

MINUTA CEC N° 23

Breve análisis de impulso-respuesta del precio del petróleo (WTI) a los precios internos de la economía: Una aproximación basada en matrices de insumo-producto

AREA: Macroeconomía

ORIGEN DEL REQUERIMIENTO: Gerencia de Estudios

VERSION: Definitiva

FECHA: 22 de julio de 2013

Breve análisis de *impulso-respuesta* del precio del petróleo (WTI) a los precios internos de la economía: Una aproximación basada en matrices de *insumo-producto*

1. Introducción

El objetivo de la presente minuta es estimar el efecto de un aumento del precio del petróleo (como un caso particular de un aumento de los costos de importación de bienes intermedios) en los costos de producción de los sectores económicos y en la inflación agregada del IPC. Para tal propósito se sigue de cerca la metodología propuesta por Venegas (1994) y Schuschny (2005), quienes basan sus análisis de costos de producción en la matriz de *insumo-producto*. Así, este trabajo no sólo constituye una actualización del caso de estudio para el sector construcción, publicado en el Recuadro N° 1 del *Informe MACH 32*, sino que además extiende su aplicación a otros sectores de la economía, tales como: Agropecuario silvícola; pesca extractiva; minería; electricidad, gas y agua; industria manufacturera; comercio hoteles y restaurantes; intermediación financiera y servicios empresariales; y propiedad de vivienda.

La estimación del efecto causal está basada en la información de las matrices de *insumo-producto* con años base 2003 y 2008, respectivamente. Esto considera el hecho de que las matrices de *insumo-producto* no sólo se encasillan a la determinación de los coeficientes técnicos necesarios para el diseño de sistemas de cuentas nacionales, sino que también (bajo ciertos supuestos que se detallan más adelante) puede utilizarse para identificar el efecto de un aumento del precio de la utilización de insumos intermedios importados en el costo de producción y con ello aproximar el comportamiento del precio agregado de la economía.

2. Metodología

a. Cálculo del impacto de un alza del precio del petróleo en los precios de cada sector productivo

De acuerdo a la matriz de insumo-producto, el valor agregado para cada sector económico se puede definir como la suma de sus costos primarios de producción. En efecto, si y_i es el valor agregado del sector i -ésimo, entonces se tiene la siguiente relación contable:

$$y_{i,t_0} \equiv im_{i,t_0} + r_{i,t_0} \quad \text{con } i = 1, 2, 3, \dots, s \quad [1]$$

donde la variable im_{i,t_0} representa las importaciones de insumos intermedios (o utilización intermedia de bienes importados, expresada en términos monetarios). Esto para cada sector i a precios del año base t_0 . Al respecto, cabe señalar que los productos primarios importados por cada sector productivo pueden ser utilizados en la producción del propio sector y/o ser demandados por otros sectores para el desarrollo de sus respectivas actividades. Por lo que, dependiendo del tipo de mercancía (afectada por un alza en su precio), podría impactar transversalmente la matriz de costos de todos los sectores económicos. Por ejemplo, el precio del petróleo al ser un insumo intermedio importado y exógeno a la economía doméstica, sabemos que al impactar de manera directa el costo de generación de energía, incide directa o indirectamente en los precios de otros los sectores económicos.

Por su parte, la variable $resto_i$ viene dado por la suma de los demás determinantes del valor agregado, como son las remuneraciones, los excedentes de explotación y otros impuestos indirectos netos.

