



BANCO CENTRAL DE CHILE

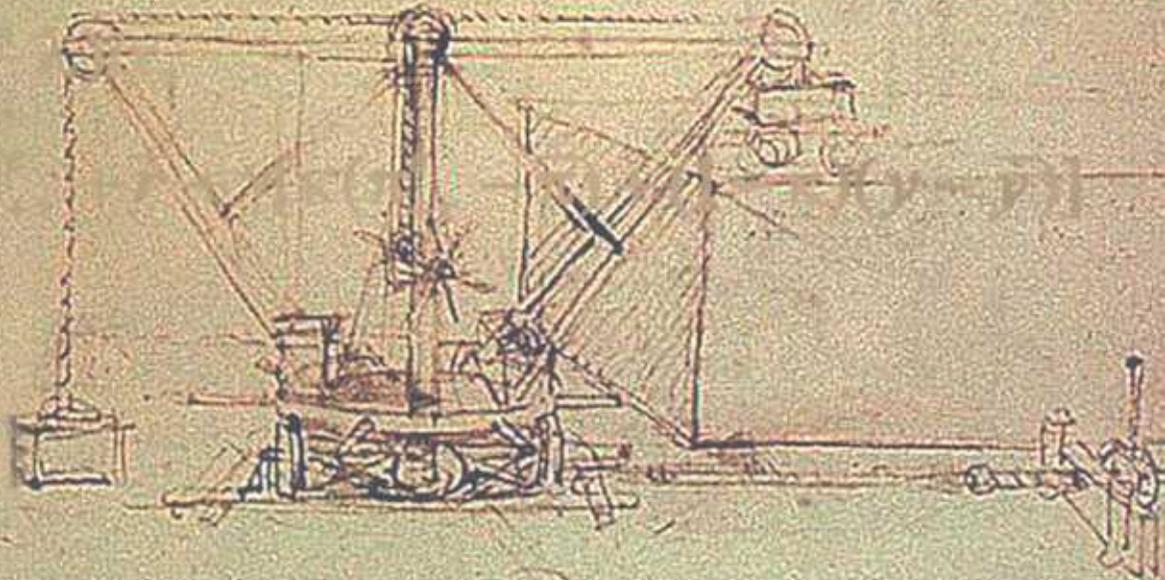
# MODELOS MACROECONÓMICOS Y PROYECCIONES DEL BANCO CENTRAL DE CHILE 2003

$$\pi = \beta_1 \pi^e + \beta_2 A(L)\pi + (1 - \beta_1 - \beta_2)\pi^* + \gamma(\alpha - \bar{y})$$

$$\Delta(\gamma - \bar{\gamma}) = \alpha_1 A(L)(r - \bar{r}) + \alpha_2 A(L)(R - \bar{R}) + \alpha_3$$

$$i = \lambda i_1 + \dots$$

donde  $i$



de No. 10 de 2003

**MODELOS  
MACROECONÓMICOS  
Y PROYECCIONES DEL  
BANCO CENTRAL DE CHILE  
2003**



**BANCO CENTRAL DE CHILE**

ISBN: 956-7421-16-1  
Registro de Propiedad Intelectual N° 137.071  
Santiago de Chile

Edición en castellano de 800 ejemplares

Impreso en Chile por Andros Ltda.

BANCO CENTRAL DE CHILE  
Agustinas 1180, Santiago, Chile  
Casilla Postal 967, Santiago, Chile  
Tel: 56-2-670 2000  
Fax: 56-2-670 2231  
[www.bcentral.cl](http://www.bcentral.cl)  
[bcch@bcentral.cl](mailto:bcch@bcentral.cl)

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN POR CUALQUIER MEDIO

## Contenido

<b>Prefacio</b>	<b>5</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>7</b>
1.1 Utilización de modelos macroeconómicos	8
1.2 El rol del juicio	10
1.3 Estructura del documento	13
<b>2. Modelo estructural de proyección (MEP)</b>	<b>14</b>
2.1. Características generales del modelo	18
2.2. El estado estacionario	22
2.3. La dinámica	23
2.4. Ecuaciones anexas al MEP	37
<b>3. Modelos auxiliares</b>	<b>48</b>
3.1 Modelos VAR	48
3.2. Indicadores líderes y coincidentes del Imacec	52
3.3. Modelos de corto plazo	56
3.4 Modelo macroeconómico de consistencia (MACRO)	66
<b>4. Aplicaciones</b>	<b>70</b>
4.1 Respuesta a cambios en la TPM	70
4.2 Razón de sacrificio	75
4.3 Traspaso del tipo de cambio a precios	78
4.4 Respuesta a <i>shocks</i> externos	79
<b>Referencias</b>	<b>82</b>
<b>Glosario de variables</b>	<b>89</b>
<b>Recuadros</b>	
1. Los modelos y el juicio en el proceso de proyección	11
2. Tipo de cambio real de equilibrio	16
<b>Índice de cuadros</b>	
2.1 Relaciones de estado estacionario	22
2.2 Componentes de la inflación	26
3.1 Especificaciones utilizadas en los modelos VAR	51
4.1 Efectos de la política monetaria sobre el producto y la inflación	74
4.2 Razón de sacrificio para Chile y otros países	77

4.3	Traspaso del tipo de cambio a precios para regiones del mundo y Chile _____	79
4.4	Efectos de los <i>shocks</i> externos según el MEP _____	80

## Índice de gráficos

	Expectativas de depreciación real (Recuadro 2) _____	17
2.1	Mecanismo de transmisión de la política monetaria _____	22
2.2	Bloques del MEP y principales variables _____	24
3.1	Error cuadrático medio _____	52
3.2	Evolución del indicador líder, coincidente y el Imacec _____	56
3.3	Exportaciones e importaciones, error fuera de muestra: 2001:M2 - 2003:M1 _____	62
3.4	Industria, error fuera de muestra: 2002:M12 - 2002: M11 _____	65
4.1	Efectos de un aumento de 100 puntos de la TPM sobre la inflación según el MEP _____	70
4.2	Efectos de un aumento de 100 puntos de la TPM sobre el producto según el MEP _____	71
4.3	Efectos de un aumento de 100 puntos de la TPM sobre la inflación según el VAR _____	72
4.4	Efectos de un aumento de 100 puntos de la TPM sobre el producto según el VAR _____	72
4.5	Efectos de un cambio de 100 puntos en la inflación de largo plazo sobre el crecimiento del PIB _____	76
4.6	Traspaso del tipo de cambio nominal a IPC _____	79

## Prefacio

La interpretación concreta que el Consejo del BCCh ha dado al mandato constitucional referente a la estabilidad de precios, es que deberá mantener la inflación centrada en 3% anual, con una volatilidad acotada en un rango entre 2 y 4%. Este libro contiene una descripción detallada de los modelos económicos que ayudan al Consejo en esta tarea, los que se utilizan de manera pragmática, ecléctica y no mecánica en la realización de proyecciones. En una economía siempre cambiante, ningún modelo único puede asimilar integralmente todos los factores relevantes para la implementación de la política monetaria. La formulación de juicios respecto de esta diversidad de factores y de sus implicancias para la política monetaria es el trabajo del Consejo, y no es algo que pueda dejarse a los modelos ni a quienes los construyen u operan.

Los modelos que se usan actualmente en el BCCh se publican en este volumen como parte del compromiso de creciente transparencia. Sin embargo, no es el propósito de este documento dar una visión sobre el proceso de toma de decisiones; más bien, es un esfuerzo acotado a divulgar las principales herramientas utilizadas en la elaboración de proyecciones, las cuales representan uno de los insumos en este proceso.

Este libro ofrece el estado actual de desarrollo de modelos en el BCCh, los que están en constante estudio y perfeccionamiento a medida que las técnicas para abordar problemas de política macroeconómica avanzan. El Consejo del BCCh determinará los lineamientos de futuros avances en esta materia, de acuerdo con los desafíos que vayan surgiendo.

En la elaboración del material ha participado un número importante de personas, algunas de las cuales no se encuentran ya en la institución. Una lista, que no aspira a ser exhaustiva, incluye a William Baeza, Héctor Bravo, Rodrigo Caputo, Gabriela Contreras, Helmut Franken, Carlos García, Pablo García, Luis Oscar Herrera, Felipe Liendo, Eduardo López, Leonardo Luna, I. Igal Magendzo, Juan Pablo Medina, Ernesto Pastén, Jorge Restrepo, Luis Salomó y Rodrigo Valdés. El proceso de preparación del documento se benefició de los comentarios de miembros del Consejo del BCCh y de economistas internos y externos a la institución.

