Modelos multisectoriales de la economía mexicana

Valentín Solís* y Victor Hernández*
INEGI

José Manuel Márquez y Eric Hernández
IIEc-UNAM

24 de Mayo del 2019

*Todos los comentarios y resultados son responsabilidad de los autores. No representan la opinión institucional del INEGI

Índice

Primera sesión

1 El Sistema de Cuentas Nacionales

2 Industrias y Productos

3 Sectores Institucionales

4 Hogares

5 Matriz de Contabilidad Social de México

Segunda sesión

1 Pagos a los factores de la producción

2 Distribución y redistribución del ingreso

3 El peso del sector externo en la economía mexicana

4 Especialización Vertical

5 Especialización Vertical en el contexto de una MCS

Tercera sesión

1 Teoría del Consumidor

2 El modelo Rotterdam

3 Teoría de la Producción

4 Sustitución en un modelo de Insumo-Producto

5 Modelo de equilibrio aplicado a la economía mexicana

Teoría del consumidor

Supuestos básicos

Dada una Economía, supondremos que tenemos individuos que eligen los bienes que consumen de manera racional y son tomadores de precios.

- Existe un conjunto de bienes $\boldsymbol{X} \subset \mathbb{R}_+^n$ sobre el cual el consumidor puede elegir, el cual cumple ser convexo y cerrado.

- El consumidor tiene ciertas preferencias $\succcurlyeq$ sobre los bienes que consume, las cuales cumplen completitud, transitividad, continuidad, monotonía y convexidad.

Entonces esto garantiza que podemos construir una función $u: \mathbb{R}_+^n \rightarrow \mathbb{R}$ tal que refleja las preferencias del consumidor y que llamaremos **función de utilidad**.

Entonces se tiene que, dadas las canasta de consumo $\mathbf{x}, \mathbf{y} \in \mathbb{R}_+^n$,

$$\mathbf{x} \succcurlyeq \mathbf{y} \text{ sí y solo si } \mathrm{u}(\mathbf{x}) \geq u(\mathbf{y})$$

Queremos ahora describir un mecanismo de elección del consumidor. Sabemos que hay varios tipos de restricciones para nuestro consumidor, pero nos concentraremos en su restricción presupuestaria

$$\mathbf{p} \cdot \mathbf{x} = p_1 x_1 + p_2 x_2 + \cdots + p_n x_n \leq M$$

Problema del Consumidor

Enfoque de Marshall

$$\max \; u(x_1, x_2, \ldots, x_n)$$

$$\text{s.a. } \; p_1x_1 + p_2x_2 + \cdots + p_nx_n \leq U$$

Las soluciones $x_i(\boldsymbol{p}, M)$ se llaman ***demandas Marshallianas*** y cumplen que

$$\frac{\partial u(\boldsymbol{x}(\boldsymbol{p}, M))}{\partial x_i} = \frac{\partial u(\boldsymbol{x}(\boldsymbol{p}, M))}{\partial M} p_i,$$

donde $\boldsymbol{x}(\boldsymbol{p}, M) = (x_1(\boldsymbol{p}, M), \ldots, x_n(\boldsymbol{p}, M))$.

Enfoque de Hicks

$$\min \; \mathrm{e}(\mathbf{p}) = p_1x_1 + p_2x_2 + \cdots + p_nx_n$$

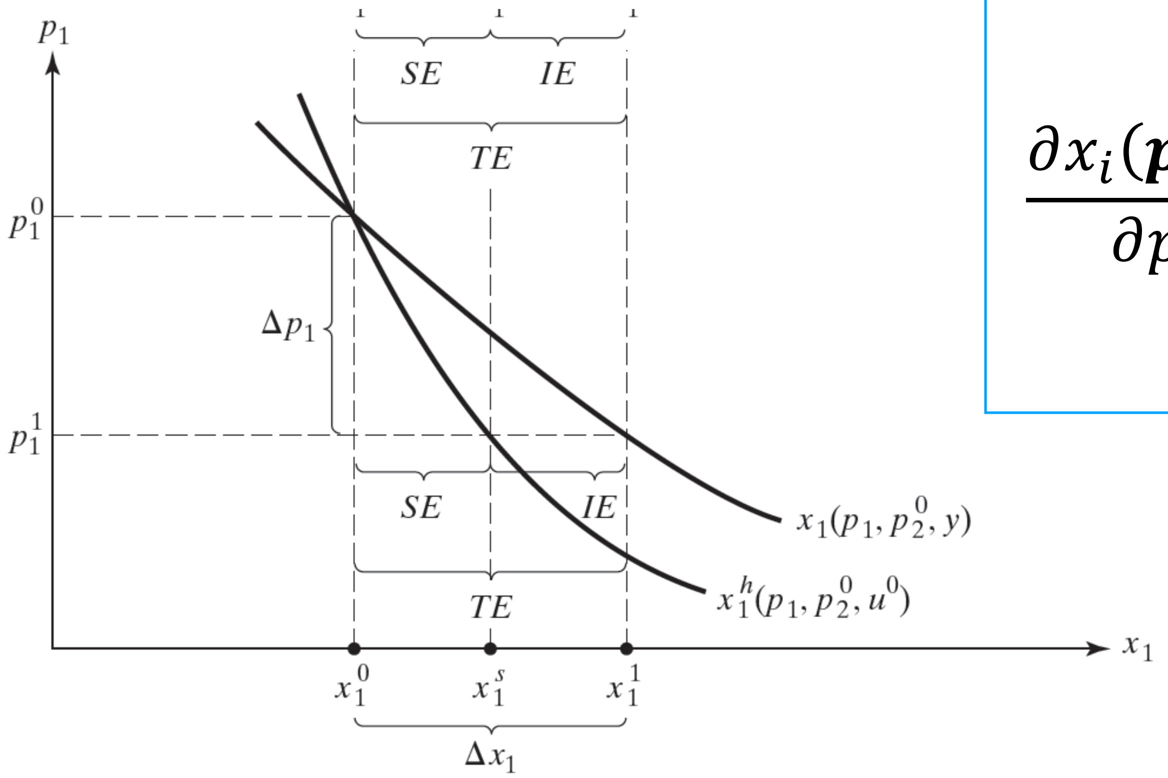
$$\text{s.a. } \; u(x_1, x_2, \ldots, x_n) = u_0$$

Las soluciones $x_i^h(\boldsymbol{p}, u_0)$ se llaman ***demandas Hicksianas*** y al sustituirlas en $\mathrm{e}(\mathbf{p})$ se obtiene la ***función de gasto*** dada por $\mathrm{e}(\mathbf{p}, u_0) = \sum_{i=1}^{n} p_1 \, x_i^h(\boldsymbol{p}, u_0)$.