Dividiendo la ecuación [1] anterior por la variable y_{i,t_0} , se tiene las ponderaciones w 's que representan el peso relativo de los costos primarios de las importaciones de insumos intermedios y resto, respectivamente, en el valor agregado.

$$1 \equiv w_{im} + w_{i,resto} \quad [2]$$

La variación de cualquier componente de costos es medida como su tasa de variación (Δ) multiplicada por su nivel.

$$(\Delta y_{i,t_0})y_{i,t_0} \equiv (\Delta im_{i,t_0})im_{i,t_0} + (\Delta r_{i,t_0})r_{i,t_0}$$

Dividiendo por y_{i,t_0} , se obtiene la siguiente expresión:

$$\Delta y_{i,t_0} \equiv \Delta im_{i,t_0} w_{im} + \Delta r_{i,t_0} w_{i,resto}$$

Ahora, siguiendo a Venegas (1994) se define a $Q_{(s \times 1)}$ como el vector de precios de los distintos sectores, con s sectores de la economía. Entonces, la proyección del efecto del incremento en el precio de las importaciones de petróleo sobre los precios de los productos de la economía viene de la siguiente relación:

$$\Delta Q_{(s \times 1)} = \begin{bmatrix} \Delta q_1 \\ \Delta q_2 \\ \Delta q_3 \\ \vdots \\ \Delta q_s \end{bmatrix} \equiv [I_s - \Phi'_{(s \times s)}]^{-1} \left(d\Delta_{(s \times s)}^{im_{t_0}} w_{(s \times 1)}^{im} + d\Delta_{(s \times s)}^{r_{t_0}} w_{(s \times 1)}^{resto} \right) = [1 - \Phi']^{-1} \Delta y_{t_0}$$

donde $[1 - \Phi']^{-1}$ es la matriz de requisitos directos e indirectos y $d\Delta$ es una matriz diagonal con los elementos igual a la tasa de variación Δ los componentes de costos del sector i -ésimo. De este modo es posible separar los efectos que produce el aumento de los costos intermedios en los precios de cada sector.

b. Cálculo del impacto de un alza del precio del petróleo en la inflación del IPC

Sea D la matriz que contiene los componentes de gasto del PIB a precios básicos (variables de exportación, demanda final de bienes y servicios nacionales e importados) para cada sector de la economía. Por lo que la estructura de la matriz $D_{(4 \times s)}$ es la siguiente (región pintada de gris):

Tabla 1. Cálculo del efecto de un aumento del precio del petróleo en la inflación del IPC

	1	2	3	...	s	Otros*	Total
<i>Consumo de hogares (Ch)</i>							
<i>Exportaciones (x)</i>							
<i>Total (to)</i>			$D_{(4 \times s)}$				
<i>Importaciones CIF (m)</i>							
<i>PIB = (to - m)</i>							PIB

*Corresponde a otros bienes y servicios

De esta forma, la multiplicación de la matriz $D_{(4 \times s)}$ por $\Delta Q_{(s \times 1)}$ entrega la variación nominal del PIB y de sus componentes de gasto, lo que a su vez permite identificar el cambio agregado en los precios internos.

$$D_{(4 \times s)} \Delta Q_{(s \times 1)} \equiv \Omega_{(4 \times 1)}$$

Donde la inflación del IPC (ΔIPC) estaría determinada por el ratio entre $(\Omega_{3,s} - \Omega_{4,s})$, que mide el cambio nominal en el PIB, y el PIB total (que corresponde a la celda de color negro en la tabla 1).

$$\Delta IPC = \frac{\Omega_{3,s} - \Omega_{4,s}}{PIB}$$

3. Resultados

En la siguiente tabla se muestra un análisis de sensibilidad a través de los efectos que tiene sobre el costo de producción (de los principales sectores económicos) distintos porcentajes de aumento en el precio del petróleo (WTI). Así, por ejemplo, para el sector industrial manufacturero (cuarta columna de la Tabla 2) se tiene que por cada 10% de aumento en el precio de las importaciones de bienes intermedios, el precio de los productos del sector aumenta en 6,8 puntos porcentuales, manteniendo todo lo demás constante. En el caso de la minería, el costo de producción aumenta linealmente en 3,2 puntos porcentuales por cada 10% de incremento en el precio del petróleo. En el sector construcción, un aumento de 10 puntos porcentuales en el precio del petróleo, implica un alza de 1,8% en los costos de producción del sector. Este resultado se debe a que la tasa de incidencia de los insumos intermedios importados es menor respecto de lo observado en otros sectores de la economía (ver Tabla A2 en Anexo).

