

## **Cálculo de la elasticidad precio de la demanda de gasolina en la zona fronteriza norte de México**

*Rubén Alejandro Haro López\** y *José Luis Ibarrola Pérez\*\**

### **Sumario**

El presente documento tiene por objeto analizar y determinar la sensibilidad de la demanda de gasolina comercializada en la zona fronteriza y estatal del norte de México. La correcta medición de esta sensibilidad es relevante para las finanzas públicas del Gobierno Federal toda vez que un cambio en el precio de la gasolina impacta de forma directa la recaudación fiscal. Es posible afirmar que a pesar de la existencia de un bien sustituto de la gasolina, el comportamiento de la recaudación del IEPS por gasolina, medido a través de una elasticidad precio en esta zona, no difiere de la del resto del país. Sin embargo, a pesar de que la elasticidad calculada es menor a uno, su magnitud es significativa para la recaudación del IEPS de gasolinas ante futuros cambios en el precio del mismo.

### **1. Introducción**

El siguiente trabajo tiene como finalidad conocer el comportamiento y la conducta de la demanda de gasolina en la zona fronteriza dentro de los estados del norte de México, con el objeto de reconocer el impacto de políticas fiscales (a través de precios) sobre bienes producidos y comercializados por el Gobierno Federal. La estimación de dicha demanda se realizará con métodos econométricos de regresión simple y de panel. Debe señalarse que se han realizado ejercicios similares de estimación de demanda mediante técnicas econométricas.<sup>1</sup>

---

\* Licenciado en Actuaría por el Instituto Tecnológico Autónomo de México y Doctor en Estadística Bayesiana por Imperial College. Agradecemos los importantes comentarios y críticas del Dr. Pedro Luna Tovar.

\*\* Licenciado en Economía por el ITAM.

<sup>1</sup> Powell [1974], Deaton y Muellbauer [1980], Philips [1983] y Deaton [1986].

Como se mencionó anteriormente, la estimación citada aquí estará enfocada a la evaluación de política fiscal que afecta al mercado de bienes de consumo, en este caso el de gasolina. Es decir, será posible conocer la sensibilidad de la demanda de gasolina ante cambios en los impuestos indirectos implícitos en el precio del mismo bien.<sup>2</sup>

El documento comprende dos partes; la primera estima una demanda de gasolina observada en estación de servicio en la franja fronteriza, bajo un precio relativo de gasolinas. La segunda parte estima una demanda de gasolina registrada en todo el estado, bajo un precio nacional. La primera parte reconoce la posibilidad de arbitrar con el producto nacional y extranjero, mientras que la segunda no. La coincidencia entre el valor de los parámetros estimados de la primera y segunda parte son sorprendentes, confirmando la fuerte dependencia de los agentes económicos sobre el bien estudiado.

## 2. Antecedentes

De acuerdo al artículo 31, fracción X de la Ley Orgánica de la Administración Pública vigente, la SHCP es la encargada de establecer los precios de los bienes y servicios de las empresas públicas. Por lo anterior, el precio al público de las gasolinas y el diesel es administrado por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, que para su determinación aplica criterios de eficiencia económica y saneamiento financiero.

El precio al público de las gasolinas está compuesto por un precio productor, descuentos comerciales, fletes e impuestos. El precio productor de Pemex es la suma de una referencia internacional, una logística de importación y un costo de manejo.<sup>3</sup> Al precio productor se adicionan los fletes (de una agencia de ventas de gasolinas de Pemex a un distribuidor privado) y el descuento comercial al distribuidor. La diferencia entre el precio sugerido o fijado por la SHCP y lo descrito anteriormente es conocido como el Impuesto

---

<sup>2</sup> Wold y Juren [1953] y Stone [1954a] agregan estudios empíricos relacionados con el comportamiento de la demanda ante cambios regulatorios (racionamiento) en Suecia e Inglaterra para 1920 y 1930.

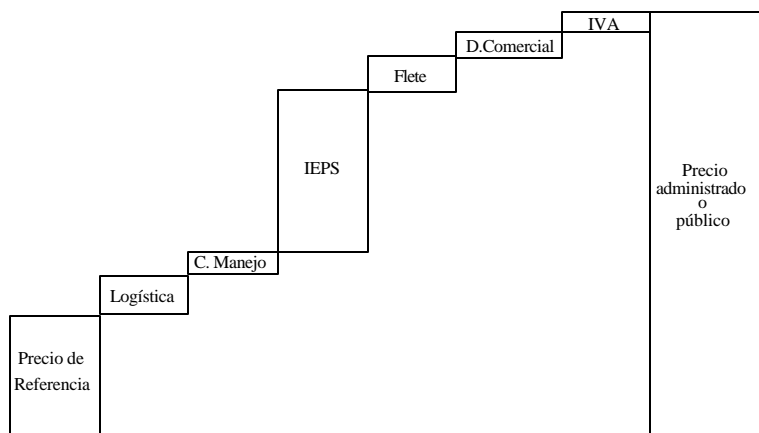
<sup>3</sup> El precio de referencia que se utiliza para establecer el precio productor de gasolinas de Pemex es el promedio del precio *spot* de la gasolina regular sin plomo vigente en la Costa del Golfo de los Estados Unidos de América.

Especial Sobre Producción y Servicios (IEPS). Posteriormente se determina el IVA aplicable.

El precio productor obliga a que Petróleos Mexicanos haga más eficientes sus procesos de producción y comercialización de gasolinas y diesel, ya que sigue normas internacionales. La obtención de un adecuado precio productor permite la generación del IEPS que tiene una tasa variable mensual, e incide en las participaciones fiscales de los estados y municipios. Para su fácil concepción, se presenta en la Figura 1 la estructura del precio de las gasolinas. Siendo el precio administrado el cien por ciento, el IEPS y el IVA representaron en diciembre de 1998 el 70% del precio administrado, mientras que el precio de referencia, logística, costo de manejo, flete y comisión representaron el 30% restante.

**Figura 1**

Estructura del precio de la gasolina



Fuente: Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios vigente.

Nota: No se incluyen porcentajes, ya que éstos cambian mensualmente, ya sea por cambios en el precio de referencia, logística o precio al público.

A finales de 1990, los precios de las gasolinas nacionales fueron superiores a los del sur de los Estados Unidos, por lo que los estados fronterizos del norte de nuestro país solicitaron a la SHCP que se referenciara el precio al público de la gasolina al de dicha región. Así, desde 1991 y hasta finales de 1994, la SHCP autorizó que los precios de las gasolinas en la frontera norte del país estuvieran ligados a los correspondientes precios del sur de los Estados Unidos. Los precios se fijaron para seis diferentes zonas de la frontera norte, ya que los

precios en el sur de los Estados Unidos no son homogéneos. Por ejemplo, en el sur de Texas los precios son menores a los del sur de California, debido a que en el primer caso la zona productora de petrolíferos se ubica más cerca de la frontera con México, y la incidencia en costos de transporte es menor. La geografía que relaciona tanto a los precios relativos como a las ventas internas de gasolinas entre el sur de los Estados Unidos y el Norte de México se basa en la Tabla 1.

