

**VULNERABILIDAD A VARIACIONES EN INFLUJOS DE CAPITALES:
EFECTOS Y DETERMINANTES***

Autores: Gabriela Contreras
Francisco Pinto
Noviembre 2013

I. INTRODUCCIÓN

Una de las consecuencias del próximo retiro del estímulo monetario de la Reserva Federal de Estados Unidos es una caída de los flujos de capitales de portafolio hacia economías emergentes. Esta reversión de flujos de no residentes podría provocar un ajuste costoso en el déficit de cuenta corriente si no es compensado por otras formas de financiamiento, como podría ser la repatriación de capitales de residentes. En principio, países en que existe este efecto compensador requerirían menores ajustes en su déficit de cuenta corriente, lo que les permitiría acomodar de mejor manera reversiones de flujos gatillados por factores globales.

El objetivo de este trabajo es identificar países que tienen este mecanismo compensador y explorar qué características los distinguen de aquellos que no lo tienen. Primero, se presenta la medida propuesta y luego se explora su relevancia como medida de vulnerabilidad, analizando las consecuencias que tiene que una economía sea vulnerable según esta medida. Finalmente, se identifican características de política y estructurales que distinguen a países vulnerables de economías calificadas como resilientes de acuerdo a esta medida.

En términos de resultados, se encuentra que economías más vulnerables a variaciones en influjos de capitales son más sensibles a shocks globales y presentan déficits de cuenta corriente más altos y volátiles. Además, ante eventos de bonanza de capitales estas economías crecen más y se aprecian más que economías resilientes, mientras que durante *sudden stops* se deprecian más. En cuanto a características diferenciadoras, se encuentra que economías con mayor apertura financiera, menor apertura comercial, mejor rating crediticio y mayor stock activos externos netos tienden a ser más resilientes a variaciones en los influjos brutos de capitales. Entre estos países se incluye Chile.

La estructura del trabajo es la siguiente. En la segunda sección se propone una medida de vulnerabilidad a influjo bruto de capitales para 70 países emergentes y desarrollados sobre una muestra trimestral de 2000 a 2013. Luego, en la tercera sección se estudian los efectos para una economía de ser vulnerable a influjos brutos de capitales, mientras la cuarta parte analiza los determinantes de esta vulnerabilidad. Finalmente, la última sección concluye.

* Se agradecen los comentarios de Luis Óscar Herrera, Sergio Lehmann, Alfredo Pistelli y de los asistentes a seminarios internos del Banco Central de Chile.

II. MEDIDA DE VULNERABILIDAD A VARIACIONES EN INFLUJOS BRUTOS DE CAPITALS

La medida de vulnerabilidad se deriva a partir de la identidad de balanza de pagos, donde los flujos brutos que entran al mercado local (flujos de no residentes netos de acumulación de reservas) pueden verse reflejados en un aumento en el déficit de cuenta corriente o en un incremento en la salida de capitales por parte de residentes:¹

$$(\text{Influjo de Capitales} - \text{Acum. Reservas}) = \text{Déficit de CC} + \text{Salida de Capitales} \quad (1)$$

Así, un país más vulnerable será aquel donde la entrada de capitales lleva a un deterioro de la cuenta corriente, que puede conducir a un ajuste costoso en el caso que estos flujos se reviertan. En cambio en un país resiliente, una caída en flujos es contrarrestada por el retorno de flujos de residentes. Sin embargo, se debe tener en cuenta que variaciones en los términos de intercambio pueden llevar a fluctuaciones del saldo de la cuenta corriente que no estén relacionadas a cambios en los flujos brutos de capitales. Por lo tanto, para obtener una medida sin sesgo de vulnerabilidad a flujos de capitales es importante controlar por las fluctuaciones de términos intercambio. Esto nos lleva a proponer la siguiente proxy de vulnerabilidad:

$$\frac{\text{Déficit de CC}}{\text{PIB}} = \alpha + \beta \frac{(\text{Influjo de Capitales} - \text{Acum. Reservas})}{\text{PIB}} + \delta \Delta TDI + \varepsilon \quad (2)$$

donde el coeficiente β mide la sensibilidad del déficit de cuenta corriente a variaciones en los flujos que entran al país, controlando por variaciones en los términos de intercambio.² Si bien la vulnerabilidad es algo que puede variar en el tiempo, en este trabajo se estiman coeficientes de vulnerabilidad promedio para 97 economías desarrolladas y emergentes en el período 2000 a 2013. Para esto se usan flujos trimestrales totales y, alternativamente, flujos no correspondientes a inversión extranjera directa para separar el efecto de los flujos más volátiles. Consecuentemente, economías que poseen un coeficiente de sensibilidad positivo y significativo son consideradas como vulnerables a los flujos de capitales, mientras que aquellas que presentan un coeficiente negativo o positivo y no significativo son catalogadas como resilientes.

Adicionalmente, hay que tomar en cuenta que distintos factores pueden estar causando los flujos de capitales. Por un lado están los factores *push* que corresponden a factores globales, tales como shocks comunes, variaciones en el riesgo y la liquidez global. Por otro lado están los factores *pull* que corresponden a factores de atracción específicos a cada país, tales como cambios en la calificación de riesgo y fundamentales macroeconómicos del país. Debido a que el shock asociado al caso del próximo retiro del QE corresponde a un factor global que afectaría los flujos de capitales, es necesario centrarse solamente en las economías cuya vulnerabilidad a los flujos de capitales proviene de este tipo de factores.³

¹ Esta medida corresponde a una variación del cálculo del capítulo 4 del WEO de Octubre 2013.

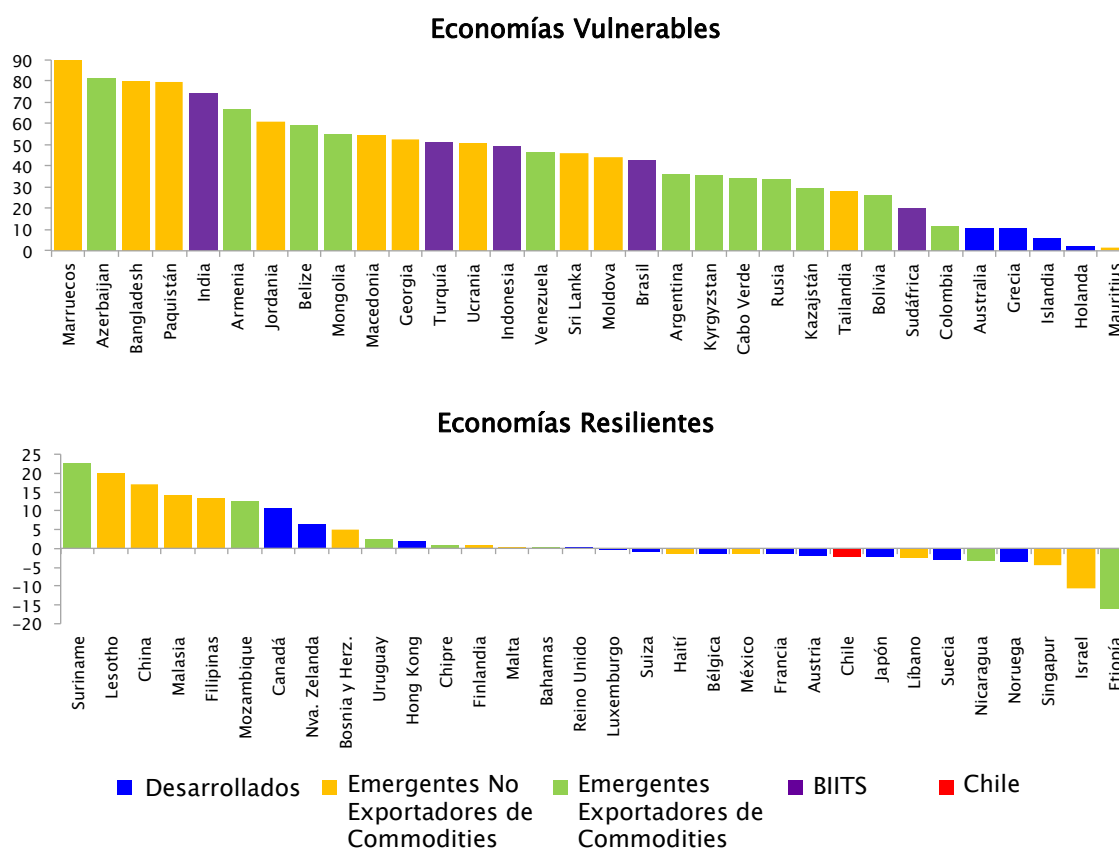
² Debido a la falta de series de términos de intercambio en frecuencias más altas que anual para la mayoría de los países de la muestra, se utilizó una interpolación trimestral de las series anuales de UNCTAD.

³ De esta diferenciación se excluyen shocks a los términos de intercambio, ya que estos son limpiados en la primera etapa.

Para esto, se instrumentalizan los flujos brutos de capitales y se reestima el parámetro de sensibilidad para los países catalogados inicialmente como vulnerables de acuerdo a la ecuación (2). Para capturar flujos causados por shocks globales se usan como instrumentos el VIX y el EMBI global de economías europeas y asiáticas. De esta forma, economías vulnerables debido a factores globales son aquellas con un coeficiente de sensibilidad del déficit de cuenta corriente a los flujos de capitales instrumentalizados positivo y significativo. Economías que no cumplen con esta condición son excluidas del análisis. Por lo tanto, la muestra se reduce a 70 países, ya que 27 economías de la muestra original obtienen coeficientes de sensibilidad negativos o positivos y no significativos en la especificación instrumentalizada a pesar de catalogarse originalmente como vulnerables.

En el **gráfico 1** se muestran qué países caen en la categoría de resilientes y cuáles economías son consideradas como vulnerables a las variaciones en flujos de capitales debido a factores globales. Mientras Chile cae en el grupo de resiliente, economías como Brasil, India, Indonesia, Turquía y Sudáfrica caen en el grupo vulnerable.

GRÁFICO 1: SENSIBILIDAD DEL DÉFICIT DE CUENTA CORRIENTE A VARIACIONES EN INFLUJOS BRUTOS DE CAPITAL DEBIDO A FACTORES GLOBALES
(porcentaje, estimación trimestral por país, 2000–20013)



Fuentes: Cálculo de autores a partir de FMI (IFS, WEO), WDI

III. EFECTOS DE LA VULNERABILIDAD A VARIACIONES EN INFLUJOS DE CAPITALES

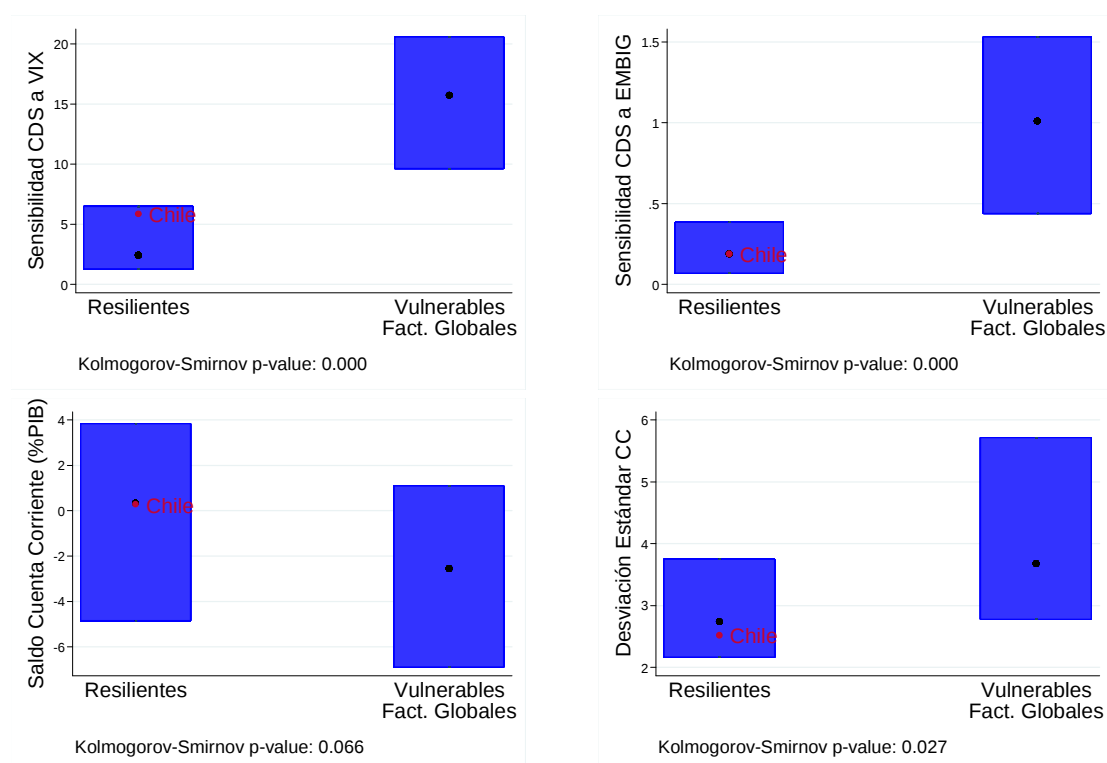
Esta sección busca responder qué consecuencias tiene para una economía ser resiliente a variaciones en influjos de capitales ocasionadas por factores globales. Para esto, comparamos los dos grupos de economías según la sensibilidad a shocks globales, el déficit de cuenta de corriente y el efecto en el crecimiento y el tipo de cambio real durante eventos de volatilidad excesiva de flujos de capitales, tales como bonanza y *sudden stops*.

En primer lugar, se estiman coeficientes de sensibilidad del CDS de cada país al VIX y al EMBI global a partir de las siguientes regresiones sobre una muestra trimestral de 2000 a 2013:

$$CDS = \mu_1 + \rho_1 VIX + v_1 \quad (3)$$

$$CDS = \mu_2 + \rho_2 EMBIG + v_2 \quad (4)$$

GRÁFICO 2: EFECTO DE VULNERABILIDAD A VARIACIONES EN INFLUJOS DE CAPITALES SEGÚN TIPO DE PAÍS



Nota: El punto negro representa la mediana de cada grupo de países. Las áreas azules indican los percentiles 25 y 75. El punto rojo representa a Chile. El test bajo el gráfico testea la hipótesis nula de igualdad entre las dos muestras de países.

Fuentes: Cálculo de los autores a partir de FMI (IFS, WEO), WDI.

El **gráfico 2** muestra las diferencias en la sensibilidad a shocks financieros y en el nivel y la desviación estándar del saldo de cuenta corriente sobre PIB para el grupo de economías vulnerables a los flujos de capitales y para aquellas resilientes. El punto negro de cada gráfico representa la mediana de cada grupo, mientras que las áreas en azul enmarcan los percentiles 25 y 75 de cada grupo de países. Además, se presenta el resultado del test Kolmogorov-Smirnov, que tiene como hipótesis nula la igualdad entre las dos muestras. Esto significa que si se rechaza la nula, como en el caso de las cuatro variables analizadas, existe evidencia estadística para asegurar que las muestras provienen de procesos generadores diferentes y, consiguientemente, son distintas. Por lo tanto, se puede corroborar que economías más vulnerables a flujos de capitales debido a factores *push* son más sensibles a shocks financieros globales como el VIX y el EMBIG que las economías resilientes. Además, se puede observar que economías vulnerables a flujos de capitales poseen déficits de cuenta corriente más altos y volátiles que aquellas resilientes.