Tabla 2. Simulación del efecto de un aumento del precio del petróleo en el precio de los sectores productivos

Variación precio petróleo WTI	Agropecuaria-silvícola	Pesca extractiva	Minería	Industria manufacturera	Electricidad, gas y agua	Construcción
10%	2.9%	3.1%	3.2%	6.8%	1.1%	1.8%
20%	5.7%	6.2%	6.3%	13.6%	2.2%	3.6%
30%	8.6%	9.3%	9.5%	20.5%	3.2%	5.4%
40%	11.4%	12.4%	12.7%	27.3%	4.3%	7.2%
50%	14.3%	15.5%	15.8%	34.1%	5.4%	9.0%

Variación costo de la energía	Comercio, hoteles y restaurantes	Transporte y comunicaciones	Intermediación financiera y servicios empresariales	Propiedad de vivienda	Servicios sociales y personales	Administración pública
10%	1.6%	3.0%	1.5%	0.3%	0.8%	0.5%
20%	3.3%	5.9%	2.9%	0.7%	1.5%	1.0%
30%	4.9%	8.9%	4.4%	1.0%	2.3%	1.4%
40%	6.6%	11.9%	5.9%	1.3%	3.0%	1.9%
50%	8.2%	14.8%	7.4%	1.7%	3.8%	2.4%

Como se puede notar, los sectores más impactados son Industria manufacturera y Minería, debido, entre otros factores, a la alta incidencia relativa de los insumos intermedios importados en sus respectivos procesos productivos (21,1% y 49,6% del valor agregado de producción para cada sector)¹.

Asimismo, a partir de la tabla 2 es posible apreciar que los costos de producción que enfrentan los sectores agropecuario-silvícola, pesca extractiva, transporte y comunicaciones también son altamente sensibles a los incrementos de precios de insumos intermedios importados. Esto último, en parte, tiene su explicación en el alto grado de interdependencia comercial de dichos sectores productivos con el sector industrial, según lo observado en la matriz de coeficientes técnicos o matriz de coeficientes de requisitos directos o indirectos por unidad de producción bruta (Ver Anexo).