**Tabla 1**

Correspondencia para la venta de gasolina en la frontera norte de México<sup>a</sup>

Precio en EUA	Precio en México <sup>b</sup>
Chula Vista	Zona IA
Calexico	Zona IB
Nogales	Zona II
El Paso	Zona III
Laredo	Zona IV
McAllen	Zona V

<sup>a</sup> La comparación de precios incluye impuestos indirectos.

<sup>b</sup> Zona IA: A partir del 2 de noviembre de 1991 comprende las ciudades de Tijuana, Rosarito y Tecate. Se incluye Ensenada, hasta las estaciones de servicio de Maneadero. A partir del primero de septiembre de 1992 se excluye Ensenada. Zona IB: A partir del 2 de noviembre de 1991 comprende las ciudades de González Ortega, Mexicali y San Luis Colorado. Zona II: Comprende como poblaciones principales: Agua Prieta, Agua Zarca, Los Vidrios, Nogales, Santa Cruz, Sonoyta y Saric. Zona III: Comprende como poblaciones principales: Ascensión, Ciudad Juárez, Guadalupe, Bravo, Guerrero y Ojinaga. Zona IV: Comprende las ciudades de Nuevo Laredo, Ciudad Acuña y Piedras Negras, Río Escondido y Villa Fuerte. Zona V: Comprende Ciudad Alemán, Ciudad. Camargo, Ciudad Guerrero, Ciudad Mier, Gustavo Díaz Ordáz, Reynosa y Matamoros.

Fuente: Pemex corporativo, gerencia de precios.

A raíz de la devaluación del peso frente al dólar a finales de 1994 se decidió desligar los precios de los combustibles en la frontera norte de los del sur de los Estados Unidos, fijando un sólo precio nacional. De esta manera se evitó perjudicar a los consumidores de la frontera con un incremento súbito en los precios de los combustibles debido a esta crisis (ver Gráfica 1).

**Gráfica 1**

Precios reales de la gasolina Pemex Magna en la frontera norte y el resto del país 1985-1999



Fuente: SHCP y Pemex corporativo, gerencia de precios. Elaboración propia.

Desde febrero de 1995 el precio de las gasolinas y el diesel en la frontera norte es el mismo que para la zona resto del país, diferenciándose únicamente por la tasa del IVA con que se grava a estos combustibles (10% en la zona fronteriza y 15% en resto del país). Así, durante el periodo que va de 1992 hasta 1996, los precios relativos de la frontera norte de México con el sur de Estados Unidos fueron inferiores o iguales a la unidad. Para 1997, el precio ponderado de las gasolinas en la zona fronteriza de México fue ligeramente superior al del Sur de los Estados Unidos (ver Tabla 2).

**Tabla 2**Precios relativos de la gasolina Pemex Magna México sur de Estados Unidos<sup>a</sup>

Año	IA	IB	II	III	IV	V	Promedio ponderado
1991	1.03	0.97	0.98	1.03	1.01	1.05	1.01
1992	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	0.99
1993	1.01	1.00	0.99	1.01	1.01	1.00	1.00
1994	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99
1995	0.83	0.86	0.84	0.91	0.95	0.98	0.89
1996	0.87	0.86	0.89	0.94	1.03	1.05	0.93
1997	0.99	0.97	1.04	1.10	1.17	1.22	1.07
1998	1.12	1.14	1.12	1.32	1.36	1.50	1.25
1999 <sup>b</sup>	1.18	1.15	1.31	1.53	1.59	1.69	1.36

<sup>a</sup> Zona fronteriza, evolución anual.<sup>b</sup> Promedio de enero a agosto de 1999.

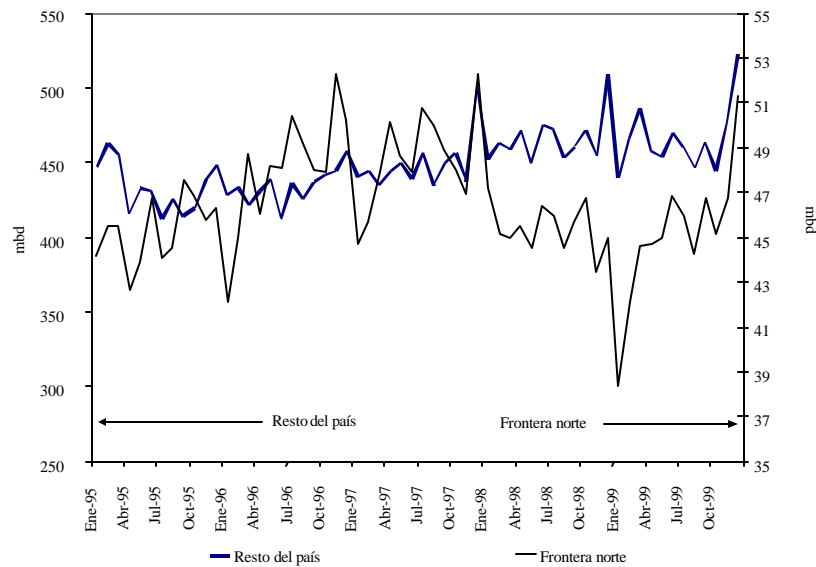
Fuente: Pemex corporativo, gerencia de precios. Elaboración propia.

Por otro lado, de 1991 a 1996 las ventas de gasolina en la frontera norte presentaron incrementos superiores a los del resto del país, lo que es explicado por el alto crecimiento de la actividad económica de las ciudades en la frontera norte de México. Durante 1997 el crecimiento de las ventas de gasolina en la zona fronteriza fue inferior al del resto del país y en 1998 se presentó una reducción anual de 6.5%. La clara caída de las ventas de gasolina a partir de mediados de 1998 podría explicarse por el diferencial de precios existente entre México y el sur de Estados Unidos (ver Gráfica 2).

Las zonas en que ha tenido un impacto mayor el precio relativo de la gasolina Pemex Magna son la III, IV y V. Lo anterior se debe a que los precios ofrecidos en las zonas del sur-oriente de los EUA (III, IV, V) son menores a los precios ofrecidos en las zonas del sur-occidente. La situación anterior obedece a la ubicación de las refinerías estadounidenses y a la política fiscal diferenciada de los estados norteamericanos. Así, el estado de Texas grava con menores tasas a los combustibles automotores, a diferencia de estados como California que los grava con mayores tasas.