Adicionalmente, se estimó la diferencia en el crecimiento y en la apreciación del tipo de cambio real durante eventos de extrema volatilidad en los flujos de capitales según la vulnerabilidad a flujos de capitales. En la **tabla 1** se presentan el resultado de regresiones de panel para los 70 países de la muestra, destacando solamente el valor de los coeficientes de bonanza, *sudden stop* y la interacción con la *dummy* de vulnerabilidad. Esta *dummy* toma un valor de uno en el caso de los países vulnerables a flujos de capitales debido a factores globales y cero en el caso de las economías resilientes. Cada regresión además controla por variables fundamentales, tales como PIB per cápita, apertura financiera y comercial, flexibilidad cambiaria, spread de tasas, crecimiento de los socios comerciales, deuda fiscal, saldo fiscal y M2 sobre reservas, cuyos resultados se omiten.

**TABLA 1: EFECTO DE VULNERABILIDAD A VARIACIONES EN INFLUJOS DE CAPITAL
DEBIDO A FACTORES GLOBALES**
(porcentaje, regresiones de panel 1970–2010)

	Crecimiento			Apreciación Cambiaria (Aumento)		
	Resilientes (38 países)	Vulnerables (32 Países)	Muestra Completa (70 países)	Resilientes (38 países)	Vulnerables (32 Países)	Muestra Completa (70 países)
Bonanza	0.240	1.199***	0.254	1.889*	1.684*	0.738
Bonanza*Vulnerabilidad			0.889**			2.305*
Sudden Stop	-0.641	-0.503	-0.714	-0.404	-6.295***	-1.059
Bonanza*Vulnerabilidad			0.132			-4.476**

Nota: Extracto de regresiones de panel con efectos aleatorios y errores estándar robustos ajustados por clusters a nivel de país. Se omiten el resto de las variables explicativas (PIB per cápita real a PPC, apertura financiera, apertura comercial, flexibilidad cambiaria, independencia monetaria, spread de tasas, crecimiento de los socios comerciales, deuda fiscal, saldo fiscal, M2 sobre reservas, y dummy para desarrollados). La dummy de bonanza (*sudden stop*) toma un valor de 1 cuando el aumento (la caída) anual de los flujos netos de capitales supera la media de los flujos netos más (menos) una desviación estándar, donde las medias y desviaciones estándar se construyen sobre ventanas recursivas de un mínimo de cinco años. La dummy de vulnerabilidad toma un valor de 1 cuando la correlación de flujos brutos instrumentalizados con variables globales (VIX, EMBI regional) y el déficit de cuenta corriente es positiva y significativa.

(*) $p < 0.1$, (**) $p < 0.05$, (***) $p < 0.01$

Fuentes: Cálculo de los autores a partir de Chinn y Ito, FMI (AREAER, DOT, IFS, WEO), WDI.

De los resultados de este ejercicio se puede observar que las economías resilientes no muestran variaciones significativas en el crecimiento y el tipo de cambio real entre tiempos de volatilidad extrema de capitales y tiempos normales. En contraste, bajo un evento de bonanza de capitales las economías vulnerables crecen más (89 pb) y se aprecian más (231 pb) que aquellas resilientes, mientras que durante un *sudden stop* éstas se deprecian más (448 pb).

IV. DETERMINANTES DE VULNERABILIDAD A VARIACIONES EN INFLUJOS DE CAPITALES

En esta sección se busca establecer diferencias entre las características de los distintos grupos de países según su grado de vulnerabilidad a variaciones en los influjos de capitales ocasionadas por factores globales. Para esto, en primer lugar, se comparan gráficamente los dos grupos de países en relación a distintos factores determinantes. Y en segundo lugar, se estima una regresión probit para establecer conjuntamente qué factores aumentan la probabilidad de que un país sea vulnerable a variaciones en influjos brutos de capitales debido a shocks globales.

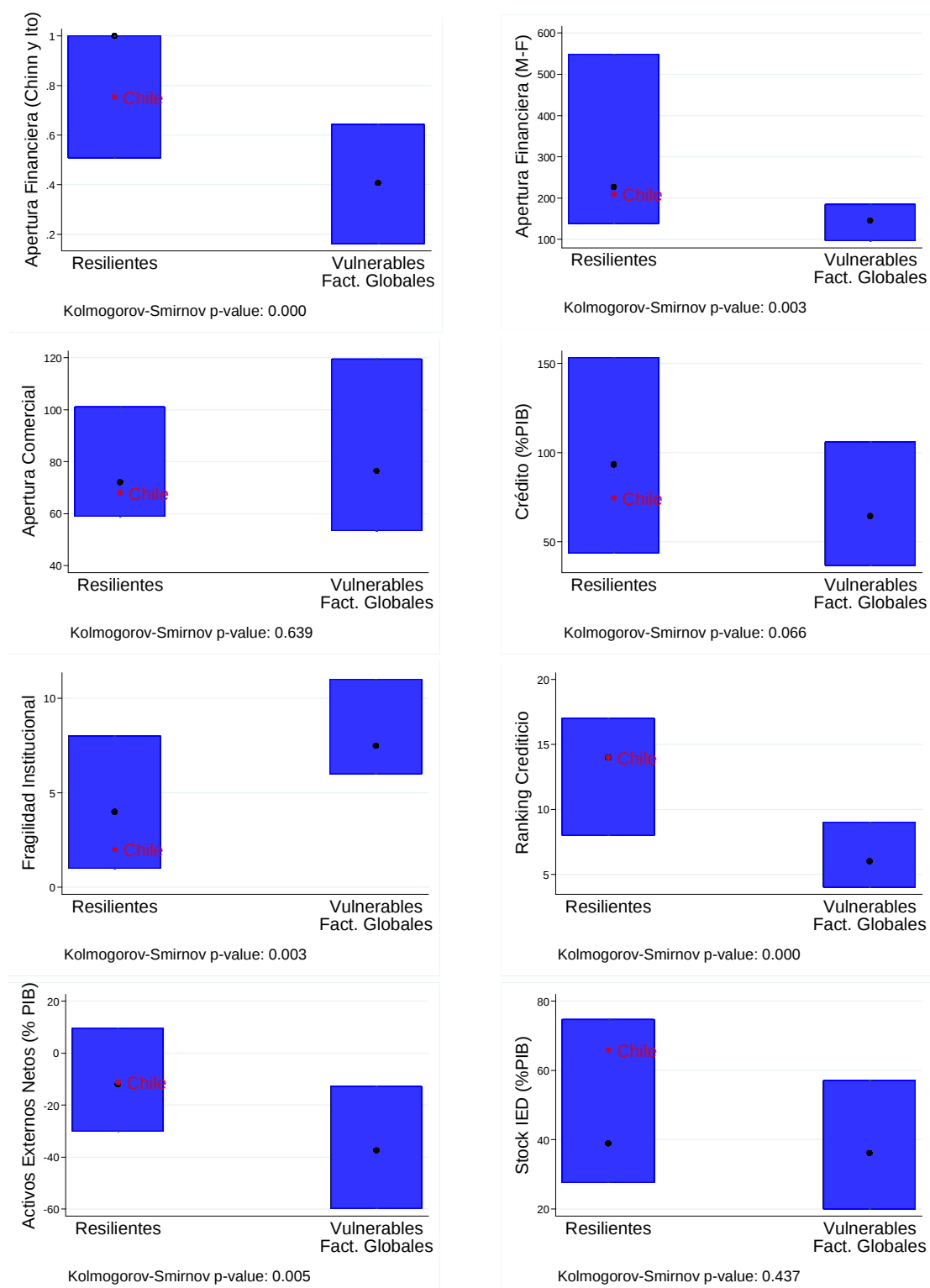
En los **gráficos 3 y 4** los dos grupos de países son comparados de acuerdo a la variable del eje de las ordenadas. El área azul representa el rango intercuartílico, mientras que las barras blancas muestran el promedio de cada grupo de países. El punto negro es la mediana del grupo y el punto rojo representa a Chile. Además, se presenta el resultado del test Kolmogorov-Smirnov que testea la hipótesis nula de igualdad entre la muestra de economías vulnerables y la de resilientes.

Al comparar el grado de apertura financiera, ya sea utilizando el índice de-jure de Chinn y Ito o la medida de-facto de Milesi-Ferretti, se observa que los países resilientes poseen un grado de apertura significativamente mayor que el de las economías vulnerables debido a factores globales. También destaca que los países resilientes poseen activos externos netos significativamente más altos comparados con aquellos de economías vulnerables.

Además, se observan diferencias significativas en características estructurales domésticas. En primer lugar, se concluye que los países resilientes presentan una mayor solidez institucional y un mejor rating crediticio que en el caso de economías vulnerables. En segundo lugar, al observar el crédito como porcentaje del PIB destaca que esta medida de profundidad financiera es significativamente mayor en países resilientes.

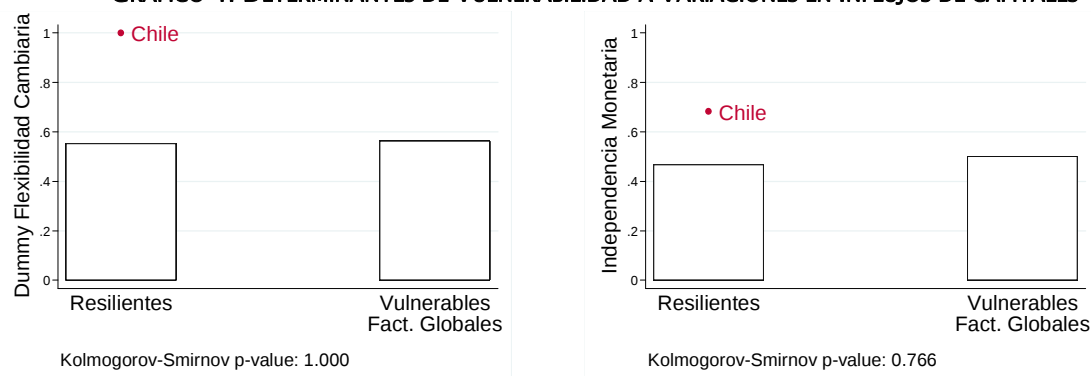
Sin embargo, no es posible encontrar diferencias significativas entre ambos grupos de países con respecto al grado de apertura comercial ni al stock de inversión extranjera directa. Por último, no parecieran observarse diferencias entre los grupos con respecto al régimen cambiario e independencia monetaria.

GRÁFICO 3: DETERMINANTES DE VULNERABILIDAD A VARIACIONES EN INFLUJOS DE CAPITALES



Nota: El punto negro muestra la mediana de cada grupo, las áreas azules los percentiles 25 y 75 y el punto rojo Chile. El test bajo el gráfico testea la hipótesis nula de igualdad entre dos muestras. Apertura financiera M-F, activos externos netos y stock IED corresponden al promedio 2007-11 de cada variable, mientras que apertura comercial al último dato disponible. Ranking crediticio asigna un índice menor a los peores ratings de S&P. Fuente: Cálculo de los autores a partir de Center for Systemic Peace, Chinn y Ito, IFS, Milesi-Ferretti, S&P, WDI.

GRÁFICO 4: DETERMINANTES DE VULNERABILIDAD A VARIACIONES EN INFLUJOS DE CAPITALES



Nota: El punto negro representa la mediana de cada grupo de países, las barras blancas muestran el promedio de cada grupo de países y el punto rojo representa a Chile. El test bajo el gráfico prueba la hipótesis nula de igualdad entre dos muestras. Independencia monetaria corresponde al recíproco de la correlación anual entre las tasas de interés mensual del país de análisis y el país base correspondiente.

Fuente: Cálculo de los autores a partir de Chinn y Ito y FMI (AREAER, IFS, WEO).

Además del análisis gráfico de cada determinante por separado, se estimaron regresiones probit para establecer conjuntamente qué factores aumentan la probabilidad de que un país sea vulnerable a variaciones en flujos de capitales ocasionadas por factores globales. Para esto se estiman un modelo probit utilizando datos de corte transversal. La variable dependiente adquiere el valor uno cuando las economías son vulnerables y cero cuando son resilientes. En la **tabla 2** se presentan los resultados de las estimaciones probit para la medida de vulnerabilidad usando los flujos totales. Alternativamente, en el **anexo 1** se muestran los mismos resultados con la medida de vulnerabilidad a partir de flujos brutos no correspondientes a inversión extranjera directa, que son más volátiles.

De los resultados se observa que una economía con una mayor apertura financiera y con un mejor rating crediticio aumenta su probabilidad de ser resiliente a variaciones en flujos de capitales causadas por shocks globales. Con respecto a la primera variable, se encuentra más significancia estadística cuando se utiliza la medida de apertura financiera de-jure de Chinn y Ito. Adicionalmente, existe cierta evidencia estadística a favor de que una menor apertura comercial y mayores activos externos netos tienden a reducir la probabilidad de que un país sea vulnerable. Sin embargo, este resultado depende de la especificación utilizada.

Por último, una mayor flexibilidad cambiaria capturada por la medida de independencia monetaria⁴ no disminuye significativamente la probabilidad de ser vulnerable a variaciones en los flujos de capitales. Esto, a pesar de que el signo de la medida sugiere que economías con regímenes cambiarios fijos tienden a ser más vulnerables.

⁴ Ya que economías con tipo de cambio fijo ceden el control de su política monetaria.

**TABLA 2: ESTIMACIÓN PROBIT DE VULNERABILIDAD A VARIACIONES EN INFLUJOS DE CAPITALES
DEBIDO A FACTORES GLOBALES**

	Apertura Financiera de jure (1)				Apertura Financiera de facto (1)			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Apertura Comercial	0.000	0.002	0.005	0.006	0.006	0.010*	0.009	0.012*
Apertura Financiera (1)	-1.597**	-2.050***	-1.774**	-1.750**	-0.001	-0.003**	-0.001	-0.002
Independencia Monetaria	-1.189	-1.417	-1.447	-1.542	-0.638	-1.393	-0.633	-1.408
Ranking Crediticio	-0.093**	-0.059	-0.087*	-0.061	-0.114***	-0.066	-0.122***	-0.072
Activos Externos Netos (% PIB)		-0.005		-0.006		-0.007*		-0.007*
Stock IED (%PIB)			-0.008	-0.011			-0.011	-0.011
Constante	2.224***	2.096**	2.402***	2.094**	1.280*	1.086	1.363*	1.280
Pseudo R2	0.276	0.334	0.326	0.353	0.246	0.310	0.265	0.322
N° Países	57	56	56	56	57	57	57	57

(1) Las columnas 1 a 4 usan como variable de apertura financiera el índice de-jure de Chinn y Ito. Las columnas 5 a 8 utilizan la apertura de-facto a partir de la base de datos de Milesi-Ferretti.

Nota: Activos externos netos y stock IED corresponden al promedio 2007-11 de cada variable, mientras que apertura comercial al último dato disponible. Independencia monetaria corresponde al recíproco de la correlación anual entre las tasas de interés mensual del país de análisis y del correspondiente país base. Ranking crediticio asigna un índice menor a los peores ratings de Standard & Poors.

(*) $p < 0.1$, (**) $p < 0.05$, (***) $p < 0.01$

Fuentes: Cálculo de autores a partir de Center for Systemic Peace, Chinn y Ito, FMI (AREAER, IFS, WEO), Milesi-Ferretti, S&P, WDI.

V. CONCLUSIONES

El próximo retiro del estímulo monetario de la Reserva Federal de Estados Unidos pone en relevancia la preocupación del efecto que tendría una caída en los influjos de capitales a economías emergentes. Por esta razón, este trabajo busca establecer qué países han mostrado una mayor resiliencia a las variaciones en estos influjos y cuáles han tenido mayores ajustes reales. Adicionalmente, se analiza qué efectos enfrenta una economía que exhibe una mayor vulnerabilidad a variaciones en estos influjos ocasionadas por shocks globales. Por último, se buscan características comunes entre los grupos de países para establecer factores determinantes de la vulnerabilidad exhibida en la historia reciente.