Así, se cumple el ***Lema de Shephard***

$$\frac{\partial \boldsymbol{e}(\boldsymbol{p}, u_0)}{\partial p_i} = x_i^h(\boldsymbol{p}, u_0), \forall i = 1,2, \ldots, n.$$

Ecuación de Slutsky



Dado un cambio de precios

$$\frac{\partial x_i(\boldsymbol{p}, M)}{\partial p_j} = \frac{\partial x_i^h(\boldsymbol{p}, u_0)}{\partial p_j} - x_j(\boldsymbol{p}, M)\frac{\partial x_i(\boldsymbol{p}, M)}{\partial M}$$

El modelo Rotterdam

Tomando la diferencial total de la demanda Marshalliana del bien x_i se tiene

$$dx_i = \frac{\partial x_i}{\partial M} dM + \sum_{j=1}^{n} \frac{\partial x_i}{\partial p_j} dp_j = \frac{\partial x_i}{\partial M} dM + \sum_{j=1}^{n} \left[\frac{\partial x_i^h}{\partial p_j} - x_j \frac{\partial x_i}{\partial M} \right] dp_j$$

Reordenando y tomando en cuenta que $dz = zd[\ln(z)]$ se tiene

$$d[\ln(x_i)] = \frac{M}{x_i} \frac{\partial x_i}{\partial M} \left[d[\ln(M)] - \sum_{j=1}^{n} \frac{p_j x_j}{M} d[\ln(p_j)] \right] + \sum_{j=1}^{n} \frac{p_j}{x_i} \frac{\partial x_i^h}{\partial p_j} d[\ln(p_j)]$$

Lo cual se puede reducir a

$$d[\ln(x_i)] = \eta_i d[\ln(Q)] + \sum_{j=1}^{n} \eta_{ij} d[\ln(p_j)]$$

Reemplazando cambios infinitesimales con finitos se tiene (Barten,1964)

$$Dx_{it} = \eta_i DQ_t + \sum_{j=1}^{n} \eta_{ij} Dp_{jt} + \varepsilon_{it}$$

donde $\mathrm{D}z_t = \ln(z_t) - \ln(z_{t-1})$ y ε_{it} es un término de perturbación. Además se cumple que

$$\sum_{j=1}^{n} \eta_{ij} = 0$$

Una forma equivalente (Theil,1965), tomando $\bar{w}_{it} = \frac{1}{2}(w_{i,t-1} + w_{it})$, está dada por

$$\bar{w}_{it} Dx_{it} = \theta_i DQ_t + \sum_{j=1}^{n} \pi_{ij} Dp_{jt} + \mu_{it}$$

Así, se tiene que demás se cumple que π_{ij} son los coeficientes de la matriz de Slutsky $[\pi_{ij}]_{n\times n}$ y satisfacen la condición de homogeneidad de la demanda

$$\sum_{j=1}^{n} \pi_{ij} = 0$$

Además se cumple que $\pi_{ij} = \pi_{ji}$ por la ley de Young, ya que:

$$\pi_{ij} = \frac{\partial^2 \boldsymbol{e}(\boldsymbol{p}, u_0)}{\partial p_i \partial p_j}$$

Base de datos

- Las estimaciones se basan en los resultados de la ENIGH 2016 ajustada al SCNM
- Gastos de consumo en 118 conjuntos de productos.
- 6,203 conjuntos de hogares, clasificados en deciles.
- Se hacen las estimaciones con un corte transversal.
- Se utilizan los índices de precios implícitos de cada uno de los 118 productos.

	Observaciones	Hogares
Decil 1	658	3,343,496
Decil 2	642	3,295,478
Decil 3	573	3,396,421
Decil 4	632	3,346,007
Decil 5	601	3,345,966
Decil 6	594	3,350,031
Decil 7	591	3,342,444
Decil 8	644	3,332,704
Decil 9	607	3,362,080
Decil 10	661	3,347,971
TOTAL	6,203	33,462,598

