

ESTIMACIÓN DE BRECHA Y TENDENCIA PARA LA ECONOMÍA CHILENA*

Gabriela Contreras M.
Pablo García S.**

I. MOTIVACIÓN

En los últimos años, la economía chilena ha experimentado un marcado debilitamiento en su crecimiento económico. A pesar de que durante el período 1994-1997 el promedio del crecimiento de la productividad del trabajo superó el 6% anual, desde el 2000 éste se encuentra entre 3% y 4%. Más aún, el tiempo transcurrido desde las crisis de Asia (1997) y de Rusia (1998) parece indicar que la evolución de la productividad y de las recientes tasas de crecimiento agregado han estado determinadas no sólo por factores cíclicos: la política monetaria se ha movido hacia una instancia claramente más expansiva y, desde 1999, las tasas de interés reales de largo plazo han caído fuertemente.

1. ¿Para Qué Se Necesita Medir la Brecha Productiva?

El debate existente sobre la naturaleza de la evolución de las tasas de crecimiento actual y proyectada de la economía chilena sirve para ilustrar la dificultad que se produce al intentar separar la tendencia del ciclo. Por un lado, estas pueden reflejar un cambio en el corto plazo de la expansión potencial de la productividad o, por otro lado, pueden ser sólo un síntoma de una demanda agregada debilitada. Lo mismo puede decirse de las diversas opiniones sobre el tamaño actual de la brecha de utilización de la capacidad. Esta dificultad es desafortunada, ya que ambas variables constituyen insumos principales para la formulación de las políticas monetaria y fiscal. En el caso de la brecha, la actual holgura en el mercado de factores y de bienes impacta en salarios y márgenes, determinando la presencia de presiones inflacionarias subyacentes. Además, la expansión de la utilización de la capacidad que se espera para los próximos trimestres

o años afectará las tendencias de estas presiones inflacionarias.

Debido a que desde 1999 la política monetaria en Chile ha seguido la llamada meta de inflación proyectada, en que la tasa de instancia de hoy es endógena al valor esperado o proyectado de la evolución de precios, los errores a un lado u otro de la brecha productiva o del crecimiento de tendencia pueden afectar el logro de esta meta. Además, a diferencia de los *shocks* de oferta o de precios relativos que se observan inmediatamente, tales como en el precio del petróleo o el tipo de cambio, la incertidumbre sobre el verdadero efecto de las presiones de precios subyacentes y de salario se viene a resolver cuando ya es muy tarde para aplicar la política monetaria. El mecanismo de transmisión de la política monetaria sobre la inflación a través del mercado del trabajo tiende a tener rezagos más largos.

Por el lado de la política fiscal, las dificultades son similares. Actualmente en Chile se busca lograr un superávit de 1% del PIB dentro del ciclo. Por lo tanto, con el propósito de fijar la evolución del gasto real durante la discusión anual del presupuesto, se requiere medir el tamaño de la brecha y del crecimiento potencial. Un vez más, el uso de supuestos sobre brecha o crecimiento potencial de corto plazo puede introducir sesgos en la política fiscal, los que pueden inducir impulsos demasiado grandes o insuficientes a la demanda agregada.

Desafortunadamente, la construcción de medidas de brecha de capacidad está plagada de dificultades. El primer enfoque de construcción de estas series, al que se dedicará la segunda sección de este artículo, está basado en los datos, dividiendo su aplicación en dos pasos. El primero corresponde a un ejercicio

* Preparado para la V Conferencia Anual del Banco Central de Chile. Agradecemos los comentarios de Juan Eduardo Coeymans, Rómulo Chumacero y Felipe Morandé. Las opiniones contenidas en este trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores y no representan necesariamente las del Banco Central de Chile.

** Gerencia de Análisis Macroeconómico, Banco Central de Chile. e-mail: gcontrer@bcentral.cl; pgarcia@bcentral.cl.

tradicional de contabilidad del crecimiento para obtener la productividad total de los factores (PTF). A continuación, en el segundo paso, se calcula el producto potencial, para lo cual se asume que los insumos (trabajo y capital) se ocupan de acuerdo con sus tasas de utilización de tendencia o normales. Este procedimiento es sensible a los supuestos realizados en ambos pasos. En el primero, la medición exacta de los insumos “verdaderamente” usados en el proceso productivo debe considerar cambios de calidad y de composición del trabajo y capital. Adicionalmente, las variaciones en el tiempo de la tasa de utilización no deben contabilizarse como fluctuaciones de la PTF. En el segundo paso se deben hacer supuestos sobre el uso de tendencia o normal de los insumos para volver hacia atrás y estimar el producto potencial.

En términos simples, y dejando de lado las tareas de medición relacionadas con las tendencias de la calidad, el enfoque basado en los datos requiere identificar *a priori* los componentes de ciclo y tendencia de los datos. Un típico caso es el de la tasa de utilización del capital, que desde el ejercicio clásico de Solow se asocia usualmente a la tasa de desempleo. Para construir el producto potencial (un ejercicio que Solow no buscaba) la función de producción se debe evaluar a una tasa de utilización “normal” (o sea a la tasa “natural” de desempleo definida de una forma particular). Así, es paradójico que un supuesto clave de identificación esté tan relacionado con el resultado del cálculo. Al plantear los dos pasos mencionados no se pretende burlar estas dificultades, sino subrayar el tipo de supuestos necesarios en este enfoque.

Para complementar las estimaciones basadas en los datos, la tercera sección usa una metodología simple para estimar directamente la brecha del PIB en modelos macroeconómicos de demanda y oferta agregadas. Típicamente, la brecha productiva sirve de insumo para modelos macroeconómicos, tales como los usados en este trabajo. Por esta razón, una alternativa al primer enfoque presentado consiste en estimar simultáneamente mediante técnicas de estado-espacio las relaciones entre variables macroeconómicas y el nivel no observado de la brecha de capacidad.

Este análisis coherente con los modelos requiere de supuestos de identificación. El primero de estos es

la especificación de los modelos macroeconómicos, particularmente la forma funcional y las variables excluidas. Esto resulta inevitable, no obstante, dado que las mismas medidas de brecha del PIB se usan en el contexto de modelos macroeconómicos específicos. El otro supuesto de identificación importante se relaciona con la volatilidad del producto potencial.

2. Trabajos Relacionados

El interés por el crecimiento potencial no es nuevo en Chile. Sin embargo, la mayor parte de la investigación referida al período anterior a 1997, en general no reconoce la importancia de las tareas de identificación que rodean la estimación.

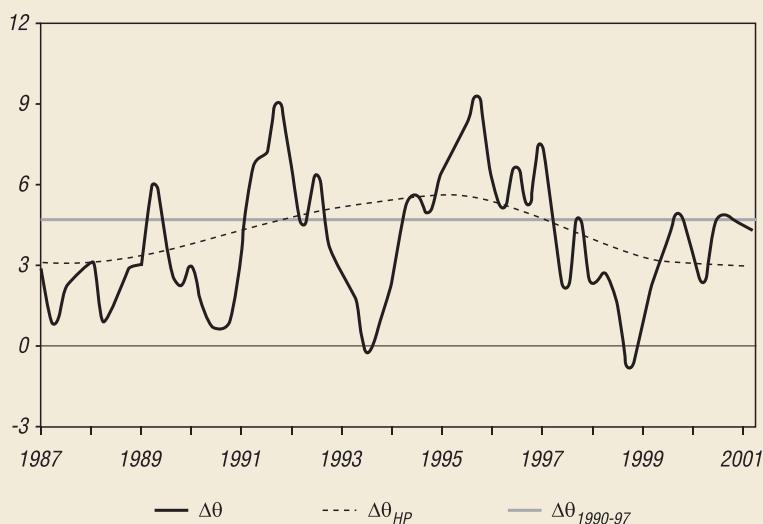
Combinando análisis de contabilidad de crecimiento y de regresiones, Roldós (1997) examina los determinantes del crecimiento económico y la relación entre este crecimiento y las presiones inflacionarias. El autor estima una función de producción agregada usando un vector de cointegración, que relaciona el PIB total y los factores productivos (capital y trabajo) ajustados por índices de calidad. Estos índices capturan los cambios en la composición que vuelven más productivo cada factor.

Las participaciones de los factores obtenidas de la estimación de la función de producción permiten calcular el residuo de Solow o PTF. Para estimar el producto potencial se sacan los componentes cíclicos en la productividad total de los factores a través de un filtro Hodrick-Prescott (HP).

Rojas *et al.* (1997) hacen un ejercicio similar de contabilidad de crecimiento, considerando como factores productivos no sólo el capital y el trabajo, sino también la contribución del comercio internacional al crecimiento económico. Ellos tratan de estimar la contribución de la creciente integración comercial de Chile en las últimas décadas al crecimiento efectivo y potencial. El estudio calcula el producto potencial para el período 1960-1996.

Usando un enfoque de cointegración, este artículo estima una función de producción con capital y trabajo, ambos corregidos por su grado de utilización y por índices de calidad, y una variable de términos de intercambio, que controla las fluctuaciones de

Tasa de Crecimiento de la Productividad Laboral Agregada
 $(\Delta\theta = \Delta(Y/L)$; % anual ; HP=filtro Hodrick-Prescott)



los precios internacionales que enfrenta la economía. Para calcular el producto potencial se usa un vector de cointegración con las series de trabajo, capital, términos de intercambio e integración comercial, todas filtradas por HP.

En estos trabajos se puede observar que es usual filtrar las series para obtener medidas de la brecha. No obstante, es cuestionable si esta metodología difiere de filtrar directamente la serie de PIB (Gráfico 1).

Otros estudios, que no usan métodos de filtro, incorporan supuestos de identificación muy restringidos. Marfán y Artigoitia (1989) usan técnicas de programación lineal para obtener una medida de brecha. Sin embargo, se impone una función de producción lineal en el capital. García (1995) usa un enfoque indirecto: estima la función de demanda por trabajo para identificar los parámetros de una función de producción, y define el producto potencial como el producto a pleno empleo, de modo que la brecha productiva es la imagen reflejada de la tasa de desempleo. Jadresic y Sanhueza (1992) identifican de manera similar la brecha de capacidad, asumiendo un incremento en la tasa natural de desempleo para fines de los setenta y comienzo de los ochenta.