Se puede concluir que economías más vulnerables a variaciones en los influjos de capitales son más sensibles a shocks globales, como el VIX y el EMBI global, y exhiben déficits de cuenta corriente más altos y volátiles. Además, ante eventos de bonanza de capitales países vulnerables crecen más y se aprecian más que economías resilientes, mientras que durante un *sudden stop* se deprecian más.

Por último, del análisis de los factores determinantes de vulnerabilidad se puede concluir que una mayor apertura financiera, una menor apertura comercial, una mejor clasificación crediticia y un mayor stock activos externos netos tienden a reducir la probabilidad de que un país sea vulnerable variaciones en influjos de capitales originadas por factores globales.

REFERENCIAS

Fondo Monetario Internacional (2013). “*The Yin and Yang of Capital Flow Management: Balancing Capital Inflows with Capital Outflows*” World Economic Outlook, capítulo 4, octubre.

ANEXO 1 ESTIMACIÓN PROBIT DE VULNERABILIDAD A VARIACIONES EN INFLUJOS DE CAPITALES NO IED DEBIDO A FACTORES GLOBALES

	Apertura Financiera de jure (1)				Apertura Financiera de facto (1)			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Apertura Comercial	-0.002	-0.002	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.001
Apertura Financiera (1)	-1.356**	-1.789***	-1.558**	-1.622**	-0.001	-0.003	-0.001	-0.003
Dummy Flexibilidad Cambiaria	-0.029	-0.369	-0.180	-0.525	-0.227	-0.542	-0.275	-0.642
Ranking Crediticio	-0.074	-0.010	-0.057	0.007	-0.088**	-0.011	-0.088*	-0.003
Activos Externos Netos (% PIB)		-0.008		-0.011		-0.009*		-0.010*
Stock IED (%PIB)			-0.003	-0.010			-0.004	-0.009
Constante	1.585***	1.247**	1.670***	1.270**	1.114**	0.853	1.149**	0.978*
Pseudo R2	0.251	0.322	0.281	0.332	0.219	0.295	0.222	0.301
N° Países	56	55	55	55	56	56	56	56

(1) Las columnas 1 a 4 usan como variable de apertura financiera el índice de-jure de Chinn y Ito. Las columnas 5 a 8 utilizan la apertura de-facto a partir de la base de datos de Milesi-Ferretti.

Nota: Activos externos netos y stock IED corresponden al promedio 2007–11 de cada variable, mientras que apertura comercial al último dato disponible. Independencia monetaria corresponde al recíproco de la correlación anual entre las tasas de interés mensual del país de análisis y del correspondiente país base. Ranking crediticio asigna un índice menor a los peores ratings de Standard & Poors.

(*) $p < 0.1$, (**) $p < 0.05$, (***) $p < 0.01$

Fuentes: Cálculo de autores a partir de Center for Systemic Peace, Chinn y Ito, FMI (AREAER, IFS, WEO), Milesi-Ferretti, S&P, WDI.

ANTE EXPECTATIVA DE RECORTE DE ESTÍMULO MONETARIO EN ESTADOS UNIDOS: ¿HAY DIFERENCIACIÓN ENTRE PAÍSES?*

Autores: Alfredo Pistelli
Camila Sáez

Noviembre de 2013

Only when the tide goes out do you discover who's been swimming naked.
- Warren Buffett

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos meses, la expectativa de adelanto del recorte del estímulo monetario de la Reserva Federal de los Estados Unidos (Fed), así como ajustes a la baja en proyecciones de crecimiento para China, han impulsado revisiones en las perspectivas de crecimiento y precios de activos financieros de las economías emergentes. Estas correcciones se acentuaron después de la reunión del FOMC de mayo recién pasado, luego del discurso del Presidente de la Fed, Ben Bernanke, resultando en caídas importantes de precios bursátiles, depreciación de monedas, alzas de tasas largas domésticas y aumentos de primas por riesgo soberano. Esta tendencia se moderó parcialmente después de la reunión del FOMC de septiembre, por expectativas de retraso del recorte del estímulo.

En este contexto resulta interesante explorar si las respuestas de precios financieros durante este período son distintas entre países e identificar características que podrían explicar porque algunos países se han visto más afectados que otros. En este sentido, es razonable que ante un escenario de menor liquidez global, y mayor aversión al riesgo, los inversionistas globales sean más cuidadosos y selectivos al tomar sus decisiones de inversión, discriminando entre países. En particular, bajo las condiciones actuales, ¿es la solidez macro-institucional una característica que diferencia la respuesta observada entre países? ¿Es distinto el grado de discriminación entre países en un contexto como el actual, donde se anticipa un recorte del estímulo, comparado con lo observado luego de los anuncios de relajamiento cuantitativo?

El objetivo de este trabajo es caracterizar la respuesta diferenciada entre países ante el retiro del estímulo monetario de Estados Unidos. En términos específicos, se compara la variación acumulada de precios de activos financieros desde mayo del 2013 (tipo de cambio nominal, premios soberanos, índices bursátiles y tasas de interés de largo plazo) y

* Se agradecen comentarios y sugerencias de Luis Óscar Herrera, Sergio Lehmann y asistentes a seminarios internos del Banco Central de Chile.

se estiman regresiones de corte transversal para explicar la heterogeneidad observada entre países. Se explora la significancia de características estructurales y cíclicas en la explicación de estas diferencias.

En cuanto a resultados, se encuentra que más allá de diferencias en condiciones cíclicas, la evidencia apunta a que existe diferenciación por características estructurales. En este sentido, la solidez macro-institucional y una mayor integración internacional son aspectos favorables o fortalezas que distinguen las respuestas observadas entre países desde mayo pasado. En tanto, al comparar respuestas recientes con las registradas inmediatamente después de los anuncios de relajamiento cuantitativo, se encuentra una mayor diferenciación entre países en la actualidad basada en las características estructurales y cíclicas incluidas en nuestro análisis.

A nivel de países, desde mayo 2013, grandes economías emergentes, como son Brasil, Indonesia, India, Turquía y Sudáfrica (BIITS), muestran mayores ajustes en precios financieros. Los indicadores disponibles muestran que estos países se distinguen del resto de la muestra por mayores niveles de inflación y déficit de cuenta corriente, menor fortaleza institucional y menor integración comercial y financiera. Asimismo, estos países registran mayores revisiones a la baja en sus proyecciones de crecimiento 2014 desde el último IPoM, según la encuesta de *Consensus Forecasts*.

Entre las características que resultan significativas, Chile destaca dentro de la muestra por fortalezas estructurales: solidez macro-institucional, reflejada en baja inflación, alto rating de deuda soberana y estabilidad institucional, y una alta integración comercial y financiera con el resto del mundo. Aspectos más vulnerables son la alta participación de materias primas en las exportaciones totales y un déficit más elevado de cuenta corriente, aunque gran parte de este último es financiado con inversión extranjera directa.

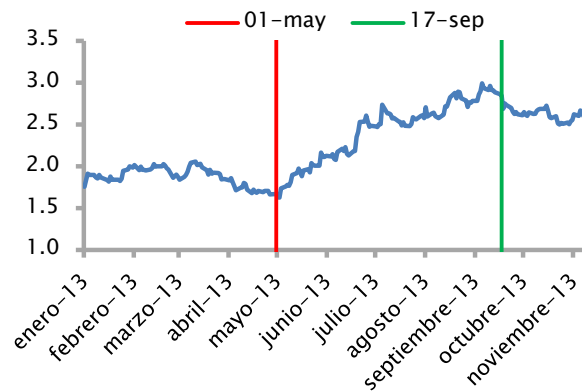
El resto del trabajo se estructura de la siguiente manera. La segunda sección compara la evolución reciente de las variables de interés durante el periodo de análisis e identifica características que podrían explicar diferencias en las respuestas de los precios entre países. La tercera sección presenta las conclusiones del trabajo.

2. DESEMPEÑO Y EXPLICACIÓN DE DIFERENCIAS RECIENTES ENTRE PAÍSES

Comparación de desempeño entre países

Desde mayo 2013 se observa un fuerte y sostenido aumento de las tasas largas de Estados Unidos, reflejado en un sostenido aumento del rendimiento del bono del tesoro a 10 años, impulsado por expectativas de inicio del recorte del estímulo monetario en Estados Unidos, luego de la reunión del FOMC de mayo 2013. El alza acumulada hasta fines de octubre se ubica en torno a 100 puntos base, con un nivel máximo previo a la reunión del FOMC de septiembre. Posteriormente, la postergación del inicio del recorte del estímulo monetario esperado por el mercado para esa reunión resultó en una reversión acotada (figura 1).

Figura 1: Rendimiento del bono del tesoro de Estados Unidos a 10 años (porcentaje)

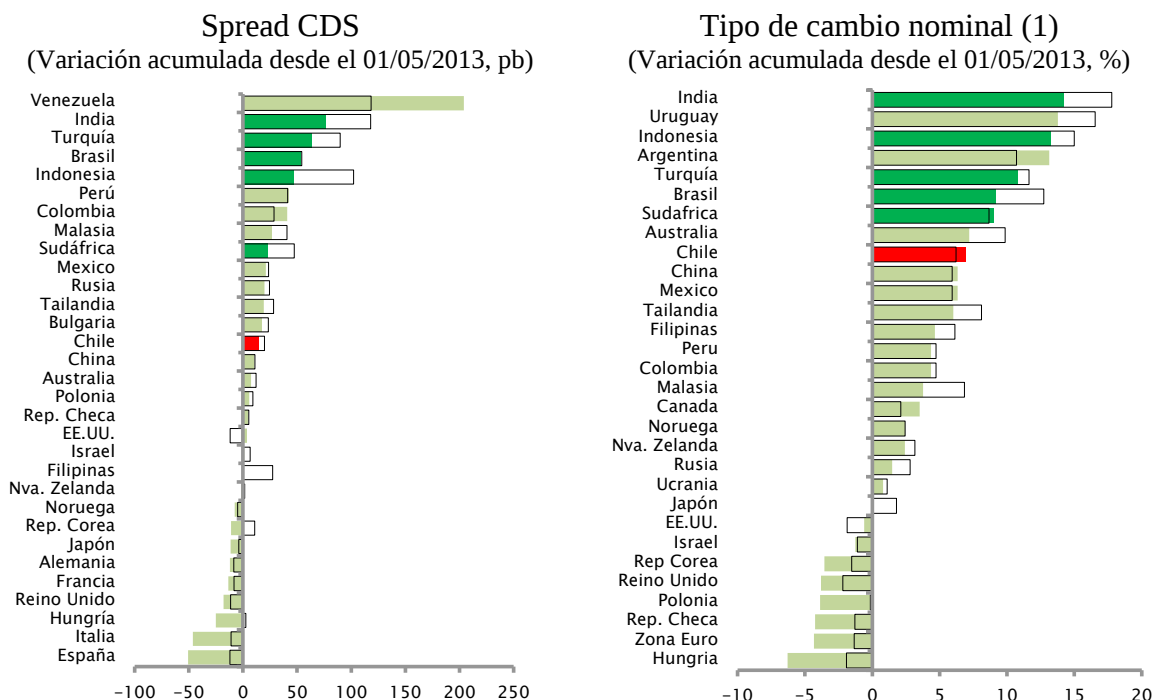


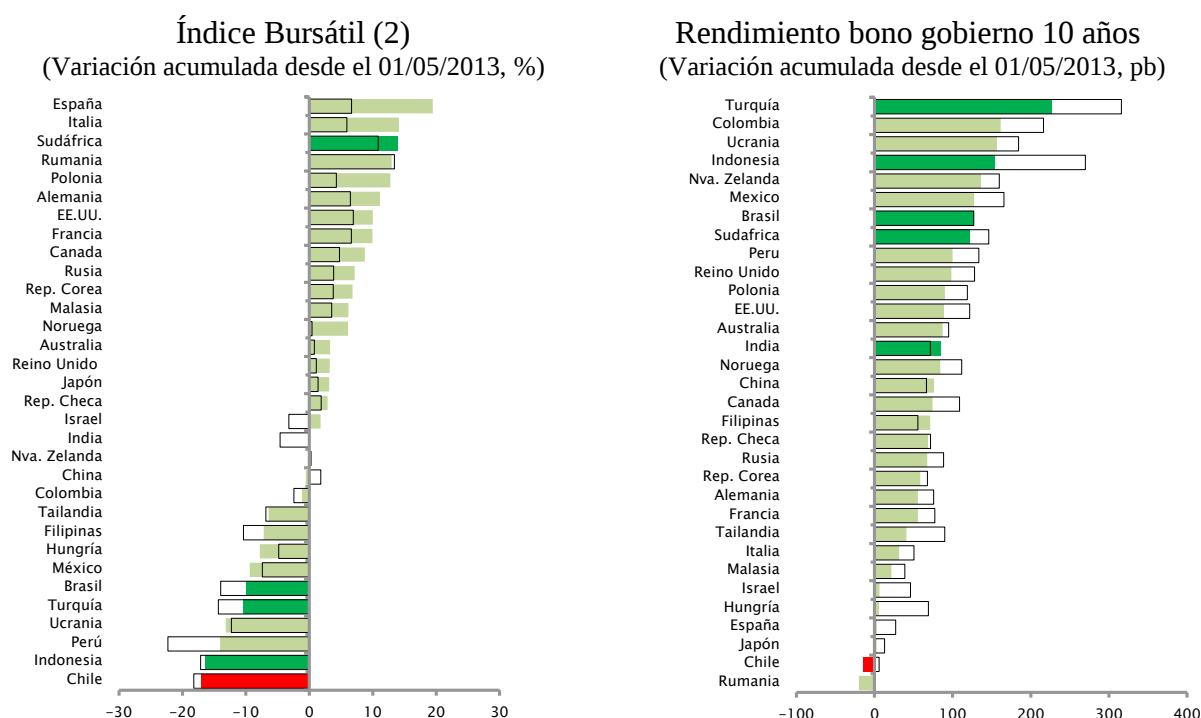
Fuente: Bloomberg.

En este período, los precios de activos financieros en economías emergentes muestran caídas importantes en respuesta a la expectativa de recorte. Además contribuye la desaceleración de China, reflejada en ajustes a la baja en proyecciones de crecimiento para esta economía.

Aunque la caída es generalizada, su magnitud difiere entre países. Grandes economías emergentes, entre las que destacan Brasil, India, Indonesia, Turquía y Sudáfrica (BIITS) son las más afectadas, con reversión acotada después de la reunión del FOMC de septiembre. Entre los países de la muestra, Chile destaca por un alza acotada de tasa de interés larga y una fuerte caída bursátil (figura 2).