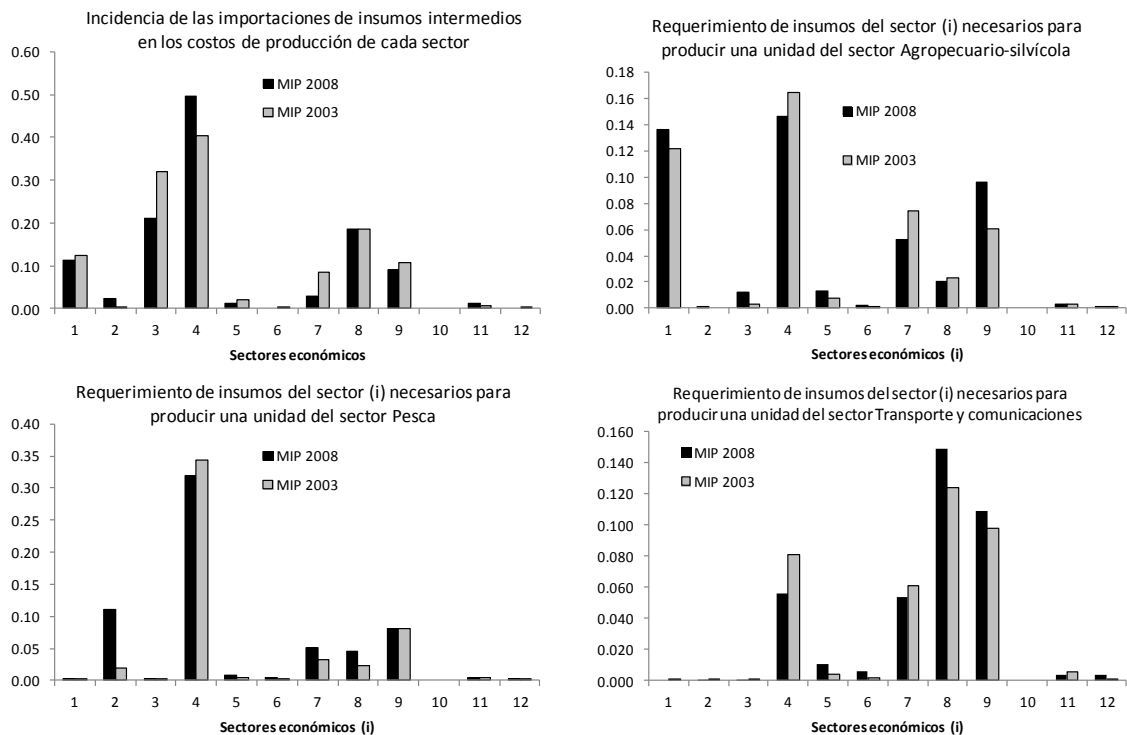
En otras palabras, un aumento del precio del petróleo induce al alza los costos de importación de bienes intermedios, afectando los costos de producción del sector industrial, debido, en parte, a la elevada tasa de incidencia de las importaciones en el valor agregado del sector. Estos mayores precios se traspasan a otros sectores que –según la matriz de coeficientes técnicos– poseen una alta demanda o requerimientos de insumos del sector industrial en sus procesos productivos. De este modo, el alza del precio del petróleo constituye un efecto indirecto en los costos de producción de

¹ En Anexo se presentan las tasas de incidencia de los insumos intermedios importados en el valor agregado de cada sector.

sectores económicos interdependientes del sector industrial manufacturero, tales como: agropecuario-silvícola, pesca extractiva, transporte y comunicaciones.

A continuación el primer gráfico de la izquierda muestra que la distribución de la tasa de incidencia de las importaciones de insumos intermedios en los costos de producción sectorial parece no haber experimentado cambios relevantes en la matriz de insumo-producto de 2008 versus 2003. Así se vislumbra una marcada incidencia de los precios de importación en los costos de producción del sector industrial.

Por otra parte, tampoco se observan grandes diferencias en la distribución intertemporal del grado de interdependencia de los sectores agropecuario-silvícola, pesca extractiva, transporte y comunicaciones. Por lo que se aprecia un elevado requerimiento (o demanda) de insumos provenientes del sector industrial ($i=4$) para satisfacer las necesidades de producción de estos sectores de la economía



Código de actividad económica	
1	Agropecuario-silvícola
2	Pesca
3	Minería
4	Industria manufacturera
5	Electricidad, gas y agua
6	Construcción
7	Comercio, hoteles y restaurantes
8	Transporte y comunicaciones
9	Intermediación financiera y servic
10	Servicios de vivienda
11	Servicios personales
12	Administración pública

Por otro lado, comparando las matrices de *insumo-producto* 2003 y 2008 se observa que tanto el sector industrial manufacturero como el sector de pesca extractiva han experimentado aumentos del efecto causal de los costos de importación de bienes intermedios (aproximados por el precio del petróleo) sobre sus costos de producción. Los siguientes gráficos evidencian que un aumento del precio del petróleo de 10% tiene un mayor efecto en los costos sectoriales (industria y pesca) respecto de lo observado cinco años atrás.