Coeymans (1999) usa un enfoque de fuentes de crecimiento para medir las tendencias en el PIB, en

vez de estimar una medida de producto potencial. Usa una función de producción con determinantes de crecimiento centrados en factores de oferta agregada: acumulación de capital, contratación de nuevos trabajadores, productividad total factorial.¹ Asumiendo retornos constantes a escala, este análisis muestra un importante componente cíclico en la productividad. La alta correlación entre la productividad y los *shocks* externos revela su importancia como principales determinantes de los ciclos de productividad y producto.²

Un esfuerzo relacionado con lo anterior es el de Nadal de Simone (2001), quien estima un pequeño

modelo macroeconómico usando técnicas de estado-espacio similares a la usada en el presente trabajo. La principal diferencia con éste es que, mientras él usa un enfoque basado únicamente en las tendencias no observadas del producto, nosotros incorporamos más estructura en las principales relaciones económicas, incluyendo demanda agregada y determinantes de precios.

Como queda en evidencia, este trabajo no se explaya más allá en los esfuerzos previos en el tema. No obstante, es fundamental reconocer la importancia de los supuestos que están tras las estimaciones de tendencia y brecha. Esto explica el uso de distintos enfoques en este artículo.

Tal como se esperaba, los resultados de las dos metodologías son distintos entre sí. Además, son cuantitativamente distintos de los resultados de aplicar un simple filtro Hodrick-Prescott. Esto revela que, a diferencia de otros aspectos que rodean la política monetaria bajo metas de inflación, gran parte del juicio se debe ocupar en evaluar lo que existe detrás de las presiones inflacionarias subyacentes en

¹ La PTF incluye cambios en el nivel de utilización de capital y trabajo, reasignación de recursos desde actividades de baja a alta productividad, y avance técnico.

² Entre los shocks externos considera términos de intercambio, impacto de la tasa de interés internacional sobre servicios financieros e índice de crisis.

la economía. Por lo tanto, el uso de un único procedimiento mecánico de estimación de tendencia y de brecha es peligroso, ya que es más probable introducir sesgos en la conducción de la política monetaria.

El resto del artículo se estructura de la siguiente forma: la próxima sección detalla la construcción de la estimación basada en los datos de la brecha productiva; la sección III muestra el enfoque coherente con los modelos; y la sección IV presenta las conclusiones.

II. ESTIMACIÓN BASADA EN LOS DATOS DE LA TENDENCIA Y BRECHA DEL PRODUCTO

En esta sección se construyen estimaciones del crecimiento de la productividad total de los factores (PTF) y se calcula su contribución al menor crecimiento agregado de los últimos años.

1. Estimación Dual y Primal de PTF: Notación

Hay dos posibles estrategias de estimación de la PTF: el enfoque primal y el enfoque dual. La diferencia entre ambos radica en la información requerida, pero en general son complementarios. El enfoque primal depende del cálculo del “residuo de Solow”, a través del uso de datos de PIB agregado con estimaciones de las series de *stock* de capital y trabajo. Ambas estrategias quedan relacionadas asumiendo una función de producción para valor agregado y usando la identidad de cuentas nacionales, ambas en términos reales:

$$Y = F(A, K, N) = C_k K + C_n N \quad (1)$$

El único supuesto detrás de la ecuación (1) es que el producto debe ser igual al pago antes de impuestos directos de los factores de producción: C_n para el trabajo y C_k para el capital. Estos pagos incluyen depreciación y eventualmente rentas debido a la competencia imperfecta de los mercados de trabajo y capital. Se debe notar que Y es el costo medido en valor agregado y no incluye impuestos indirectos. No se hace ningún supuesto sobre la forma de la función de producción y, en particular, sobre la forma en que el cambio tecnológico A afecta la demanda relativa por capital y trabajo.

Al diferenciar (1) en primer orden con respecto al tiempo y normalizar $(\partial F/\partial K) = 1$ se llega a:

$$\begin{aligned} \Delta Y &= \Delta A + \left(\frac{\partial F}{\partial K} \right) \Delta K + \left(\frac{\partial F}{\partial N} \right) \Delta N \\ &= K \Delta C_k + C_k \Delta K + N \Delta C_n + C_n \Delta N \end{aligned} \quad (2)$$

Dividiendo ambos lados de la ecuación (2) por Y se obtiene:

$$\begin{aligned} \Delta y &= \Delta a + \frac{\partial F}{\partial K} \frac{K}{Y} \Delta k + \frac{\partial F}{\partial N} \frac{N}{Y} \Delta n \\ &= \frac{C_k K}{Y} (\Delta c_k + \Delta k) + \frac{C_n N}{Y} (\Delta c_n + \Delta n) \end{aligned} \quad (3)$$

Definiendo $\alpha = (C_k K/Y)$ como la participación del capital en los costos totales, resulta:

$$\begin{aligned} \Delta y &= \Delta a + \alpha \Delta k + (1 - \alpha) \Delta n \\ &= \alpha (\Delta c_k + \Delta k) + (1 - \alpha) (\Delta c_n + \Delta n) \end{aligned} \quad (4)$$

Esta formulación es correcta con competencia tanto perfecta como imperfecta, siempre que los márgenes correspondan a la diferencia entre la productividad marginal de cada factor y su valor de reserva.

$$\begin{aligned} C_k &= \overline{C_k} (1 + \mu_k) = \partial F / \partial K \text{ y} \\ C_n &= \overline{C_n} (1 + \mu_n) = \partial F / \partial N \end{aligned} \quad (5)$$

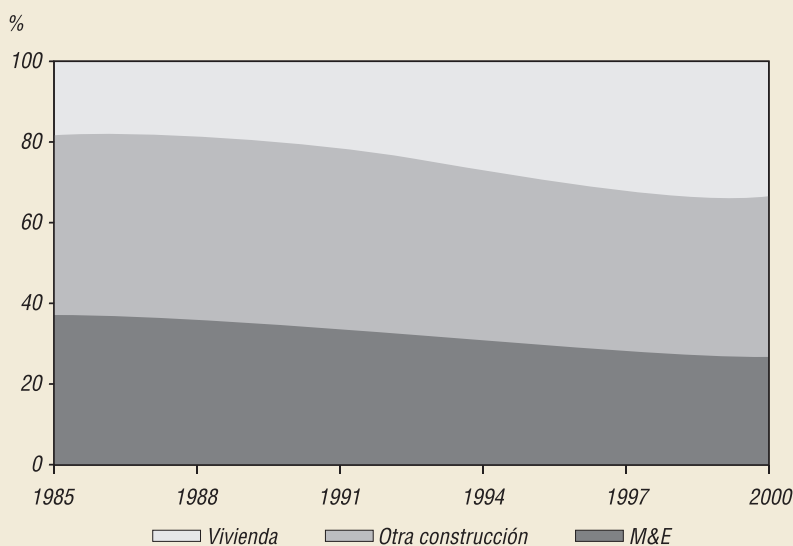
Esto significa que ambos enfoques deben tener el mismo error de medición.

Ahora es posible definir las estimaciones del crecimiento de la PTF primal (Δa^{primal}) y dual (Δa^{dual}):

$$\underbrace{\Delta y - \alpha \Delta k - (1 - \alpha) \Delta n}_{\Delta a^{primal}} = \underbrace{\alpha \Delta c_k + (1 - \alpha) \Delta c_n}_{\Delta a^{dual}} \quad (6)$$

Intuitivamente, la conclusión que se desprende de esta identidad es simple: la PTF crece si el salario real o el retorno del capital real también está creciendo, ya que en estado estacionario estos precios relativos (no ajustados por calidad) deben ser constantes.

Antes de pasar a las estimaciones primal y dual de crecimiento de la PTF se deben destacar dos aspectos relacionados con la medición de las variables: el cambio de la calidad y de la utilización de los insumos productivos dentro del ciclo económico.

Composición del *Stock* de Capital

2. Las Tendencias de la Calidad

Capital

Durante la última década y media, la composición de la inversión fija bruta ha experimentado un cambio dramático. En 1986, el sector maquinaria y equipos (M&E) abarcaba el 43% de la formación de capital bruta (en precios constantes de 1986), mientras que a partir de 1995 esta participación se estabilizó en 60%. En términos nominales, la participación de M&E primero subió de 40%, a mediados de los ochenta, hasta 50% a principios de los noventa, tras lo cual declinó para quedar levemente sobre 40% en los años recientes.³

Adicionalmente, dentro de M&E se han producido cambios bastante grandes en el tiempo. El componente importado ha subido de 80%, a mitad de los ochenta, a 90% en 1998. Luego, entre 1999 y 2000, cayó drásticamente a 76%.⁴

La importancia de incorporar estos cambios a la composición de la inversión se revela en que han sido lo suficientemente grandes como para modificar la composición del *stock* de capital durante la última década y media. Recientes estimaciones de Aguilar y Collinao (2000) muestran que la participación del *stock* de capital de M&E se incrementó de 18% en 1985 a 33% en 1997, manteniéndose estable desde entonces (Gráfico 2).

De la definición de costo de capital de D.W. Jorgenson puede verse que los cambios en la composición de la inversión tienen efectos potencialmente grandes en las estimaciones dual y primal del crecimiento de la PTF. Si $C_{k,i}$ representa el costo de capital de la rama i de capital, P la medida relativa del deflactor del PIB, R_i el retorno neto del capital, D_i la tasa de depreciación, P_i su deflactor, y τ_i su tasa de impuestos, entonces:

$$C_{k,i} = \tau_i (R_i + D_i) \frac{P_i}{P} \quad (7)$$

Abstrayendo el efecto de las distintas tasas de impuestos τ_i y si por arbitraje R_i es igual para todo i , las

diferencias en las tasas de depreciación y en los precios relativos P_i/P para cada rama de capital tendrán una importante incidencia en el costo de capital. En particular, M&E debe ser tratado en forma diferente que el capital en construcción, debido a su alta tasa de depreciación y a su importante componente importado. Más aún, estos hechos no afectan sólo la evolución del costo de capital estimado para el análisis dual de la PTF, sino también la participación de M&E en los costos totales, que es un insumo para la contabilidad de crecimiento primal.