**Gráfica 2**

Ventas internas de gasolina en la frontera norte y resto del país<sup>a</sup>



<sup>a</sup> Miles de barriles diarios.

Fuente: Pemex refinación, gerencia de comercialización. Elaboración propia.

En la Tabla 3 se describen los impuestos cobrados por estado en la frontera sur de los Estados Unidos, con los cuales puede inferirse el diferencial de precios relativos en las zonas mexicanas por efectos fiscales.

**Tabla 3**

Impuestos federales y estatales pagados por galón en los Estados Unidos

Estado	Zona	Impuestos estatales <sup>a</sup>	Impuestos federales <sup>b</sup>	Total de impuestos <sup>c</sup>
norteamericano		en México		
California	IA v IB	32.0	18.4	50.4
Arizona	II	19.0	18.4	43.4
Nuevo México	III	18.0	18.4	36.4
Texas	IV v V	20.0	18.4	38.4

<sup>a</sup> Impuestos indirectos con tasas efectivas a mayo de 1999.

<sup>b</sup> Impuesto federal indirecto de 18.4 ctusd/gal para todo el país (promedio ponderado).

<sup>c</sup> Se excluyen impuestos locales, que se estiman en 2 ctusd/gal en promedio para todo el país.

Fuente: *Nationwide and State-by-State Motor fuel Taxes*, Mayo 1999, Tina Barnes, American Petroleum Institute.

Como se mencionó anteriormente, en México el IEPS y el IVA representaron el 70% del precio final de la gasolina Pemex Magna en diciembre de 1998, mientras que los impuestos federales y estatales representaron el 37.4% del precio final de la gasolina sin plomo regular en Estados Unidos. Así, la política fiscal con respecto a las gasolinas en Estados Unidos provoca, de forma indirecta, que los precios de las mismas en el sur-oriente de este país sean inferiores a los del sur-occidente. Lo anterior se confirma con el comportamiento de los precios relativos observados en la frontera norte de México. Dado lo anterior, es posible inferir que la sensibilidad de los consumidores de gasolinas en la frontera norte de México, ante cambios en el precio relativo del bien, es menor en las zonas IA, IB y II, mientras que en las zonas III, IV y V la sensibilidad será mayor. La hipótesis anterior se confirmará posteriormente.

### 3. Situación actual

A partir de 1998, los precios de las gasolinas en México han sido mayores a los del sur de los Estados Unidos; en promedio durante ese año el precio relativo en México con respecto al sur de los Estados Unidos fue de 1.25. Durante 1999 esta situación se agravó, ya que el precio de la gasolina en México fue, en promedio ponderado por volumen, 36% superior al del sur de los Estados Unidos.

Más aún, en el primer semestre de 1999 se comercializaron en promedio en las estaciones de servicio 39.8 miles de barriles por día (mbd) de Pemex Magna y Pemex Premium en las 6 zonas fronterizas del norte de México. Este volumen representó una caída anual de 14.2% comparado con el mismo semestre del año anterior. Cabe hacer notar que, a escala nacional, las ventas de gasolinas en el primer semestre del año ascendieron a 506.1 mbd, 0.31% menores comparadas con el mismo periodo del año anterior.<sup>4</sup>

Las ventas de gasolina durante 1998 y 1999 han sido explicadas parcialmente por la evolución del precio relativo de la gasolina en México respecto a Estados Unidos. Cabe señalar que el precio en México comenzó a ser superior al de Estados Unidos a principios de 1997 y que, durante ese año,

---

<sup>4</sup> El mercado de la zona fronteriza representa el 9.5% del mercado total nacional de gasolinas, de ahí la importancia de su contracción.

debido a su ligera superioridad (7%), los distribuidores nacionales no vieron afectado su volumen de ventas como sucede actualmente.

#### **4. Estimación de las elasticidades**

Con la finalidad de conocer el patrón de consumo de gasolinas en la zona fronteriza y en los estados fronterizos del norte de México, se calcularon dos tipos de elasticidades: (a) la elasticidad precio relativo de la demanda por zona fronteriza; y, (b) la elasticidad precio de la demanda por estado fronterizo. La estimación de la elasticidad precio relativo de la demanda por gasolina se obtuvo por separado para cada zona de acuerdo con la influencia del precio de las gasolinas en el sur de los Estados Unidos, mientras que la estimación de la elasticidad precio de la demanda de la gasolina se obtuvo por separado para cada estado fronterizo en estudio.

A medida que un bien sustituto con un precio diferenciado esté al alcance del mercado nacional de gasolinas (como las gasolinas estadounidenses), la elasticidad precio relativo de la demanda por gasolina en México tenderá a ser mayor. Para que suceda lo anterior, los costos de transacción del mercado deberán ser pequeños. Así, la estimación de las elasticidades por zona fronteriza permitirán conocer el grado de sensibilidad de los consumidores en esta zona debido a cambios en el precio relativo, ya sea por efectos de política de precios nacionales o internacionales (sur de Estados Unidos).

Por otro lado, la elasticidad precio de la demanda por estado fronterizo incorpora el comportamiento de la demanda tanto de la zona fronteriza como del interior del estado ante cambios en la política de precios nacionales. Como se mencionó anteriormente, por cada litro de gasolina vendida al precio establecido por la SHCP, se recaudan dos impuestos, el IEPS y el IVA. El primero se calcula de forma mensual en cada una de las agencias de ventas de Pemex. La tasa de IEPS que se aplica por estación de servicio es la misma que la calculada en cada agencia de ventas que la provee, por lo que la dinámica de las ventas de gasolinas en las estaciones de servicio tanto de la zona fronteriza como del interior del estado determinarán directamente la dinámica recaudatoria del IEPS (si las ventas decrecen, la recaudación por IEPS también) bajo la estructura nacional de precios actual.

Así, el cálculo de las elasticidades precio relativo y precio de la demanda por gasolinas es de primordial importancia para determinar la sensibilidad de los

ingresos federales por concepto de IEPS en gasolinas en esos estados.<sup>5</sup> Una caída en recaudación del IEPS por estado, representa una caída en los ingresos participables a los municipios y estados. Lo anterior se debe a que el IEPS (entre ellos el de la gasolina) forma parte de una fórmula para determinar el coeficiente de participación de los municipios por estado.

Con la finalidad de reconocer el comportamiento del valor de las elasticidades en el tiempo de la franja fronteriza, se estimó el modelo precio relativo de la demanda con dos muestras que abarcan distintos periodos del tiempo. Debido a que los patrones de consumo de las gasolinas pueden verse gravemente afectados si los precios relativos se tornan extremos, no se llevó a cabo esta separación para el modelo precio demanda del estado fronterizo ya que no existieron cambios en la política nacional de precios.