El volumen consta de cuatro capítulos. En el primero se abordan las razones y formas habituales en que se usan modelos, resaltando su utilización no mecánica en la formulación de la política monetaria. En el segundo se describe en detalle el modelo estructural de proyección (MEP), con particular énfasis en la determinación de la inflación y la demanda agregada. En el tercer capítulo se abordan modelos auxiliares, incluyendo modelos de series de tiempo, modelos para la proyección de la coyuntura y modelos de coherencia contable. En el cuarto capítulo se presentan algunos ejercicios que ejemplifican el tipo de preguntas que los modelos pueden responder, más allá de la realización de proyecciones.

Al final se incluye un glosario con la lista y descripción de las distintas variables que integran los respectivos modelos.



## 1. Introducción

La normativa constitucional que rige al Banco Central de Chile (BCCh) establece que la autoridad monetaria tendrá por objetivo “velar por la estabilidad de la moneda”<sup>1</sup>. La interpretación concreta que el Consejo ha dado a este mandato constitucional es el logro de una tasa de inflación anual centrada en 3%, con una volatilidad acotada por un rango de 2 a 4%. Para el cumplimiento de este objetivo, el Banco Central ha emprendido un esfuerzo importante para aumentar la transparencia con la que comunica y formula la política monetaria, a través de la publicación del *Informe de Política Monetaria (Ipom)*, la divulgación de las actas de las sesiones del Consejo y un calendario anunciado con anterioridad para las reuniones mensuales de política monetaria (RPM). La importancia de la transparencia radica en que permite que los distintos agentes comprendan la racionalidad de las políticas del BCCh. Ello a su vez contribuye a que estas políticas sean efectivas para alcanzar los objetivos planteados, aumentando la credibilidad de los mercados en el logro de la meta de inflación y permitiendo que el BCCh dé cuenta a la sociedad de la forma como cumple con su mandato constitucional.

El presente volumen se enmarca en este proceso de creciente transparencia, dando a conocer el estado actual del instrumental con que cuenta el BCCh para la realización de proyecciones. Además de entregar los distintos modelos utilizados, en los capítulos que siguen a continuación, esta introducción explicita las formas en que ellos se usan en la práctica.

El primer papel que cumplen los modelos es el de organizadores del marco analítico que está detrás de los mecanismos de transmisión de la política monetaria. En efecto, no basta con observar casuísticamente la coyuntura para entender las fuerzas que están en juego en la determinación de la inflación, sino que es necesario un orden criterioso. Se ha encontrado que este orden es más fácil de estructurar con la ayuda de un modelo. En segundo lugar, una vez que se cuenta con un modelo que refleja los mecanismos de transmisión relevantes de la política monetaria, la manera más directa de utilizarlo es para apoyar el juicio del Consejo para la formulación de proyecciones de inflación. Estas proyecciones son muy importantes en los esquemas de metas de inflación, porque constituyen los objetivos intermedios de la política monetaria, en el sentido de que las acciones de política usualmente responden a la forma como evolucionan las proyecciones respecto de la meta de inflación. En tercer lugar, un modelo del mecanismo de transmisión de la política monetaria permite entender y cuantificar la manera más probable en que la economía, y en particular la inflación, responderá a las distintas innovaciones o noticias, además de evaluar la respuesta a los cambios en la misma política monetaria.

En el caso del BCCh, se ha encontrado que es útil enfocar el desarrollo de modelos en un modelo principal, apoyado por una serie de modelos auxiliares o satélites. El modelo principal captura de manera precisa los mecanismos de transmisión que se consideran relevantes, y es el que se utiliza con más intensidad. Los modelos auxiliares, en tanto, permiten validar y contrastar las proyecciones y ejercicios que resultan del modelo principal. Además, permiten elaborar algunos de los insumos que se utilizan en las proyecciones. La forma de estructurar este volumen refleja este

<sup>1</sup> En <http://www.bcentral.cl/esp/fuyorg/leyorganica/> se puede encontrar la Ley Orgánica Constitucional del Banco Central de Chile, publicada en el Diario Oficial del 10 de octubre de 1989, con sus modificaciones posteriores.

criterio. El capítulo 2 presenta el modelo estructural de proyección MEP, con sus variantes, mientras el capítulo 3 engloba los distintos modelos auxiliares. En el capítulo 4 se entregan algunos ejercicios tradicionales realizados con los modelos presentados en este volumen, referidos a la incidencia de la política monetaria sobre actividad e inflación, la razón de sacrificio, la relación entre depreciación e inflación y el efecto de diversos *shocks* externos. La comparación de los resultados de estos ejercicios para Chile con los de un conjunto de países muestra que los modelos utilizados por el BCCh no se desvían mucho de la experiencia internacional. Destaca, además, que el tipo de modelos implementados en el BCCh no es distinto a los que usa la mayoría de los bancos centrales que siguen esquemas de metas de inflación.

Es importante destacar, por último, que el desarrollo de modelos es un proceso continuo y permanente, que avanza en varias dimensiones. Primero, porque incorpora los avances empíricos y teóricos en la medida que se consideren pertinentes para la conducción de la política monetaria y, segundo, debido a que la paulatina incorporación de nueva información, con las consecuentes diferencias entre los resultados de los modelos y el desempeño económico efectivo, es muy informativa respecto de las posibles formas de mejorar la estructura de los modelos. La experiencia de los años recientes en el BCCh ha sido precisamente en esta línea, lo que ha permitido sofisticar y mejorar gradualmente los modelos utilizados. Este volumen, por tanto, refleja solo el estado actual del desarrollo de modelos, por lo que son esperables versiones futuras que presenten variantes y extensiones, mejorando el contenido actual.

## 1.1 Utilización de modelos macroeconómicos

La base de todo proceso de toma de decisiones en política monetaria es la observación cuidadosa de la coyuntura, a la luz de la experiencia acumulada respecto del comportamiento de la economía. En este sentido, no es fácil interpretar las lecciones del pasado, ni sencillo saber si las características de la economía hoy son distintas de las históricas. Estas dificultades permiten entender la razón para utilizar modelos. Un modelo económico permite clarificar y ordenar este proceso de toma de decisiones. Un modelo otorga una medición cuantitativa acerca de la forma como se comportó la economía en el pasado frente a una serie de eventos, que pueden haber sido decisiones de política monetaria o fiscal, o hechos de la economía mundial. A su vez, el modelo permite cuantificar el efecto de la evolución previsible de estas variables a futuro, tomando en cuenta además, la forma como los agentes reaccionan frente a las eventuales decisiones de política.

### *Modelos como ordenadores del análisis*

La forma específica en que los modelos ayudan a ordenar la discusión y el análisis de la política monetaria es agrupando en un mismo marco conceptual los determinantes de la inflación y la cuantificación de las magnitudes y rezagos de los distintos canales de transmisión de la política monetaria. Por ello, se requiere que el modelo tenga una estructura interna que refleje la forma como se entiende la gestación de presiones inflacionarias en Chile y el régimen de política monetaria y cambiaria imperante, lo que va más allá de la evidencia puramente histórica. Es necesario incorporar el juicio del Consejo y la visión criteriosa de qué factores son ahora más relevantes que en el pasado para la determinación de la inflación. Es crucial poder ordenar la importancia cuantitativa de los distintos elementos que determinan el

incremento de los precios, tales como las condiciones de oferta y demanda en los distintos mercados, las expectativas, la evolución de la cantidad de dinero, y otros, de manera de tomar decisiones de política monetaria informadas y coherentes. Esta misma identificación de los principales factores detrás de las tendencias inflacionarias permiten hacer una comunicación más precisa y ordenada, que refleje adecuadamente la racionalidad de las políticas.

En general, la importancia relativa de los mecanismos de transmisión depende de factores estructurales en cada economía, tales como el grado de apertura al exterior, la profundidad de sus mercados financieros o el desarrollo institucional. Por ejemplo, se cree que en Chile, el principal canal de transmisión de la política monetaria a la inflación es a través de la estructura de tasas de interés de mercado, incluyendo los precios de los instrumentos del Banco Central de mayor plazo, los que a su vez afectan las decisiones de consumo e inversión de los agentes de la economía. Estos cambios en la demanda agregada de bienes y factores tienen efectos sobre las presiones inflacionarias.

Debido a que un modelo macroeconómico se construye a partir de un conjunto de relaciones precisas entre las variables, este constituye una forma conveniente para lograr las cuantificaciones que se requieran. Así, es posible destacar cuáles son las fuerzas principales que determinan las tendencias inflacionarias en un horizonte relevante para la política monetaria, discusión que se traduce luego en decisiones de política y en la redacción del *Ipom*. Existe entonces un paralelo cercano entre la comunicación de la racionalidad de las políticas que adopta el Banco y la forma que toman los modelos macroeconómicos.

#### *Modelos y realización de proyecciones*

Los cambios en la tasa de interés de política monetaria afectan a la inflación con un rezago largo y variable, por lo que las decisiones de política monetaria no pueden basarse únicamente en lo que ocurre con la inflación hoy. Más bien, es necesario determinar si la actual orientación de política es compatible con una trayectoria inflacionaria que permite cumplir con el objetivo de estabilidad de precios. En este sentido, las proyecciones de inflación adquieren un rol importante, pudiendo ser consideradas un objetivo intermedio en sí mismas. En todo caso, la relación entre las proyecciones de inflación y los cambios en la política monetaria dista de ser mecánica.