Figura 2: Respuesta diferenciada de precios entre países (*)





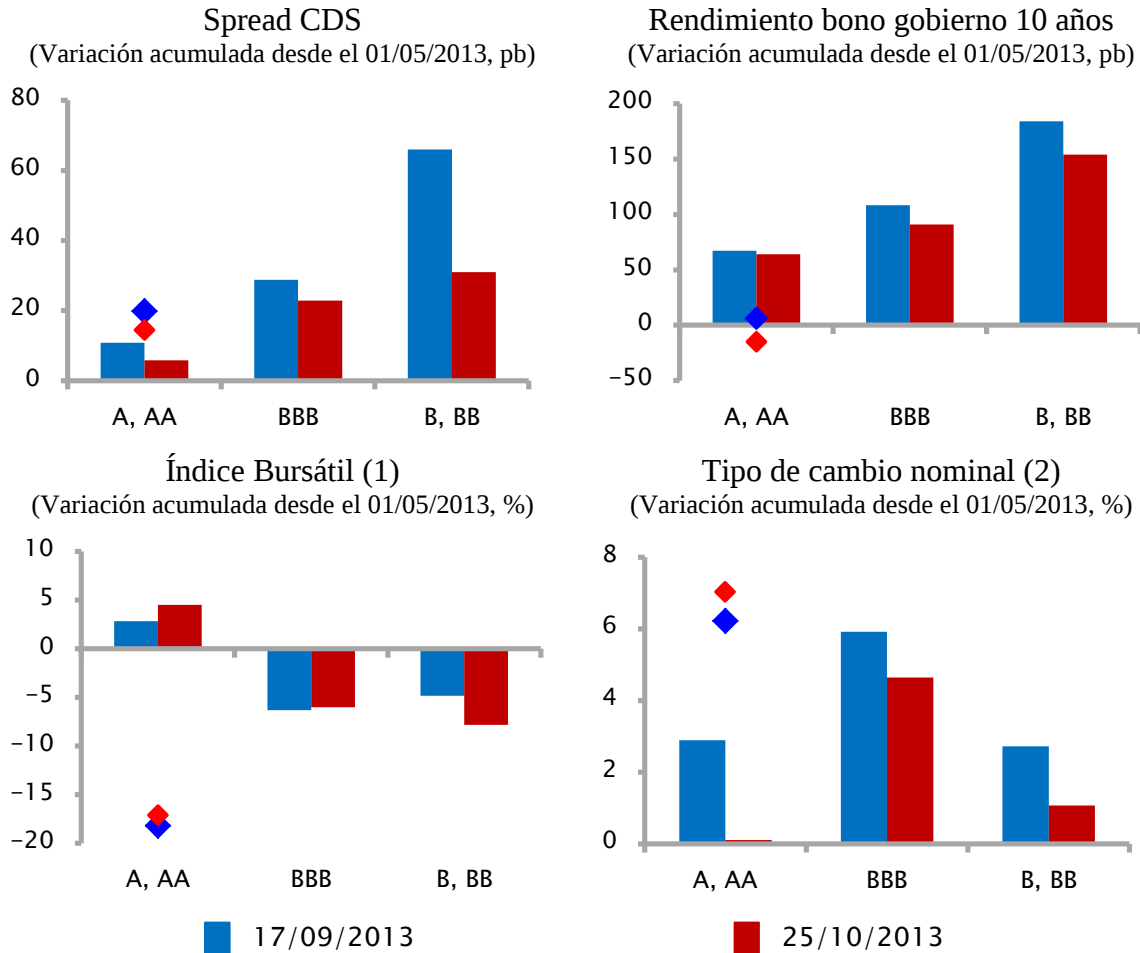
- (1) Aumento indica depreciación de la moneda local respecto al dólar.
 (2) Corresponde variación del índice MSCI en moneda local deflactado por IPC.
 (*) Barra sólida: variación desde el 1/05/2013 hasta el 25/10/2013. Barra transparente: variación desde el 01/05/2013 hasta el 17/09/2013.
 Fuente: Elaboración propia a partir de Bloomberg.

¿Qué explica diferencias entre países?

La figura 3 muestra que, en términos generales, las diferencias en desempeño entre países son coherentes con los distintos ratings de deuda soberana, especialmente en el caso de las variaciones de CDS spreads y tasas largas. Chile muestra variaciones de premios soberanos y tasas largas coherentes con su clasificación de riesgo, aunque la depreciación de su tipo de cambio y la caída bursátil es relativamente mayor que el promedio de su grupo de referencia.

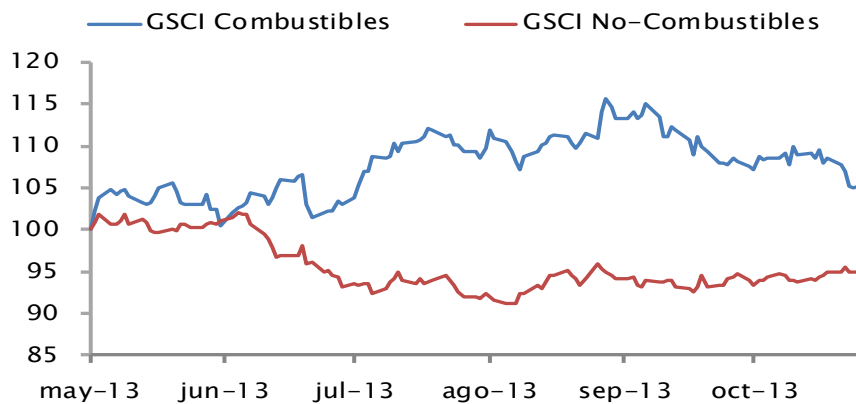
Existen otros factores que pueden explicar las diferencias entre países, más allá de características estructurales, como son las condiciones cíclicas que cada país enfrenta. Entre estas se incluye, por ejemplo, la variación de los términos de intercambio. Respecto de esto último, es importante considerar que en el período de análisis existe un comportamiento diferenciado de los precios internacionales de distintos *commodities*. Así, entre mayo y octubre caen los precios internacionales de materias primas no-combustibles y suben los precios de los combustibles (figura 4). Para capturar estas diferencias en comportamiento de términos de intercambio durante el período de análisis, se incluye como proxy la participación de exportaciones de materias primas no combustibles en las exportaciones totales.

Figura 3: Desempeño y rating de deuda soberana S&P



(1) Corresponde a índice MSCI en moneda local deflactado por IPC.
(2) Aumento indica depreciación de la moneda local respecto al dólar.
Fuente: Elaboración propia a partir de Bloomberg.

Figura 4: Índice de precios internacionales de materias primas
(Índice mayo 2013=100)



Fuente: Bloomberg.

Por lo anterior, para un análisis más completo, se estiman regresiones de corte transversal y se controla por condiciones estructurales y cíclicas de cada país. Las variables incluidas son: (i) condiciones estructurales: solidez macroeconómica-institucional (rating deuda soberana, inflación y fragilidad institucional), profundidad financiera (crédito bancario al sector privado como % del PIB), grado de integración con el resto de mundo (comercial y financiera) y régimen cambiario; y (ii) condiciones cíclicas: participación de exportaciones de materias primas, excluyendo combustibles, en las exportaciones totales (proxy del comportamiento de términos de intercambio), déficit de cuenta corriente como % del PIB, participación de exportaciones a China en el total de exportaciones y cambio en ratio del crédito bancario al sector privado sobre PIB.

Se considera una muestra inicial de 35 países, según disponibilidad de datos, la que incluye economías desarrolladas y emergentes. Las variables dependientes corresponden a la variación acumulada entre el 1 de mayo y el 25 de octubre del 2013, expresada en términos porcentuales (tipo de cambio nominal e índice bursátil) o puntos base (tasas de interés largas y spread CDS) según la variable de interés. Cabe mencionar que el retorno bursátil corresponde a la variación del índice MSCI medido en moneda local, deflactado por la variación del IPC del país respecto.

Como variables explicativas se consideran las siguientes variables y categorías:

Solidez macro-institucional:

- Rating de deuda soberana en moneda extranjera: índice que varía entre 0 y 21. Medidas de rating fueron transformadas linealmente a una medida continua, donde el valor 21 corresponde a mejor rating (AAA) y 0 al peor rating (D).
- *State fragility index* (SFI): índice que varía entre 0 y 25. Medida de fragilidad institucional que considera varias dimensiones: seguridad, estabilidad política, social y económica. Valor para 2012.
- Profundidad del sistema financiero doméstico: crédito bancario doméstico al sector privado, 2011 o 2012 según disponibilidad (*World Development Indicators*)
- Inflación anual promedio: proyección 2013 (*World Economic Outlook*).

Políticas: régimen cambiario y apertura comercial y financiera:

- Régimen cambiario: se considera una *dummy* que toma valor 1 en el caso de países con régimen de tipo de cambio flexible y 0 en caso contrario. Corresponde a 2010 basada en clasificación del FMI (*De Facto*)
- Apertura financiera: índice de Chinn-Ito, 2011 (medida *De Jure*).
- Apertura comercial: suma de exportaciones e importaciones como porcentaje del PIB, 2011 o 2012 según disponibilidad.

Condiciones cíclicas:

- Participación de exportaciones de materias primas, excluyendo combustibles, en exportaciones totales (proxy de comportamiento de términos de intercambio): porcentaje, valor 2012 (*UNCTAD statistics*)
- Déficit de cuenta corriente: porcentaje del PIB, proyección 2013 (*World Economic Outlook*).

- Exportaciones a China: porcentaje del total de exportaciones, valor 2012 (*UNCTAD statistics*)

La tabla 1 presenta los resultados de las regresiones de corte transversal para cada una de las medidas de desempeño consideradas. Dada la alta correlación entre las medidas de solidez macro-institucional (rating S&P, SFI, profundidad financiera e inflación anual), se optó por incluir separadamente cada una de estas variables en regresiones alternativas. Lo mismo se hizo para participación de exportaciones de materias primas y déficit de cuenta corriente. Así, las regresiones reportadas son las que tienen mayor bondad de ajuste (R²) entre las opciones consideradas para cada variable dependiente (CDS, TCN, tasa larga y bolsa).

Tabla 1: Estimaciones de corte transversal

VARIABLES	Variación acumulada entre 01/05/13 y 25/10/13			
	CDS	TCN	Tasa larga	Bolsa
Solidez macro-institucional				
Rating S&P	--	--	--	--
Fragilidad institucional (índice)	3.675***	--	0.973	-0.705
Inflación	--	0.616*	--	--
Integración internacional				
Apertura financiera (índice)	-5.072	-1.650***	-13.059**	-0.147
Apertura comercial (X+M % PIB)	0.021	-0.034***	-0.277	-0.034
Flexibilidad cambiaria (dummy)	2.931	3.123**	-5.505	-1.880
Condiciones cíclicas				
TDI (X comm no fuel % X totales)	0.378**	0.089***	--	-0.183**
Déficit de cuenta corriente (% PIB)	--	--	6.968**	--
Países	32	35	30	33
R ²	0.572	0.727	0.437	0.242

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Los resultados confirman la relevancia de variables estructurales y cíclicas para explicar diferencias de desempeño entre países. Por un lado, controlando por condiciones cíclicas, países con mayor solidez macro-institucional y mayor apertura comercial y financiera muestran menores ajustes de precios en el período de análisis. Por otro lado, controlando por características estructurales y/o políticas, países con mayor dependencia de

financiamiento externo (mayor déficit de cuenta corriente) y mayor participación de exportaciones de materias primas no combustibles han sido relativamente más afectados.

¿Qué características tienen en común los BIITS?

Como vimos en la primer parte de este trabajo, entre los países más afectados destacan grandes economías emergentes: Brasil, India, Indonesia, Turquía y Sudáfrica (también conocidos como BIITS). Considerando las características que resultan significativas en nuestras regresiones, este grupo de países destaca por un pobre desempeño macro-institucional (alta inflación, fragilidad institucional y pobre clasificación de riesgo soberano), acompañada por una alta dependencia del financiamiento externos (elevado déficit de cuenta corriente) (tabla 2).

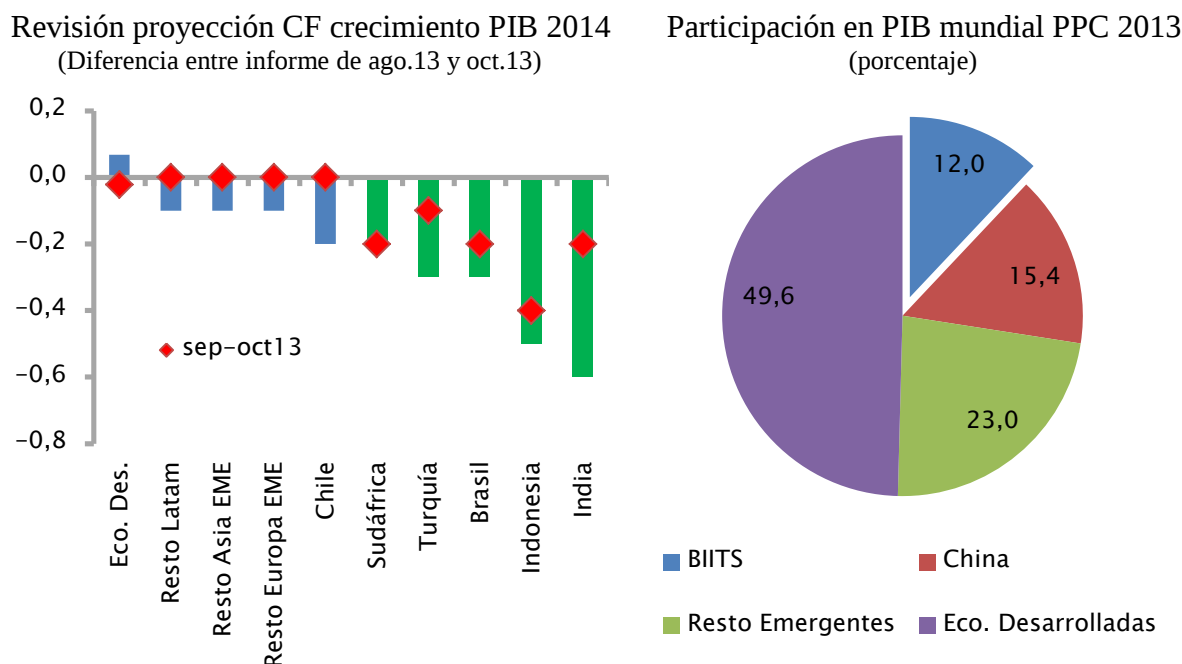
Tabla 2: Indicadores para muestra de países

País	Solidez macro-institucional		Integración internacional		Condiciones cíclicas	
	Fragilidad institucional	Inflación	Apertura comercial	Apertura financiera	X comm no fuel (% X tot)	SCC (% PIB)
Colombia	11,0	2,2	38,7	-0,1	15,4	-3,4
Brasil	6,0	6,1	26,5	-0,1	49,1	-2,4
Chile	2,0	2,1	68,1	1,4	81,6	-4,0
Perú	6,0	2,1	49,9	2,4	62,2	-3,5
México	5,0	3,7	66,9	1,1	10,5	-1,0
Malasia	5,0	2,2	163,0	-1,2	17,3	6,0
Rep. Corea	0,0	2,4	109,9	0,9	4,4	2,7
China	6,0	3,0	58,7	-1,2	5,4	2,6
Filipinas	11,0	3,1	64,8	-1,2	16,0	2,4
Indonesia	9,0	5,6	50,1	-0,1	28,0	-3,3
India	13,0	10,8	55,4	-1,2	17,4	-4,9
Tailandia	7,0	3,0	148,8	-1,2	19,7	1,0
Rumania	4,0	4,6	85,1	2,4	13,5	-4,2
Rep. Checa	1,0	2,3	150,7	2,4	8,0	-2,1
Polonia	0,0	1,9	92,0	0,1	17,7	-3,6
Rusia	7,0	6,9	51,6	0,7	9,7	2,5
Bulgaria	3,0	2,1	137,0	2,4	32,1	-1,9
Hungría	0,0	3,2	181,8	2,4	11,3	2,1
Turquía	7,0	6,6	58,0	0,1	16,0	-6,8
Ucrania	6,0	0,5	110,3	-1,9	34,7	-7,9
Sudáfrica	8,0	5,8	59,6	-1,2	39,1	-6,4
BIITS	8,0	6,1	55,4	-0,1	28,0	-4,9
Latam 4	5,5	2,2	58,4	1,3	38,8	-3,4
Asia EM	6,0	3,0	109,9	-1,2	16,0	2,6
Europa EM	3,0	2,3	110,3	2,4	13,5	-2,1

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Bloomberg, Fondo Monetario Internacional, Naciones Unidas y Banco Mundial.

En línea con esto, los BIITS presentan mayores revisiones a la baja en sus proyecciones de crecimiento para el 2014 desde el último IPoM. La fragilidad de este grupo es un elemento importante a considerar, considerando que representan alrededor de $\frac{1}{4}$ del PIB de las economías emergentes (12% el PIB mundial del 2012, medido a paridad de poder de compra) (Figura 5).