Estimación

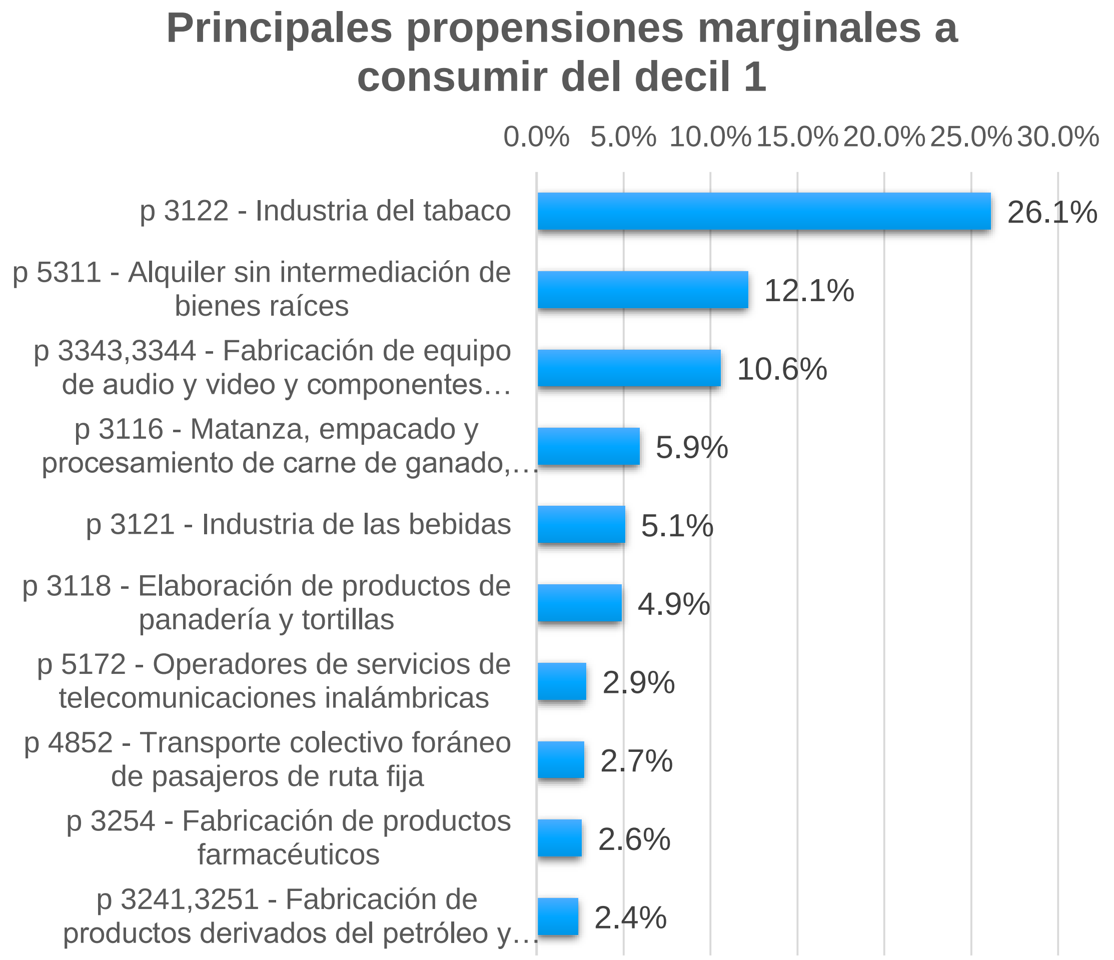
- Se estimó la versión en precios absolutos del modelo de Rotterdam.

$$\bar{w}_{it} D x_{it} = \theta_i D Q_t + \sum_{j=1}^{n} \pi_{ij} D p_{jt} + \mu_{it}$$

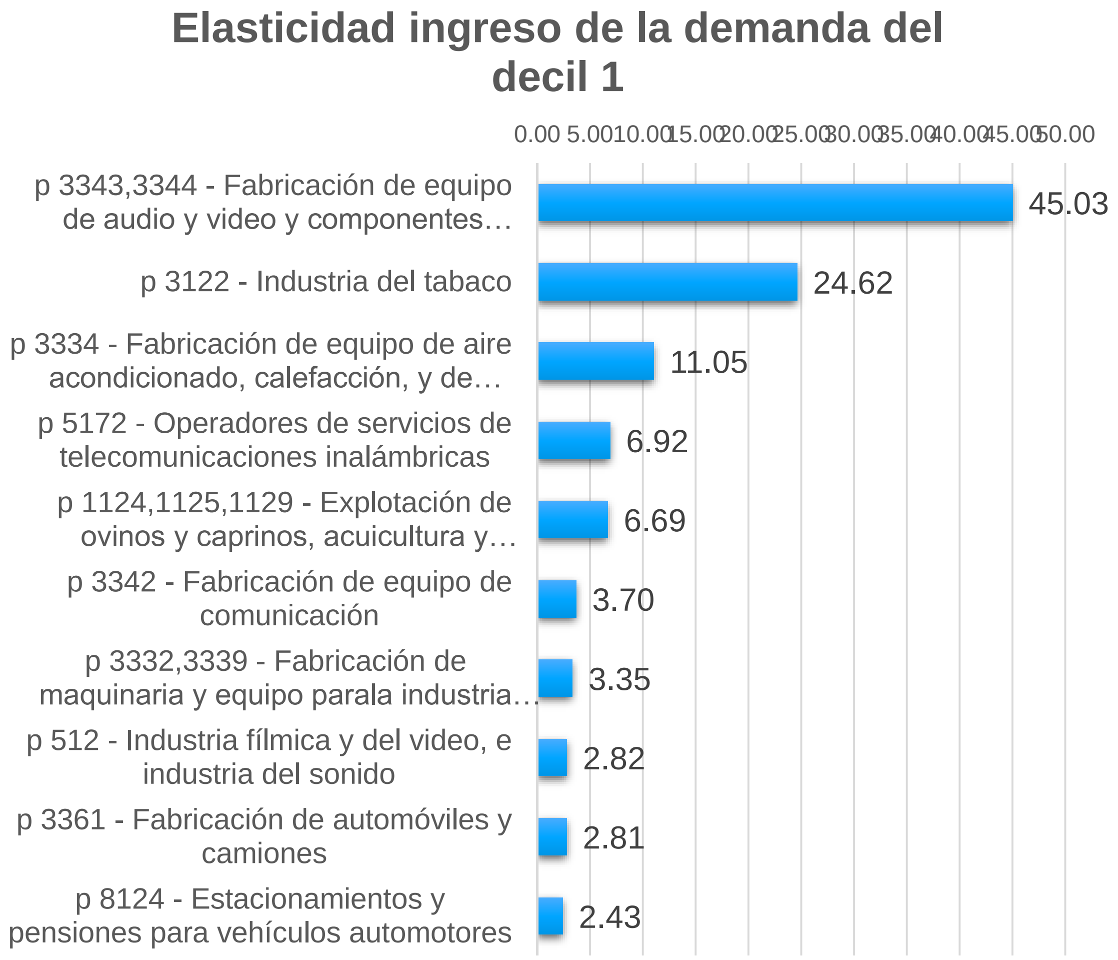
- Esta versión es lineal en las θ_i y π_{ij}.

- Mientras no se restrinja la matriz de Slutsky, se emplea una regresión de Mínimos Cuadrados.

Propensiones marginales



Elaborado por la Dirección General Adjunta de Investigación, INEGI.
Estadística experimental; no oficial.



Elaborado por la Dirección General Adjunta de Investigación, INEGI.
Estadística experimental; no oficial.

Propensiones marginales

Elaborado por la Dirección General Adjunta de Investigación, INEGI.
Estadística experimental; no oficial.

Elaborado por la Dirección General Adjunta de Investigación, INEGI.
Estadística experimental; no oficial.