Las proyecciones de inflación y crecimiento económico se llevan a cabo sobre la base de un proceso continuo, iterativo e interactivo, pero que tiene como hitos principales las RPM mensuales y el *Ipom*. Este proceso toma como insumo las opiniones del Consejo sobre el curso futuro más probable de las variables que inciden sobre la inflación y la actividad económica y la evolución esperada del escenario externo, habitualmente dado por las estimaciones reunidas en *Consensus Forecasts* y los bancos de inversión más importantes. Sobre esta base, y con el uso intenso de los modelos presentados en este volumen, se inicia un proceso que permite ir configurando el cuerpo de un escenario central o base para proyectar la inflación y otras variables relevantes hacia los siguientes ocho trimestres. Adicionalmente, los modelos permiten realizar un análisis de los riesgos asociados a escenarios alternativos a la trayectoria más probable de las variables.

No existe una relación mecánica y simple entre las proyecciones de inflación y los cambios (efectivos o previsibles) en la política monetaria. En efecto, el objetivo de la política monetaria es mantener la inflación baja y estable, en torno a 3% de manera persistente y no sólo a un horizonte particular dado. Por esta razón, si bien el

horizonte de ocho trimestres es un foco preponderante para la acción de la política monetaria, esta también considerará las perspectivas de la inflación antes y después de ese plazo<sup>2</sup>.

### *Ejercicios y evaluación de políticas*

Un modelo que refleja adecuadamente los mecanismos de transmisión de la política monetaria no sólo es útil para la realización de proyecciones, sino que además puede implementarse en ambientes artificiales, no vinculados con la realidad de los datos históricos, para analizar distintos ejercicios y simulaciones de política. Un primer conjunto de ejercicios relevantes se refiere al efecto de corto y largo plazo de cambios —que pueden ser transitorios o permanentes— en variables exógenas sobre la conducción de la política monetaria, tales como el entorno internacional y la política fiscal. Estos ejercicios no son importantes solo por sus implicancias sobre la trayectoria de la inflación, sino porque además permiten deducir recomendaciones de respuestas de política monetaria. De la misma manera, disponer de un modelo permite evaluar el impacto de cambios en la política monetaria, en términos de las magnitudes y los rezagos con que afectan a la inflación y al crecimiento<sup>3</sup>. Alternativamente, dado el modelo de la economía que se ha construido, se puede evaluar cuál es la forma óptima en que se debe implementar la política monetaria<sup>4</sup>.

Otra forma de utilizar los modelos, que implícitamente tiene un sentido similar, consiste en evaluar la volatilidad de la inflación y del producto que resultan de formas específicas de respuesta de la política monetaria frente a cambios en las distintas variables. Por ejemplo, con modelos como los presentados en este volumen, es factible evaluar los efectos que tienen sobre estas volatilidades algunas formas de hacer política monetaria más o menos agresivas, o más o menos persistentes en el tiempo<sup>5</sup>. A su vez, ello permite cuantificar la incertidumbre a la que está sujeta la economía, la que resulta de conjugar las volatilidades de las variables que están fuera del control del Banco Central con formas específicas de respuesta de la política monetaria frente a las distintas fuentes de volatilidad.

## **1.2 El rol del juicio**

Los modelos económicos son desarrollados, implementados y utilizados por economistas, y por tanto no pueden sustituir el buen juicio de éstos. En otras palabras, la formulación de la política monetaria debe apoyarse en un diálogo permanente entre modelos y juicio. Por una parte, el juicio económico indica las prioridades de investigación y la introducción de ingredientes que no son fácilmente cuantificables en las proyecciones, mientras los modelos, tal como se ha señalado, permiten estructurar la discusión de política monetaria, entregando algunas cuantificaciones claves acerca de rezagos y magnitudes de movimientos de variables tanto exógenas como de política.

2 Para mayor detalle sobre estos aspectos, véase Banco Central de Chile (2000).

3 Un ejemplo de este tipo de ejercicios es el impacto en la inflación de un incremento permanente del tipo de cambio real. En el capítulo final de este volumen se presentan algunas estimaciones de este tipo.

4 El estudio de la política monetaria óptima supera ampliamente el ámbito de este volumen. Aproximaciones iniciales a este tema en Chile se pueden encontrar en Medina y Valdés (2002a) y Medina y Valdés (2002b). Tratamientos teóricos exhaustivos recientes se encuentran en Walsh (2003), Svensson y Woodford (2003) y Woodford (2003).

5 García, Herrera y Valdés (2002) tratan este tema para el caso de Chile. Para estudios similares en otras economías con esquemas monetarios y modelos similares al de Chile, se puede mencionar a Batini y Haldane (2002) y DeBelle y Cagliarini (2002). En Taylor (1999) se hace una revisión amplia de ejercicios como los planteados para una variedad de modelos.

La necesidad del criterio se puede ver a partir de un problema no menor en este tipo de ejercicios, cual es obtener estimaciones de los principales parámetros que se requieren para realizar este tipo de ejercicios. Los métodos estadísticos tradicionales están sujetos a problemas profundos de identificación, por la simultaneidad con que ocurren los eventos económicos y la dificultad de medir las variables con precisión. A ello se agrega el hecho, ampliamente reconocido, de que las relaciones entre las variables económicas están determinadas por los regímenes de política existentes, dado que las vinculaciones económicas entre los distintos agentes en la economía no ocurren en el vacío, sino que se ven afectadas por las expectativas de estos agentes con respecto al futuro y a las mismas políticas económicas<sup>6</sup>. Finalmente, la disponibilidad de información es una restricción importante a la hora de estimar empíricamente las relaciones entre las distintas variables.

Todo esto hace que la adecuada conducta de la política monetaria requiera de una combinación juiciosa de consideraciones cualitativas y cuantitativas. Los avances en teoría económica y en técnicas estadísticas y econométricas son recurrentes, y la autoridad monetaria pecaría de omisión si no los incorporara en el diseño de los modelos económicos que apoyan la formulación de la política monetaria. Esto se manifiesta en el uso de modelos complementarios. Algunos de ellos enfatizan una descripción muy detallada de los mecanismos de transmisión que el Consejo estima relevantes, mientras que otros ponen el énfasis en una capacidad predictiva importante.

La credibilidad de la política monetaria se sostiene en el profesionalismo con que el Banco Central aborda su objetivo de estabilidad de precios. El uso de los modelos económicos, en la forma criteriosa y no mecánica descrita, es un ingrediente en el logro de este propósito. Así, se destaca que no solo la construcción de la proyección de inflación incorpora el criterio de los miembros del Consejo. La decisión misma de política depende de una serie de consideraciones adicionales, que involucran aspectos estratégicos o de oportunidad, difíciles de cuantificar en la proyección de inflación, pero que sí son determinantes a la hora de tomar decisiones.

#### RECUADRO 1

### LOS MODELOS Y EL JUICIO EN EL PROCESO DE PROYECCIÓN

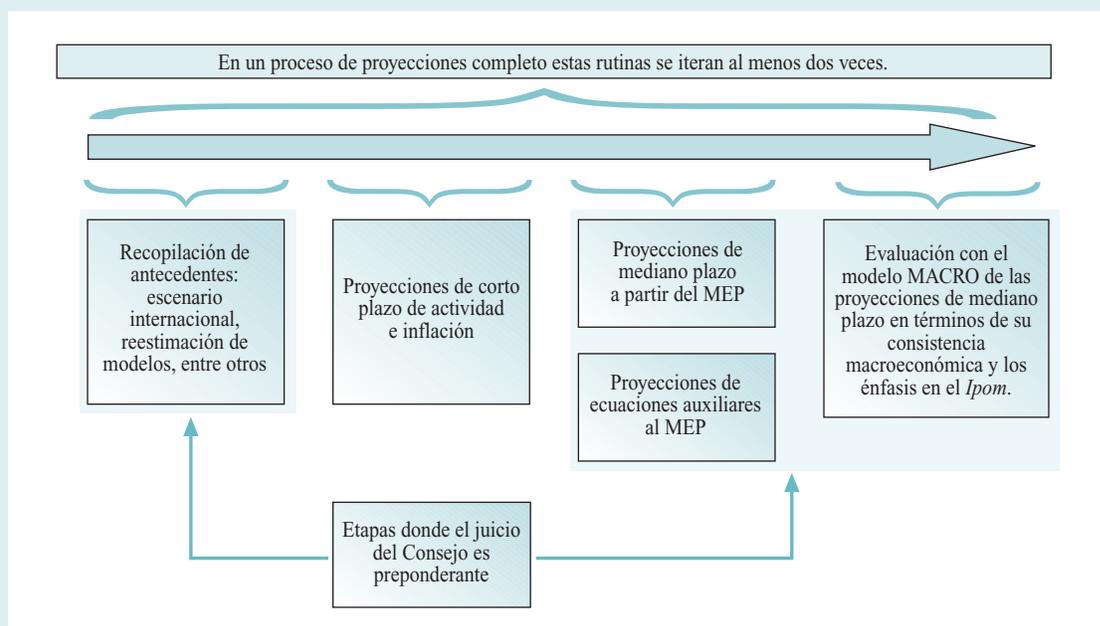
El conjunto de modelos que se presenta en este volumen se utiliza en distintas instancias y con diversa intensidad durante los períodos en los cuales se elaboran proyecciones. Algunos de ellos, en particular los modelos de proyección de importaciones y exportaciones, se utilizan de manera muy regular, con frecuencia semanal. La razón para ello viene dada por la también alta frecuencia con la que se cuenta con información actualizada de comercio exterior. Esta información está disponible cada semana, y de hecho se da a conocer al público al mismo tiempo en que se tiene internamente. Esta información semanal es sumamente volátil, no solo por la propia naturaleza de las series de comercio exterior, sino también por un conjunto de aspectos idiosincrásicos asociados a la estructura de días hábiles de las semanas, al impacto del tipo de cambio en las decisiones de importación, y al efecto de la volatilidad de precios de ciertos *commodities*. Así, una simple comparación del nivel de importaciones de una determinada semana con el dato