Figura 5: Revisión de crecimiento 2014 de BIITS y su participación PIB mundial



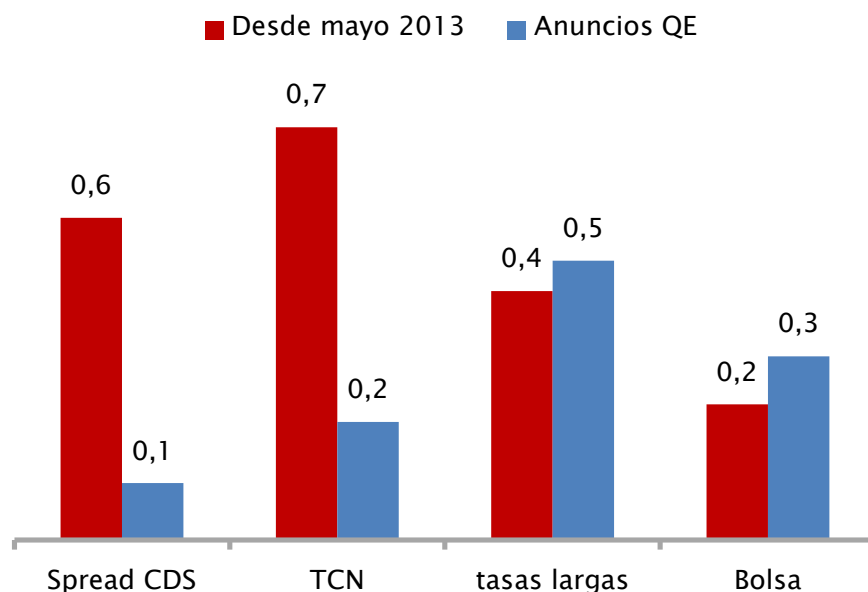
Fuente: Consensus Forecast y World Economic Outlook (FMI).

¿Cómo se compara diferenciación actual con lo observado luego de los anuncios de relajamiento cuantitativo?

Para responder esta pregunta se estiman las regresiones anteriores pero se considera la variación promedio acumulada en los sesenta días posteriores a los anuncios de relajamiento cuantitativo en Estados Unidos (QE1, QE2 y QE3). Se compara la bondad de ajuste de estas regresiones con la de regresiones que explican diferencias en desempeño reciente.

Los resultados se presentan en la figura 6 y muestran que las características estructurales y cíclicas incluidas en nuestro análisis son capaces de explicar una mayor proporción de las diferencias de desempeño entre países en la actualidad comparada con períodos inmediatamente después de los anuncios de relajamiento cuantitativo. Esto sugiere una mayor diferenciación en el período reciente.

Figura 6: Bondad de ajuste de estimaciones de corte transversal



Fuente: Elaboración propia.

3. CONCLUSIONES

A partir de mayo 2013, luego de la reunión del FOMC, se generan expectativas de adelanto del recorte de estímulo monetario de Estados Unidos, las que se moderan en septiembre. Esto, junto con la desaceleración de la economía china, gatillan ajustes de precios de activos financieros en economías emergentes.

En el período de análisis, la respuesta de precios es diferenciada entre países. Encontramos que más allá de diferencias en condiciones cíclicas, existe diferenciación por características estructurales. En este sentido, la solidez macro-institucional y una mayor integración internacional son aspectos favorables o fortalezas que distinguen las respuestas observadas entre países desde mayo pasado.

Brasil, Indonesia, India, Turquía y Sudáfrica (BIITS) muestran mayores ajustes en precios financieros en el período de análisis. Estos países destacan por su fragilidad institucional acompañada de alta inflación y elevado déficit de cuenta corriente. En línea con una mayor vulnerabilidad, registran mayores revisiones a la baja desde el último IPoM en proyecciones de crecimiento 2014 de *Consensus Forecasts*.

Entre las características que resultan significativas para explicar las distintas respuestas entre países, Chile destaca por sus fortalezas estructurales: solidez macro-institucional, reflejada en baja inflación, alto rating de deuda soberana y estabilidad institucional, y una alta integración comercial y financiera con el resto del mundo. Aspectos que son relativamente más vulnerables son la alta participación de materias primas en las

exportaciones totales y un alto déficit de cuenta corriente, aunque gran parte de este último es financiado con inversión extranjera directa.

Finalmente, al comparar respuestas recientes con las registradas inmediatamente después de los anuncios de relajamiento cuantitativo, se encuentra una mayor diferenciación en las respuestas entre países en la actualidad, explicadas por diferencias en características estructurales y cíclicas.



GERENCIA DE DIVISIÓN ESTUDIOS
GERENCIA DE ANÁLISIS MACROECONÓMICO

EFFECTOS REALES DE CAMBIOS EN EL PRECIO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Autores: Lucas Bertinatto
Javier García-Cicco
Santiago Justel
Diego Saravia

I. Introducción

A mediados de la última década, los costos de generación eléctrica en Chile exhibieron un fuerte aumento, lo que se tradujo en alzas de las tarifas residenciales e industriales. En general, los aumentos en el precio de la electricidad reducen el ingreso disponible de los hogares para otros usos y aumentan los costos de las firmas. Esto influye sobre otras decisiones que toman estos agentes, lo cual puede redundar en la inversión, la actividad económica, el empleo y los salarios reales, entre otras variables agregadas.

Diversos informes sobre el sector eléctrico han señalado la posibilidad de que a mediano plazo se produzcan aumentos adicionales en el precio de la energía en Chile, dependiendo del ritmo de materialización y de los costos de las nuevas inversiones en generación y transmisión, el crecimiento de la economía y los requerimientos de energía, la recomposición de la matriz energética y la evolución de los precios de combustibles.

En este contexto, es pertinente analizar los efectos de variaciones en el precio de la electricidad sobre el desempeño de la economía chilena. La revisión de la literatura arroja una gama de resultados que deja en evidencia la dificultad para cuantificar los efectos macroeconómicos de este tipo de shock. En esta nota presentamos tres ejercicios alternativos y complementarios que intentan anticipar y medir los efectos reales que tendrían un shock al precio de la energía eléctrica en la economía chilena.

En primer lugar, empleando un modelo simple de Ciclos Reales, basado en Kim y Loungani (1992), se analizan los efectos que un aumento permanente en el precio de la energía tendría en el estado estacionario de la economía. La simplicidad del modelo de Kim y Loungani facilita la comprensión de algunos de los mecanismos a través de los cuales un cambio en el precio de la energía eléctrica influye sobre el estado estacionario de la economía. Este ejercicio simple ilustra la relevancia y sensibilidad de los resultados respecto de dos parámetros claves: la importancia de la energía dentro de los costos y el grado de complementariedad entre energía y capital en la función de producción.



En segundo lugar, se utiliza un modelo estocástico de equilibrio general dinámico de economía abierta (modelo MAS) para realizar un ejercicio equivalente al anterior. El modelo MAS incorpora la energía en la función de producción, así como bien de consumo de los hogares. El ejercicio se realiza para una gama de elasticidades de sustitución entre energía y el resto de los factores productivos en la producción, así como para una gama de elasticidades de sustitución entre la energía y el resto de los bienes en el consumo. Se comparan los estados estacionarios en función de las distintas parametrizaciones y se analizan las dinámicas de transición.

En tercer lugar, se presenta un análisis empírico basado en datos de plantas industriales chilenas. Utilizando datos provenientes de la Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA), se estudian los efectos que cambios en el precio de la energía eléctrica sobre la inversión y el empleo a nivel plantas.

Los resultados de los ejercicios realizados son sensibles al valor de la elasticidad de sustitución entre energía y el resto de los factores productivos. Cuando existe un alto grado de complementariedad (baja sustitución), un shock permanente de 10% en el precio de la energía eléctrica induce caídas en el PIB de estado estacionario van entre -0.3% y -0.4%. Respecto al consumo de estado estacionario, los modelos utilizados presentan mayor disparidad en los resultados. En el caso en el que se supone un alto nivel de complementariedad entre energía y el resto de los factores productivos, el modelo de Kim y Loungani (1992) y el modelo MAS anticipan caídas de -0.6% y -1.2% respectivamente y en el caso de la inversión, las caídas se ubican alrededor de -1%. Por otra parte, si la elasticidad de sustitución tanto en producción como en consumo es mayor, los efectos de un aumento del precio de la electricidad en el PIB, el consumo y la inversión son menores.

Las regresiones realizadas con los datos de establecimientos industriales sugieren que un aumento del 10% en el precio de la energía eléctrica generaría una caída de -1.9% en el nivel de inversión, pero no se detectan efectos relevantes sobre el empleo.

El trabajo está organizado de la siguiente manera. En la sección II se presenta un breve resumen de las principales conclusiones y resultados de los trabajos previos de la literatura. En la sección III se muestran y analizan los efectos sobre el estado estacionario que anticipa el modelo de Kim y Loungani (1992). En la sección IV se exponen y estudian los resultados según el modelo MAS. En la sección V se presenta el análisis basado en los datos de plantas industriales chilenas. Finalmente, la sección VI concluye.



II. Revisión de la Literatura

Esta sección resume los resultados y conclusiones de los principales trabajos de la literatura respecto del impacto de cambios en el precio de la energía. Aunque el interés de esta nota es cuantificar los efectos de cambios en el precio de la energía eléctrica, la mayor parte de la literatura se ha enfocado en el impacto del shock al precio del petróleo. Dado que la electricidad y el petróleo son insumos energéticos ampliamente usados en producción y consumo, creemos que las conclusiones derivadas de un shock petrolero son de utilidad para entender los efectos de un shock al precio de la electricidad.

Efectos en el Corto Plazo

Las principales conclusiones que surgen de la revisión de los papers empíricos que estudian los efectos en el corto plazo son:

- a) Los incrementos en el precio del petróleo han tendido a generar o agravar recesiones económicas en países que son importadores netos de energía (Hamilton, 1983; Burbidge y Harrison, 1984).¹
- b) Los incrementos en el precio del petróleo generan aumentos en la movilidad intersectorial de trabajadores en EEUU (Davis y Haltiwanger, 2001).
- c) Los economistas no se han puesto de acuerdo en determinar cuál ha sido la influencia de la respuesta de política monetaria en las caídas del nivel de actividad que se produjeron con posterioridad a los incrementos en el precio del petróleo.²
- d) Los efectos de shocks al precio del petróleo han sido asimétricos. Si bien aumentos en general han sido acompañados de caídas en el nivel de actividad, no se han observado expansiones cuando el precio cayó (Mork, 1989; Hamilton, 2000; Mork, Elsen y Mysen, 1994).
- e) Los efectos de incrementos del precio del petróleo sobre el nivel de actividad se han atenuado en los últimos años (Burbidge y Harrison, 1984; Blanchard y Galí, 2010; De Gregorio, Landerretche y Neilson, 2007).
- f) Los efectos sobre el nivel de actividad han sido diferentes según la causa que originó el aumento del precio del petróleo (crecimiento de la actividad mundial, aumento de la demanda específica de petróleo o caída de la oferta de petróleo) (Peersman y Van Robays, 2011; Pedersen y Recaurte, 2013).

¹ Ver tabla Apéndice A para un mayor detalle de los efectos cuantitativos calculados en los papers empíricos.

² Mientras que algunos economistas, como Hamilton y Herrera (2004), consideran que la respuesta de política monetaria no tuvo un rol fundamental en explicar las caídas del nivel de actividad, otros economistas, como Bernanke, Gertler, y Watson (1997) o Segal (2008), consideran a la respuesta de política monetaria como la principal responsable de las caídas del nivel de actividad que se produjeron con posterioridad a los incrementos del precio del petróleo.



El costo del petróleo es una fracción pequeña del costo total de producción. Lo mismo sucede con el consumo de petróleo en relación al consumo total de bienes. Esto impide que los modelos estándares sean capaces de replicar la magnitud de las caídas en el nivel de actividad que se han observado en la mayoría de los episodios de aumentos del precio del petróleo.

Es por esto que los economistas han incorporado al modelo neo-keynesiano estándar distintos supuestos que ayudan a replicar mejor los efectos de corto plazo observados en la economía. Algunos de estos supuestos son:

- i) Competencia imperfecta en el mercado de bienes: refuerza la caída de la demanda de factores productivos que se produce como consecuencia del aumento en el precio de la energía (Rotemberg y Woodford, 1996).
- ii) Complementariedad entre capital y energía: refuerza la caída de la demanda de capital que se produce como consecuencia del aumento en el precio de la energía (Finn, 2000).
- iii) Ajuste endógeno de la política monetaria: la tasa de interés real aumenta como consecuencia de las presiones inflacionarias provocadas por el aumento en el precio de la energía (Blanchard y Galí, 2010; Soto y Medina, 2005; Kormilitsina, 2010).
- iv) Falta de credibilidad en la autoridad monetaria: aumenta el trade-off entre estabilidad de precios y nivel de actividad (Blanchard y Galí, 2010).
- v) Rigideces en los salarios reales: refuerza el incremento en el desempleo que se produce como consecuencia del aumento en el precio de la energía (Blanchard y Galí, 2010; Soto y Medina, 2005).
- vi) Efecto riqueza negativo: transferencia de riqueza de importadores a exportadores neto de petróleo como consecuencia del aumento en el precio del petróleo (Soto y Medina, 2005).
- vii) Costos de movilidad intersectorial del trabajo: refuerza el incremento en el desempleo que se produce como consecuencia del aumento en el precio de la energía (Hamilton, 1988).
- viii) Aumentos de la incertidumbre: refuerza la caída de la inversión y del capital que se produce como consecuencia del aumento en el precio de la energía (Bernanke, 1983).

No existe consenso entre los economistas en determinar cuál o cuáles han sido los principales mecanismos que explican mejor los hechos estilizados previamente mencionados.

La mayor parte de la literatura se ha concentrado en los efectos sobre el nivel de actividad efectivo o PIB. Sin embargo, los mecanismos aquí presentados ayudan a analizar si hay y cuáles deberían ser los efectos de incrementos permanentes del precio del petróleo en el PIB potencial.



Por un lado, supuestos como la complementariedad entre energía y capital, o competencia imperfecta en el mercado de bienes anticipan caídas en el PIB potencial ante aumentos permanentes en el precio del petróleo. Esto se debe a que los niveles de pleno empleo de los factores productivos caerían como consecuencia del shock.³ Por el otro lado, el mensaje de los papers que asignan una mayor responsabilidad a la política monetaria es que el efecto sobre el PIB potencial no debería ser tan significativo. La razón de esto radica en el hecho que, en principio, la política monetaria no debería influir en el nivel de pleno empleo de los factores productivos ni en la tendencia de la productividad total de los factores (PTF).

Efectos en el Largo Plazo

Teniendo en cuenta que la creencia general es que la tendencia de la PTF es la principal responsable del crecimiento económico per cápita en el largo plazo, los papers empíricos que estudian los impactos sobre la tasa de crecimiento de largo plazo se han focalizado en evaluar los efectos de shocks energéticos sobre la tasa de crecimiento de la PTF.^{4 5} El estudio de la evidencia histórica se ha limitado, casi exclusivamente, a la discusión sobre las causas de la desaceleración del crecimiento de la PTF que se observó en la década de 1970.⁶

Fisher (1988) resumió algunos de los trabajos de la literatura que intentaron explicar la caída en el crecimiento de la actividad que se produjo a nivel mundial a partir de principios de 1970. La literatura asignó como el principal culpable de dicha caída a la disminución en la tasa de crecimiento de la productividad que, al ser generalizada, no puede ser atribuible a circunstancias especiales de cada país. Por la coincidencia temporal, uno de los factores más recurridos en la literatura para explicar la caída en el crecimiento de la productividad han sido los shocks al precio del petróleo. Sin embargo, Fisher concluye que economistas aún eran incapaces de precisar la contribución relativa de cada una de las posibles causas a la desaceleración de la productividad.