Matriz de elasticidades precio de la demanda

**Elasticidades precios de la demanda provisionales del decil 7.
Productos seleccionados.**

	p 1111 - Cultivo de semillas oleaginosas, leguminosas y cereales	p 1112 - Cultivo de hortalizas	p 1113 - Cultivo de frutales y nueces	p 1114 - Cultivo en invernaderos y viveros, y floricultura	p 1123 - Explotación avícola	p 3112 - Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	p 3114 - Conservación de frutas, verduras, guisos y otros alimentos preparados	p 3115 - Elaboración de productos lácteos	p 3116 - Matanza, empacado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	p 3117 - Preparación y envasado de pescados y mariscos	p 3118 - Elaboración de productos de panadería y tortillas
p 1111 - Cultivo de semillas oleaginosas, leguminosas y cereales	0.015	0.010	0.015	0.019	**-0.004**	0.006	0.008	0.004	**-0.001**	0.015	0.003
p 1112 - Cultivo de hortalizas	0.000	0.000	0.000	0.000	**0.000**	0.000	0.000	0.000	**0.000**	0.000	0.000
p 1113 - Cultivo de frutales y nueces	**-0.010**	**-0.006**	**-0.010**	**-0.012**	0.002	**-0.004**	**-0.005**	**-0.003**	0.001	**-0.010**	**-0.002**
p 1114 - Cultivo en invernaderos y viveros, y floricultura	0.015	0.010	0.014	0.018	**-0.004**	0.005	0.008	0.004	**-0.001**	0.015	0.003
p 1123 - Explotación avícola	0.000	0.000	0.000	0.000	**0.000**	0.000	0.000	0.000	**0.000**	0.000	0.000
p 3112 - Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**-0.001**	0.000	**0.000**	**0.000**	**0.000**	0.000	**0.000**	**0.000**
p 3114 - Conservación de frutas, verduras, guisos y otros alimentos preparados	0.003	0.002	0.003	0.003	**-0.001**	0.001	0.001	0.001	**0.000**	0.003	0.000
p 3115 - Elaboración de productos lácteos	**-0.001**	**0.000**	**-0.001**	**-0.001**	0.000	**0.000**	**0.000**	**0.000**	0.000	**-0.001**	**0.000**
p 3116 - Matanza, empacado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	0.015	0.010	0.015	0.019	**-0.004**	0.005	0.008	0.004	**-0.001**	0.015	0.003
p 3117 - Preparación y envasado de pescados y mariscos	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**0.000**	0.000	**0.000**	**0.000**	**0.000**	0.000	**0.000**	**0.000**
p 3118 - Elaboración de productos de panadería y tortillas	**-0.002**	**-0.002**	**-0.002**	**-0.003**	0.001	**-0.001**	**-0.001**	**-0.001**	0.000	**-0.002**	**0.000**

Elaborado por la Dirección General Adjunta de Investigación, INEGI.
Estadística experimental; no oficial.

Teoría de la producción

Supuestos básicos

Dada una Economía, supondremos que tenemos individuos que eligen los bienes que consumen de manera racional y son tomadores de precios.

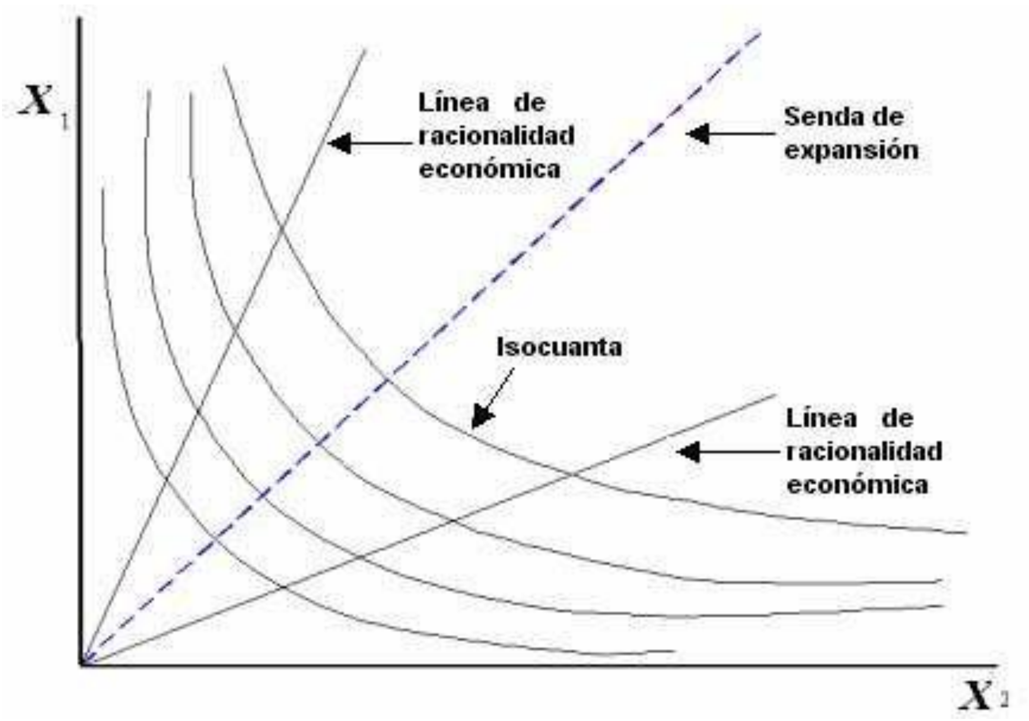
- Existe un conjunto de planes factibles de producción $\boldsymbol{Y} \subset \mathbb{R}^m$, donde las entradas negativas son insumos y las positivas productos del proceso de producción. Este conjunto cumple ser cerrado, convexo y acotado por abajo y su frontera superior se conoce como su función de transformación.

- Este conjunto contiene todas las tecnologías o formas de producción factibles, por lo que para el caso de un producto, podemos definir la función de transformación $T: \mathbb{R}^{m-1} \to \mathbb{R}$ la cual cumple $T(\boldsymbol{x}, y) \geq 0$ solo si $(\boldsymbol{x}, y) \in \boldsymbol{Y}$, y $T(\boldsymbol{x}, y) = 0$ si $(\boldsymbol{x}, y) \in Fr(\boldsymbol{Y})$.