6 En la literatura económica, este problema se conoce como la Crítica de Lucas, siguiendo a Lucas (1972).

equivalente del mes o del año anterior no es informativa. Para poder evaluar, entonces, el contenido informativo efectivo de las series semanales de comercio exterior, se utilizan los modelos presentados aquí.

Un segundo conjunto de modelos se utiliza con frecuencia quincenal o mensual, para evaluar perspectivas de crecimiento e inflación de corto plazo. En primer lugar, la proyección de industria es un aspecto de primer orden de importancia en la evolución de corto plazo de la actividad, debido a las incidencias tanto directas como indirectas que tiene la actividad manufacturera. El modelo aquí presentado es uno de los antecedentes que se utilizan para proyectar la evolución de corto plazo de este sector, y complementa el análisis juicioso a partir de conversaciones informales con empresas relevantes de las distintas ramas. En segundo lugar, los indicadores líderes y coincidentes del Imacec proveen una visión de corto plazo para evaluar los cambios que pueden estar ocurriendo en la tendencia de crecimiento. En tercer lugar, los modelos de series de tiempo proveen una referencia en un horizonte algo menos inmediato respecto del impacto de noticias relevantes sobre las proyecciones de inflación, permitiendo apoyar la elaboración de proyecciones de inflación y crecimiento de corto plazo por parte de los analistas de la División de Estudios.

Los elementos mencionados se utilizan con bastante frecuencia y constituyen antecedentes preliminares para las discusiones de política. Sin embargo, también se utilizan en un rol algo distinto, que es alimentar el escenario de mediano plazo que resulta de las proyecciones con el MEP. Este proceso completo de proyecciones se realiza al menos durante la elaboración del *Ipom*, y en él se produce la interacción más intensa entre el Consejo y el *staff*, de forma que las proyecciones resultantes sean coherentes con la visión de la macroeconomía que tienen los distintos consejeros. La siguiente línea del tiempo describe de manera sencilla la forma como se estructura una iteración de este proceso de proyecciones, y las instancias donde el juicio es decisivo para elaborar las cifras finales. En general, un proceso completo de proyecciones se realiza sobre la base de dos o más iteraciones de las actividades presentadas en la siguiente figura.



El aporte del juicio al proceso de proyecciones es esencial en diversas etapas. Por ejemplo, las perspectivas de crecimiento potencial, de tasas de interés, márgenes y tipo de cambio real de equilibrio pueden evaluarse a partir de modelos o metodologías específicos, pero al final esos antecedentes solo informan las decisiones que el Consejo toma al respecto. De manera similar, aunque para algunas variables internacionales existen antecedentes que cuentan con un alto grado de credibilidad (por ejemplo, las proyecciones de crecimiento de *Consensus Forecasts*), para otros, como el precio del cobre y del petróleo, no es evidente que haya un referente claro. Adicionalmente, las perspectivas macroeconómicas de mediano plazo no pueden ser el resultado mecánico de un proceso de proyecciones, ya que implican una visión que debe ser coherente con los equilibrios de ahorro e inversión, las tendencias de la productividad, las condiciones de financiamiento externo y, por supuesto, los énfasis y temas destacados en cada *Ipom*.

Así, la importancia del juicio en este proceso de proyecciones no es menor, debido al entorno de incertidumbre en el que siempre se toman las decisiones de política monetaria. Es imposible incorporar mecánicamente, a través de modelos teóricos, las fuentes e implicancias de esta incertidumbre, no solo porque medirla y cuantificarla es algo que está lejos de ser una tarea trivial, sino además, porque las implicancias de ella sobre la toma de decisiones dependen de las preferencias del Consejo y de su interpretación concreta del mandato constitucional.

El volumen presente da a conocer principalmente los modelos macroeconómicos que se utilizan en la elaboración de proyecciones, sin tener como objetivo principal dar cuenta de cómo está estructurado el proceso de toma de decisiones como un todo del Consejo. Este es un asunto que sobrepasa largamente el ámbito de las técnicas estadísticas y econométricas contenidas acá, vinculándose de manera más estrecha con la interpretación precisa del mandato de estabilidad de precios y el esquema de metas de inflación implementado hasta ahora en Chile. Un tratamiento exhaustivo de estos aspectos será materia de futuras publicaciones del BCCh.

### 1.3 Estructura del documento

Este volumen se estructura de una manera que refleje la práctica acumulada en los últimos años en el desarrollo y uso de los modelos. En primer término, ello se refleja en la existencia de un modelo central o principal de proyección, el MEP o Modelo Estructural de Proyección, cuya estructura interna, como su nombre lo indica, refleja de manera precisa las percepciones acerca de cómo se gestan actualmente los principales determinantes de las presiones inflacionarias en Chile. Este modelo se presenta en el capítulo 2. Juegan aquí un rol preponderante el funcionamiento de los mercados financieros, el dinero y las tasas de interés, la determinación del tipo de cambio, la evolución del mercado laboral, el empleo y los salarios, las dinámicas propias de la inflación, el crecimiento económico efectivo y potencial y, en general, las condiciones de oferta y demanda en los distintos mercados. No es casualidad que estos sean los mismos temas que se presentan de forma cualitativa en los *Informe de Política Monetaria*. Como se señaló anteriormente, el *Ipom* y el MEP forman un conjunto coherente que refleja una visión similar de la economía.

Además del MEP, en el BCCh se desarrolla y utiliza una serie de otros modelos, los que se presentan en el capítulo sobre modelos auxiliares. Estos modelos cumplen una variedad de propósitos. Algunos, como los de series de tiempo (VAR), sirven para realizar proyecciones alternativas en el corto plazo, por ejemplo de seis meses a un año, lo que permite validar y apoyar las proyecciones a ese mismo plazo del MEP. Por otra parte, existe una serie de modelos sencillos que son útiles para proyectar la evolución del Imacec a plazos más cortos aún, uno o dos meses, sobre la base de información coyuntural de carácter público, como la producción y las ventas industriales, la producción minera, la evolución del dinero, entre otros. También se incluyen modelos para la balanza comercial, los que a partir de la información de comercio exterior entregada por el BCCh con frecuencia semanal permiten proyectar las exportaciones e importaciones del mes en curso o de las siguientes semanas. Finalmente, existe un modelo de consistencia macroeconómica, de frecuencia anual, que permite asegurar que las proyecciones macroeconómicas sean coherentes desde el punto de vista contable con la evolución de la balanza de pagos y, en particular, con el saldo en cuenta corriente.

Finalmente, el último capítulo de este volumen presenta los resultados de ejercicios tradicionales que se pueden realizar con modelos. Estos ejercicios responden a preguntas usuales en economía y política monetaria: ¿Cuál es la respuesta, en términos de magnitud y rezagos, de la inflación y el crecimiento a cambios en la política monetaria? ¿En qué medida se traspasan a precios los movimientos del tipo de cambio? ¿Cuál es la relación entre crecimiento e inflación en el corto plazo? ¿Cómo responde la economía a *shocks* externos? Como se verá, ninguna de estas tres preguntas es de fácil respuesta, principalmente porque requieren de una formalización precisa, que va más allá de la forma general en como están planteadas en esta introducción. Es por ello que los modelos son útiles para este tipo de preguntas, pues obligan a determinar con precisión detalles que a primera vista no parecen importantes pero que resultan de gran trascendencia para la coherencia de la política monetaria.