³ El PIB potencial es definido como el nivel de producción compatible con estabilidad de precios. Suele calcularse utilizando los niveles de pleno empleo del capital y trabajo, y la tendencia de la productividad total de los factores como argumentos de la función de producción. Los niveles de pleno empleo de capital y trabajo son, justamente, los que son compatibles con estabilidad de precios. Dado que en estado estacionario se cumple estabilidad de precios, los niveles de capital y trabajo de estado estacionario suelen ser considerados como los niveles de pleno empleo de los factores productivos.

⁴ Dado que la PTF es una variable inobservable que suele obtenerse de forma residual, los estudios que intentan calcular si existe o no correlación pueden estar viciados de problemas de medición. Ver Hall (1991) para un mayor detalle.

⁵ Si la función de producción incluye como variables explicativas únicamente al capital físico, al trabajo y a la PTF, y esta última se calcula en forma residual, la misma incluirá resumirá el comportamiento de todo aquello que mueve la producción y que no es explicado ni por trabajo ni por capital físico (capital humano, uso de la energía, avances tecnológicos, etc.).

⁶ Esta desaceleración fue un fenómeno que se prolongó durante la década y fue interpretado como un cambio de tendencia, por esto se lo considera como una caída en la tasa de crecimiento de largo plazo.



Olson (1988) exploró extensivamente la relación entre incrementos en el precio del petróleo y cambios en la PTF. Concluyó que la evidencia no respaldaba un rol fundamental del precio del petróleo en explicar la desaceleración de la PTF que se produjo durante la década del 70, porque el costo de la energía era demasiado pequeño para explicar el comportamiento de la productividad. Según Barsky y Kilian (2004), esta teoría es ampliamente aceptada hoy en día.

Los modelos de crecimiento suelen ser agrupados en dos grandes categorías, modelos de crecimiento exógeno y modelos de crecimiento endógeno, de acuerdo a la capacidad del modelo para explicar el crecimiento por factores exógenos o endógenos al mismo.

El modelo de Solow (o modelo neoclásico) es el modelo estándar de crecimiento que sirve de base a los modelos de crecimiento exógeno. Según este modelo, ninguna economía puede crecer en el largo plazo acumulando capital debido a la existencia de rendimientos marginales decrecientes del capital. El progreso tecnológico es la única causa por la cual una economía puede crecer en términos per cápita en el largo plazo. Incluso si la energía entrase en estos modelos como insumo de producción—no es el caso—cambios en el precio de la energía no afectarían la tasa de crecimiento de largo plazo ya que los shocks tecnológicos son exógenos, es decir, los modelos no explican ni el origen ni los factores que influyen en la PTF.

Para lograr que el modelo genere endógenamente tasas de crecimiento positivas en el largo plazo, los modelos de crecimiento endógeno modificaron la forma funcional de la función de producción (permitiendo nuevas tecnologías), y/o permitieron que el progreso tecnológico sea el resultado de la decisión de firmas y/u hogares (introduciendo nuevos factores reproducibles, como por ejemplo el capital humano). De esta manera, se eliminaron los rendimientos marginales decrecientes (no necesariamente para el capital físico) y se logró una tasa de crecimiento positiva en el largo plazo sin la necesidad de acudir a factores exógenos.

Existen especificaciones de la tecnología para las cuales podría darse crecimiento endógeno. El ejemplo más sencillo es el modelo AK, en el que el producto se supone lineal en el capital. Los modelos de Romer (1990), Rebelo (1991), Grossman y Helpman (1991), y Aghion y Howitt (1992), en cambio, permitieron que el progreso tecnológico sea el resultado de la decisión de los agentes. En este tipo de modelos, en el largo plazo la economía crece a una tasa constante que depende del avance tecnológico (que es función de la inversión en investigación y desarrollo, inversión en capital humano, etc.).

Algunas modificaciones a los modelos anteriores han permitido evaluar el impacto de cambios en el precio de la energía sobre el crecimiento de largo plazo. Van Zon y Yetkiner (2003) extienden el modelo de Romer (1990) considerando a la energía como un insumo necesario para la utilización del capital en la producción. Se basa en una economía cerrada en la que la oferta de energía es infinita y se supone el precio real de la energía crece a una tasa constante exógena. En este contexto, el modelo predice que en el largo plazo la tasa de crecimiento dependerá



negativamente de la tasa de crecimiento en el precio real de la energía. La razón es que incrementos en el precio real de la energía disminuyen el beneficio de utilizar el capital, cayendo así los incentivos a invertir en investigación y desarrollo.

Berk y Yetkiner (2013) desarrollan un modelo de crecimiento endógeno con dos sectores basados en el modelo de Rebelo (1991), incluyendo a la energía como input en la producción del bien de consumo. Al igual que el modelo de van Zon y Yetkiner, se basa en una economía cerrada en la que la oferta de energía es infinita y se supone el precio real de la energía crece a una tasa constante exógena. El modelo permite demostrar que la tasa de crecimiento del precio del petróleo tiene un impacto negativo en la tasa de crecimiento del uso energético y del PIB real, conclusiones que son consistentes con lo obtenido por van Zon y Yetkiner (2003).

Ambos papers obtienen una relación negativa entre la tasa de crecimiento del precio del petróleo y del nivel de actividad en el largo plazo, no así entre el nivel del precio del petróleo y la tasa de crecimiento de la actividad.

III. Análisis de un shock permanente en el precio de la energía según el modelo de Kim y Loungani (1992).

Kim y Loungani (1992) modifican el modelo de ciclos reales de Hansen (1985), incluyendo a la energía en la función de producción y modelando el precio relativo de la energía como un proceso exógeno estocástico. Con este modelo, Kim y Loungani buscaron determinar cómo influye la inclusión de shocks al precio de la energía en la estimación de la dependencia de los ciclos reales respecto a shocks tecnológicos no observados. Además, buscaron comparar como se modifica la estimación de la correlación entre salarios reales y horas trabajadas al incluir la energía en la función de producción.

Utilizando el modelo de Kim y Loungani - con trabajo divisible - se analizan los efectos que un aumento permanente en el precio de la energía eléctrica tendría en el estado estacionario de la economía.

El modelo supone que la energía entra como insumo en la función de producción pero no como bien de consumo en la función de utilidad. La especificación de la función de producción (1) permite “elegir” el grado de sustitución entre energía y capital. La función de utilidad (2) depende del consumo y el ocio, y es logarítmica. La economía es cerrada y se supone no existe gobierno, por lo que la producción se destina a consumo, inversión en bienes de capital y consumo de energía (3). Las ecuaciones que describen la economía son:

$$(1) y = \tau h^{\theta} [(1 - a)k^{-\nu} + ae^{-\nu}]^{-\frac{1-\theta}{\nu}}$$

$$(2) U(c, h) = \log(c) + A \log(1 - h)$$



$$(3) y \geq c + i + pe$$

Donde y es el valor bruto de producción, c es el consumo, i es la inversión, τ es la productividad total de los factores, h es el número de horas trabajadas, k es el capital, e es el consumo de energía, y p es el precio relativo de la energía. De esta manera, $s = \frac{1}{1+\nu}$ es la elasticidad de sustitución entre energía y capital.

Los parámetros son calibrados tal que el ratio entre masa salarial y valor bruto de producción es 50% (es decir, θ es igual a 0.5), la tasa de depreciación (δ) es 10%, el parámetro que define la utilidad por el ocio (A) es igual a 2 (implica que en estado estacionario se trabaja el 29% del tiempo disponible), la tasa de interés real en estado estacionario (r) es 0.03, el precio relativo del petróleo (p) se normaliza a 1, y el parámetro “ a ” es tal que $\frac{pe}{y}$ es igual a 3% en estado estacionario.

Se analizan los efectos sobre estado estacionario de un cambio de 10% en el precio relativo de la energía, suponiendo distintas elasticidades de sustitución entre energía y capital. Dejamos para la próxima sección la justificación de los valores de las elasticidades de sustitución entre energía y capital con los que se trabaja.

Tabla 1. Cambios porcentuales en los niveles de estado estacionario

	$s = 0.35$	$s = 0.45$	$s = 0.6$	$s = 1$
	(1)	(2)	(3)	(4)
PIB ⁷	-0.43	-0.41	-0.38	-0.29
PIB ⁸	-0.73	-0.71	-0.67	-0.58
Consumo	-0.61	-0.61	-0.60	-0.58
Inversión	-0.93	-0.87	-0.79	-0.58
Empleo (horas)	0.05	0.04	0.03	0.00
Salario Real	-0.61	-0.59	-0.59	-0.58

Según este modelo, un aumento permanente de 10% en el precio de la energía, generaría caídas en el nivel de actividad que van desde -0.29% a -0.43%, disminuciones en la inversión entre -0.58% y -0.93%, y en el consumo entre -0.58% y -0.61%. Por su parte, las variaciones en el empleo irían entre 0% y +0.05%, y el salario real caería entre -0.58% y -0.61%.

El modelo predice que el efecto negativo sobre el nivel de actividad, la inversión y el resto de las variables macroeconómicas es menor cuanto mayor es la elasticidad de sustitución entre energía y capital. Esto se debe a que mientras mayor es esta elasticidad, mayor es la capacidad de las firmas de reemplazar capital por energía - que se encarece - y menor es la caída en la demanda de capital

⁷ PIB medido a precios del estado estacionario inicial: $PIB = Y - P_0E = Y - E$ (dado el supuesto de $P_0=1$).

⁸ PIB medido a precios del estado estacionario final: $PIB = C + I = Y - PE$.



consecuencia del aumento en los costos marginales por el aumento en el precio de la energía. En el extremo, si se supusiera que la energía y el capital son sustitutos perfectos en la producción, el modelo predice que la inversión aumentaría en estado estacionario como consecuencia de un shock relativo al precio de la energía.

El modelo sirve como base para comenzar a entender los efectos reales que un shock al precio de la energía eléctrica podría tener sobre la economía chilena, enfatizando el rol protagónico que tiene el grado de sustitución entre la energía y el capital en la función de producción. Sin embargo, dada la simplicidad del modelo, no resulta conveniente utilizar el mismo para proyectar los efectos reales que tendría un aumento del precio de la energía eléctrica en la economía chilena.

IV. Análisis de un shock permanente en el precio de la energía según el modelo MAS

Al igual que la sección anterior, este ejercicio consiste en computar los cambios implicados para la economía ante un aumento permanente en el precio de la energía, describiendo tanto sus efectos en el largo plazo como las dinámicas en la transición.

El modelo MAS incluye un bien importado que es el petróleo, y que usaremos aquí como representativo de la energía. Este bien afecta a la economía por dos canales. Por un lado, entra en la función de producción como un insumo adicional al trabajo y al capital. Por otro lado, es un bien consumido por los hogares y por lo tanto forma parte de la canasta de consumo. Es decir, la función de producción de bienes locales es:

$$Y_H = A_H \left[(\alpha_H)^{\frac{1}{\omega_H}} V_H^{1-\frac{1}{\omega_H}} + (1 - \alpha_H)^{\frac{1}{\omega_H}} E^{1-\frac{1}{\omega_H}} \right]^{\frac{\omega_H}{\omega_H-1}}$$

Donde Y_H es la producción bruta, E es energía y $(1 - \alpha_H)$ es su participación en la producción, A_H es un shock de productividad transitorio, V_H es el valor agregado por capital y trabajo, y ω_H mide el grado de sustitución entre energía y valor agregado.

A su vez, la canasta de consumo es:

$$C = \left[(1 - \alpha_E)^{\frac{1}{\omega_C}} C_Z^{1-\frac{1}{\omega_C}} + (\alpha_E)^{\frac{1}{\omega_C}} C_E^{1-\frac{1}{\omega_C}} \right]^{\frac{\omega_C}{\omega_C-1}}$$

Donde C es el consumo, C_E el consumo de energía, C_Z es el consumo del resto de bienes, ω_C es el grado de sustitución entre ambos tipos de bienes y α_E es la participación de la energía en el IPC

El precio internacional de la energía, relativo al índice de precios externos (IPE), es una variable exógena en el modelo que tiene un valor exógeno de largo plazo. El ejercicio realizado consiste en



partir de un equilibrio de largo plazo caracterizado por la calibración original del modelo, y suponer un aumento permanente del 10% en el precio de la energía. Dado este cambio, analizamos los cambios en el equilibrio de largo plazo del modelo y computamos el nuevo equilibrio y el sendero de convergencia hacia este nuevo equilibrio.

Calibración

En la calibración que se utiliza para proyectar del modelo MAS, α_H y α_E están calibrados de forma de igualar la participación del petróleo en la producción bruta e igualar la participación de los combustibles en la última canasta del IPC respectivamente. Es decir, $(1 - \alpha_H)$ y α_E son 1% y 3% respectivamente.

En los ejercicios presentados $(1 - \alpha_H)$ y α_E pasarán a ser 2.1% y 2.7% respectivamente. $(1 - \alpha_H)$ se calibra tal que el ratio de consumo de electricidad como bien intermedio en la producción y el valor bruto de producción (de la Matriz Insumo - Producto, sin RRNN) sea 3%. α_E se obtiene directamente de la participación de la electricidad en la canasta del IPC.

Otros parámetros importantes que influyen significativamente en los resultados son la elasticidad de sustitución entre energía y los otros factores productivos por el lado de la producción y la elasticidad de sustitución entre energía y el resto de bienes de consumo por el lado de los hogares. En el modelo MAS, estos parámetros son estimados mediante técnicas Bayesianas. Sin embargo, esto no es posible en este caso al tratarse de un ejercicio de largo plazo. Al igual que en el modelo de Kim y Loungani (1992), analizamos el efecto de un incremento en el precio de la energía para distintos valores de estas elasticidades.

Se realizan cinco ejercicios distintos. En el primero de ellos (denominado base), los valores de las elasticidades de sustitución en la producción y el consumo coinciden con la parametrización original del MAS, 0.35 y 0.3 respectivamente, utilizadas para las proyecciones habituales del IPoM. En el segundo y tercer ejercicio, la elasticidad de sustitución en la producción aumenta a 0.45 y 0.6 respectivamente. Estos valores se acercan a los que son usados y estimados en la literatura.⁹ El cuarto ejercicio consiste en utilizar una elasticidad de sustitución en la producción igual a uno y el quinto consiste en suponer que tanto ésta como la elasticidad de sustitución en el consumo son igual a uno. Estos últimos ejercicios corresponden a casos extremos que han sido tratados en la literatura. El objetivo de estos últimos ejercicios es darle mayor flexibilidad a la economía para

⁹ Dos ejemplos donde utilizan valores similares son Gerlagh y Van der Zwaan (2003) y Paltsev et al. (2005). Ejemplos de trabajos donde estiman el valor de la elasticidad de sustitución son Werf (2007). Shen y Walley (2013), Dissou, Karnizova y Sun (2012). Por otra parte, Barker, Ekins y Johnstone (2005) hacen una gran revisión de la literatura respecto a la estimación de la elasticidad de sustitución de la energía en la función de producción y sus diversas complejidades.



ajustarse a los cambios derivados de un aumento permanente en el precio de la electricidad, situación que podría ser más consistente con el largo plazo.

Resultados

Antes de mostrar los resultados cuantitativos, se analizan cualitativamente y brevemente los principales efectos esperados ante un aumento permanente del precio de la energía. Una suba en el precio de la energía afecta a la economía por dos canales, el canal del consumo y la producción.