## **5. Estimación de la elasticidad precio relativo de la demanda de gasolina en la zona fronteriza norte de México**

El propósito del trabajo es determinar el comportamiento de la demanda de gasolina en la frontera norte de México, así como la importancia relativa de las variables que influyen en ésta. Por lo anterior, no se profundiza ni se discute la teoría del consumidor que establece las principales propiedades económicas que debe respetar la demanda óptima de un consumidor.<sup>6</sup> Asimismo, no se demuestra que la función adoptada para la demanda satisfaga las siguientes restricciones: (a) restricción presupuestal; (b) homogeneidad; (c) condiciones de Slutsky (negatividad y simetría); y, (d) condiciones de agregación (Engel y Cournot). Únicamente se supone una forma logarítmica lineal o de elasticidad constante<sup>7</sup> para la ecuación que describe la demanda.

---

<sup>5</sup> Debe destacarse que el IEPS en gasolinas representa el 9.1% de los ingresos totales del Gobierno Federal según la Ley de Ingresos de la Federación para el ejercicio fiscal de 1999. Además, el mercado de la zona bajo estudio (la frontera norte de México) representa aproximadamente el 9.5% del mercado nacional. Por lo tanto, el monto del IEPS considerado en el presente estudio representaría aproximadamente el 1% del total de los ingresos del Gobierno Federal.

<sup>6</sup> Para una revisión formal de la teoría del consumidor vea Intriligator [1971] y [1996], Deaton [1986] y Varian [1990].

<sup>7</sup> Un ejemplo de esta especificación puede verse en Houthakker [1973].

De esta forma, se presenta un modelo que determina la demanda por gasolina Pemex Magna en la zona fronteriza norte del país,<sup>8</sup> misma que depende positivamente del ingreso regional, negativamente del precio del mismo bien y positivamente de otros bienes sustitutos en la economía:

$$\ln Vol_{it} = \beta_{0i} + \beta_{1i} \ln PRL_{it} + \beta_{2i} \ln PIBPC_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (1)$$

donde:

$Vol_{it}$  = demanda total de gasolina<sup>9</sup> Pemex Magna en la zona fronteriza  $i$  durante el mes  $t$ ,

$PRL_{it}$  = precio relativo de la gasolina Pemex Magna en la zona fronteriza  $i$  durante el mes  $t$ ,

$PIBPC_{it}$  = Producto Interno Bruto real (pesos de 1993) per cápita de la zona fronteriza  $i$  (estado  $i$ )<sup>10</sup> anualizado, correspondiente al mes  $t$ ,<sup>11</sup>

$\varepsilon_{it}$  = error que toma en cuenta otras fuentes de variación de la demanda total de gasolina Pemex Magna en la zona fronteriza  $i$ ,<sup>12</sup>  $i \in \{IA, IB, II, III, IV, V\}$ .

El precio relativo de la gasolina Pemex Magna incluye el precio del bien demandado y el precio de otros bienes sustitutos en la economía (es claro que al aumentar el precio relativo del bien, la demanda del mismo aumenta y viceversa), por lo tanto se calculó utilizando el siguiente cociente:

---

<sup>8</sup> La determinación de la oferta de gasolinas es irrelevante, ya que está en función de los planes de producción que Pemex realiza cada año de acuerdo con sus propias estimaciones de demanda. Además, dada la naturaleza monopólica y pública de la empresa, la demanda siempre tendrá que ser satisfecha con la oferta, ya sea con producción nacional o con importaciones.

<sup>9</sup> La demanda total de gasolina Pemex Magna en la zona fronteriza  $i$ , léase  $Vol_{it}$ , se calculó con base en las ventas internas de gasolina Pemex Magna en cada una de sus estaciones de servicio.

<sup>10</sup> El estado de Baja California corresponde a las zonas IA y IB, Sonora a la zona II, Chihuahua a la zona III, Coahuila a la zona IV y Tamaulipas a la zona V.

<sup>11</sup> La variable que aproxima al ingreso será el producto interno bruto per cápita por estado (zona), toda vez que se desea estandarizar el tamaño de la economía en cada región. Ver Johnston y Dinardo [1997]. El PIB estatal mensual se estimó utilizando una apertura del PIB estatal anual construida con la estacionalidad que presenta el índice de volumen físico de la actividad industrial que el INEGI publica mensualmente.

<sup>12</sup> Se asume que se distribuye conforme a una normal con media cero y varianza constante, léase  $N(0, \sigma_i^2)$ , y donde no existe correlación entre  $\varepsilon_{ik}$  y  $\varepsilon_{it}$ .

$$PRL_{it} = \frac{PMEX}{PEUA_{it} \cdot TC_t}, \quad (2)$$

donde:

$PMEX_{it}$  = precio de la gasolina Pemex Magna en la zona fronteriza  $i$  durante el mes  $t$ ,

$PEUA_{it}$  = precio de la gasolina *unleaded* regular en la correspondiente zona fronteriza americana  $i$  durante el mes  $t$ ,

$TC_t$  = tipo de cambio promedio peso/dólar durante el mes  $t$ .

Una variante del modelo descrito en la ecuación (1) utiliza el índice de ventas netas al menudeo como aproximación del ingreso. Así, el modelo está especificado de la siguiente manera:

$$\ln Vol_{it} = \beta_{0i} + \beta_{1i} \ln PRL_{it} + \beta_{2i} \ln IVME_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (3)$$

donde:

$IVME_{it}$  = índice de ventas netas al menudeo (base 1994) de la zona fronteriza  $i$  (ciudad  $i$ ) correspondiente al mes  $t$ .<sup>13</sup>

Los coeficientes estimados de los modelos de regresión (1) y (3) con datos mensuales de enero de 1995 a julio de 1999 para cada zona de la franja fronteriza norte fueron deficientes y, en algunos casos, no significativos. Inclusive, la zona II tuvo un comportamiento atípico, violando el signo del coeficiente estimado para el precio relativo. Después de analizar los resultados de los modelos (1) y (3) se concluyó que las variables precio e ingreso no son capaces de explicar el comportamiento del volumen de ventas bajo esta técnica.

Por lo anterior, trabajando en la misma línea de ajuste de la demanda por la gasolina Pemex Magna en la franja fronteriza norte del país con el fin de utilizar mejor la información, se decidió estructurar un modelo que proporcione interacciones entre las demandas de las zonas de la franja fronteriza y por lo tanto las ajuste conjuntamente,<sup>14</sup> suponiendo que el comportamiento de la demanda de gasolina entre las distintas zonas es homogéneo. El siguiente

<sup>13</sup> La ciudad de Tijuana, B.C. corresponde a la zona IA; Mexicali, B.C. a la zona IB; Hermosillo, Sonora a la zona II; Ciudad. Juárez, Chih. a la zona III; N. Laredo, Tamaulipas a la zona IV y finalmente Matamoros, Tamaulipas a la zona V.