¿Cuál es la importancia cuantitativa de estos factores en la determinación del costo de capital? El Gráfico 3 muestra los deflatores trimestrales de M&E y de construcción normalizados por el deflactor del PIB para el período 1986-2001. Estos exhiben una evolución muy distinta entre sí. El deflactor de construcción ha permanecido más bien estable, mostrando un crecimiento superior al del deflactor del PIB en un poco más de 1%. Mientras tanto, la apreciación del tipo de cambio real tuvo un gran impacto en los precios relativos de M&E, los que

³ La información oficial de la inversión nominal llega hasta 1998; entre 1999 y 2000 se usan los deflatores de la inversión.

⁴ La última información corresponde a estimaciones basadas en la evolución de los cuántum de importaciones de capital, que cayó casi 35% en 1999. En 2000 y 2001 se recuperó modestamente: la información del tercer trimestre es sólo 11% superior al promedio del 2000.

cayeron aproximadamente 40% entre 1990 y 1996. Desde entonces, ha permanecido estable: la depreciación del tipo de cambio nominal ha sido compensada no solamente por una caída de cerca de 15% en el valor unitario, medido en dólares, de las importaciones de bienes de capital (desde su valor más alto a principios de 1996), sino que además por la reducción de 3 puntos porcentuales en la tasa del arancel promedio.

Así, desde mediados de los ochenta, el precio relativo de M&E vis à vis el de construcción ha caído 50%, a pesar de que toda esta reducción ocurrió antes de 1997.

Trabajo

Por otro lado, la cantidad y la calidad del insumo trabajo cambia en el tiempo debido a variaciones en la atención educacional, en la reasignación sectorial del empleo, en la participación laboral y en las horas trabajadas. En términos simples, esto significa que el verdadero insumo mano de obra que entra en la función de producción es una combinación de la tasa de participación p , la tasa de empleo $(1-u)$ definiendo u como desempleo, las horas promedio trabajadas H , el esfuerzo E y los años de escolaridad S .

$$N = P \cdot p(1-u)H \cdot E \cdot S \quad (8)$$

En Chile, todos estos factores han tenido alguna importancia durante la última década y media. Desde mediados de los ochenta, el promedio de años de escolaridad de la fuerza de trabajo tuvo un incremento superior a 10%. Adicionalmente, la tasa de participación también ha cambiado, especialmente entre las mujeres y al principio de los noventa. No obstante, la tasa de participación ha bajado un par de puntos porcentuales desde 1999. Por último, las horas trabajadas muestran

GRÁFICO 3
Deflatores de la Inversión
(relativos al deflactor del PIB)

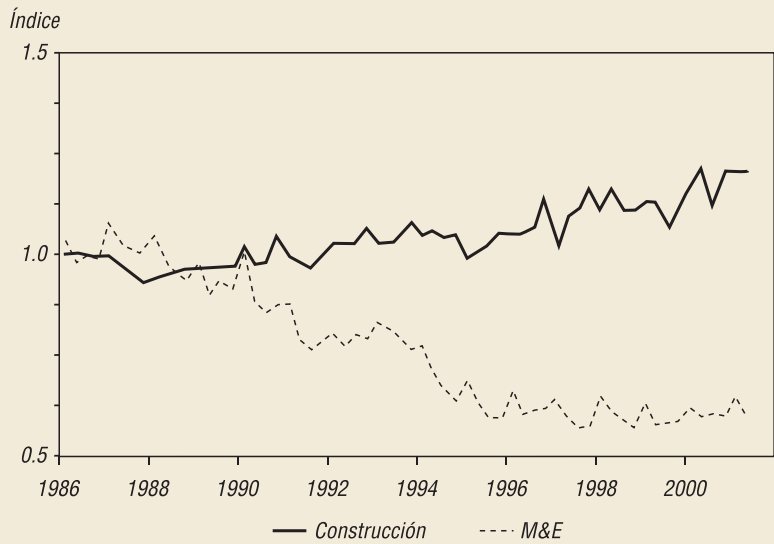
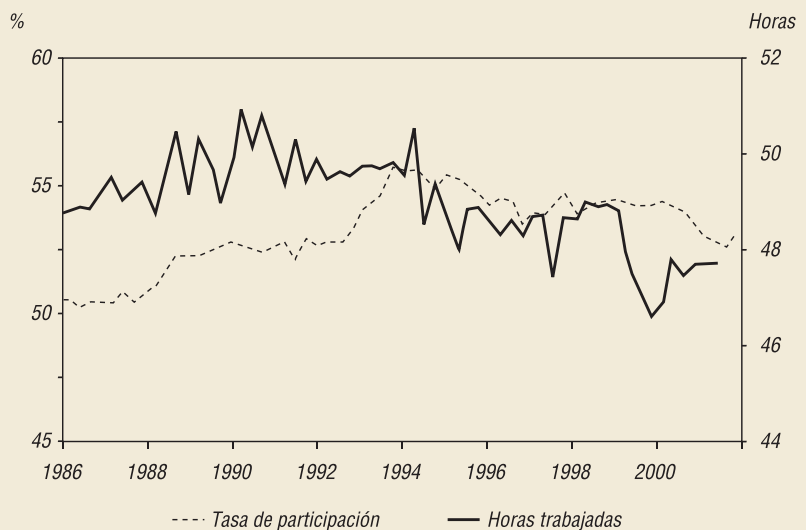


GRÁFICO 4

Tasa de Participación Promedio y Horas Trabajadas

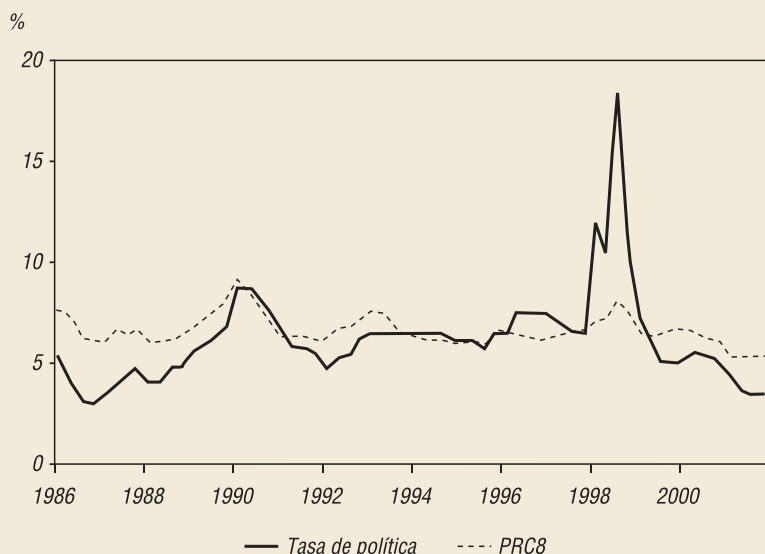


una tendencia decreciente desde 1986 (Gráfico 4).

3. Utilización dentro del Ciclo

Más allá de los cambios en la calidad de los insumos, su utilización en el ciclo puede introducir “falsos” movimientos en la PTF. Es necesario tomar en cuenta que existen algunas fricciones que

Tasas de Interés



junto a las fluctuaciones del desempleo.⁵ Más aún, la tasa de interés real de bonos de largo plazo, que debido a razones de arbitraje se usa para construir el costo de capital, es sensible a cambios en la política monetaria, la cual reacciona ante desviaciones del producto con respecto a su tendencia y ante presiones inflacionarias. Por lo tanto, la estimación dual del crecimiento de la PTF está contaminada por el movimiento cíclico del costo de capital y de los salarios (Gráfico 5).

4. Supuestos de Identificación

imposibilitan la plena utilización del *stock* de capital o de la fuerza de trabajo. En este trabajo no se profundizará en las razones de por qué esto ocurre, sino que sólo se considerará este hecho para evitar relaciones espurias entre la PTF y el ciclo económico.

Al menos parcialmente, el desempleo permite medir el efecto de la utilización del factor trabajo. Sin embargo, tres de los factores mencionados arriba presentan una dificultad adicional. En el caso de la tasa de participación, ésta no es exógena sino que presenta una relación con el ciclo en la que se combinan dos efectos: “trabajador adicional” y “trabajador desalentado”. La dinámica de estos dos efectos depende de la persistencia del desempleo. García y Contreras (2001) muestran que un alza en el desempleo inicialmente incrementa la participación (efecto “trabajador adicional”). No obstante, si este incremento persiste en el tiempo la participación comienza a descender por debajo de su nivel inicial (efecto “trabajador desalentado”). Por otro lado, debido a cambios en las horas trabajadas y en el esfuerzo la intensidad de utilización de la cantidad física de trabajadores puede variar en el ciclo.

Estos factores son relevantes para la correcta interpretación de la estimación primal de la PTF y, además, juegan un rol en la estimación dual. Los salarios reales, en los que ya se controla por cambios inflacionarios, se mueven significativamente

Para construir las medidas primal y dual de la PTF es necesario identificar separadamente los componentes de tendencia y de ciclo de las estimaciones de *stock* (en el caso primal) y de precios (en el caso dual). El supuesto clave de identificación del presente trabajo es la estimación de la tasa natural de desempleo que, como se verá luego, juega un rol importante en todas las correcciones hechas para la estimación de la PTF.