Por un lado, un aumento en el precio de la energía genera un efecto riqueza negativo (caída del poder adquisitivo real) que provoca una contracción en la demanda por todos los bienes consumidos. Esta contracción tiene efectos recesivos y generaría una depreciación del tipo de cambio real. También se produce un efecto sustitución que genera incentivos a incrementar el consumo del resto de los bienes de consumo y disminuir el consumo de energía. La magnitud de dicho efecto dependerá del grado de complementariedad entre energía y el resto de los bienes en el consumo de los hogares.

Por otro lado, al aumentar el precio de la energía, aumentan los costos marginales y se contrae la demanda de la energía y todos los factores productivos, contrayéndose la oferta agregada local y aumentando los precios, induciendo así una apreciación del tipo de cambio real.¹⁰ El incremento en el precio de los bienes producidos domésticamente genera un nuevo efecto riqueza negativo y un nuevo efecto sustitución en el consumo de los hogares. Por último, se produce un efecto sustitución que genera incentivos a sustituir energía por capital y trabajo en la producción. La magnitud de dicho efecto dependerá del grado de complementariedad entre energía y el resto de los factores productivos en la producción. Mientras mayor sea la capacidad de sustitución entre energía y el resto de los factores productivos, menor será la caída de la demanda de capital y trabajo (que se produce por el aumento de los costos marginales), y menor será el incremento en el precio de los bienes producidos domésticamente y los efectos sobre el consumo que a partir de él se generan.

Es de esperar que la actividad caiga en estado estacionario (excepto los efectos sustitución sean muy grandes), mientras que el efecto en el tipo de cambio real (TCR) dependerá de cuál de los efectos domine (la caída de la demanda o de la producción). Además de los efectos antes mencionados, el aumento en el precio de la energía tiene un efecto directo - aun si los agentes no reaccionaran - en el TCR, ya que el precio de la energía entra en el cálculo del IPC y, por tanto, sus aumentos - *ceteris paribus* - hacen que caiga el TCR.

¹⁰ En el largo plazo el efecto es solo en el nivel de precios y no en la inflación, ya que en el modelo MAS la misma se encuentra anclada a la meta fijada.



La Tabla 2 muestra el cambio porcentual en los valores de largo plazo del PIB, PIB resto, consumo, inversión, TCR y salarios reales para las cinco calibraciones alternativas. En línea con la intuición presentada anteriormente, la actividad disminuye prácticamente en todas las especificaciones. Cuando mayor es el grado de sustitución de energía tanto en el consumo como en la producción, los efectos reales son menores, dado que es más fácil sustituir el bien/insumo que se encarece en términos relativos por otros bienes.

En cuanto al efecto en el TCR, en el primer y segundo caso se observa una depreciación en el largo plazo, indicando que el efecto por la caída de la demanda estaría dominando. Para el resto de parametrizaciones, el efecto en el largo plazo es el de una apreciación real, que se atribuye a que tanto el efecto directo como la caída de la oferta estarían dominando a la caída de la demanda.

Esta apreciación en el tipo de cambio real impulsa el consumo de bienes transables en estado estacionario. En el modelo, bienes de consumo, como de inversión, están compuestos por bienes transables y no transables. Una apreciación del tipo de cambio real hace a los bienes transables relativamente más baratos, lo que genera un aumento en el consumo de estos. Esto ayudaría a explicar porque el modelo predice que la inversión puede terminar aumentando ante un aumento en el precio de la energía (parametrización 5).

La dinámica de las exportaciones sigue de cerca el efecto del tipo de cambio real. Las importaciones, en cambio, responden principalmente al hecho, ya explicado, de que la energía en este contexto es un insumo importado.

El comportamiento del salario real se explica por la caída en la demanda de trabajo y el aumento en la oferta de trabajo. Por un lado, al enfrentar un efecto riqueza negativo (por el aumento en el precio de la energía y de los bienes de consumo domésticos producidos con energía) la oferta de trabajo aumenta (cae el consumo de ocio). Por otro lado, la demanda de trabajo cae por el incremento en los costos marginales que genera incentivos a reducir la producción. Este último efecto es menor a medida que es mayor la elasticidad de sustitución entre energía y los factores productivos en la producción.

Por último, el consumo cae bajo todas las parametrizaciones analizadas y su comportamiento se explica por los efectos mencionados previamente.



Tabla 2. Cambios porcentuales en los niveles de estado estacionario

	Base	Elast sust prod=0.45	Elast sust prod=0.6	Elast sust prod=1	Elast sust prod y cons=1
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
PIB	-0.36	-0.31	-0.23	-0.11	0.00
PIB Resto	-0.43	-0.37	-0.28	-0.13	0.00
Cons. Priv.	-1.15	-1.03	-0.84	-0.53	-0.26
Inversión	-1.06	-0.90	-0.66	-0.27	0.07
TCR	0.31	0.18	-0.02	-0.32	-0.71
Salario Real	-1.19	-1.06	-0.86	-0.53	-0.25
Incidencias					
Cons. Total	-0.62	-0.56	-0.48	-0.33	-0.21
Inversión	-0.27	-0.23	-0.17	-0.07	0.02
Expor.	0.04	0.03	0.02	-0.01	-0.04
Impor.	-0.50	-0.46	-0.40	-0.30	-0.23
Total	-0.36	-0.31	-0.23	-0.11	0.00

La Figura 1 muestra las dinámicas de convergencia a los nuevos estados estacionarios. Tanto para el PIB como para la inversión, la respuesta inmediata (en uno a dos años) de la economía es mayor al cambio esperado en el largo plazo. El consumo, en cambio, converge gradualmente hacia su nuevo valor de largo plazo.

Más allá que en el largo plazo, el movimiento del TCR dependerá de que efecto predomine, en el corto plazo siempre se observa una apreciación por el efecto directo que se genera al aumentar el IPC por el aumento en el precio de la energía.

Finalmente, dado el incremento en la inflación *core* por los aumentos en los costos de producción, en todas las parametrizaciones la TPM se incrementa en el corto plazo según lo que prescribe la regla de política.



Figura 1. Transición al nuevo estado estacionario
(Desviaciones porcentuales respecto a Estado Estacionario original)

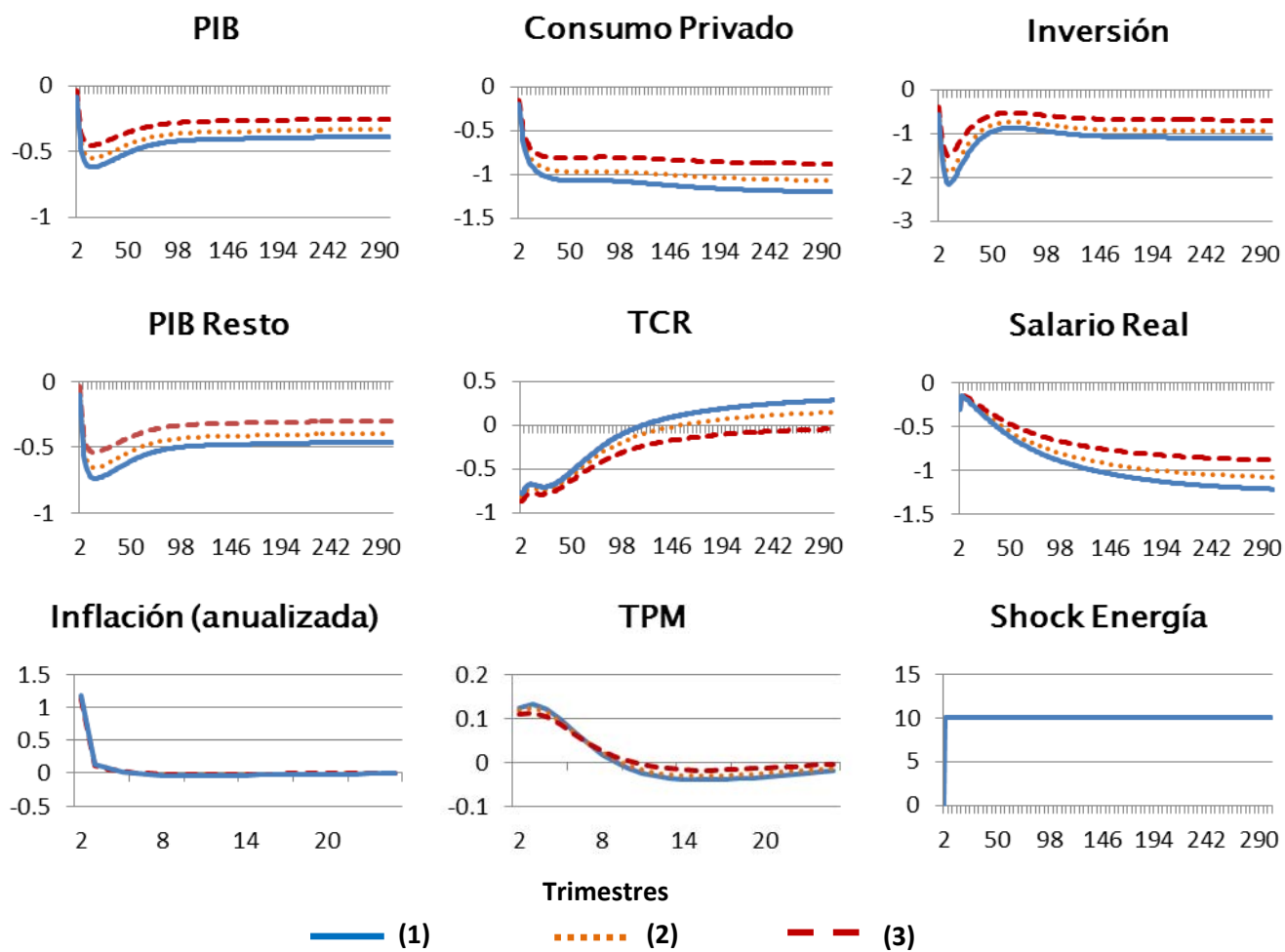
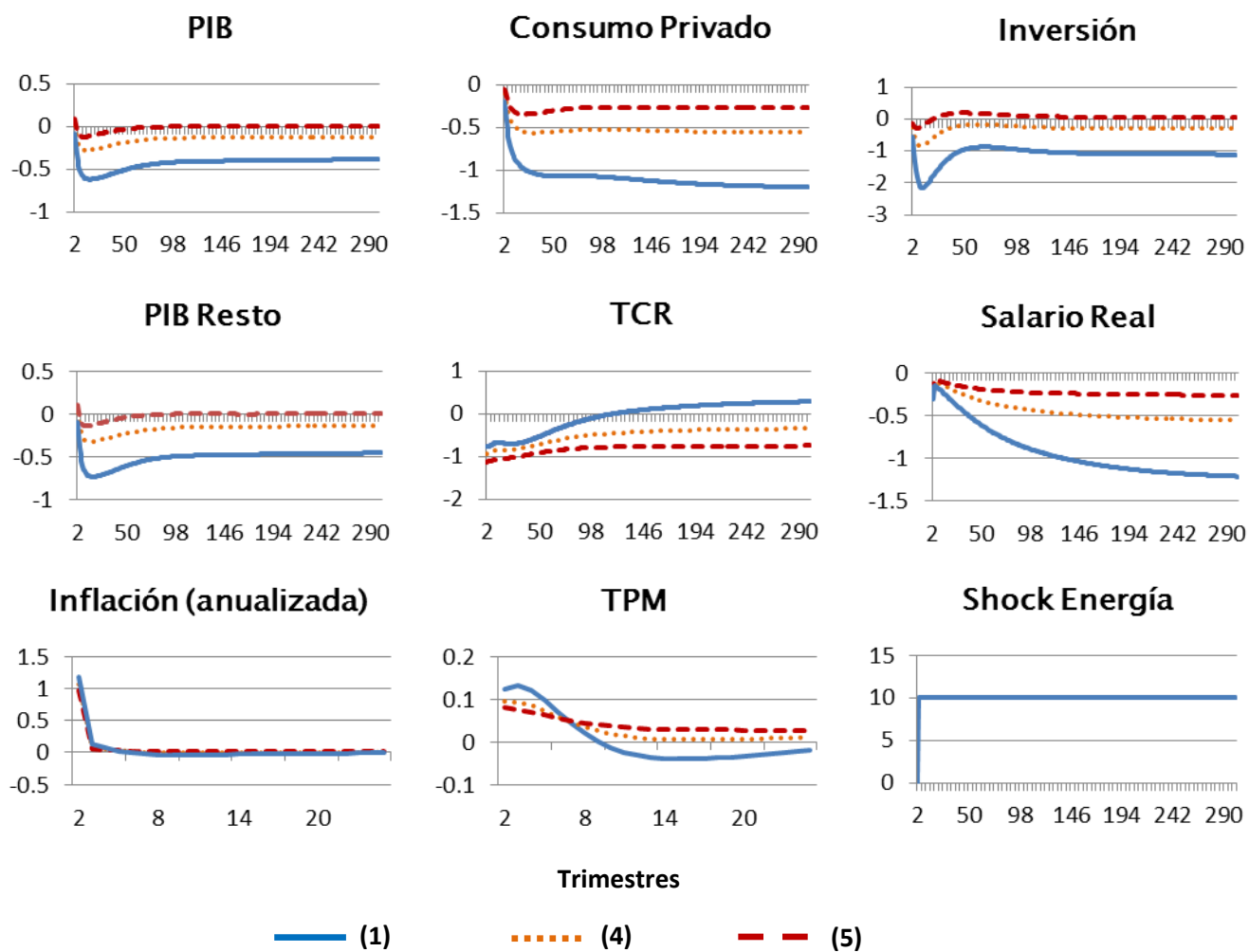




Figura 2. Transición al nuevo estado estacionario
(Desviaciones porcentuales respecto a Estado Estacionario original)





V. Evidencia a Nivel de Plantas

En esta sección se presentan estimaciones de los efectos que cambios en el precio de la energía eléctrica han tenido sobre la inversión y el empleo teniendo en cuenta datos a nivel planta.

Los datos provienen de la Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA) e incluye el período de tiempo que va desde 1979 al 2004. La ENIA incluye información de plantas con 10 o más empleados y contiene información detallada a nivel de planta agrupadas de acuerdo a la clasificación CIIU a 4 dígitos de desagregación. Dicha información incluye ventas, empleados, valor agregado, inversión y otros factores de producción (inputs) utilizados por las plantas.

En las estimaciones no fueron tenidas en cuenta plantas cuya calidad de la información podría estar en duda. Así se excluyeron plantas que no reportaban empleados, no tenían valor agregado, el valor de la producción era menor que el valor agregado reportado, el valor de las ventas era menor que el valor exportado, el valor agregado era negativo, etc. También, para eliminar el efecto de valores extremos en la estimación, se eliminaron los valores extremos de la variable inversión sobre capital. La base de datos terminó incluyendo entre 2.400 y 3.400 plantas.

La variable explicativa de interés es el precio de la electricidad que pagó cada planta (se construye dividiendo el gasto total en electricidad por planta por su consumo de electricidad). En las regresiones se incluyen variables referidas a las plantas que provienen de la ENIA: edad de la firma, depreciación, tasa de impuesto, valor agregado, tamaño de la planta, edad de la planta, y herfindahl (mide la concentración industrial de un sector particular). También se incluyen una variable referida al año (para capturar tendencia temporal) y variables indicativas de la situación macroeconómica (output gap y tasa de interés).

A continuación, se presenta la tabla que resume los coeficientes estimados de las regresiones referidas al nivel de inversión (respecto al capital, en logaritmo), el empleo (en logaritmo) y a la cantidad de electricidad demandada (en logaritmo) que se estiman utilizando la metodología de panel. En la primera columna, la variable dependiente es el ratio de inversión respecto al capital de la firma, en la segunda es el número de empleados de la firma y en la tercera la cantidad de electricidad utilizada.