<sup>14</sup> Véase Pindyck y Rubinfeld [1991] para una mejor discusión de los modelos de regresión de panel.

modelo, basado en la ecuación (1) propone la tarea anteriormente descrita utilizando la zona V como numerario:

$$\begin{aligned} \ln Vol_{it} = & \beta_0 + \beta_1 \ln PRL_{it} + \beta_2 \ln PIBPC_{it} \\ & + \Delta_{IA} \beta_1 \ln PRL_{it} \cdot 1_{IA} + \dots + \Delta_{IV} \beta_1 \ln PRL_{it} \cdot 1_{IV} \\ & + \Delta_{IA} \beta_2 \ln PIBPC_{it} \cdot 1_{IA} + \dots + \Delta_{IV} \beta_2 \ln PIBPC_{it} \cdot 1_{IV} + \varepsilon_{it}, \end{aligned} \quad (4)$$

donde  $\Delta_i \beta_j$  es el cambio del coeficiente de la zona  $i$  con respecto al coeficiente  $\beta_j$  de la zona V,

$$\varepsilon_{it} = \phi_{it} \varepsilon_{t-1,i} + v_{it},$$

$$1_i = \begin{cases} 1 & \text{zona } i \\ 0 & \text{no zona } i, \end{cases}$$

para  $i = IA, IB, II, III, IV$  y  $j = 1, 2$ .

Similarmente, para el modelo (3) el nuevo modelo se describe:

$$\begin{aligned} \ln Vol_{it} = & \beta_0 + \beta_1 \ln PRL_{it} + \beta_2 \ln VME_{it} \\ & + \Delta_{IA} \beta_1 \ln PRL_{it} \cdot 1_{IA} + \dots + \Delta_{IV} \beta_1 \ln PRL_{it} \cdot 1_{IV} \\ & + \Delta_{IA} \beta_2 \ln VME_{it} \cdot 1_{IA} + \dots + \Delta_{IV} \beta_2 \ln VME_{it} \cdot 1_{IV} + \varepsilon_{it}. \end{aligned} \quad (5)$$

Con base en las regresiones de los modelos (4) y (5) se obtuvieron 5 elasticidades precio de la demanda, las cuales son constantes en el tiempo de estudio (enero 1995 a julio 1999). Los coeficientes estimados son significativos a un 95% de confianza.

**Tabla 4**  
Elasticidades precio<sup>a</sup>

Precio	Zona IA	Zona IB	Zona II	Zona III	Zona IV	Zona V	Total <sup>b</sup>
Modelo (4)	-0.254	-0.153	ND	-0.417	-0.608	-0.535	-0.415
Modelo (5)	-0.296	-0.112	ND	-0.438	-0.639	-0.505	-0.339

<sup>a</sup> Muestra: de enero 1995 a julio 1999, datos mensuales.

<sup>b</sup> Para el cálculo de las elasticidades totales se estimaron los siguientes modelos de regresión global:

$$\ln Vol_t = \beta_0 + \beta_1 \ln PRL_t + \beta_2 \ln PIBPC_t + \varepsilon_t,$$

$$\ln Vol_t = \beta_0 + \beta_1 \ln PRL_t + \beta_2 \ln IVME_t + \varepsilon_t,$$

donde se suman volúmenes de PIB y población, y se ponderan precios relativos e índices de ventas netas al menudeo. La zona II se excluye y los errores  $\varepsilon_t$  son modelados con un proceso autorregresivo de orden uno.

**Tabla 5**  
Elasticidades ingreso<sup>a</sup>

Ingreso	Zona IA	Zona IB	Zona II	Zona III	Zona IV	Zona V	Total
Modelo (4)	0.457	0.407	ND	0.385	0.142	0.408	0.580
Modelo (5)	0.485	0.480	ND	0.438	0.307	0.453	0.492

<sup>a</sup> Muestra: de enero 1995 a julio 1999, datos mensuales.

De manera similar se corrieron los modelos (4) y (5) con información hasta diciembre de 1998 con el fin de detectar un cambio sistemático en el valor de las elasticidades. Los resultados son los siguientes:

**Tabla 6**  
Elasticidades precio<sup>a</sup>

Precio	Zona IA	Zona IB	Zona II	Zona III	Zona IV	Zona V	Total
Modelo (4)	-0.282	-0.112	ND	-0.412	-0.544	-0.399	-0.258
Modelo (5)	-0.277	-0.044	ND	-0.402	-0.510	-0.383	-0.239

<sup>a</sup> Muestra: de enero 1995 a julio 1999, datos mensuales.

**Tabla 7**  
Elasticidades ingreso<sup>a</sup>

Ingreso	Zona IA	Zona IB	Zona II	Zona III	Zona IV	Zona V	Total
Modelo (4)	0.587	0.544	ND	0.520	0.273	0.551	0.524
Modelo (5)	0.424	0.419	ND	0.379	0.242	0.389	0.399

<sup>a</sup> Muestra: de enero 1995 a julio 1999, datos mensuales.

Se observa una diferencia entre los valores de las elasticidades precio relativo de la demanda para los dos distintos periodos de cálculo en los modelos (4) y (5). El valor de las elasticidades de la muestra que abarca de enero de 1995 a julio de 1999 es para todos los casos mayor que las elasticidades calculadas para la muestra que abarca de enero de 1995 a diciembre de 1998.<sup>15</sup> Este comportamiento en el aumento de las elasticidades presenta evidencia acerca de un cambio ligero en las preferencias del consumo de gasolina Pemex Magna, debido al diferencial existente entre los precios de la frontera norte de México y sur de los Estados Unidos.

## 6. Estimación de la elasticidad precio de la demanda de gasolinas en los estados fronterizos del norte de México

La estimación de las elasticidades precio demanda por gasolinas se regionalizó de acuerdo a la división política por estado fronterizo del norte de México, y no de acuerdo a las zonas fronterizas anteriores. El valor de estas elasticidades permitirá conocer el grado de sensibilidad del consumo de gasolinas de los agentes económicos que radican en cada región (estado fronterizo) de estudio ante cambios en el precio nacional. La principal diferencia entre el modelo del apartado anterior y éste es la posibilidad de arbitrar con el producto analizado, es decir, toda vez que se analiza al estado completo, los agentes que demandan gasolina en el interior del estado no tienen los incentivos económicos para viajar a la frontera y arbitrar con el producto. Así, se aislará el efecto de la información proporcionada por el precio del bien sustituto en el modelo y únicamente se reflejará un precio a escala nacional. Con lo anterior, es de

<sup>15</sup> Con excepción de la zona IA para el modelo 4.

esperarse que el parámetro estimado del precio relativo en la parte 5 difiera del parámetro estimado del precio nacional en esta segunda parte.