Supuestos básicos

Así, definimos la ***función de producción*** como

$$y = f(\boldsymbol{x}) = \max_{Y}\{y : T(\boldsymbol{x}, y) \geq 0\}$$



Problema del Productor

Maximización del Beneficio

$$\max \; \pi = py - C(\mathbf{p}, \mathbf{x})$$

$$\text{s.a. } \; y = f(\boldsymbol{x})$$

Las soluciones $x_i(p, \boldsymbol{p})$ y $y(p, \boldsymbol{p})$ se llaman ***demandas de insumos*** y ***producción*** y cumplen

$$\frac{\partial y(p, \boldsymbol{p})}{\partial p_i} = \frac{\partial x_i(p, \boldsymbol{p})}{\partial p}, \frac{\partial x_i(p, \boldsymbol{p})}{\partial p_j} = \frac{\partial x_j(p, \boldsymbol{p})}{\partial p_i}$$

para todo $i, j = 1,2, \ldots, m-1$.

Minimización del Costo

$$\min \; C(\mathbf{p}, \mathbf{x}) = p_1 x_1 + p_2 x_2 + \cdots + p_n x_{m-1}$$

$$\text{s.a. } \; y \leq f(\boldsymbol{x})$$

Las soluciones $x_i^c(\boldsymbol{p}, y)$ se llaman ***demandas condicionadas*** y al ponerlas en $C(\mathbf{p}, \mathbf{x})$ se obtiene la ***función de costos*** $C(\mathbf{p}, u_0) = \sum_{i=1}^{m-1} p_1 \, x_i^c(\boldsymbol{p}, y)$.

Así, se cumple el ***Lema de Shephard***

$$\frac{\partial C(\mathbf{p}, u_0)}{\partial p_i} = x_i^c(\boldsymbol{p}, y), \forall i = 1,2, \ldots, m-1.$$

Matriz de sustitución

Basados en la simetría de las ***demandas de insumos*** y ***producción*** se define la matriz de sustitución (la cual cumple ser simétrica y semidefinida positiva) como:

$$\begin{pmatrix} \dfrac{\partial y(p,\mathbf{w})}{\partial p} & \dfrac{\partial y(p,\mathbf{w})}{\partial w_1} & \cdots & \dfrac{\partial y(p,\mathbf{w})}{\partial w_n} \\ \dfrac{-\partial x_1(p,\mathbf{w})}{\partial p} & \dfrac{-\partial x_1(p,\mathbf{w})}{\partial w_1} & \cdots & \dfrac{-\partial x_1(p,\mathbf{w})}{\partial w_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \dfrac{-\partial x_n(p,\mathbf{w})}{\partial p} & \dfrac{-\partial x_n(p,\mathbf{w})}{\partial w_1} & \cdots & \dfrac{-\partial x_n(p,\mathbf{w})}{\partial w_n} \end{pmatrix}$$

Sustitución en un modelo de Insumo-Producto

Similarmente al modelo de Roterdam, basados en el proceso de minimización de costos, se obtiene la decisión total de insumos de la empresa descrita por

$$f_i d[\ln(x_i)] = \gamma\theta_i d[\ln(y)] - \tau \sum_{j=1}^{m-1} \theta_{ij} d\left[\ln\left(\frac{p_j}{p}\right)\right]$$

donde $f_i = \frac{p_i x_i}{C}$ y $\gamma = \frac{\partial \ln(\mathrm{C})}{\partial \ln(y)}$ y la relación de insumos necesarios para la producción del bien i se puede expresar matricialmente como:

$$\left[\theta_{ij}\right] = \frac{1}{\tau} F[F - \gamma \mathrm{H}]^{-1} F.$$

Luego, tomando en cuenta que $\mathrm{d}f_i = f_i d[\ln(p_i)] - f_i d[\ln(C)]$, entonces expresamos

$$dln(Q) = \gamma d[\ln(y)].$$

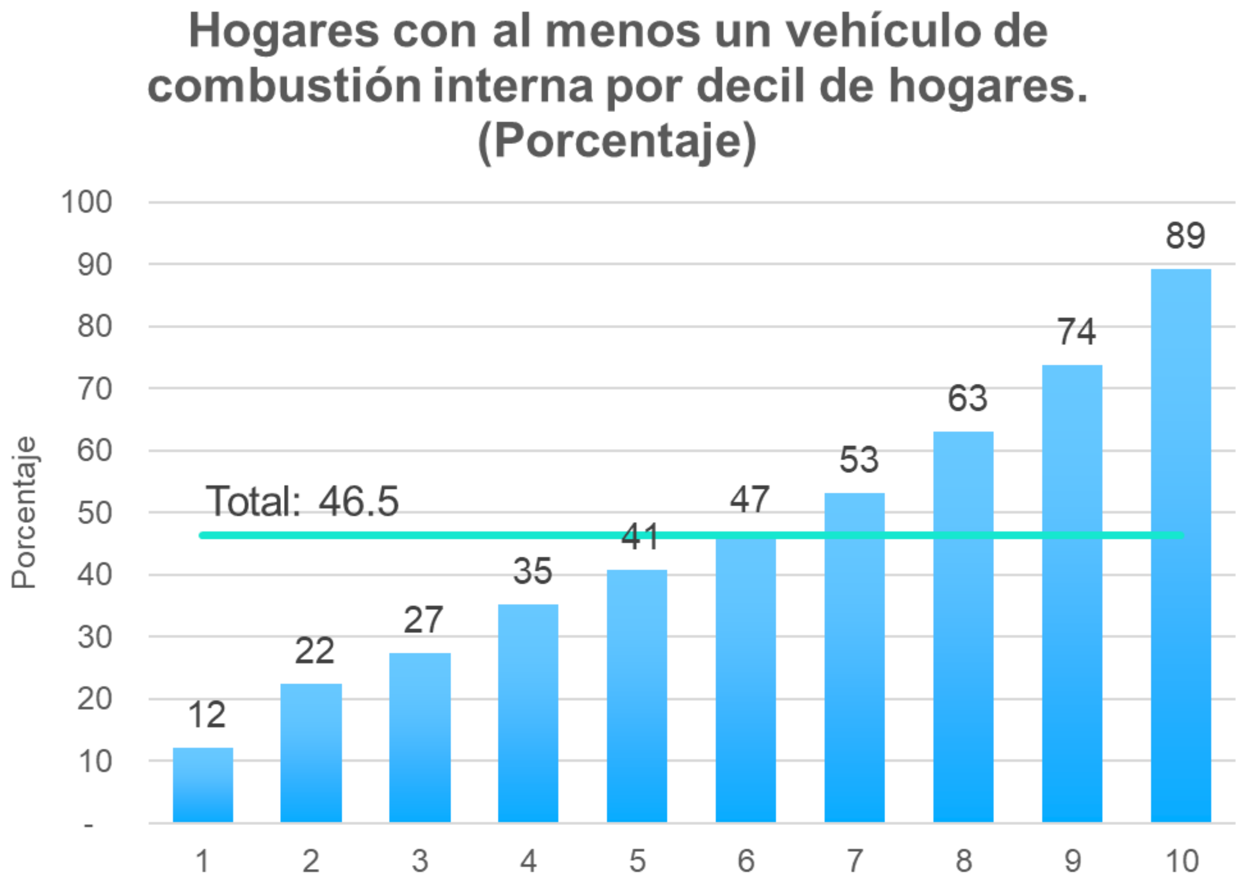
Finalmente, sustituyendo en la ecuación obtenida del proceso de minimización de costos se tiene que