Para obtener la tasa natural de desempleo se filtra la tasa de desempleo mediante el filtro Hodrick-Prescott con $\lambda=20000$, restringiendo la muestra hasta el primer trimestre del 2000. El filtro HP, como es bien sabido, presenta problemas al tratar con las últimas observaciones de la serie, por lo que se excluyen los últimos seis trimestres, fijando una tasa natural de desempleo de 7.5% para el final de la muestra (Gráfico 6).

Finalmente, se define la brecha de desempleo como *u-un*.

Capital

Se supone que el uso efectivo del capital en el ciclo tiene una evolución similar a la brecha entre el desempleo efectivo y el natural.⁶ De este modo,

⁵ Ver Restrepo y García (2001) y Coeymans (1999).

⁶ Este es el mismo supuesto usado tradicionalmente en la literatura desde el clásico artículo de Solow (1957). Esto no implica que la razón capital/trabajo sea constante, sino que esta razón no se mueve mecánicamente con la tasa de desempleo.

cuando hay una expansión económica, la tasa de utilización supera el 100%. Para simplificar, se supone que las tasas de utilización de M&E y de la construcción se mueven de igual forma.

Estas medidas efectivas de *stock* de capital están definidas como:

$$\bar{K}_i = K_i (1 + un - u) \quad (9)$$

Tasa de interés de largo plazo

En Chile, las tasas de interés de largo plazo han sido altamente volátiles en el pasado, lo que refleja en parte el impacto de las decisiones de la política monetaria. Sin embargo, para el cálculo dual de la PTF, interesan los factores más persistentes que afectan la demanda por bonos de largo plazo, tales como las perspectivas de crecimiento. Por lo tanto, es necesario quitar de la evolución de las tasas de interés los movimientos asociados a las tasas de interés de corto plazo.

El ajuste cíclico se realiza en dos pasos. Primero, se usa un filtro de Kalman para estimar una regla de política para la tasa de interés de corto plazo, la que incluye la brecha de desempleo, la diferencia entre la inflación y la meta y un término autorregresivo.⁷ Se interpreta la variable de estado resultante como un indicador no observado de la tasa de política neutral. A continuación, se introduce la tasa de política resultante en una ecuación de tasas de interés de largo plazo, que incluye adelantos y rezagos de sí misma. De esta forma, se recupera la tasa de interés de largo plazo que no

⁷ Los detalles se encuentran en el Apéndice.

GRÁFICO 6

Tasas de Desempleo Natural, con Programas Especiales y Efectiva

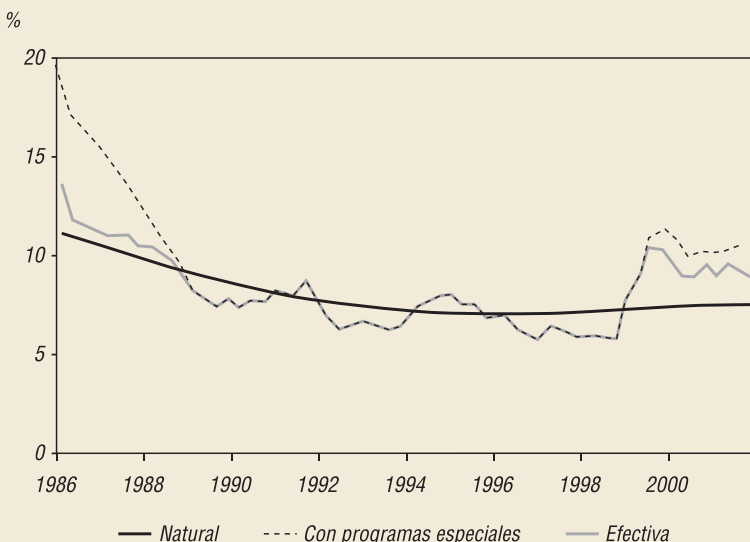
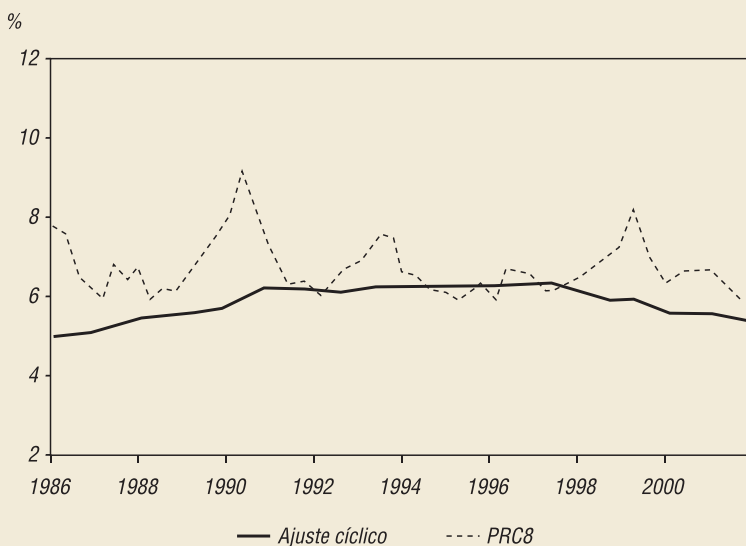


GRÁFICO 7

Tasa de Interés de Largo Plazo Ajustada por Ciclo (PRC8)



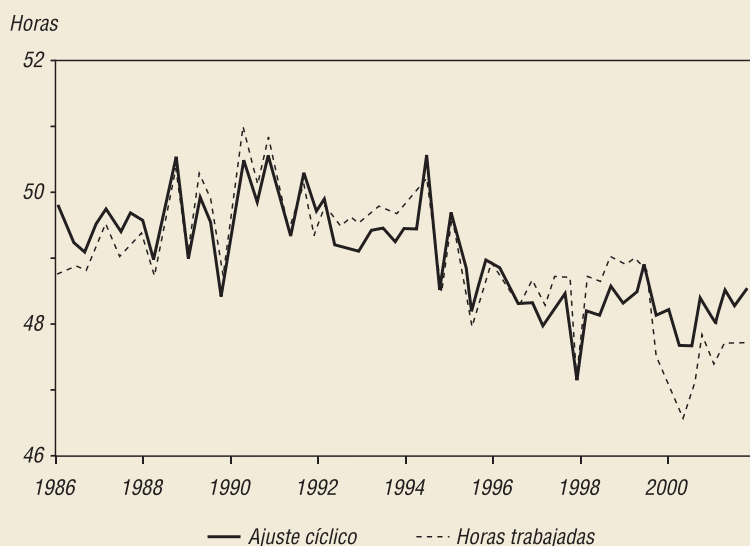
está relacionada con los ciclos de la economía.

Trabajo

Las horas trabajadas deben ser corregidas en forma similar. Se estima una especificación simple regresionando las horas promedio trabajadas con la brecha de desempleo y una tendencia cuadrática. La

GRÁFICO 8

Corrección Cíclica de las Horas Trabajadas



Esto muestra que las horas tienden a ser procíclicas: un incremento de 1.3 puntos porcentuales en la tasa de desempleo lleva a una reducción equivalente a 1 hora trabajada (Gráfico 8).

Para el caso de la tasa de participación, García y Contreras estiman que la elasticidad de largo plazo de la participación a desempleo es cercana a la unidad.⁸ No obstante, la dinámica de corto plazo juega un rol importante, ya que aun con la corrección cíclica se encuentra un gran componente procíclico en la tasa de participación.

5. Resultados de las Estimaciones

A continuación se encuentran los resultados de las estimaciones primal y dual del crecimiento de la PTF, incluyendo proyecciones para 2001 y 2002.⁹ Estos resultados no son radicalmente diferentes de los obtenidos por otros estudios. El período de alto crecimiento promedio del PIB (1986-1997) puede descomponerse en subperíodos, según la importancia relativa de los distintos determinantes del crecimiento económico.

De mediados a finales de los ochenta

Este período de alto crecimiento fue sostenido por un fuerte incremento en el factor trabajo posterior a la recesión de 1982-1983. Esto se

manifestó no sólo en un alza en el empleo, sino que además en mayores horas trabajadas y más años de escolaridad. La acumulación de capital tuvo una menor importancia. A pesar de esto, la tasa de

ecuación resultante, donde los errores estándares con Newey-West aparecen debajo, es:

$$\ln H = \underset{(0.01)}{3.88} + \underset{(0.009)}{0.03} \ln \text{tendencia} - \underset{(0.001)}{0.008} (\ln \text{tendencia})^2 - \underset{(0.155)}{0.778} (u - un)$$

$$R^2 = 0.63 \quad EE = 0.01 \quad DW = 1.59$$

este período de alto crecimiento fue sostenido por un fuerte incremento en el factor trabajo posterior a la recesión de 1982-1983. Esto se

⁸ Banco Central de Chile (2001).

⁹ Estas proyecciones no deben tomarse como estimaciones oficiales del Banco Central de Chile.

utilización presentó un alto crecimiento, lo que se explica por el comportamiento plano de la PTF durante ese período. Si no se controlase por utilización, se le atribuiría un mayor rol al crecimiento de la PTF. En términos de la estimación dual, el bajo crecimiento de los salarios reales y la caída de las tasas de interés reales confirman este panorama.

Primera mitad de los noventa

En el período entre 1990 y 1994 se repiten algunas de las características de los años previos, sobre todo en la alta tasa de crecimiento del empleo, que a pesar de ser menor a la de los ochenta, aún alcanza un promedio de 3% al año. La acumulación de capital sube significativamente y la tasa de utilización alcanza un valor de 100%. En este período también se observan alzas en los salarios reales, las cuales llevaron a incrementar la participación de la fuerza de trabajo femenina. El crecimiento de la PTF alcanza entre 2% y 3% anual (3% en la estimación dual).

Expansión

En los años transcurridos entre las crisis de México y Asia se exhibió una aceleración sin precedentes en el crecimiento económico. Esto estuvo acompañado por una rápida acumulación de capital y por un incremento en el crecimiento de la estimación primal de la PTF. Dos hechos muestran que la economía estuvo claramente en pleno empleo durante este período: un debilitamiento en el crecimiento del empleo, que comenzó a crecer a tasas similares a la de la población en edad de trabajar, y un crecimiento de los salarios reales cercano a 6% anual. La estimación dual de la PTF presenta altas tasas de crecimiento, a pesar de ser menor que las de la primera parte de la década.