De acuerdo al análisis realizado en la sección anterior, y con el fin de aprovechar mejor la información, se decidió estructurar un modelo que proporcione las mismas interacciones entre demandas de los estados fronterizos y por lo tanto las ajuste conjuntamente. Un modelo que determine la demanda trimestral por gasolina Pemex Magna y Pemex Nova en los estados fronterizos del norte del país,  $Vol_{it}$ , que depende positivamente del ingreso regional  $PIB_{it}$ , negativamente del precio del mismo bien  $PR_{it}$  y positivamente de la eficiencia  $TEC_t$ , es:

$$\begin{aligned} \ln Vol_{it} = & \beta_0 + \beta_1 \ln PR_{it} + \beta_2 \ln PIB_{it} + \beta_3 \ln TEC_t \\ & + \Delta_{BC} \beta_1 \ln PR_{it} \cdot 1_{BC} + \dots + \Delta_{TAMPS} \beta_1 \ln PR_{it} \cdot 1_{TAMPS} \\ & + \Delta_{BC} \beta_2 \ln PIB_{it} \cdot 1_{BC} + \dots + \Delta_{TAMPS} \beta_2 \ln PIB_{it} \cdot 1_{TAMPS} + \varepsilon_{it}, \end{aligned} \quad (6)$$

donde  $\Delta_i \beta_j$  es el cambio del coeficiente de la estado  $i$  con respecto al coeficiente  $\beta_j$  del estado Tamaulipas,

$$\varepsilon_{it} = \phi_{it} \varepsilon_{t-1,i} + v_{it},$$

$$1_i = \begin{cases} 1 & = \text{zona } i \\ 0 & \neq \text{zona } i, \end{cases}$$

para  $i = BC, SON, CHIH, COAH, NL, TAMPS$ ; y  $j = 1, 2$ .

En este modelo debe señalarse el cambio tecnológico incorporado en la variable  $TEC$ , debido a que el periodo de estudio es mayor que el analizado por los modelos de la sección 5. Así, se toman en cuenta adelantos en la tecnología automotriz desarrollados entre el periodo de 1975 a 1999.<sup>16</sup>

<sup>16</sup> El cambio tecnológico en los modelos utilizados en el apartado 6, no es significativo para incluirse en el periodo de estudio que va de 1995 a 1999.

La demanda total de gasolina en el estado fronterizo  $i$ ,  $Vol_{it}$ , se calculó con base en la adición de las ventas internas de gasolina Pemex Magna y Pemex Nova en la totalidad de las agencias de ventas existente en cada uno de los estados,<sup>17</sup>

$$Vol_{it} = \sum_{j=1}^{Ag_i} Vol_{ijt} ,$$

donde:

$Vol_{it}$  = demanda total de gasolina por estado fronterizo  $i$  durante el trimestre  $t$ ,

$Vol_{ijt}$  = agregación de la demanda de gasolina Pemex Magna y Pemex Nova en la agencia de ventas  $j$  del estado fronterizo  $i$  durante el trimestre  $t$ ,

$Ag_i$  = número de agencias de ventas en el estado fronterizo  $i$ ,

$\varepsilon_{it}$  = error que toma en cuenta otras fuentes de variación de la demanda total de gasolina por estado fronterizo  $i$ .

El precio en términos reales (1993) de la gasolina se calculó utilizando la siguiente ecuación:

$$PR_{it} = [\gamma_{it} \cdot PEF_{it} + (1 - \gamma_{it}) \cdot PEI_t], \quad (7)$$

tal que  $PEF_{it}$  es:

$$PEF_{it} = [\mu_t \cdot PMaF_{it} + (1 - \mu_t) \cdot PNoF_{it}],$$

y  $PEI_t$  es:

$$PEI_t = [\mu_t \cdot PMa + (1 - \mu_t) \cdot PNo_t],$$

donde:

---

<sup>17</sup> Debido a las políticas comerciales e infraestructura instalada de Pemex Refinación, no se cuenta actualmente con una estadística agregada que relacione las ventas internas de gasolinas por entidad federativa. Las ventas internas por estado se aproximan a través de las ventas internas que realizan cada una de las agencias de ventas que existen en el estado estudiado. Deberá ponerse énfasis en este punto, ya que existen agencias de ventas que proveen a más de un estado. Por lo anterior, existe la posibilidad de que la estadística utilizada esté contaminada y no represente la demanda real del estado, pero sí la aproximada.

$PE_{it}$  = precio global de la gasolina comercializada que toma en cuenta la importancia en volumen de ventas y el diferencial de precios existente entre la zona fronteriza y el interior del estado (ver antecedentes),

$\gamma_{it}$  = importancia del precio de la gasolina de la zona fronteriza, durante el trimestre  $t$ ,

$(1 - \gamma_{it})$  = importancia del precio de la gasolina del interior del estado  $i$ , durante el trimestre  $t$ ,

$PEF_{it}$  = precio de gasolina en la zona fronteriza del estado  $i$ , que incluye el precio de la gasolina Pemex Magna y Pemex Nova comercializadas durante el trimestre  $t$ ,

$PEI_t$  = precio de gasolina en el interior de los estados fronterizos, que incluye el precio de la gasolina Pemex Magna y Pemex Nova comercializadas durante el trimestre  $t$ ,

$PMaF_{it}$  = precio de la gasolina Magna para la zona fronteriza del estado  $i$ , durante el trimestre  $t$ ,

$PNof_{it}$  = precio de gasolina Nova para la zona fronteriza del estado  $i$ , durante el trimestre  $t$ ,

$PMa_t$  = precio de la gasolina Magna nacional durante el trimestre  $t$ ,

$PNo_t$  = precio de la gasolina Nova nacional durante el trimestre  $t$ ,

$\mu_t$  = importancia del precio de la gasolina Pemex Magna, durante el trimestre  $t$ ,<sup>18</sup>

$(1 - \mu_t)$  = importancia del precio de la gasolina Pemex Nova, durante el trimestre  $t$ , y la variable que aproxima al ingreso será el producto interno bruto por Estado,

$PIB_{it}$  = Producto interno bruto real anualizado (pesos de 1993) del estado  $i$  correspondiente al trimestre  $t$ .