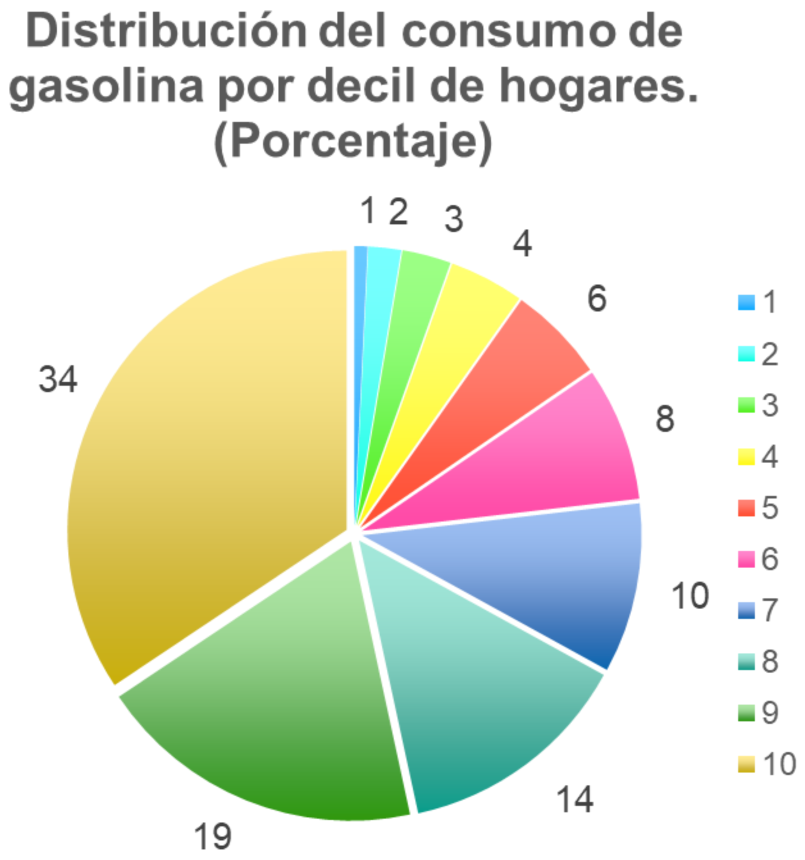
$$f_i d[\ln(x_i)] = \theta_i d[\ln(Q)] - \tau \sum_{j=1}^{m-1} \theta_{ij} d\left[\ln\left(\frac{p_j}{p}\right)\right]$$

la cual representa la decisión de insumos para la producción del insumo i.