Contracción

A la combinación de las crisis asiática y rusa siguió un dramático debilitamiento del crecimiento con un ajuste de la política monetaria. No obstante, la reducción del crecimiento se vio mayormente reflejada en el abrupto fin de la continua expansión del empleo hasta ese punto de la década, así como en una fuerte reducción del

crecimiento de la PTF y de la utilización del *stock* de capital. Sin embargo, la acumulación de capital continuó creciendo a paso rápido, reflejando importantes tasas de inversión, aún después de la caída ocurrida en 1999.

Recuperación

Los años posteriores a la crisis fueron testigos de una reanudación del crecimiento a tasas mayores que aquellas vistas durante 1998 y 1999 pero, no obstante, menores a las de los noventa. Esta nueva situación fue coherente con un incremento en la razón capital a producto y con una PTF plana.

Estos distintos períodos pueden ser ilustrados en la evolución de la PTF durante la última década y media. Primero, al final de los ochenta, el crecimiento de la productividad total de los factores fue modesta. Esto se obtiene controlando por cambios en la tasa de utilización del capital, ya que de otra forma estos podrían ser incorrectamente medidos como crecimiento de la PTF. El segundo período, caracterizado por un alto crecimiento de la productividad total de los factores, duró hasta finales de los noventa: entre 1991 y 1995 para el caso de la estimación primal y entre 1989 y 1994 para el caso dual. En el tercer y último período el crecimiento de la PTF, a pesar de ser aún positiva, se debilita (Cuadro 1).

Adicionalmente, se construye otra medida de la estimación primal de la PTF, que excluye la acumulación de inventarios para reducir la tendencia cíclica del producto.

El siguiente ejemplo sirve para ilustrar la importancia de la variedad de ajustes mencionados en las secciones anteriores: sin ajustes resulta un crecimiento adicional de 10% acumulado en la estimación primal de la PTF, lo cual corresponde a la mitad del crecimiento de la PTF ajustada. Sin embargo, todavía podría seguir limpiándose el comportamiento cíclico de la PTF.

Adicionalmente, estos ajustes son importantes en la estimación de la brecha de capacidad. De hecho, si en el cálculo del producto potencial se usa directamente la PTF, la brecha de mediados de los ochenta resulta ser cero y la actual muy pequeña, especialmente si las series no son ajustadas. Tal como otros autores han hecho, la PTF filtrada parece ser una opción razonable. Aquí se aplica con filtro HP con $\lambda=10000$. La brecha resultante es más procíclica.¹⁰

¹⁰ Las correlaciones entre las tres brechas presentadas y el crecimiento trimestral del PIB desestacionalizado son -0.03 , 0.01 y 0.40 .

Este ejercicio muestra un último punto que debe ser destacado antes de continuar con la estimación coherente con los modelos. No deben filtrarse sólo los insumos, sino también las medidas de PTF finalmente obtenidas. Esta es una dificultad que no se debe menospreciar.

III. ESTIMACIÓN COHERENTE CON LOS MODELOS

Dadas las dificultades que rodean la estimación directa del PIB de tendencia partiendo desde los datos, en esta sección se propone una estimación conjunta de la brecha del producto y de la dinámica macroeconómica, a través de un pequeño modelo macroeconómico para la economía chilena. Esta estrategia requiere imponer algunas restricciones de identificación, que se describen más adelante.

Se usan dos modelos para la estimación, los cuales se basan en los bloques de demanda agregada y de

precios de un modelo más completo que se discute más en detalle en García, Herrera y Valdés (2002). Los autores se centran en ecuaciones empíricas no explícitamente derivadas de principios económicos. Cada modelo tiene una estructura similar. Primero, una ecuación que describe la dinámica de corto plazo; segundo, una ecuación para el estado estacionario no observado, la cual captura la productividad subyacente; tercero, una definición del producto potencial y/o de la brecha productiva.

1. Estructura de los Modelos

Modelo de demanda agregada

El primer modelo, denotado como DA o modelo de demanda agregada, consiste en una ecuación de crecimiento económico agregado que relaciona la primera diferencia del logaritmo del producto desestacionalizado con su componente de tendencia no observado (γ) y desviaciones del estado

CUADRO 1

Estimaciones Primal y Dual de la PTF

Estimación primal											
	PIB		Capital				Empleo			PTF	
	Total	Sin stock	Total	M&E	Construcción	Tasa de utilización	Ocupados	Horas	Escolaridad	Con stock	Sin stock
87-89	8.2	8.0	4.5	6.2	3.9	98.8	7.2	0.6	1.2	0.3	0.1
90-94	7.3	7.4	6.9	10.9	5.3	100.3	3.0	-0.2	0.9	2.2	2.3
95-97	8.5	7.6	9.1	14.8	6.3	100.5	1.6	-0.6	0.6	3.0	2.1
98-99	1.5	3.5	7.8	10.8	6.1	98.9	-0.6	-1.4	0.5	-0.4	1.7
00-02(f)	4.3	3.9	5.1	5.5	4.8	97.5	0.5	1.2	0.5	0.8	0.3
Estimación dual											
	Empleo		Costo de uso del capital				Productividad total de los factores (PTF)				
	Costo		Construcción		Maquinaria y equipos		Total				
87-89	0.9		-3.9		-6.3		-5.1		-1.8		
90-94	5.4		2.6		-3.5		0.6		3.2		
95-97	5.7		1.9		-4.9		-1.7		2.4		
98-99	4.9		1.0		-1.8		0.5		2.9		
00-02(f)	0.5		3.9		-0.8		0.4		0.1		

estacionario de un conjunto de variables internas y externas. Entre las variables internas se incluye la tasa de instancia de la política monetaria, dada por la pendiente de la curva de rendimientos ($r-rl$), y la tasa de interés de largo plazo (rl). Las condiciones externas quedan identificadas a través de la tasa de interés internacional (rx) y el logaritmo del precio del cobre ($\ln P_{cu}$). Se incluyen dos rezagos para capturar la dinámica. Se añade un término de error (ϵ_y) para contabilizar las fluctuaciones de corto plazo.

$$\begin{aligned} \Delta y = & \gamma + \phi_r \left[(r-rl)_{-1} - (\bar{r}-\bar{rl}) \right] \\ & + \phi_{rl} (rl_{-2} - \bar{rl}) + \phi_{rx} (rx_{-2} - \bar{rx}) \\ & + \phi_{cu} (\ln P_{cu} - \ln \bar{P}_{cu}) \\ & + \phi_{y1} (\Delta y_{-1} - \gamma_{-1}) \\ & + \phi_{y2} (\Delta y_{-2} - \gamma_{-2}) + \epsilon_y \end{aligned} \tag{10}$$

La variable de estado γ captura la tendencia subyacente en el crecimiento económico. Como no existe una idea previa sobre el proceso que debe seguir la tasa de crecimiento de la productividad, además de esperar que el nivel de la productividad sea suave, se impone una forma funcional autorregresiva:

$$\gamma = \rho \gamma_{-1} + \epsilon_\gamma \tag{11}$$

Después de estimar este pequeño modelo, no se puede recuperar el producto potencial sino que sólo se puede inferir su tasa de crecimiento en el tiempo. Se define que la economía crece en su nivel

GRÁFICO 10

PTF Primal y Dual

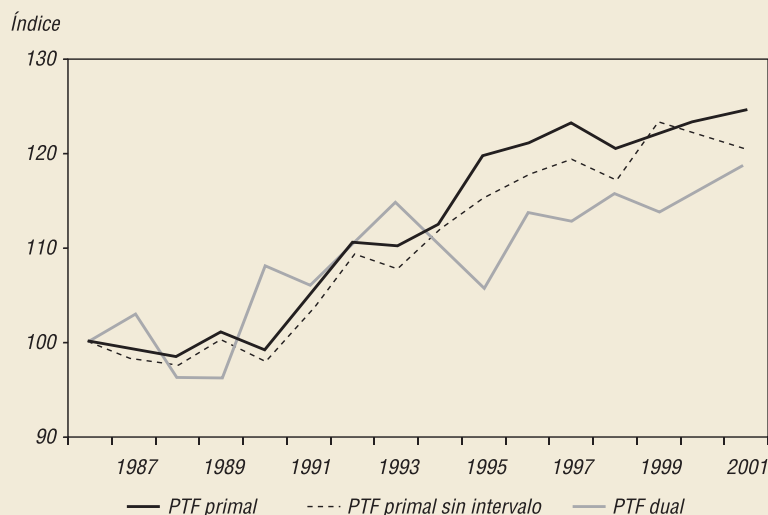
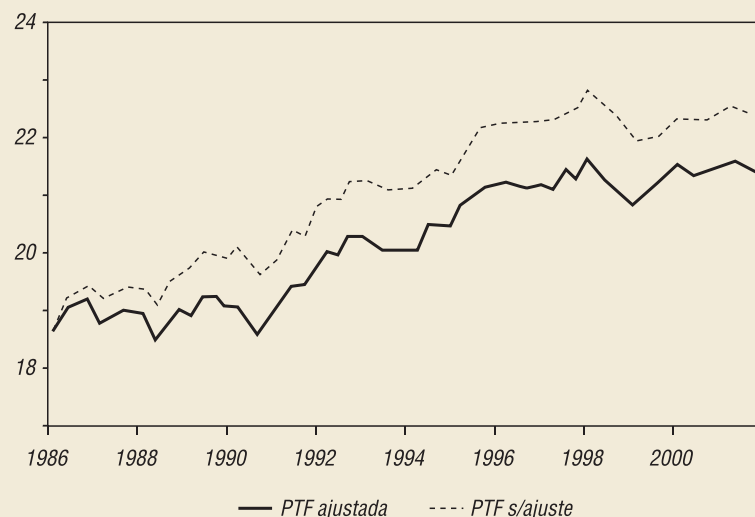