Además de las secciones mencionadas se ha incorporado un Glosario de Variables. Este glosario es útil para hacer más fácil la lectura, dado el gran número de variables contenidas en el documento. Además, el glosario entrega información relevante tal como el origen de los datos, la construcción de las variable, la unidad de medida y el método de desestacionalización utilizado, cuando corresponde. El glosario aclara la notación en lo que dice relación con logaritmos, variaciones y variables *dummies*.

## 2. Modelo estructural de proyección (MEP)

Este capítulo describe el principal modelo macroeconómico utilizado en el Banco Central de Chile para proyectar las variables más relevantes y realizar simulaciones y ejercicios de política económica. Las distintas ecuaciones de este modelo describen tanto los movimientos de corto plazo de la economía como las relaciones de equilibrio de largo plazo. Este modelo posibilita conocer la dinámica que siguen las variables. Por ejemplo, el modelo nos informa sobre los rezagos y magnitudes de los mecanismos de transmisión de la política monetaria. Por otra parte, se impone el equilibrio de largo plazo hacia la cual la economía converge necesariamente, haciendo la dinámica de corto plazo consistente con una visión de largo plazo de la economía.

Las técnicas utilizadas para estimar los parámetros de las distintas ecuaciones permiten distinguir los efectos de corto plazo de los de largo plazo. En la mayoría de

los casos se estima conjuntamente la relación de largo plazo y la dinámica de corto plazo. En estos casos las relaciones de largo plazo han sido previamente testeadas utilizando los métodos convencionales de cointegración<sup>7</sup>.

Estos métodos, como toda metodología econométrica, están sujetos a grados importantes de incertidumbre, dados por la sensibilidad de los parámetros estimados a la estructura profunda de la economía, que obviamente no se conoce directamente. Idealmente se debiera contar con una evaluación de los errores fuera de muestra. Algo de esa índole presentan Albagli et al. (2003). Para dar cuenta de las propiedades estadísticas de las ecuaciones estimadas se reportan aquí los estadísticos-t (corregidos por heterocedasticidad con el método de Newey-West), el R-cuadrado ajustado, la desviación estándar de la ecuación, el test LM de correlación serial (dado que los datos son trimestrales se escogieron 4 rezagos para todas las ecuaciones), el estadístico  $\chi^2$  para el test de normalidad de Jarque-Bera y el estadístico  $R^2$  multiplicado por el número de observaciones para el test de heterocedasticidad de White.<sup>8</sup> Además se reporta el período de estimación, el cual depende de la disponibilidad de datos. Nótese que algunas ecuaciones presentan problemas de correlación serial (a una significancia de 5%). Sin embargo, estas ecuaciones se conservan por no contar con especificaciones mejores, ya sea desde un punto de vista estadístico o teórico.

Para abordar situaciones en las cuales la estimación empírica es pobre, cuando hay antecedentes fundados de cambios estructurales en las distintas relaciones, o incluso cuando la teoría económica misma tiene importantes implicancias, aunque se rechacen empíricamente, se opta por la imposición de parámetros específicos. La imposición de parámetros tiene que ver también con la determinación institucional de ciertos precios en la economía, en particular las tarifas de servicios públicos. El MEP incorpora explícitamente tales mecanismos institucionales en la modelación del proceso inflacionario. Por otra parte, las estructuras de rezagos, selección de variables e inclusión de variables *dummies* puntuales ha sido motivada no solo por la teoría económica y las restricciones mencionadas, sino también para mejorar la normalidad de los residuos y la capacidad predictiva del modelo dentro y especialmente fuera de muestra.

El MEP cuenta con un número importante de variables exógenas que deben ser proyectadas fuera del modelo para alimentarlo. La proyección de algunas de ellas, tales como los valores de equilibrio o de largo plazo de las variables, se explica más adelante. Otras, en particular variables internacionales como el precio del petróleo, el precio del cobre, los valores de las importaciones, los términos de intercambio, el crecimiento o la inflación de los socios comerciales, las tasas de interés internacionales, la cuenta corriente de los países industrializados y el premio por riesgo son proyectadas por analistas especializados. Estos analistas utilizan modelos propios, proyecciones de organismos internacionales tales como Consensus Forecasts o bancos de inversiones, información sectorial, el propio juicio y el juicio de las autoridades del BCCh. De estos supuestos, los más importantes para determinada coyuntura son mencionados en los *Informes de Política Monetaria*.

En el MEP no se modela directamente ni el gasto interno ni las cuentas externas. Sin embargo, se cuenta con modelos auxiliares de gasto e identidades macroeconómicas que permiten tener una estimación de estas variables, a distintos

7 Como el objetivo de este volumen no es justificar las ecuaciones, sino darlas a conocer, se han omitido los tests de cointegración. Para más detalle sobre cada ecuación ver el estudio citado correspondiente.

8 Si bien los estadísticos-t están corregidos por posible heterocedasticidad en todos los casos, igualmente se informa el test de White para que el lector sepa si esta corrección es relevante.

niveles de agregación, consistentes con las predicciones del modelo estructural. También se cuentan con ecuaciones auxiliares para estimar la demanda por dinero y el tipo de cambio multilateral.

Dado el gran número de variables, se anexa un glosario con los nombres y fuente de las mismas. Este glosario pretende facilitar la lectura de este y los siguientes capítulos. Referimos al lector a este glosario para familiarizarse con notaciones que dicen relación con logaritmos, variaciones y variables *dummies*.

## RECUADRO 2

### TIPO DE CAMBIO REAL DE EQUILIBRIO

El tipo de cambio real es un precio relativo clave en una economía pequeña y abierta como la chilena. En el MEP la evolución del tipo de cambio real se modela a través de una versión de la paridad de tasas de interés, donde el tipo de cambio real converge a un nivel de equilibrio de largo plazo gracias a la dinámica de la política monetaria que provee el ancla nominal de la economía. Por otro lado, el nivel del tipo de cambio real de equilibrio se imputa desde fuera, a partir de un conjunto de antecedentes que se combinan juiciosamente y que se presentan de manera sintética en este recuadro.

El tipo de cambio real de equilibrio es una variable no observable. Estimar el valor del tipo de cambio real de equilibrio resulta particularmente complicado, ya que existen distintas teorías al respecto y la evidencia empírica no avala ninguna de ellas con suficiente claridad. El BCCh ha tenido una aproximación ecléctica al tema, utilizando una serie de antecedentes para abordarlo. Estos antecedentes incluyen las propiedades estadísticas de la serie de tipo de cambio real observado y su evolución reciente, el diferencial de tasas largas entre Chile y otros países, la evolución de variables sugeridas por distintas versiones de la teoría de la paridad de poder de compra, las expectativas de mercado manifestadas de diversas maneras, siendo todo esto ponderado por el juicio de las autoridades del BCCh.

Una forma de determinar el nivel actual del tipo de cambio real de equilibrio es a través de filtros estadísticos. Esta aproximación al problema presume que el tipo de cambio real medido tiende a su nivel de equilibrio, el cual es más suave y estable que el primero. De esta forma, el nivel de equilibrio se calcula como una versión suavizada del nivel medido. Desafortunadamente, estos métodos son muy poco informativos para proyectar la variable hacia el futuro. Una posibilidad es pensar que el nivel actual del tipo de cambio real se mantendrá en el futuro (camino aleatorio).

Una alternativa al método puramente estadístico es recurrir a la teoría de la paridad descubierta de tasas de interés. Según esta teoría, el diferencial de tasas entre Chile y otros países, por ejemplo Estados Unidos, debe estar compensado por las expectativas de variación del valor de las monedas, de modo que invertir en ambas monedas sea equivalente y no existan oportunidades de arbitraje. En términos nominales, esta teoría nos dice que:

