y Johansson- Stenman, O., 2003. Cost and benefits of electric vehicles: a 2010 perspective. **Journal of Transport Economics and Policy**, Vol. 37, Nº 1, pp. 1- 28.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social, CONPES, 2005. Lineamientos para la formulación de la política de prevención y control de la contaminación del aire [en línea]. Documento 3344, marzo de 2005 [Consulta 9 septiembre 2008]. <http://www.dnp.gov.co/archivos/documentos/Subdireccion_Conpes/3344.pdf>
- Consejo Superior de Política Fiscal, CONFIS, 2004. Impacto fiscal de la política de desmonte de los subsidios a los combustibles [en línea]. Boletín de Coyuntura Fiscal, Nº 3, Agosto de 2004 [Consulta 30 enero 2009]. <<http://www.minhacienda.gov.co/portal/page/portal/MinHacienda/haciendapublica/politicafiscal/informacionfiscal/documentosasesoresconfis/Boletin%20de%20Coyuntura%20Fiscal/BCF%20-%20003%20-%202004.PDF>>
- EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN, EPM, 2000. El gas natural vehicular: Una realidad en Medellín. **Revista Gas Vehicular**, Año 1, Nº 3, pp. 14- 15.
- Larsen, B., Sanchez- Triana, E., y Awe, Y., 2006. Fijación de prioridades ambientales: un proceso bidireccional. En: Sanchez-Triana, E., Ahmed, K., y Awe, Y. Prioridades ambientales para la reducción de la pobreza en Colombia: un análisis ambiental del país para Colombia. Bogotá: Banco Mundial. pp. 115- 165.
- Liew, C., y Liew, C, 1995. The use of compressed natural gas (CNG) in motor vehicles and its effects on employment and air quality. **The Annals of Regional Science**, Vol. 29, Nº 3, pp. 315- 334.
- Ministerio de Minas y Energía, 2008. Precios combustibles Julio [en línea]. Junio de 2008 [Consulta 12 de abril de 2011]. <www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/home/Justificacion%20Precios%20Combustibles%20Julio.ppt>.
- Mishan, E.J., y Quah, E., 2007. Cost- Benefit Analysis. London: Routledge. 316 P.
- Navrud, S., y Ready, R. (Eds.), 2007. Environmental value transfer: Issues and methods. Dordrecht: Springer. 290 P.
- Saldarriaga, A., y Vásquez, E., 2010. Transfer of values for the developing world: the case of air pollution. Mimeo, Departamento de Economía, Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín).
- UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA, UPME, 2007. La cadena del gas natural en Colombia [en línea]. Febrero de 2007 [Consulta 10 de febrero de 2009]. < http://www.upme.gov.co/Docs/Chain_Gas_Natural.pdf>.