GRÁFICO 11

PTF Primal



potencial cuando cada variable del modelo DA alcanza su nivel de equilibrio.¹¹

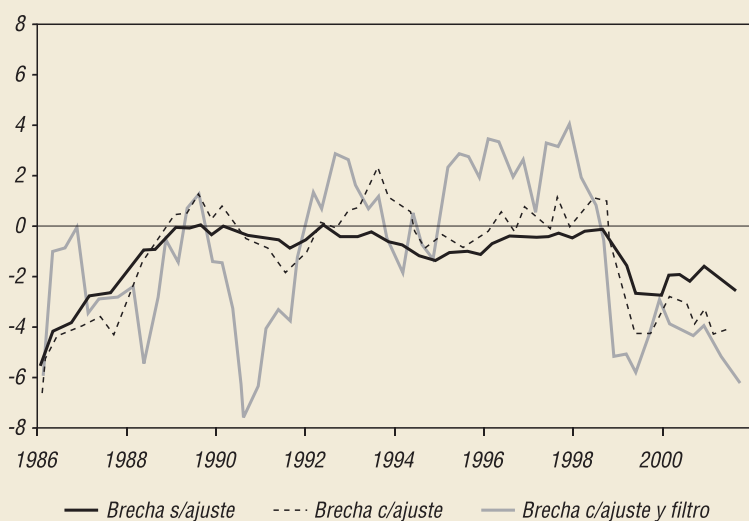
$$\bar{\Delta y} = \gamma \tag{12}$$

Un supuesto de identificación tras esta definición es que las condiciones externas no afectan el componente no observado de productividad subyacente. Este punto de vista difiere de otros estudios que consideran la inclusión de las condiciones externas.¹²

¹¹ Por simplicidad, se supone que el valor de equilibrio de cada variable es igual al valor promedio del periodo.

¹² Beechey et al. (2000) las consideran en sus estimaciones de crecimiento potencial para Australia, al igual que Rojas et al. (1997) para la economía chilena con un enfoque en los términos de intercambio. A pesar de esto, Coeymans (1999) adjudica a las condiciones externas un rol en el crecimiento potencial.

Brecha Productiva Primal

*Modelo de oferta agregada*

El segundo modelo se enfoca en la determinación de los precios, en el que se determina la inflación subyacente del índice de precios del consumidor (IPC) a través de una curva de Phillips aceleracionista, denotado por OA o modelo de oferta agregada.¹³ La inflación subyacente está relacionada con sus propios rezagos y adelantos y con la inflación externa, dada por la suma de la depreciación nominal del tipo de cambio y la inflación externa en dólares. La ecuación es homogénea de primer grado en estos determinantes, lo que refleja la neutralidad de largo plazo. Otro factor que influye en la inflación subyacente del IPC corresponde a la brecha productiva. Obviamente, ésta es una forma reducida, ya que un enfoque más general incluiría como determinantes la fijación de salarios y el desempleo. Una brecha de capacidad positiva tiende a acelerar la inflación.

Una primera versión reducida de este modelo impone homogeneidad dinámica en el proceso inflacionario para garantizar neutralidad, y una curva de Phillips vertical en el largo plazo. Esto lleva a añadir restricciones en los regresores del lado derecho y restringir la constante para que sea igual a cero. Como este modelo es muy simple y existe evidencia de que la inflación en Chile sigue una dinámica más compleja,¹⁴ también se estima una versión no restringida del modelo. Sin embargo, no

se puede rechazar la hipótesis de homogeneidad y cero constante.¹⁵

Por lo tanto, el modelo OA queda expresado como:

$$\begin{aligned} \Delta\pi = & \xi_i \sum_{i=2}^4 \frac{\pi_{-i} - \pi_{-1}}{3} \\ & + \xi_f \sum_{i=1}^2 \frac{\pi_{+i} - \pi_{-1}}{2} \\ & + \xi_e \sum_{i=1}^2 \frac{\hat{e}_{-i} + \pi_{-i}^* - \pi_{-1}}{2} \quad (13) \\ & + \xi_{na} \Delta \ln IVA \\ & + \xi_y \sum_{i=2}^4 \frac{y_{-i} - \bar{y}_{-i}}{3} \end{aligned}$$

En este caso, la definición del PIB potencial es directa, quedando determinada directamente por la variable de estado:

$$\bar{y} = \rho \bar{y}_{-1} + \varepsilon_y \quad (14)$$

2. Resultados Estimados

Los modelos presentados se estimaron usando técnicas de estado-espacio, para lo que se necesita imponer restricciones de identificación con respecto a la volatilidad del componente de tendencia del PIB. Se supone que la tendencia del producto potencial es más suave que la del producto. Se elige como variable dependiente el PIB total menos minería, pesca y energía, ya que estos sectores están relacionados con los recursos naturales, y su expansión en el tiempo responde más a factores exógenos.

Modelo de demanda agregada

Los resultados de la estimación son ampliamente coherentes con la estimación por separado de la ecuación mediante mínimos cuadrados ordinarios.

¹³ Los ítemes no subyacentes de la inflación del IPC incluyen productos tales como combustibles, servicios regulados y perecibles, los cuales siguen reglas de fijación de precio simples.

¹⁴ Ver García y Restrepo (2002).

¹⁵ El valor p del test χ^2 de la hipótesis conjunta de cero constante y las restricciones añadidas es 0.756.

Como se esperaba, los resultados muestran la sensibilidad del crecimiento del PIB a las tasas de interés, debido a la acción de la política monetaria y a variaciones del costo de financiamiento externo.¹⁶ También el precio del cobre afecta significativamente el crecimiento del producto. Las estimaciones de estado-espacio son similares a las estimaciones MICO, tanto en cuanto al tamaño como en la significancia de sus coeficientes.

No obstante, ambos modelos exhiben una considerable diferencia en las estimaciones del crecimiento del producto potencial (γ), ya que en la estimación MICO no se distingue entre la volatilidad de los componentes de tendencia y de ciclo.

La estimación de estado-espacio también entrega resultados interesantes. En primer lugar, a pesar de ser grande la autocorrelación de la tasa de crecimiento de la variable de estado (medida por ρ), no es significativamente distinta de cero. Esto implica que, al menos en el contexto del modelo OA, los *shocks* al crecimiento en la productividad subyacente muestran poca persistencia en el tiempo.

De hecho, la estimación estado-espacio del modelo DA difiere muy poco de la estimación MICO, de modo que sólo una pequeña fracción de la variación de los datos se le puede atribuir a la variable de estado. El Gráfico 13 muestra la evolución histórica del crecimiento del PIB, el crecimiento potencial que resulta del modelo estado-espacio y el PIB de tendencia que arroja el filtro HP.

¹⁶ La tasa de interés internacional r_x fue construida usando como referencia el bono del Tesoro a 10 años, deflactado por la inflación de Estados Unidos y ajustado por una medida de spread soberano y por la incidencia de los controles de capital durante los noventa.

CUADRO 2

Resultados de la Estimación del Modelo DA^a

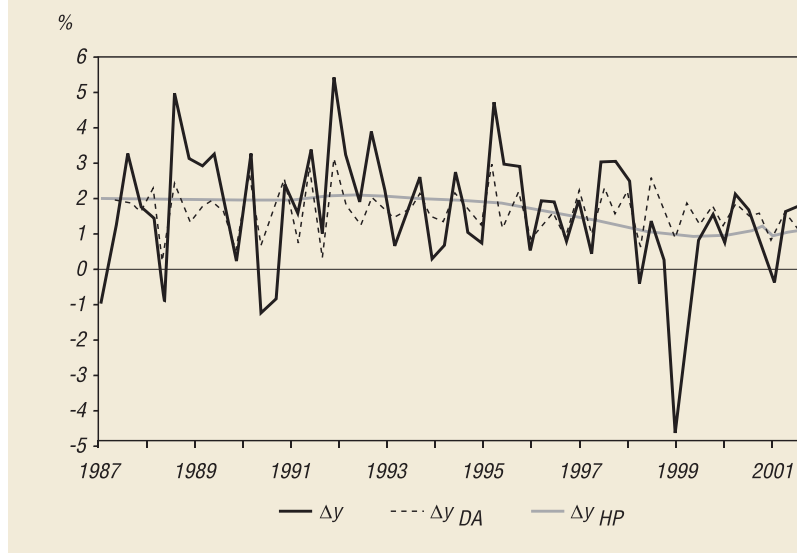
Coeficientes	MICO		Estado-Espacio	
γ	0.013	<i>0.038</i>	0.016 ^b	
ϕ_r	-0.404	<i>0.067</i>	-0.404	<i>0.087</i>
ϕ_l	-1.501	<i>0.288</i>	-1.461	<i>0.314</i>
ϕ_x	-0.564	<i>0.281</i>	-0.553	<i>0.233</i>
ϕ_{cu}	0.029	<i>0.011</i>	0.028	<i>0.010</i>
ϕ_{y1}	-0.288	<i>0.107</i>	-0.226	<i>0.179</i>
ϕ_{y2}	-0.282	<i>0.068</i>	-0.331	<i>0.252</i>
ρ			-0.494	<i>1.174</i>
$\sigma(\varepsilon_y)$	1.25%		1.05%	
$\sigma(\varepsilon_g)$			0.47%	
R ² ajustado	0.477			
Log-Verosimilitud	175.44		175.52	

a. Los errores estándares corregidos por Newey-West aparecen en cursiva.

b. Promedio del período de la muestra.