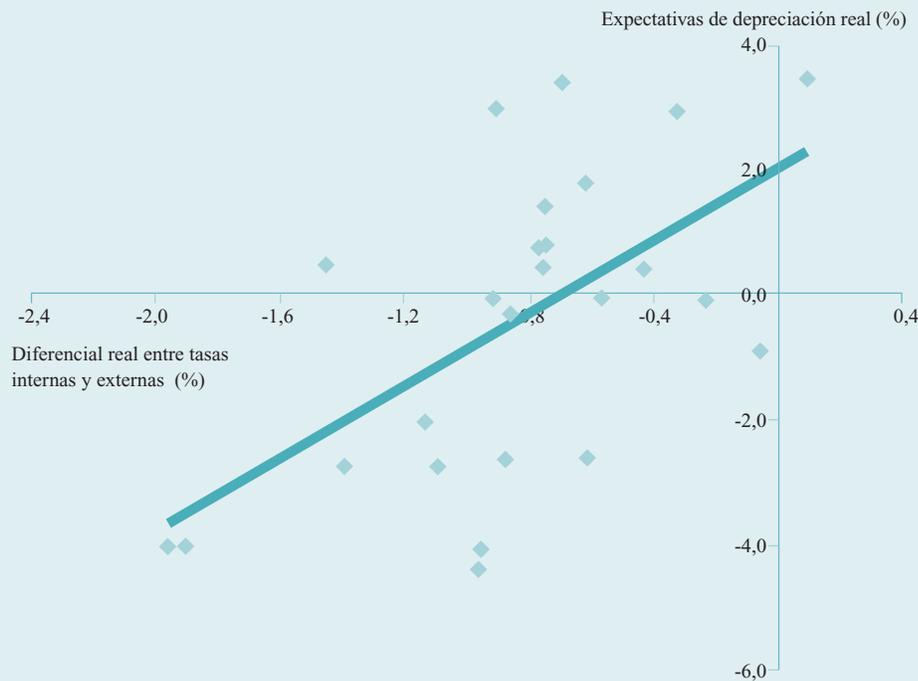
$$i = i^* + \frac{TCN^e - TCN}{TCN}$$

donde  $i$  es la tasa de interés interna,  $i^*$  es la tasa de interés externa,  $TCN^e$  es el tipo de cambio nominal esperado en el futuro y  $TCN$  el tipo de cambio nominal vigente. Si además introducimos la ecuación de Fisher, que nos dice que la tasa de interés nominal debe ser igual a la tasa de interés real más las expectativas de inflación, la ecuación de paridad de tasas de interés se puede expresar en términos reales como:

$$r = r^* + \frac{TCN^e - TCN}{TCN}$$

En este caso, y si las tasas de interés corresponden a operaciones a plazos suficientemente largos,  $TCN^e$  corresponde al tipo de cambio real esperado en el largo plazo. Si además suponemos que en el largo plazo el tipo de cambio real tiende a su nivel de equilibrio, esta teoría nos entrega información sobre el posible valor del tipo de cambio real de equilibrio en el largo plazo. En la práctica, esta información se extrae de comparar las tasas de pagarés del BCCh y del tesoro americano de plazo similar. El gráfico que se encuentra a continuación fue construido con este diferencial de tasas ajustado por impuestos y *spread* soberano<sup>9</sup> y con expectativas de devaluación e inflación extraídas de las encuestas de expectativas realizadas por el BCCh y Consensus Forecasts. En el gráfico se ve que, contrariando lo que dice la teoría, diferenciales negativos de tasas se asocian a expectativas de depreciación. Sin embargo, en promedio, mientras mayor es el diferencial de tasas (o menos negativo), mayores son las expectativas de depreciación, lo cual está de acuerdo con la teoría de paridades de tasas. De esto se deduce que, más que del nivel del diferencial de tasas, es posible extraer información relevante de la variación de este diferencial.

### Expectativas de depreciación real



9 Corresponde al diferencial entre el BCU5 (anteriormente PRC8) y el *Treasury Inflation Indexed Notes*, datos mensuales desde el año 2001.

Otro enfoque corresponde a las distintas versiones de la teoría de la paridad del poder de compra. En su versión más simple, esta teoría dice que el índice de precios debe ser el mismo en distintos países (al medirlo en una misma moneda) o al menos la variación de los precios debe ser la misma (paridad relativa). Esto equivale a decir que el tipo de cambio real debe ser constante, o al menos revertir hacia un nivel de equilibrio constante. La evidencia empírica, tal como lo muestran Calderón y Duncan (2003), muestra que esta relación parece cumplirse para Chile, pero en plazos extremadamente largos (dos ó tres años). Versiones alternativas y más flexibles de la teoría de la paridad del poder de compra nos dicen que el tipo de cambio real de equilibrio fluctúa de acuerdo con un número de variables fundamentales. Una de estas versiones indica que la paridad del poder de compra se cumple en promedio para los bienes transables (con posibles desviaciones transitorias), pero no necesariamente para los bienes no transables. Según esta teoría, las desviaciones para los bienes no transables dependerían de factores tales como el nivel de activos externos netos, diferenciales de productividad entre los sectores transables y no transables y los términos de intercambio. Calderón (2002) usa datos de 67 países desde 1966 a 1997 y técnicas de cointegración para datos de panel para estimar la relación entre el tipo de cambio real y las variables arriba mencionadas. Este autor concluye que existe una relación robusta entre las variables, por lo que estas pueden ser consideradas como determinantes del valor de equilibrio del tipo de cambio real. Basado en estos hallazgos, el BCCh utiliza información relativa a las variables fundamentales arriba descritas para determinar el nivel actual y la trayectoria esperada del tipo de cambio real de equilibrio.

Con todo, las teorías mencionadas no han alcanzado suficiente consenso, y la evidencia empírica no es concluyente. Por esto es importante utilizar información alternativa. La visión de distintos analistas de mercado con respecto al valor de equilibrio del tipo de cambio real, al menos en el largo plazo, se puede extraer parcialmente de las encuestas de expectativas que realizan el BCCh y Consensus Forecasts. En estas encuestas se pregunta por la evolución esperada para las distintas variables que componen el tipo de cambio real: tipo de cambio nominal e inflación.

Por último, todos los antecedentes anteriores deben combinarse juiciosamente por las autoridades del BCCh. Ello permite tener una apreciación sobre el valor actual del tipo de cambio real de equilibrio y su evolución en el futuro.

## 2.1 Características generales del modelo

El MEP es un modelo trimestral simple y relativamente pequeño. El modelo es lineal en logaritmos<sup>10</sup>, con 23 variables endógenas, 48 variables que son definiciones y un código que tiene aproximadamente 600 líneas. El código fue implementado inicialmente en WINSOLVE<sup>®11</sup>, aunque en la actualidad se encuentra implementado en TROLL<sup>®</sup>. Los parámetros, cuando se han estimado, se han obtenido utilizando E-Views<sup>®</sup> o TROLL<sup>®</sup>. Las bases de datos se manejan en EXCEL<sup>®</sup>. Para evitar correlaciones espúreas, todas las variables que presentan estacionalidad han sido

10 El modelo es lineal excepto por las ecuaciones correspondientes a la suma de los componentes para el IPC total, la suma de los componentes del PIB total y la suma de los componentes del precio de la locomoción colectiva, las que son lineales en el nivel de las variables y no en sus logaritmos.

11 Una versión para evaluación de este programa puede ser obtenida gratuitamente en <http://www.econ.surrey.ac.uk/winsolve/download.html>.

desestacionalizadas utilizando el método X12-ARIMA, corrigiendo por días hábiles, siguiendo lo propuesto por Bravo et al. (2002)<sup>12</sup>.

### Estructura básica del MEP

Si bien el MEP no es un modelo microfundado, es decir, sus ecuaciones no se derivan directamente de la maximización de agentes restringida a un presupuesto, la literatura reciente presenta modelos similares en su estructura derivados de microfundamentos<sup>13</sup>. El MEP se asemeja además a modelos que han sido utilizados por otros bancos centrales, tales como el Banco de Inglaterra, el Banco de la Reserva de Australia y el Banco Central de Brasil.

En su estructura básica el MEP cuenta con una curva de Phillips de corto plazo que relaciona inflación y brecha del producto, una demanda agregada o IS que determina la dinámica de la brecha del producto, una regla de política monetaria que determina la evolución de las tasas de interés de corto plazo, una curva de rendimiento que describe la dinámica de las tasas de mediano plazo y una paridad de tasas de interés que describe la dinámica del tipo de cambio real. La curva de Phillips corresponde a una ecuación en la cual la inflación ( $\pi$ ) depende de las expectativas de inflación ( $\pi^e$ ), la inflación pasada,  $A(L)\pi$  donde  $A(L)$  es el operador de rezagos y la inflación importada ( $\pi^*$ ), además de las desviaciones del producto respecto a su nivel potencial ( $y - \bar{y}$ ):

$$\pi = \beta_1 \pi^e + \beta_2 A(L)\pi + (1 - \beta_1 - \beta_2) \pi^* + \gamma(y - \bar{y}). \quad (2.1)$$