Gráfico 1. Efecto de un aumento del precio del petróleo en los precios del sector industrial manufacturero

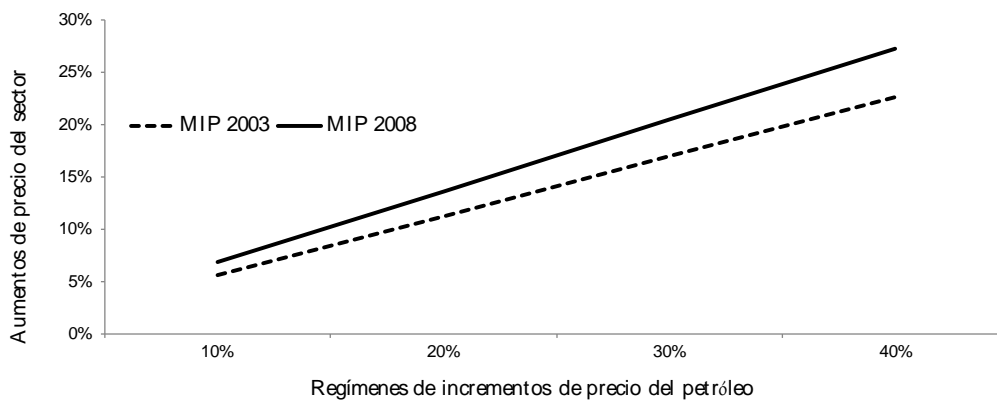
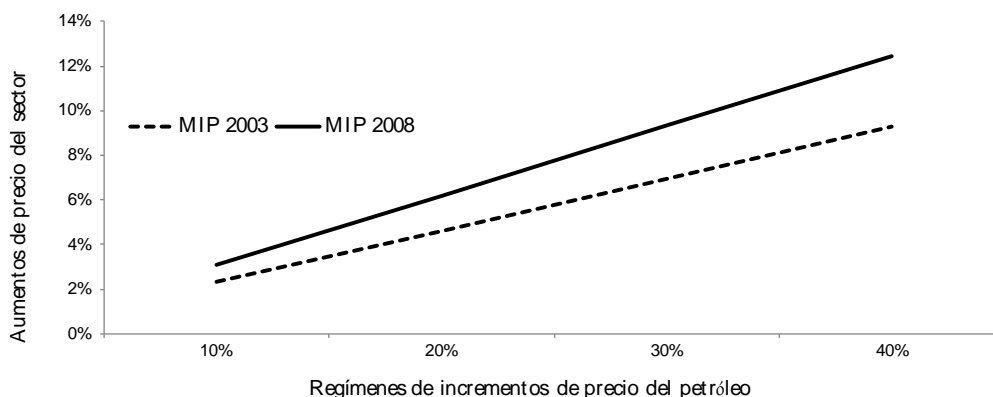


Gráfico 2. Efecto de un aumento del precio del petróleo en los precios del sector pesca extractiva



En el Gráfico 1 se tiene que los costos de producción del sector industrial manufacturero aumentaron desde 5,7% (MIP 2003) hasta 6,8% (MIP 2008) por cada 10% de incremento en el precio del petróleo (WTI). En el Gráfico 2, la pendiente que muestra el efecto de alzas de 10% del precio del petróleo en los precios del sector pesca extractiva, aumenta desde 2,3% (MIP 2003) hasta 3,1% (MIP 2008).

Por último, la siguiente tabla registra el efecto de un mayor precio del petróleo en la inflación del IPC. Como se puede observar en la Tabla 3, la inflación del IPC aumenta 1,2% por cada incremento de 10% en el precio del petróleo. Particularmente en 2008 el resultado de la inflación del IPC fue de 8,6%, mientras que el precio del petróleo se expandió cerca de 40%. En este contexto, se tiene que 4 puntos porcentuales de la inflación observada en 2008 es explicada por los mayores costos de importación de bienes intermedios (petróleo y sus derivados).