GRÁFICO 13

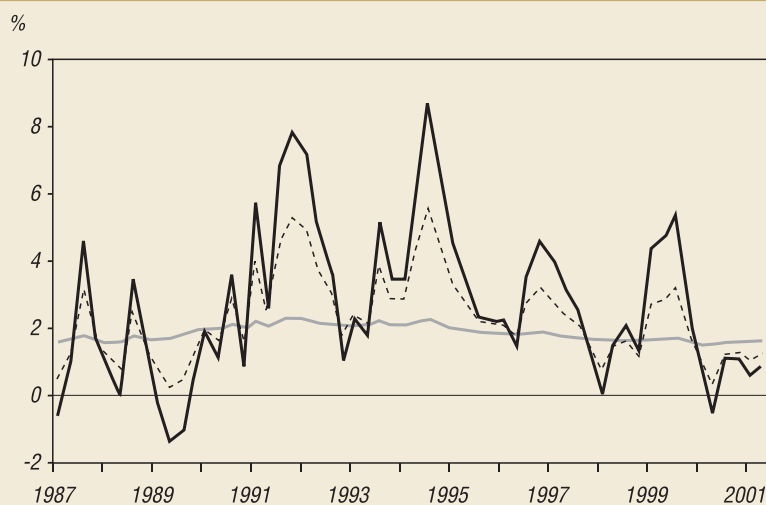
Crecimiento Histórico y Potencial del Producto en el Modelo DA

*Modelo de oferta agregada*

De los resultados de la última sección resulta evidente que se puede sacar poca información sobre tendencias observando directamente el producto. Sin embargo, con el modelo OA, la inferencia del tamaño de la brecha productiva y de la tasa de crecimiento del producto potencial depende de cuán informativa sea la evolución de la inflación.

Crecimiento del Producto Potencial del Modelo OA

$$\sigma(\epsilon_{\bar{y}}) \in [0.1\% - 1\%]$$



existe evidencia de un debilitamiento del crecimiento potencial en algunas estimaciones. Aunque las medidas de brechas varían también, en general muestran una brecha positiva para gran parte de los años noventa y negativa a partir de 1999. Las magnitudes son sustanciales: sobre 10% en los últimos trimestres. Esto está relacionado probablemente con el bajo traspaso de la depreciación del tipo de cambio que ha existido hasta este momento, lo cual se refleja en una brecha del producto negativa y grande en las estimaciones de estado-espacio.

Al igual que anteriormente, se deben hacer algunos supuestos de identificación, ahora relacionados con la magnitud de la volatilidad del PIB potencial. Los resultados del modelo OA, estimado con una variedad de supuestos sobre esta volatilidad, se muestran en el Cuadro 3.

La tasa de crecimiento del producto potencial varía, pero tiende a ser estable en el tiempo. Sin embargo,

Modelo DA-OA

La desventaja de estimar por separado los modelos DA y OA es que se obtienen medidas no relacionadas de crecimiento potencial. Para resolver este problema se estiman ambos modelos conjuntamente en un sistema de ecuaciones, usando el método de estado espacio. Esto permite tener una medida coherente del producto de tendencia (ver Gráfico 16). No

CUADRO 3

Resultados de la Estimación del Modelo OA^a

Coeficientes	Variables instrumentales		Estado-Espacio ^b					
			$\sigma(\epsilon_{\bar{y}}) = 10\%$		$\sigma(\epsilon_{\bar{y}}) = 3.95\%$		$\sigma(\epsilon_{\bar{y}})$ Sin restricción	
ξ_l	0.462	<i>0.122</i>	0.410	<i>0.127</i>	0.322	<i>0.116</i>	0.305	<i>0.124</i>
ξ_f	0.332	<i>0.113</i>	0.195	<i>0.117</i>	0.406	<i>0.106</i>	0.442	<i>0.141</i>
ξ_e	0.085	<i>0.037</i>	0.094	<i>0.050</i>	0.055	<i>0.051</i>	0.048	<i>0.054</i>
ξ_{iva}	0.700	<i>0.206</i>	0.663	<i>0.264</i>	0.650	<i>0.258</i>	0.641	<i>0.260</i>
ξ_y	0.048	<i>0.036</i>	0.054	<i>0.037</i>	0.038	<i>0.036</i>	0.025	<i>0.045</i>
ρ			0.982	<i>0.062</i>	0.974	<i>0.066</i>	0.972	<i>0.065</i>
$\sigma(\pi)$	0.73%		0.66%		0.56%		0.58%	
$\sigma(y)$			1.00%		3.95%		6.90%	
R ² ajustado	0.477							
Log-Verosimilitud			208.52		211.62		211.73	

a. Estimación con variables instrumentales. Los instrumentos usados para π , i incluyen rezagos de la inflación, tasas de interés y tasa de desempleo, entre otros. Para medir la brecha productiva se usa una tendencia HP.

b. Los errores estándares aparecen en cursiva.

obstante, para este propósito se tuvo que fijar los coeficientes de las variables del lado derecho de la ecuación, debido a dificultades en la convergencia. Estos tomaron los valores obtenidos en las estimaciones de cada ecuación por separado.

IV. CONCLUSIONES

¿Qué se puede aprender de las estimaciones presentadas en este trabajo? Creemos que existen cuatro lecciones importantes.

Lo primero que se observa fácilmente es una gran dispersión en la magnitud y en las tendencias de las diferentes estimaciones de brecha productiva. El Gráfico 17 muestra algunas medidas de brecha de capacidad presentadas en este trabajo. Unas se basan en ejercicios de contabilidad del crecimiento, mientras otras resultan de asumir una tasa natural de desempleo particular. La tercera es producto de la estimación de estado-espacio de una curva de Phillips simple. Como referencia, la línea gruesa muestra el resultado de aplicar simplemente un filtro HP.

Mientras algunas brechas tienden a ser muy procíclicas, otras son más suaves. Unas muestran una brecha estable en los últimos trimestres, otras indican un incremento en la brecha. En particular, este es el caso de la estimación primal de la PTF una vez filtrada y de la brecha de desempleo, que remarcan la importancia de los supuestos de identificación particulares.

En segundo lugar, todas estas medidas indican que la brecha actual se encuentra entre 2% y 11% y, lo

¹⁷ Ver Chumacero y Gallego (2001) para evidencia de la sensibilidad de este filtro a nuevas observaciones en la muestra.

GRÁFICO 15

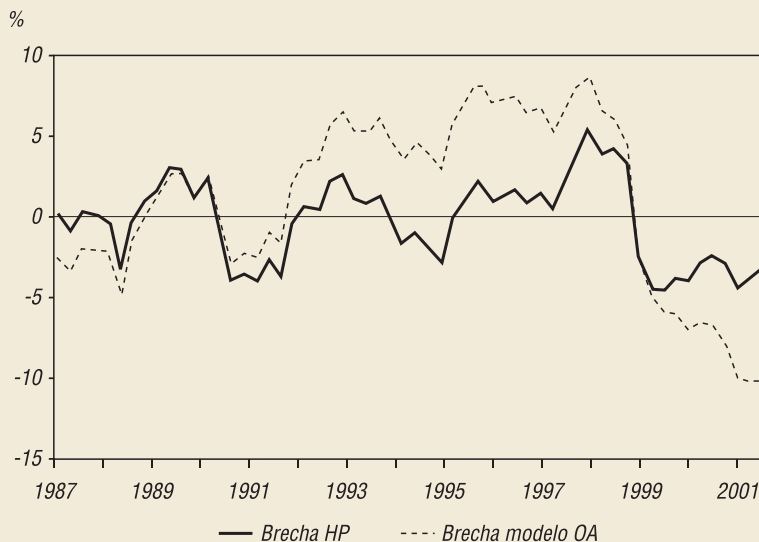
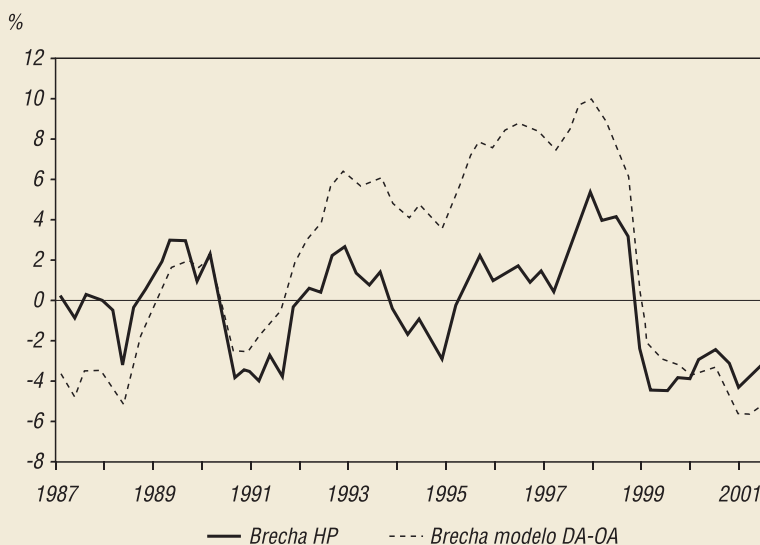
Brecha Productiva del Modelo OA ($\sigma(\varepsilon_T) = 0.5\%$) y Filtro HP

GRÁFICO 16

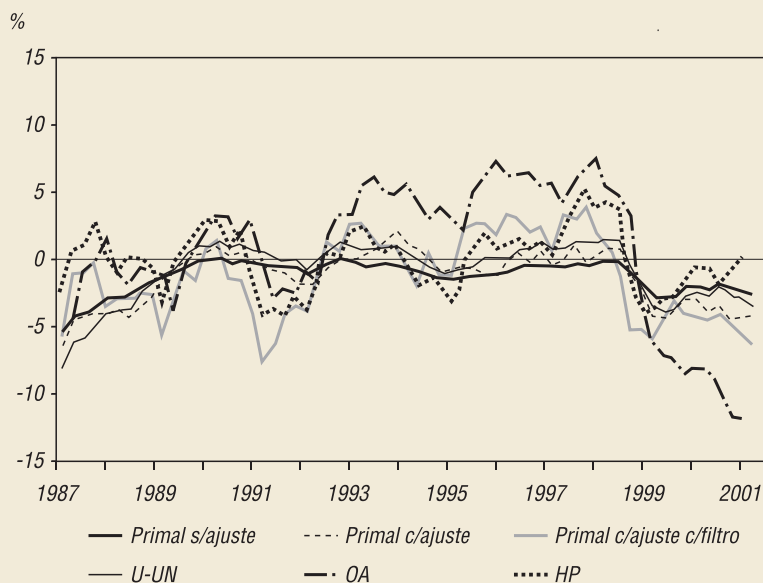
Brecha Productiva: Modelo DA-OA y Filtro HP



que es más importante, que ha sido más bien estable desde 1999. La excepción notable es el simple filtro HP ($\lambda = 1600$), que indica una brecha de capacidad positiva para el segundo trimestre de este año. La conocida sensibilidad de este filtro a las últimas observaciones es la razón de este resultado no intuitivo.¹⁷

En tercer lugar, resulta crucial hacer una aplicación cuidadosa de la contabilidad del crecimiento, por dos razones. En primer término, corresponde al

Brechas de Producto



es necesario tener alguna estructura. La aplicación del juicio parece ser lo mejor: la clave de una política monetaria eficiente es usar una variedad de métodos distintos que permitan tener una amplia perspectiva de cada tema. Esto refleja el hecho de que las estadísticas de producto potencial y de la brecha productiva son condicionales y, por lo tanto, sensibles a los supuestos particulares de identificación que se escojan.