Ya que el periodo de estudio para este modelo es mayor al de la sección 5, se introdujo una variable que representará el cambio tecnológico que influye directamente en la demanda del producto. La variable que aproxima de mejor forma este cambio tecnológico es la eficiencia del consumo de las gasolinas en los automotores. Toda vez que esta variable mide un costo tecnológico de transporte, el signo del parámetro estimado será positivo, es decir, al aumentar

---

<sup>18</sup> El cálculo de este precio se hizo ponderando la importancia de los volúmenes comercializados en el país de gasolina Pemex Magna y Pemex Nova.

la eficiencia en el consumo de gasolina, el agente económico incrementará su consumo de gasolina.<sup>19</sup>

La eficiencia del consumo de gasolina en México, entiéndase el rendimiento promedio de los kilómetros recorridos por litro de gasolina consumido, no se encuentra disponible en una serie de tiempo que indique su evolución. No obstante pueden encontrarse estadísticas puntuales para automóviles comunes en distintos mercados.

De esta manera, se decidió construir una estadística aproximada para México del rendimiento promedio de la gasolina en un vehículo automotor, que incorporara los cambios tecnológicos del periodo. Para ello se utilizó la experiencia norteamericana de eficiencia en el consumo de gasolina (Tabla 8).

**Tabla 8**

Kilómetros por litro de un automóvil en Estados Unidos

Año	Km/lt	Año	Km/lt
1970	5.53	1985	7.07
1971	5.55	1986	7.07
1972	5.51	1987	7.28
1973	5.48	1988	7.53
1974	5.58	1989	7.71
1975	5.65	1990	8.04
1976	5.61	1991	8.35
1977	5.72	1992	8.33
1978	5.80	1993	8.22
1979	5.94	1994	8.26
1980	6.39	1995	8.39
1981	6.58	1996	8.36
1982	6.83	1997	8.41
1983	6.89	1998	8.46
1984	7.02	1999	8.49

Fuente: Federal Highway Administration.

Básicamente se observan tres cambios tecnológicos significativos en Estados Unidos. El primero se dio a partir de 1980, cuando el tamaño de los

<sup>19</sup> Ver Johnston y Dinardo [1997].

motores (cilindraje) de los automóviles se redujo y el segundo se dio a partir de 1989, cuando se introdujo significativamente el sistema de inyección electrónica que mejoró el consumo de combustibles. Estos cambios de eficiencia en el consumo de gasolina se originaron gracias al remplazo vehicular observado en los Estados Unidos (Tabla 9).

**Tabla 9**

Venta de vehículos nuevos y vehículos registrados en Estados Unidos

Año	Venta de vehículos nuevos <sup>a</sup>	Vehículos registrados <sup>a</sup>
1987	10,345,200	177,475,225
1988	9,996,800	182,224,405
1989	9,648,400	184,925,005
1990	9,300,000	186,234,513
1991	8,175,000	185,510,409
1992	8,213,000	187,737,409
1993	8,518,000	191,298,751
1994	8,991,000	194,543,613
1995	8,635,000	197,892,126
1996	8,527,000	202,733,853
1997	8,527,000	203,799,159

<sup>a</sup> Vehículos de pasajeros.

Fuente: Federal Highway Administration.

Así, la estadística anterior de eficiencia fue adecuada a la estructura mexicana del parque vehicular. La fórmula de cálculo de la eficiencia mexicana de consumo de combustible fue la siguiente:

$$E_{f_{MEX_t}} = \begin{cases} (E_{f_{EUA_t}} - \chi_{EUA_{70}}) \cdot \left[ \frac{\rho_{MEX_t}(80,t)}{\rho_{USA}(80,t)} \right] & 1985 \leq t \leq 1988 \\ (E_{f_{EUA_t}} - \chi_{EUA_{80}}) \cdot \left[ \frac{\rho_{MEX_t}(89,t)}{\rho_{USA}(89,t)} \right] + \dots & 1989 \leq t \leq 1999, \\ + (\chi_{EUA_{80}} - \chi_{EUA_{70}}) \cdot \left[ \frac{\rho_{MEX_t}(80,88)}{\rho_{USA}(80,88)} \right] & \end{cases} \quad (8)$$

donde:

$E_{f_{MEX_t}}$  = eficiencia mexicana promedio del consumo de gasolina, es decir, kilómetros recorridos por litro de gasolina consumido en México en  $t$ ,

$E_{f_{EUA_t}}$  = eficiencia en kilómetros por litro en Estados Unidos en  $t$ ,

$\chi_{EUA_h}$  = promedio de la eficiencia de Estados Unidos en el periodo  $h$ ,

$\rho_{MEX}(h,t)$  = proporción del parque vehicular en México que se construyó y registró entre los años  $t$  y  $h$ ,<sup>20</sup>

$\rho_{USA}(h,t)$  = proporción del parque vehicular en Estados Unidos que se construyó y registró entre los años  $t$  y  $h$ .

Así  $(E_{f_{EUA_t}} - \chi_{EUA_{70}})$  es la ganancia promedio en eficiencia de los Estados Unidos con respecto a los años 70 en el año  $t$  que pertenece a los 80's, mientras que  $(E_{f_{EUA_t}} - \chi_{EUA_{80}})$  es la ganancia promedio en eficiencia con respecto a los años 80 en el año  $t$  que pertenece a los 90, y  $(\chi_{EUA_{80}} - \chi_{EUA_{70}})$  es la ganancia promedio en eficiencia entre los años 70 y los 80.

**Tabla 10**

Kilómetros por litro de un automóvil en México

Año	Km/lt
1984	6.34
1985	6.37
1986	6.34

<sup>20</sup> Debido a la ausencia de información, el parque vehicular para ciertos años fue construido asumiendo tasas homogéneas. Existe parque vehicular que puede estar construido pero no registrado y viceversa para un momento en el tiempo específico.

1987	6.43
1988	6.52
1989	6.66
1990	6.87
1991	7.12
1992	7.06
1993	7.02
1994	7.06
1995	6.98
1996	6.94
1997	6.93

En caso de que las proporciones de parque vehicular para los periodos utilizados entre México y Estados Unidos fueran las mismas, la estadística de la eficiencia sería la misma para ambos países. Por lo anterior, se desprende la eficiencia mexicana (Tabla 10).

Cabe señalar que los resultados obtenidos para la eficiencia mexicana son congruentes con la eficiencia puntual de 7.04 km/lt que el Instituto Mexicano del Petróleo obtuvo en condiciones de laboratorio para un vehículo comercial de menos de 3 toneladas de peso bruto que consume gasolina en México para el año 1992.<sup>21</sup> Así, la variable TEC, incorporará la eficiencia en kilómetros por litro calculada para México, del primer trimestre de 1985 al segundo trimestre de 1999.