Tabla 3. Efecto del precio del petróleo en la inflación del IPC

Alzas del precio del petróleo	10%	20%	30%	40%
Inflación del IPC	1.2%	2.3%	3.5%	4.6%

4. Comentarios finales

Para la interpretación de los resultados se debe tener en cuenta los supuestos implícitos utilizados:

- Se mantiene la relación de precios de 2008, implícita en la matriz.
- Los sectores deciden automáticamente el alza de precios en función de sus costos y no de las elasticidades de la demanda.
- No se producen efectos de sustitución de insumos.
- Los coeficientes técnicos son invariables, lo que supone que no hay innovaciones en las técnicas de producción, ni existen rendimientos a escala.

ANEXO

Tabla A1. Matriz de coeficientes técnicos o coeficientes o matriz de coeficientes de requisitos directos o indirectos por unidad de producción bruta (basado en la matriz de insumo-producto 2008).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0.1364	0.0001	0.0000	0.0845	0.0000	0.0002	0.0055	0.0000	0.0006	0.0000	0.0012	0.0021
2	0.0000	0.1109	0.0000	0.0394	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	0.0123	0.0006	0.1014	0.0274	0.0018	0.0082	0.0016	0.0011	0.0026	0.0000	0.0005	0.0002
4	0.1464	0.3185	0.0654	0.1556	0.0622	0.2164	0.0904	0.0564	0.0222	0.0000	0.0494	0.0247
5	0.0129	0.0077	0.0564	0.0261	0.3751	0.0059	0.0202	0.0106	0.0085	0.0031	0.0214	0.0304
6	0.0019	0.0038	0.0008	0.0017	0.0090	0.0007	0.0081	0.0058	0.0052	0.1695	0.0081	0.0300
7	0.0520	0.0520	0.0279	0.0390	0.0134	0.0629	0.0651	0.0541	0.0226	0.0000	0.0343	0.0175
8	0.0207	0.0457	0.0228	0.0407	0.0156	0.0158	0.0929	0.1493	0.0246	0.0017	0.0161	0.0271
9	0.0965	0.0802	0.0731	0.0907	0.0240	0.0995	0.2013	0.1091	0.1899	0.0139	0.0838	0.0625
10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
11	0.0029	0.0052	0.0020	0.0052	0.0039	0.0015	0.0076	0.0040	0.0050	0.0000	0.0360	0.0150
12	0.0004	0.0007	0.0005	0.0008	0.0010	0.0002	0.0023	0.0037	0.0004	0.0000	0.0017	0.0031

Código de actividad económica

1	Agropecuario-silvícola
2	Pesca
3	Minería
4	Industria manufacturera
5	Electricidad, gas y agua
6	Construcción
7	Comercio, hoteles y restaurantes
8	Transporte y comunicaciones
9	Intermediación financiera y servicios
10	Servicios de vivienda
11	Servicios personales
12	Administración pública

Cada valor $a(i,j)$ de la matriz representa los requerimientos de insumos del sector i (fila) necesarios para producir una unidad de producto j (columna).

Tabla A2. Incidencia de los distintos componentes del valor agregado de producción

	Agropecuario- sivícola	Pesca extractiva	Minería	Industria manufacturera	Electricidad, gas y agua	Construcción
Importaciones	11.2%	2.3%	21.1%	49.6%	1.2%	0.0%
Remuneraciones	40.9%	43.7%	10.7%	17.0%	10.5%	50.6%
Excedente bruto de explotación	45.9%	53.1%	68.1%	27.9%	88.5%	48.4%
Otros	2.0%	1.0%	0.1%	5.5%	-0.3%	1.1%

	Comercio, hoteles y restaurantes	Transporte y comunicaciones	Intermediación financiera y servicios empresariales	Propiedad de vivienda	Servicios sociales y personales	Administración pública
Importaciones	2.8%	18.6%	9.0%	0.0%	1.2%	0.0%
Remuneraciones	53.0%	29.8%	36.5%	0.0%	77.5%	79.5%
Excedente bruto de explotación	40.3%	53.5%	53.5%	92.2%	20.3%	20.3%
Otros	3.8%	-1.9%	1.1%	7.8%	1.1%	0.2%