Con respecto a la primera motivación de este trabajo, nuestra conclusión es que la mayoría de las medidas de brecha derivadas son estables o crecientemente negativas para los últimos años. Esto, unido con los resultados de los modelos de demanda agregada y de las estimaciones de la PTF, implica que el crecimiento del PIB de tendencia probablemente ha sido superior al crecimiento actual, pero menor que los niveles alcanzados en los noventa. Por lo tanto, esto descarta la alternativa de que el reciente debilitamiento del crecimiento haya sido causado mayormente por factores de oferta. En el largo plazo, no obstante, las proyecciones de crecimiento dependen en forma esencial de estos factores.

CUADRO 4

Correlación entre Brechas Productivas

	Filtro HP $\lambda = 1600$	Modelo OA	Estimación primal			Brecha de desempleo
			Ajustada	No ajustada	Filtrada	
Filtro HP	1.00	0.53	0.41	0.29	0.76	0.36
Modelo OA		1.00	0.77	0.59	0.75	0.66
Primal ajustada			1.00	0.90	0.57	0.92
Primal s/ajustar				1.00	0.40	0.99
Primal filtrada					1.00	0.49
Brecha de desempleo						1.00

primer paso de la estimación del producto potencial, a pesar de que el enfoque dual no es útil para estimar la brecha, pues da una medida de la tasa de crecimiento de la PTF y no de su nivel. En segundo término, sin importar el método estadístico escogido para la estimación dentro de la muestra, al momento de hacer proyecciones no existe un sustituto fácil a éste de fuentes de crecimiento.

Finalmente, este hecho es una señal de alerta ante la aplicación mecánica de métodos estadísticos libremente relacionados con la teoría económica para medir tendencias y brechas. Para llegar a conclusiones económicamente sensibles sobre la medición de la brecha productiva, usando algún método particular,

El entendimiento de su importancia se encuentra más allá del ámbito del presente trabajo.

REFERENCIAS

- Aguilar, X. y M.P. Collinao (2001). "Cálculo del *Stock* de Capital para Chile 1985-2000." Documento de Trabajo N°133, Banco Central de Chile, diciembre.
- Beechey, M., N. Bharucha, A. Cagliarini, D. Gruen y C. Thompson (2000). "A Small Model of the Australian Macroeconomy." Reserve Bank of Australia. Research Discussion Paper 2000-05.

- Coeymans, J.E. (1999). "Ciclos y Crecimiento Sostenible a Mediano Plazo en la Economía Chilena." *Cuadernos de Economía* 36(107): 545-96.
- Chumacero, R. y F. Gallego (2001). "Trends and Cycles in Real Time." Documento de Trabajo N° 130, Banco Central de Chile, noviembre.
- De Gregorio, J. (1999). "Trade Liberalization, Macroeconomic Performance and Wage Inequality: The Chilean Experience." Mimeo, Banco Central de Chile.
- García, C. y G. Contreras (2001). "Desempleo y Participación Laboral." Mimeo, Banco Central de Chile.
- García, C. y J. Restrepo (2001). "Price Inflation and Exchange Rate Pass-Through in Chile." Documento de Trabajo N° 128, Banco Central de Chile, noviembre.
- García, P. (1995). "Empleo y Participación en Chile." Colección Estudios Cieplan N° 41: 7-40.
- García, P., L.O. Herrera y R. Valdés (2002). "New Frontiers for Monetary Policy in Chile." En *Inflation Targeting: Design, Performance, Challenges*, editado por N. Loayza y R. Soto, Banco Central de Chile: 627-49.
- Jadresic, E. y G. Sanhueza (1992). "Producto y Crecimiento Potencial de la Economía Chilena." Mimeo, Banco Central de Chile, julio.
- Marfán, M. y P. Artigotía (1989). "Estimación del PGB Potencial: Chile 1960-1988." Colección Estudios Cieplan N° 27: 49-62.
- Nadal de Simone, F. (2001). "Proyección de la Inflación en Chile." *Revista de Economía Chilena* 4(3): 59-85.
- Roldós, J. (1997). "El Crecimiento del Producto Potencial en Mercados Emergentes: El Caso de Chile." En *Análisis Empírico del Crecimiento en Chile*, editado por F. Morandé y R. Vergara, Centro de Estudios Públicos: 39-66.
- Rojas, P., E. López y S. Jiménez (1997). "Determinantes del Crecimiento y Estimación del Producto Potencial en Chile: El Rol del Comercio Internacional." En *Análisis Empírico del Crecimiento en Chile*, editado por F. Morandé y R. Vergara, Centro de Estudios Públicos: 67-100.

APÉNDICE

REGLA DE POLÍTICA Y CURVA DE RENDIMIENTO

Para obtener la estimación dual de la PTF es necesario considerar sólo aquellos factores que afectan la demanda por bonos de largo plazo, tales como las perspectivas de crecimiento. Por esta razón, se corrige la volatilidad de la tasa de interés de largo plazo causada por el impacto de las decisiones de política monetaria, la cual se asocia a las tasas de interés de corto plazo.

En primer lugar, se estima la tasa de interés neutral de política monetaria usando un filtro de Kalman para una regla de política que explica el comportamiento de la tasa de interés reajutable de corto plazo (r). La función de reacción se estima a través de una descomposición lineal entre la tasa de interés óptima y un término rezagado (r_{-1}), el cual refleja la persistencia en la política monetaria.¹ Por otro lado, la tasa de interés óptima está compuesta por la tasa neutral (rn), que corresponde a la variable de estado no observada, y una parte cíclica, que pondera la brecha de desempleo (u) y la diferencia entre la inflación anual del IPC (π) y la meta fijada por el Banco Central. La construcción de la tasa natural de desempleo (un) se explica en el texto. Adicionalmente, se usan variables *dummy* para el año 1998, cuando se dejó flotar a las tasas de interés y, por tanto, no operó una función de reacción como la estimada.

$$r = rn + \alpha_{\pi} (\pi - \pi_{meta}) + \alpha_u (u - un) + \alpha_r r_{-1} + \varepsilon_r \quad (A1)$$

Se impone una forma funcional autorregresiva para

la tasa de política neutral, restringiendo a 0.22 el valor del error estándar del término de error ε_{rn} .

$$rn = \rho rn_{-1} + \varepsilon_{rn} \quad (A2)$$

Las últimas dos ecuaciones conforman un modelo de estado-espacio, que se resuelve mediante un filtro de Kalman. Sus resultados aparecen en el Cuadro A1. Se toman los coeficientes de la estimación en MICO como condiciones iniciales de rn . Con la tasa neutral se puede obtener la tasa de interés de equilibrio de corto plazo una vez que la inflación alcanza su valor meta y la brecha de desempleo se vuelve cero:

$$\bar{r} = \frac{rn}{1 - \alpha_r} \quad (A3)$$

Finalmente, la tasa interés de largo plazo filtrada por el ciclo se obtiene reemplazando la tasa de interés de corto plazo de equilibrio en la ecuación de tasas de largo plazo estimada, que incluye rezagos y adelantos de sí misma.² Esta construcción requiere de valores para las condiciones iniciales y finales de la tasa de interés de largo plazo, los cuales se suponen en 5.5 (1986:1) y 5.2 (2002:1).

$$rl = \underset{(0.387)}{0.31} + \underset{(0.053)}{0.36} rl_{-1} + \underset{(0.035)}{0.54} rl_{+1} + \underset{(0.008)}{0.05} r$$

$$R^2 = 0.83 \quad SE = 0.29 \quad DW = 2.34$$

¹ Esto se debe a que en la práctica los bancos centrales suavizan los movimientos de la tasa de política.

² Este modelo incluye como variables instrumentales para los adelantos de la tasa de interés de largo plazo: el tipo de cambio, rezagos de la tasa de interés y la diferencia entre la inflación y la meta y la banda cambiaria, entre otras.

CUADRO A1

Resultados de la Estimación de la Regla de Política Monetaria

	MICO ^a		Estado-Espacio ^b	
α_{π}	0.063	<i>0.026</i>	0.085	<i>0.095</i>
α_u	0.430	<i>0.053</i>	0.192	<i>0.364</i>
α_r	0.502	<i>0.042</i>	0.396	<i>0.091</i>
α_{98}	7.574	<i>0.507</i>	5.902	<i>0.587</i>
ρ			0.994	<i>0.015</i>
$\sigma(\varepsilon_r)$	0.69%		0.92%	
R ² ajustado	0.920			
Log-Verosimilitud	-59.97		-86.621	

a. Newey-West, errores estándares en cursiva.

b. Error estándar en cursiva. Se usan estimaciones de mínimos cuadrados ordinarios como condiciones iniciales.