Con base en las regresiones realizadas en el modelo (6) se obtuvieron 6 elasticidades precio de la demanda y 6 elasticidades ingreso, las cuales son constantes en el tiempo de estudio. Todos los coeficientes estimados son significativos a un 95% de confianza.

**Tabla 11**

Elasticidad precio<sup>a</sup>

Estado	Elasticidad
Baja California	-0.156

<sup>21</sup> Véase IMP [1992].

Sonora	-0.309
Chihuahua	-0.367
Coahuila	-0.407
Nuevo León	-0.092
Tamaulipas	-0.543
Total <sup>b</sup>	-0.312

<sup>a</sup> Muestra: de enero 1995 a julio 1999, datos mensuales.

<sup>b</sup> Para el cálculo de las elasticidades totales se estimó el siguiente modelo de regresión global:

$$\ln Vol_t = \beta_0 + \beta_1 \ln PRE_t + \beta_2 \ln PIB_t + \beta_3 \ln TEC_t + \varepsilon_t,$$

donde se suman volúmenes, PIB y se ponderan precios. Los errores  $\varepsilon_t$  son modelados con un proceso autorregresivo de orden uno.

**Tabla 12**

Elasticidades ingreso<sup>a</sup>

Estado	Elasticidad
Baja California	0.363
Sonora	0.399
Chihuahua	0.431
Coahuila	0.395
Nuevo León	0.329
Tamaulipas	0.499
Total	0.402

<sup>a</sup> Muestra: de enero 1995 a julio 1999, datos mensuales.

## 7. Conclusiones

El comportamiento del modelo estatal (6) es el mismo que el de los modelos en las zonas fronterizas (4) y (5). Todas las elasticidades precio de la demanda obtenidas son menores a uno. Asimismo, el valor de las elasticidades calculadas para los modelos (4) y (6), ambos con una aproximación del ingreso a través del PIB, son congruentes y extraordinariamente similares. El estado es

más inelástico que su correspondiente franja fronteriza, lo cual confirma el efecto de la existencia de un bien sustituto en la zona.<sup>22</sup>

Ambos modelos, precio relativo demanda zona fronteriza y precio demanda estado fronterizo, interactúan de la siguiente manera:

- A medida que los precios internacionales se mantengan constantes el modelo relevante para medir el comportamiento de la demanda estatal será el que incorpora el precio de la demanda en el estado fronterizo.
- Si la política de precios nacionales se mantiene sin cambios en el precio real, el modelo relevante para analizar la demanda estatal será aquel que incorpora el precio relativo de la demanda de la zona fronteriza.

Así, los modelos (4) y (6) son útiles para calcular el impacto en la recaudación del IEPS estatal debido a cambios en las políticas de precios tanto internacionales como nacionales. Se concluye que aunque estas elasticidades sean menores a uno, e inclusive menores a 0.6, dada su magnitud, cambios sistemáticos en el precio de referencia influyen en la recaudación del IEPS.

Como se previó en la sección uno, el valor de las elasticidades precio relativo de la demanda y precio de la demanda (4), (5) y (6) a lo largo de la franja fronteriza cambia de menor a mayor conforme nos trasladamos de occidente a oriente. Es decir, mientras que las zonas IA y IB (Baja California) registran las menores elasticidades, las zonas III, IV y V (Chihuahua, Coahuila y Tamaulipas) tienen las más altas.<sup>23</sup>

Se destaca la diferencia entre los valores de las elasticidades precio relativo de la demanda para los dos distintos periodos de cálculo en los modelos (4) y (5). El valor de las elasticidades de la muestra que abarca de enero de 1995 a diciembre de 1998, es para todos los casos menor que las elasticidades calculadas para la muestra que abarca de enero de 1995 a julio de 1999.<sup>24</sup> Este comportamiento en el aumento de las elasticidades presenta evidencia acerca de un cambio ligero en las preferencias del consumo de gasolina Pemex Magna.

Asimismo, los valores de las elasticidades ingreso para ambos periodos y modelos (4) y (5) son semejantes y convergentes. Todos los valores obtenidos

---

<sup>22</sup> A excepción de Tamaulipas, en donde las elasticidades precio y precio relativo demanda son similares.

<sup>23</sup> Con excepción de Nuevo León, cuya frontera no es significativa.

<sup>24</sup> Con excepción de la zona IA para el modelo 4.

son menores a uno y tendientes a 0.5, excepción de la zona IV, que registró una insensibilidad ingreso superior a las demás.

Otros estudios que estiman elasticidades precio de la demanda de gasolina, como el de Galindo y Salinas [1997], determinan teóricamente la factibilidad de explicar la demanda de gasolinas a través del ingreso y del precio<sup>25</sup>. Estos autores calculan una elasticidad precio muy cercana a cero que desafortunadamente no es comparable con el presente estudio, ya que se enfocan en la demanda de la Zona Metropolitana del Valle de México. Sin embargo, se comparte la conclusión de Galindo y Salinas con respecto a que las demandas por gasolina son inelásticas con respecto al precio.

## 8. Referencias

- Deaton A. (1986) "Demand analysis", *Handbook of Econometrics*, Vol. 2. Amsterdam: North-Holland Publishing Company.
- Deaton, A. y Muellbauer, J. (1980) *Economics and consumer behavior*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Enders, W. (1994) *Applied econometric time series*, Wiley: Nueva York.
- Galindo, L. y Salinas, E. (1997) "La demanda de gasolinas en México, la condición de exogeneidad y el comportamiento de los agentes económicos", *Dirección General de Regulación Ambiental, Instituto Nacional de Ecología*, México.
- Houthakker, H. (1974) *Consumer demand in EUA*, Harvard University Press.
- Instituto Mexicano del Petróleo (1992) *Evaluación del costo-beneficio sobre la utilización del gas natural como carburante en vehículos de la Zona Metropolitana del Valle de México*, IMP.
- Intriligator, M., Bodkin, R. y Hsiao, C. (1996) *Econometric models, techniques, and applications*, 2ª edición, Prentice Hall, EUA.
- Johnston, J. y Dinardo, J. (1997) *Econometric methods*, 4ª edición, McGraw-Hill, Nueva York.
- Philips, L. (1983) *Applied consumption analysis*, Amsterdam North Holland Publishing Company.

---

<sup>25</sup> Esto se refiere a que las anteriores variables cointegran o están en equilibrio (están interrelacionadas entre ellas). Véase Enders [1994] para un análisis completo sobre la teoría de conintegración.

- Pindyck, R. y Rubinfeld, D. (1991) *Econometric models and economic Forecasts*, Mc Graw-Hill: Singapur.
- Powell, A. (1974) *Empirical Analysis of demand systems*, Lexington, Mass.
- Varian H. (199x) *Análisis microeconómico*, 3ª edición, Antoni Bosch, Barcelona, España.