Como se aprecia, se impone homogeneidad dinámica, es decir, cuando el PIB se encuentra en su nivel potencial, la inflación es un promedio ponderado de las expectativas, los rezagos y la inflación importada. En el largo plazo, todas estas cifras se igualan. Respecto a la demanda agregada, esta relaciona cambios en la brecha del PIB,  $\Delta(y - \bar{y})$ , con las tasas de interés reales de corto ( $r$ ) y largo plazo ( $R$ ), constituyendo el principal mecanismo de transmisión de la política monetaria. La demanda agregada presenta reversión a la media, llevando al PIB hacia su nivel potencial. La brecha del PIB puede depender además de otras variables, en particular de variables externas, tales como términos de intercambio y tasas de interés externas. Todas las variables están expresadas en desviaciones de su nivel neutral:

$$\Delta(y - \bar{y}) = \alpha_1 \cdot A(L)(r - \bar{r}) + \alpha_2 \cdot A(L)(R - \bar{R}) + \alpha_3 (y_{-1} - \bar{y}_{-1}) + \alpha_4 \cdot \xi, \quad (2.2)$$

donde  $\xi$  representa las otras variables que afectan la brecha. La tasa de interés de corto plazo está dada por una regla de política monetaria para la tasa de interés nominal ( $i$ ). Esta regla indica que la tasa de interés se desvía de su nivel neutral en la medida que la inflación proyectada a un horizonte dado ( $\pi_{+\tau}^e$ ) se aleja del nivel meta ( $\bar{\pi}$ ). Por otra parte, la regla depende de la brecha del producto. Además, la regla incorpora el hecho que el Banco Central tiende a suavizar los movimientos de tasas de interés, haciendo depender el nivel de la tasa de su valor pasado. Así, la regla está dada por:

$$i = \lambda i_{-1} + (1 - \lambda)ix, \quad (2.3)$$

$$\text{donde } ix = \pi_{+\tau}^e + \bar{r} + \gamma[\kappa(\pi_{+\tau}^e - \bar{\pi}) + (1 - \kappa)(y - \bar{y})]$$

12 El programa con que se han desestacionalizado las series y una descripción del mismo pueden bajarse de <http://www.bcentral.cl/esp/estpub/estudios/documentostrabajo/177.htm>.

13 Ver por ejemplo McCallum y Nelson (1998, 2000), Galí y Monacelli (2002), Parrado y Velasco (2002), Clarida, Galí y Gertler (2002) y Svensson (1998).

El parámetro  $\lambda$  define cuán suave es la evolución de la tasa de interés de corto plazo, el parámetro  $\gamma$  define la agresividad de la política monetaria y el parámetro  $\kappa$  la importancia relativa que se le da a la brecha del producto. La variable  $\pi_{+\tau}^e$ , bien puede constituir un promedio de las expectativas de inflación a varios horizontes. Las expectativas de inflación son también las que median entre la tasa de interés nominal y las tasa de interés real de corto plazo:  $i = r + \pi_{+\tau}^e$ . En el largo plazo, la tasa de interés real debe converger hacia su nivel neutral  $\bar{r}$ .

La tasa de interés de corto plazo se transmite a la tasa de interés de largo plazo bajo un supuesto de arbitraje. La tasa de interés de largo plazo debe reflejar la trayectoria esperada de las tasas de interés de corto plazo, además de un premio por plazo ( $\phi_R$ ). La trayectoria esperada para las tasas cortas se resume en la expectativa de la tasa larga para el período siguiente. De este modo, la dinámica de la tasa real larga está dada por:

$$R = \chi R_{+1}^e + (1 - \chi) \cdot (r + \phi_R). \quad (2.4)$$

Por último, el tipo de cambio real ( $q$ ) está dado por la paridad de tasas de interés, incluyendo un premio por riesgo soberano ( $\rho$ ). Utilizando una aproximación logarítmica y una versión real de la paridad de tasas de interés, se tiene que:

$$q = q^e - r - (r^* + \rho), \quad (2.5)$$

donde  $q^e$  corresponde a las expectativas de tipo de cambio real futuro y  $r^*$  corresponde a la tasa real de interés externa.

Estas cinco ecuaciones resumen el principal mecanismo de transmisión de la política monetaria según el MEP. Si la inflación proyectada supera a la inflación meta, la ecuación (2.3) indica que la tasa de interés de corto plazo tiende a subir<sup>14</sup>. Al aumentar la tasa de interés de corto plazo, según la ecuación (2.4), también lo hace la de largo plazo. El aumento de tasas de interés lleva a una caída del PIB respecto de su nivel potencial o, lo que es lo mismo, a una brecha negativa del producto, como lo muestra la ecuación (2.2). Por otra parte, la ecuación (2.1) muestra que esta brecha negativa presiona la inflación hacia abajo, llevando el nivel proyectado hacia el nivel meta. Por otra parte, el aumento de tasa de interés se traduce, según la ecuación (2.5), en una apreciación del tipo de cambio real. Dado el nivel de precios, esto se traduce a su vez en una caída del tipo de cambio nominal y de la inflación importada. Mientras la apreciación del tipo de cambio real podría en principio hacer más negativa la brecha del producto, la caída de la inflación importada lleva a una menor inflación, constituyendo un canal de transmisión secundario.

### *Características adicionales*

El MEP contiene una serie de aspectos adicionales que no han sido descritos en la estructura sencilla presentada más arriba. Estos aspectos particulares se refieren al tratamiento de los componentes no subyacentes de la inflación, el modelamiento del mercado laboral y los márgenes, el rol de sectores productivos vinculados a los recursos naturales, y la política fiscal.

En primer lugar, el MEP modela de manera separada los precios de tarifas reguladas, precios de productos altamente indexados o de otros que son especialmente volátiles. Para el primero de estos grupos, la legislación vigente establece

14 Esto considerando que  $\lambda$  es positivo y menor que uno. En algunos casos se puede considerar un ejercicio en que la política monetaria se mantiene fija, al menos por un horizonte dado.

precisamente la forma como se determina una serie de tarifas de servicios públicos. En algunos casos, como el transporte colectivo en Santiago, las fórmulas de reajustabilidad son suficientemente sencillas como para poder ser incluidas directamente en el proceso de proyecciones. En otros casos, como las tarifas eléctricas, las reglas de reajustabilidad son complejas, y se opta por imponer ecuaciones calibradas que capturan en términos generales el vínculo entre las distintas variables del modelo y la tarifa respectiva. El segundo de estos grupos de productos está constituido por precios que habitualmente siguen de manera mecánica la dinámica de alguna de las variables endógenas al modelo. Por ejemplo, los peajes o el costo del servicio financiero, los que se vinculan a rezagos de la inflación y a las tasas de interés de mercado. Finalmente, el tercer grupo de productos incluye alimentos como la carne y el pescado, que son suficientemente volátiles y no vinculados a las condiciones de oferta y demanda en el ámbito macroeconómico como para tratarse por separado.

Otra particularidad del MEP es que modela la brecha sobre el PIB excluyendo recursos naturales (electricidad, gas, agua, minería y pesca). Estos componentes se proyectan fuera del modelo utilizando información sectorial recogida por Cuentas Nacionales. Al ser sectores principalmente liderados por factores de oferta y no de demanda interna, el crecimiento de estas actividades en el corto plazo responde a decisiones de inversión que, habitualmente, han sido tomadas con años de anterioridad, por lo que no se relacionan necesariamente con las condiciones macroeconómicas en el horizonte habitual de proyección. Sin embargo, las noticias en estos sectores se deben a decisiones comerciales de oferta las que se capturan directamente de los planes de producción de las principales empresas, o a cambios climáticos, por su naturaleza impredecibles.

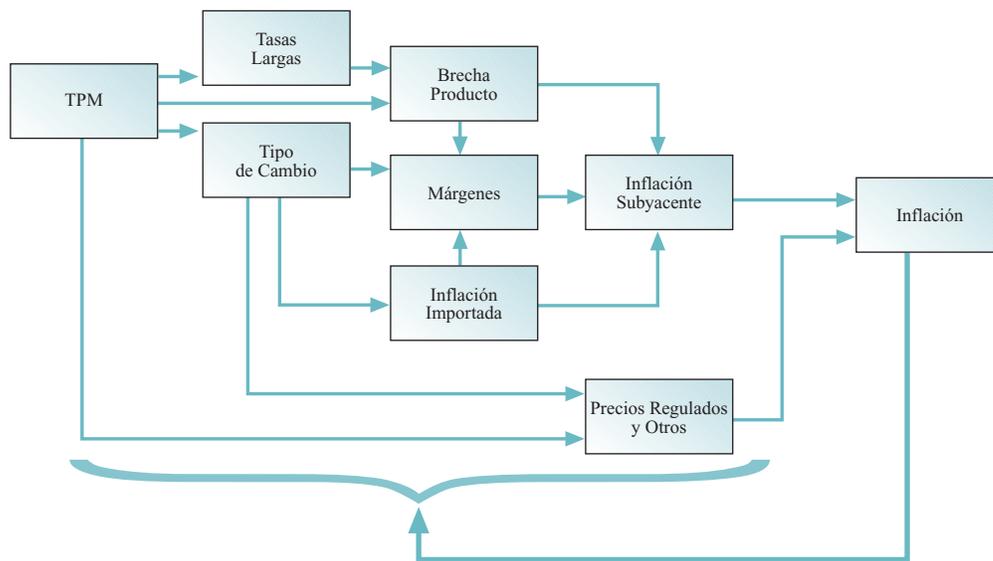
El MEP contempla además, la presión de los márgenes de comercialización y de la estructura de costos sobre los precios. Así, la curva de Phillips contiene un término que refleja desviaciones de estos márgenes de lo que se considera su nivel de equilibrio. Los márgenes son calculados sobre los costos laborales unitarios privados, los costos asociados a los servicios personales y los costos importados, relacionados tanto con el componente importado directo dentro de la canasta de consumo como a la importancia de los insumos importados en el proceso productivo local de bienes de consumo final. Para estimar la evolución de los costos laborales se ha introducido un bloque laboral con ecuaciones para la fijación de salarios y la demanda por trabajo. Cabe observar que algunas variables que se utilizan en el MEP son proyectadas fuera del modelo, tales como el PIB potencial, el tipo de cambio real de equilibrio, los precios externos de bienes importados y la fuerza de trabajo.