Modelo de equilibrio aplicado a la economía mexicana

Hechos estilizados

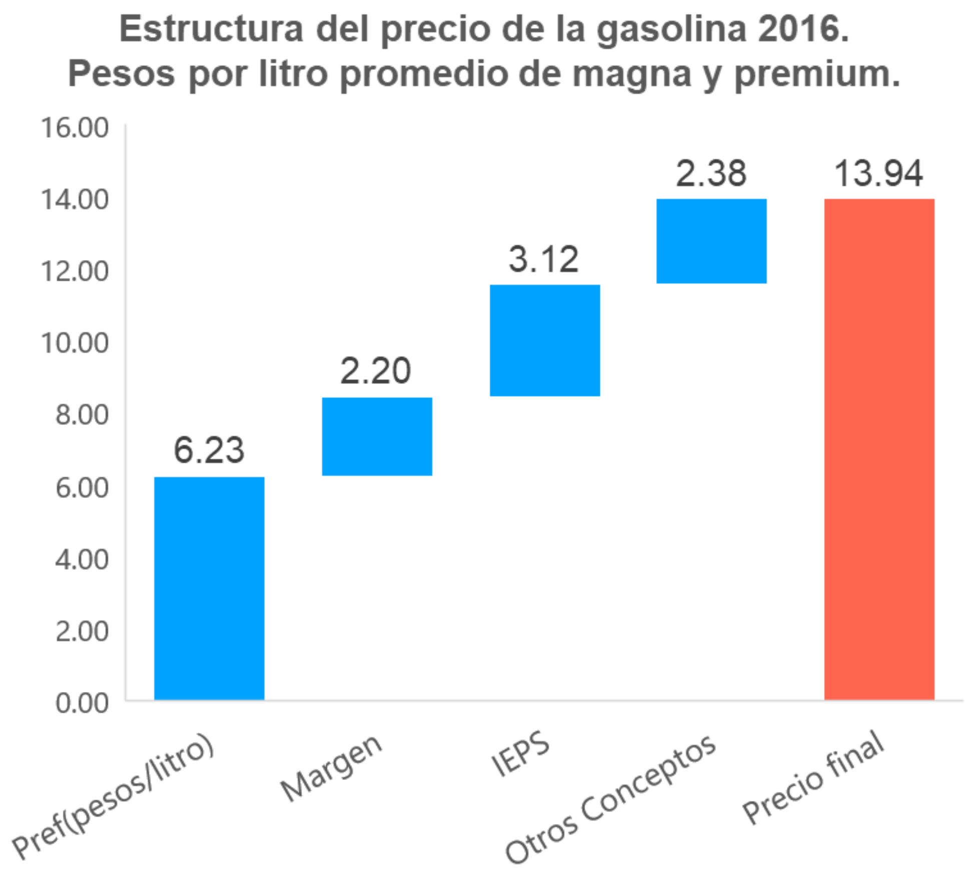




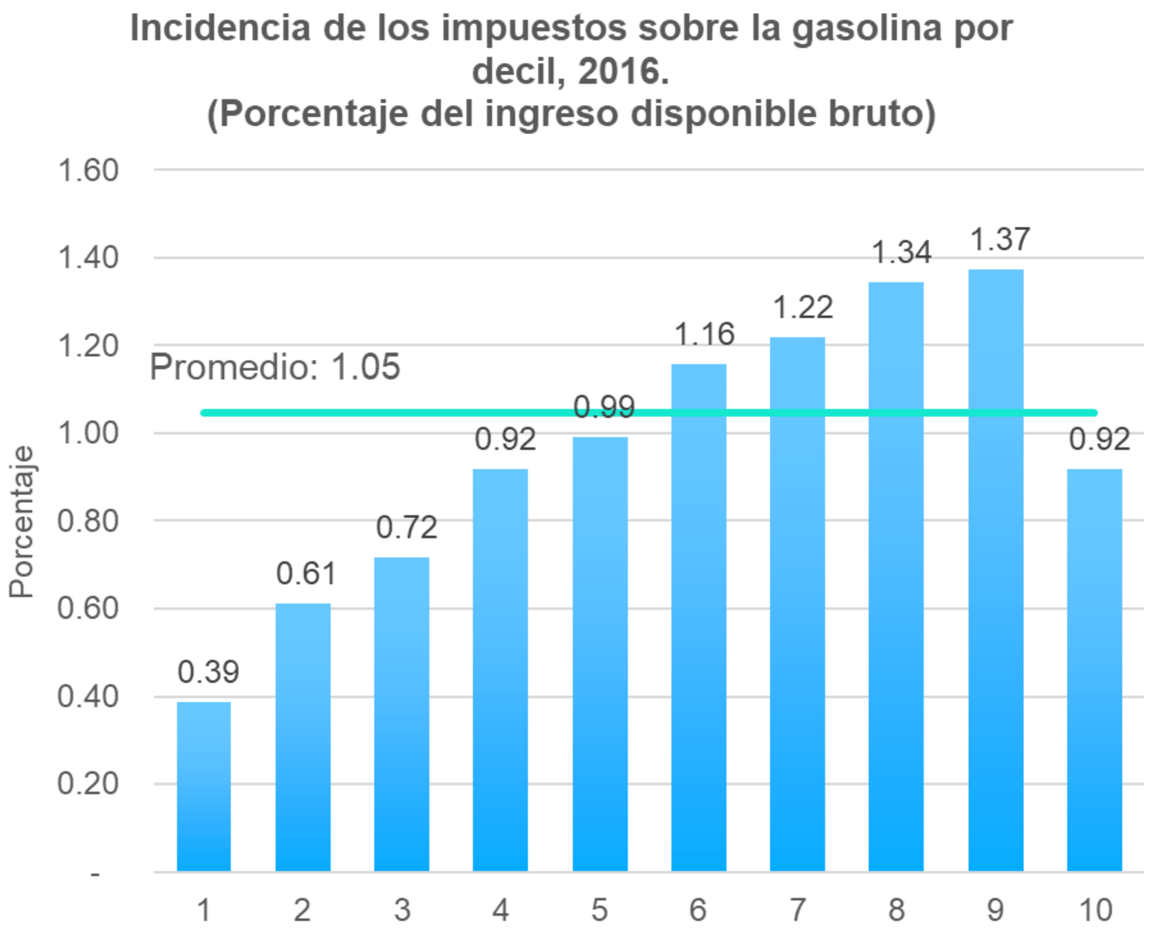
Elaborado por la Dirección General Adjunta de Investigación, INEGI.
Estadística experimental; no oficial.
Datos de la ENIGH 2016

Elaborado por la Dirección General Adjunta de Investigación, INEGI.
Estadística experimental; no oficial.

Hechos estilizados



Elaborado por la Dirección General Adjunta de Investigación, INEGI.
Estadística experimental; no oficial.
Datos del Sistema de Información Energética



Elaborado por la Dirección General Adjunta de Investigación, INEGI.
Estadística experimental; no oficial.

Estructura de los datos

Matriz de transacciones intermedias de bienes domésticos a precios básicos. (n x n)	Matriz de consumo privado doméstico por deciles de hogares. (n x H)	Resto de la demanda final de bienes domésticos. (n x 5)	Valor Bruto de la Producción
Matriz de importaciones intermedias (CIF) (n x n)	Matriz de consumo privado importado por deciles de hogares. (n x H)	Resto de la demanda final de bienes importados. (n x 5)	Importaciones totales (CIF)
Matriz de impuestos netos sobre el consumo intermedio. (n x n)	Matriz de impuestos netos sobre el consumo privado. (n x H)	Resto de impuestos sobre la demanda final. (n x 5)	Impuestos netos sobre los productos
Valor Agregado Bruto. (3 x n)			
Valor Bruto de la Producción	Consumo Privado a precios de comprador	Demanda final a precios de comprador	