La variable de interés es el precio de electricidad que pagó cada planta. Como se observa en la Tabla 3, un aumento de 1% en el precio de la electricidad reduciría el nivel de inversión en aproximadamente 0.18%, el nivel de empleo en 0.01% y la cantidad demanda de electricidad en aproximadamente 0.97%.



Tabla 3. Efectos de cambios en el precio de la electricidad: análisis a nivel plantas

	(1) Ln(Inversión/Capital)	(2) Ln(Empleo)	(3) Ln(Cantidad de Electricidad)
Ln(Precio Electricidad, Planta)	-0.185** (0.07)	-0.014* (0.01)	-0.968*** (0.019)
Valor Agregado	-0.11*** (0.03)	0.11*** (0.00)	0.31*** (0.01)
Tasa de Impuesto	1.69*** (0.45)	-0.05** (0.02)	-0.06 (0.05)
Depreciación	0.87*** (0.12)	-0.00 (0.00)	-0.00 (0.01)
Costo financiero	-0.09 (0.13)	0.00 (0.01)	-0.02 (0.04)
Año	-0.18*** (0.03)	-0.01*** (0.00)	-0.03*** (0.01)
Output Gap	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00*** (0.00)
Edad de la Firma	-0.03*** (0.00)	0.00*** (0.00)	0.02*** (0.00)
Herfindahl	-0.17** (0.06)	-0.01 (0.01)	-0.13** (0.04)
Tamaño según empleados:			
10-19	-0.77* (0.31)	-3.65*** (0.04)	-2.25*** (0.14)
20-49	-0.58* (0.29)	-3.10*** (0.04)	-2.00*** (0.14)
50-99	-0.44 (0.29)	-2.46*** (0.04)	-1.58*** (0.14)
100-199	-0.25 (0.28)	-1.84*** (0.04)	-1.19*** (0.14)
200-500	-0.03 (0.28)	-1.23*** (0.04)	-0.81*** (0.14)
Más de 500	0.15 (0.29)	-0.54*** (0.04)	-0.05 (0.13)
Constante	353.15*** (60.07)	32.81*** (5.94)	71.74*** (16.49)
Observations	6,025	9,864	9,864
Number of padron	2,419	3,403	3,403
Ch2	355.60346	89248.27892	7539.32239

Standard errors in parentheses. *** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05



VI. Conclusiones

La evolución futura de las tarifas eléctricas residenciales e industriales en el mediano y largo plazo dependerá del crecimiento de la demanda eléctrica, y de la evolución de la oferta energética y de la composición de la matriz energética. Entre los distintos escenarios, existe la posibilidad Chile deba enfrentar cambios en la matriz generadora de electricidad que impliquen aumentos en los costos de provisión y, por consiguiente, aumentos en el precio de la energía eléctrica.

Es relevante entonces estudiar los efectos reales que tendrían variaciones en el precio de la electricidad en la economía chilena. La revisión de la literatura arroja una gran amplitud de resultados y conclusiones que dejan en evidencia las dificultades que se presentan al intentar predecir los efectos macroeconómicos que tendría este tipo de shock.

En la presente nota se presentan tres ejercicios alternativos que intentan anticipar y medir los efectos reales que tendrían un shock al precio de la energía eléctrica en la economía chilena. Por un lado, utilizando dos modelos alternativos, se analizan los efectos que un aumento permanente en el precio de la energía eléctrica tendría en el estado estacionario de la economía. Por otro lado, utilizando datos de plantas industriales chilenas, se estudian los efectos que cambios en el precio de la energía eléctrica han tenido en la inversión y el empleo.

A continuación, se presenta una tabla que resume los efectos que tendría un aumento permanente del 10% en el precio de la energía eléctrica según cada uno de estos modelos.

Tabla 4. Cambios porcentuales respecto al estado estacionario

	Kim y Loungani (1992) ¹¹	MAS ¹²	Análisis a nivel firmas
PIB	-0.43	-0.36	--
Consumo	-0.61	-1.15	--
Inversión	-0.93	-1.06	-1.85
Empleo	0.05 ¹³	--	-0.14
Salario Real	-0.61	-1.19	--

Como se puede ver en la tabla anterior, suponiendo las mismas elasticidades de sustitución en el modelo de Kim y Loungani y en el modelo MAS, las caídas en el nivel de actividad de estado estacionario según los dos modelos serían de aproximadamente -0.4%. Sin embargo, el MAS anticipa mayores caídas en el resto de las variables (consumo, inversión y salario real). Si se

¹¹ Supone una elasticidad de sustitución de 0.35 entre capital y energía en la producción.

¹² Supone una elasticidad de sustitución de 0.35 entre capital-trabajo y energía en la producción, y una elasticidad de sustitución de 0.3 entre consumo CORE y consumo de energía.

¹³ Caída en horas trabajadas.



supusiera un mayor grado de sustitución de la energía en la producción y el consumo, las caídas en la actividad, consumo, inversión y salario real serían significativamente menores.

Por último, las regresiones estimadas con datos a nivel firmas indican que la inversión caería un -1.9% y el empleo -0.1% ante un aumento de 10% en el precio de la electricidad.

VII. Referencias Bibliográficas

Aghion P., Howitt P., 1992 (Marzo). A Model of Growth Through Creative Destruction. : *Econometrica*, vol 60, no 2, pp. 323-351.

Barker, Terry, P. Enkins y N. Johnstone, 1995. *Global Warming and Energy Demand*. Routledge, Londres, 40–65.

Barsky R.B., Kilian L., 2004. Oil and the macroeconomy since the 1970s. *The Journal of Economic Perspectives* 18 (4), 115–134.

Berk I., Yetkiner I. H., 2013 (Abril). *Energy Prices and Economic Growth: Theory and Evidence in the Long Run*. Izmir University of Economics, working paper 13/03.

Bernanke B.S., Gertler M., Watson M., 1997. Systematic Monetary Policy and the Effects of Oil Price Shocks. *Brookings Papers on Economic Activity* 1, 91-142.

Blanchard O.J., Galí J., 2010. The Macroeconomic Effects of Oil Price Shocks: Why Are the 2000s so Different from the 1970s? *International Dimensions of Monetary Policy*. National Bureau of Economic Research, 373–420.

Burbidge J., Harrison A., 1984. Testing for the Effects of Oil-Price Rises Using Vector Autoregressions. *International Economic Review* 25, 459-484.

Davis S.J., Haltiwanger J., 2001. Sectoral job creation and destruction responses to oil price changes. *Journal of Monetary Economics* 48, 465–512.

De Gregorio J., Landerretche O., Neilson C., 2007. Another Pass-Through Bites the Dust? Oil Prices and Inflation. *Central Bank of Chile Working Papers* 417.

Dissou, Yazid, Lilia Karnizova y Qian Sun, 2012. Industry-level Econometric Estimates of Energy-capital-labour Substitution with a Nested CES Production Function, Working Papers 1214E, Universidad de Ottawa, Department de Economía.

Finn M.G., 2000. Perfect competition and the effects of energy price increases on economic activity. *Journal of Money, Credit and Banking* 32 (3), 400–416.

Gerlagh, Reyer, y B. Van der Zwaan, 2003. Gross world product and consumption in a global warming model with endogenous technical change. *Resource and Energy Economics* 25, 35–57



Grossman G., Helpman E., 1991. Innovation and Growth in the Global Economy. Cambridge: MIT Press, chapters 1-5.

Hall R.E., 1989. Invariance Properties of Solow's Productivity Residual. NBER working paper 3034.

Hamilton J.D., 1983. Oil and the Macroeconomy since World War II. *Journal of Political Economy* 91, 228-248.

Hamilton J.D., 1988. A Neoclassical Model of Unemployment and the Business Cycle. *Journal of Political Economy*, vol 96, no. 31.

Hamilton J.D., 2000. What is an Oil Shock? *Journal of Econometrics* 113, 363-398.

Hamilton J.D., Herrera A.M., 2004. Oil shocks and aggregate macroeconomic behavior: the role of monetary policy: A comment. *Journal of Money, Credit and Banking* 36 (2), 265–286.

Kim I., Loungani P., 1992. The role of energy in real business cycle models. *Journal of Monetary Economics* 29, 173-189.

Kormilitsina A., 2011. Oil price shocks and the optimality of monetary policy. *Review of Economic Dynamics* 14, 199–223.

Medina J.P., Soto C., 2005. Oil Shocks and Monetary Policy in an Estimated DSGE Model for a Small Open Economy. Central Bank of Chile Working Paper 353.

Mork K.A., 1989. Oil and the Macroeconomy When Prices Go Up and Down: An Extension of Hamilton's Results. *Journal of Political Economy* 91, 740-744.

Mork K.A., Olsen O., Mysen H.T., 1994. Macroeconomic Responses to Oil Price. Increases and Decreases in Seven OECD Countries. *The Energy Journal*, vol 15, no 4.

Olson M., 1988 (Fall). The Productivity Slowdown, The Oil Shocks, and the Real Cycle. *Journal of Economic Perspectives* Vol. 2, Num. 4, 43–69.

Paltsev, Sergey, J. Reilly, H. Jacoby, R. Eckaus, J. McFarland, M. Sarofim, M. Asadoorian, y M. Babiker, 2005. The MIT Emissions Prediction and Policy Analysis (EPPA) model: Version 4.' MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change Report No. 125.

Pedersen M., Ricaurte M., 2013 (Junio). Efectos de Shocks al Precio del Petróleo sobre la Economía de Chile y sus Socios Comerciales. Central Bank of Chile Working Paper 691.

Peersman G., Van Robays I., 2011. Cross-Country Differences in the Effects of Oil Shocks. *Energy Economics* 34(5), 1532-1547.

Romer P. M., 1990. Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, vol 98, no 5, pt. 2.

Rotemberg J.J., Woodford M., 1996. Imperfect Competition and the Effects of Energy Price Increases. *Journal of Money, Credit and Banking* 28, 549-577.



Segal P., 2011. Oil price shocks and the macroeconomy. *Oxford Review of Economic Policy*, vol 27, no 1, pp. 169–185.

Shen, Keting y J. Whalley, 2013. Capital-Labor-Energy Substitution in Nested CES Production Functions for China, NBER Working Papers 19104, National Bureau of Economic Research, Inc.

Yetkiner I. H., von Zon A., 2003. An Endogenous Growth Model with Embodied Energy-Saving Technical Change. *Resource and Energy Economics*, 25, pp. 81-103.

VIII. Apéndice A

Autores	Metodología	Shock	Resultados
Peersman - Van Robays (2011)	VARs, estimación bayesiana, restricciones de signos	Aumento permanente de 10% en el precio del petróleo.	Shock a la oferta de petróleo: en algunos países caída entre -0.3% y -0.9% (los efectos se acentúan a partir del segundo año) en la act., en otros efectos nulos. Shock a la demanda de petróleo: caídas entre -0.1% y -2% en un año; en general no se revierten en el largo plazo. Shock a la demanda mundial: aumentos transitorios entre +0.1% y +0.7%, atenuándose en el largo plazo y en varios casos revirtiéndose.
Pedersen - Ricaurte (2013)	VARs, estimación bayesiana, restricciones de signos	Aumento permanente de 10% en el precio del petróleo.	Shock a la oferta de petróleo: caída de -0.3% y efectos nulos en la actividad en Chile y los SSCC en el largo plazo respectivamente. Shock a la demanda de petróleo: caída en forma permanente de -0.35% y -0.42% en Chile y los SSCC. Shock a la demanda mundial: aumento permanente de +0.3% en Chile y sus SSCC. Los efectos se hacen notorios en el segundo trimestre.
Blanchard - Galí (2010)	VARs	Aumento permanente de 10% en el precio del petróleo.	Con datos pre 1984: en el largo plazo caídas entre -1% y -0.5% (salvo Alemania y Japón) en la actividad y variaciones entre 0% y -0.75% a 3 años en el empleo. Con datos post 1984: caídas de hasta -0.4% (EEUU, Reino Unido) o aumentos leves (Alemania, Japón) en la act., variaciones entre +0.2% y -0.3% en el empleo.
Burbridge - Harrison (1984)	VARs	Aumento transitorio de una desviación estándar del precio del petróleo.	Caídas entre el -30% y -70% de la desviación estándar de la producción industrial de cada país. Los efectos no son permanentes. En general los mayores efectos sobre la producción industrial se observan al año y medio.
Hamilton (1983)	VARs.	-	Ninguna variable de EEUU que ayuda a predecir el comportamiento del nivel de actividad de EEUU, ayuda a anticipar cambios en el precio del petróleo.
Bernanke - Gertler - Watson (1997)	Agrega estructura a un VAR: supone que la política monetaria opera en la economía a través de la estructura temporal de las tasas de interés del mercado abierto y que los mercados financieros anticipan las distintas trayectorias de tasas.	Aumento transitorio de 1% en el precio del petróleo.	Con política monetaria endógena, se registra una pérdida acumulada de -0.045% en el PIB real anual durante 4 años. Si se especifica una trayectoria distinta a la tasa que fija la FED, suponiendo que la política monetaria no responde y los agentes anticipan esto, los niveles de producto y precios serían sensiblemente mayores.
Mork (1989)	Regresión considerando al logaritmo del cambio en el PIB como var. dependiente. Aumentos y caídas del precio del petróleo son consideradas variables distintas.		Coefficientes que acompañan al incremento real en el precio del petróleo: -0.03 en un trimestre y -0.05 en 4 trimestres. Coeficientes que acompañan a las caídas del precio del petróleo no significativos.
Bretschger (2013)	Para cada período de 5 años, estima regresiones donde el crecimiento económico per capita es la var. endógena y el logaritmo del uso de la energía es la var. exógena. Utiliza MCO.		En 6 de los 7 períodos, el efecto del uso energético sobre el nivel de actividad es negativo y en 5 de ellos estadísticamente significativo.
Mork, Olson, Mysen (1994)	Regresiones bivariadas (crecimiento del PIB como variable dependiente, y crecimiento del PIB rezagado, y subas y bajas en el precio del petróleo como variables independientes) y regresiones multivariadas (incorporando nuevas variables).		En general, en países importadores netos de petróleo hay correlación negativa y significativa entre tasas de crecimiento e incrementos en el precio real del petróleo; y hay correlación positiva pero no significativa entre tasas de crecimiento y caídas reales en el precio del petróleo. EEUU, Canada, Japón y Alemania muestran evidencia de asimetría en la respuesta del PIB a subas y bajas en el precio del petróleo.
Rotemberg - Woodford (1996)	Regresiones para el valor agregado privado real y para el salario real. Considera como variables explicativas el valor corriente y rezagado del cambio en el logaritmo del precio del petróleo en dólares, y valores rezagados del logaritmo del precio real del petróleo.	Aumento de 1% en el precio del petróleo. Luego del shock, el precio del petróleo sigue un proceso estimado a partir de un VAR bivariado (que explica el crecimiento nominal del precio del petróleo y el precio real del petróleo).	El producto privado cae aprox. -0.25% luego de 5 a 7 trimestres. El efecto se agrava en el segundo período. La caída es estadísticamente significativa recién desde el tercer trimestre en adelante. El salario real cae (caída estadísticamente significativa desde el primer año), la máxima caída ocurre en el segundo año (aprox. -0.1%).
Kormilitsina (2010)	SVAR. Incluye solo cambios positivos en el precio nominal del petróleo.	Aumento del 10% en el precio del petróleo. Impone restricciones de corto y largo plazo a la dinámica del precio del petróleo para predecir su comportamiento luego del shock. También testea considerando un proceso completamente exógeno para el precio del petróleo.	Utilizar las restricciones o suponer exógeno el proceso del precio del petróleo resulta en funciones de impulso respuestas que solo se diferencian marginalmente. El PIB, las horas, la inversión y la utilización del capital caen con el shock, acentuándose la caída a los 2 años y volviendo al estado estacionario después de 5 años.