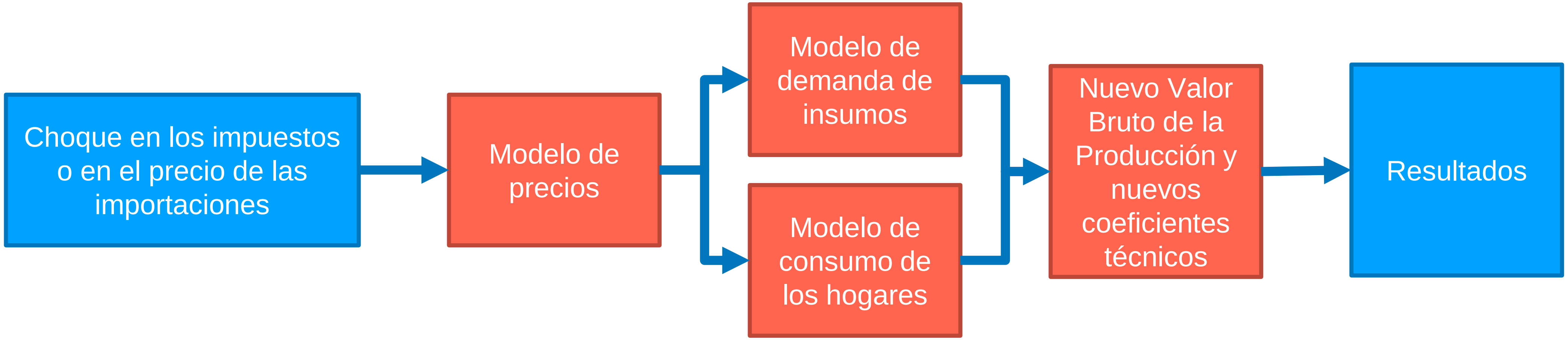
- Matriz Insumo-Producto del año 2016 con 171 sectores productivos.
- Se utiliza la MIP a precios básicos, la MIP de importaciones y la MIP de impuestos netos a los productos
- Se obtuvieron a partir de la proyección de los Cuadros de Oferta y Utilización del 2013.

- Se incorpora una descomposición del vector de consumo privado, clasificando a los hogares por deciles de ingresos.
- Los datos de consumo se obtienen a partir de un ajuste de los datos de la ENIGH 2016 a los valores del Sistema de Cuentas Nacionales de México.

Estructura del modelo

- El modelo se compone de 4 módulos, como se muestra en el diagrama.

- El choque exógeno se introduce en las tasas impositivas efectivas a los productos o en el precio de las importaciones de bienes y servicios.
- A partir del choque, se estima el nuevo sistema de precios relativos.
- Con los nuevos precios, se determinan los cambios en la demanda de insumos y en la demanda de los consumidores.
- Por último, se determina el nivel de producción del nuevo equilibrio y se recalculan los principales agregados macroeconómicos.



Modelo de precios

- La formación de precios en el modelo, está determinada por la siguiente expresión:

$$p_j = \sum_{i=1}^{n} p_i a_{ij} + E \sum_{i=1}^{n} q_i m_{ij} + \sum_{i=1}^{n} \tau_i t_{ij} + w_j l_j + r_j k_j$$

- Donde:
  - n : número de sectores en la economía.
  - p_j : precio básico del bien *j-ésimo.*
  - a_{ij} : cantidad del producto de *i* requerido para producir una unidad de *j*.
  - E : tipo de cambio
  - q_i : precio internacional de los bienes importados
  - m_{ij} : cantidad del producto importado *i* requerido para producir una unidad de *j*.
  - τ_i : tasa de impuestos netos sobre el producto *i*.
  - t_{ij} : base gravable por unidad de producto de *j*.
  - $w_j l_j$: remuneración al factor trabajo por unidad de producto de *j*.
  - $r_j k_j$: pago al factor capital por unidad de producto de *j*.

Precios básicos y precios de comprador

- Suponemos que el precio que percibe el hogar es el *precio de productor*, el cual está compuesto del precio básico de los bienes domésticos e importados, más los impuestos netos sobre los productos. Este precio se define como:

$$\pi_i = p_i \frac{C_{ih}^{d}}{C_{ih}} + Eq_i \frac{C_{ih}^{m}}{C_{ih}} + \tau_i \frac{C_{ih}^{tx}}{C_{ih}}$$

- Donde π_i representa el precio de productor del bien *i-ésimo*, y las fracciones del lado derecho de la igualdad representan el peso que el consumo doméstico, el consumo de importaciones y el pago de impuestos, tiene en el consumo total de cada producto en la cesta de consumo del hogar *h-ésimo*.

Cambio en la demanda de los hogares

- Los cambios en la demanda del bien *i-ésimo* dependen del cambio relativo de su propio precio y del cambio en el ingreso real de cada consumidor.

$$Dc_{ih} = \mathcal{E}^h_{y_i} DQ_h + \mathcal{E}^h_{\pi_i}(D\pi_i - D\Pi_h)$$

- Donde $\mathcal{E}^h_{y_i}$ y $\mathcal{E}^h_{\pi_i}$ representan la elasticidad ingreso y la elasticidad precio de la demanda del bien *i-ésimo* correspondiente al hogar *h-ésimo*.
- DQ_h representa el cambio en el ingreso real del hogar *h-ésimo*, calculado como:

$$DQ_h = Dy_h - D\Pi_h$$

Resultados preliminares.

Se modificarán debido a cambios metodológicos en el modelo

Concepto	Escenario 1: Precio sin impuestos	Escenario 2: Precio sin IEPS	Escenario 3: Doble IEPS	Escenario 4: Doble IEPS sólo a hogares	Escenario 5: Incremento del precio internacional
Inflación consumidor	-1.24	-1.98	1.98	0.98	3.77
Inflación productor	0.00	-1.05	1.05	0.00	4.43
Consumo privado	1.07	1.49	-1.25	-0.61	-2.41
Consumo de gasolina	23.67	19.45	-14.63	-13.30	-17.42
Producción	0.53	0.95	-0.82	-0.32	-1.89
PIB	0.15	0.64	-0.55	-0.26	-0.18
Impuestos netos a los productos	-13.70	-9.01	6.14	7.14	-4.14

Elaborado por la Dirección General Adjunta de Investigación, INEGI.
Estadística experimental; no oficial.

- El incremento del precio internacional implica un incremento en el precio de importación de 0.41 dólares por litro (precio promedio durante el 2016) a 0.94 dólares por litro (precio presentado durante marzo del 2012), con un tipo de cambio de 19.24 pesos por dólar.
- El costo en pesos de importar un litro de gasolina pasa de 7.66 a 17.55 pesos de 2016, lo cual representa un incremento de 129% del precio de importación.

Conociendo
México

01 800 111 46 34
www.inegi.org.mx
atencion.usuarios@inegi.org.mx

INEGI Informa

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONOMICAS
IIEc
UNAM