Un elemento que tampoco se detalla en la estructura previa, pero que está presente en el trasfondo de las proyecciones, es la política fiscal. En general, el impacto de ésta se refleja en las trayectorias de variables clave como el tipo de cambio real y las tasas de interés de largo plazo, las que se ven influenciadas por el *spread* soberano. Este canal de transmisión es cuantitativamente relevante. Por otra parte, los cambios en la política fiscal en el corto plazo, por ejemplo por noticias en la trayectoria de la inversión pública, el gasto corriente y los impuestos, se pueden asimilar a *shocks* en la ecuación de demanda agregada, existiendo un impacto sobre la composición de la misma en la medida que estos *shocks* sean de naturaleza persistente.

Al incorporar todos los elementos presentes en el MEP la transmisión de la política monetaria a la inflación queda resumida en el gráfico 2.1. Como se aprecia, la tasa de política monetaria (TPM) afecta directamente la brecha del producto e indirectamente a través de las tasas largas. La brecha del producto a su vez afecta la inflación subyacente directamente, constituyendo el principal mecanismo de transmisión presente en el modelo, e indirectamente a través del mercado laboral y los márgenes

de comercialización. La TPM altera también al tipo de cambio, el cual a través de los márgenes y la inflación importada afectan la inflación subyacente, constituyendo un mecanismo secundario de transmisión de la política monetaria<sup>15</sup>. Por último existen otros canales de transmisión en que la TPM y el tipo de cambio afectan directamente los precios que no son parte de los precios subyacentes, tales como servicios financieros, combustibles, locomoción colectiva, etc. Estos otros precios, junto con la inflación subyacente componen la inflación total, la cual afecta la política monetaria en la medida que tienda a desviarse de la inflación meta.

**Gráfico 2.1**  
**Mecanismo de transmisión de la política monetaria**



## 2.2. El estado estacionario

El MEP tiene un estado estacionario definido en forma explícita y exógena. Este estado estacionario contempla una trayectoria de crecimiento balanceado de la economía, incorpora las condiciones de demanda y oferta en los mercados de bienes y factores que reflejan una situación de pleno empleo de los recursos y una situación de precios relativos constantes. El cuadro 2.1 muestra una síntesis de las condiciones de estado estacionario impuestas en el modelo.

**Cuadro 2.1**  
**Relaciones de estado estacionario**

Mercados financieros	Mercado laboral y costos	Actividad e inflación
$TPM = LIBORR + \rho$ $BCU5 = TPM + \phi$ $TCR = TCRE$	$IPCX1 = (1 + \mu) * \text{costos}$ $P * Y = \alpha W * EMP$ $U = UN$	$Y = YE$ $\pi^{imp} = META$ $\pi IPCX1 = \pi otros = META$

15 Como se verá a continuación, por razones estadísticas, no es posible detectar el efecto del tipo de cambio sobre la brecha del producto, separadamente del impacto de la tasa de interés y del entorno externo.

En la práctica, las condiciones de equilibrio se imponen para garantizar la convergencia del modelo hacia un estado estacionario específico, compatible con lo que en teoría se espera para la economía chilena en un horizonte de largo plazo. Por ejemplo, el estado estacionario es coherente con la hipótesis de neutralidad del dinero en el largo plazo, es decir, con una curva de Phillips vertical, lo que refleja el ancla nominal de la economía. Con todo, estas condiciones son empíricamente testeables. Asimismo, hay un ajuste lento de las variables hacia sus niveles de equilibrio de largo plazo, tanto para las variables exógenas como para las variables endógenas: inflación, tasas de interés de corto y largo plazo, tipo de cambio real, salarios, empleo y crecimiento del producto.

En el largo plazo el PIB ( $Y$ ) tiende a su nivel potencial ( $Y^E$ ). El PIB potencial, o capacidad productiva, se proyecta fuera del modelo. Por lo tanto, el nivel del producto y su tasa de crecimiento en el largo plazo son impuestos exógenamente. En la práctica, se puede utilizar una serie de procedimientos para estimar el producto de tendencia, siendo los más comunes los filtros estadísticos (como Hodrick-Prescott o Baxter-King) o una descomposición de fuentes de crecimiento. Esta última es la que se ha utilizado para realizar proyecciones.

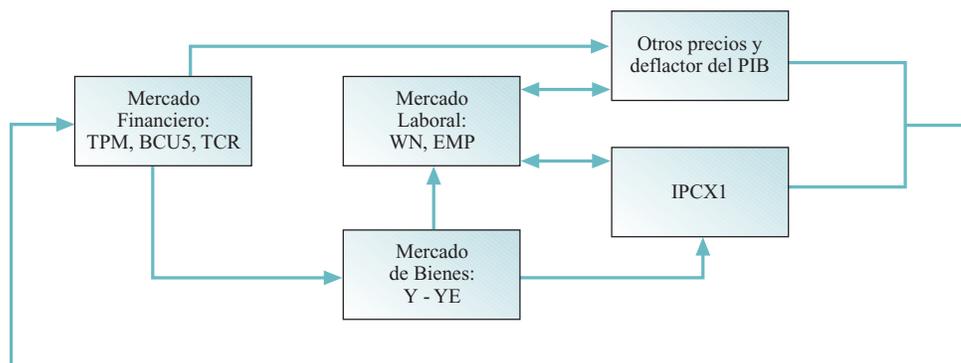
En el modelo, se impone que la inflación de los precios que excluye el IPCX1 (otros que incluye locomoción colectiva, indexados, perecibles, etc.) sea igual a la inflación meta en el largo plazo. En cuanto a la inflación del componente IPCX1 ( $\pi_{IPCX1}$ ), se impone que en estado estacionario sea constante. Esto se traduce en imponer que la curva de Phillips presente homogeneidad dinámica. Por otra parte, la tasa de interés ( $TPM$ ) converge a su nivel neutral de largo plazo sólo si la inflación es igual a la inflación meta. Por este mecanismo se asegura que la inflación del IPCX1 y la inflación total converjan a la cifra que se establezca como meta.

El tratamiento de los precios relativos es muy simple, suponiéndose que las tasas de interés nominal y real de corto y largo plazo ( $BCU5$ ), así como el tipo de cambio real ( $TCR$ ), son constantes y exógenos en estado estacionario. En estado estacionario, la curva de rendimiento también refleja las condiciones de arbitraje entre tasas de corto y largo plazo. Al mismo tiempo, estas tasas son consistentes con el crecimiento del producto potencial en el largo plazo y con el costo del financiamiento externo. En lo que se refiere al mercado laboral, se impone que en el largo plazo la participación de los salarios ( $W*EMP$ ) en el ingreso ( $P*Y$ ) sea constante. Por otra parte, el desempleo ( $U$ ) tiende al desempleo natural ( $UN$ ), con lo que en el largo plazo el empleo crece con la fuerza de trabajo, la cual es proyectada fuera del modelo.

### **2.3 La dinámica**

El MEP cuenta con cinco bloques, como lo muestra el gráfico 2.2. Cada uno de estos bloques, que definen la dinámica de las variables del MEP, se explica en detalle a continuación.

**Gráfico 2.2**  
**Bloques del MEP y principales variables**



### La inflación subyacente

La inflación subyacente se ha modelado a través de una curva de Phillips, que explica el comportamiento de la variación de un índice subyacente de precios al consumidor (IPCX1). Este índice excluye del IPC total los precios de servicios regulados, de precios indexados, de bienes perecibles y de las carnes y pescados. La ponderación del IPCX1 dentro del IPC total se puede apreciar en el cuadro 2.2. La inflación de este índice depende de:

- a) Las expectativas sobre la inflación subyacente futura, en principio generadas por una combinación del adelanto y el rezago de la misma. La imposición de homogeneidad dinámica, la cual se explica más adelante, elimina de la ecuación de Phillips el término rezagado en un período. En el modelo los agentes prevén perfectamente la inflación futura, es decir, el adelanto  $\Delta LIPCX1_{+1}$  en la ecuación (2.9) corresponde a la inflación efectiva en el período siguiente. Sin embargo, dada la endogeneidad existente, sólo para efectos de la estimación de los parámetros, el adelanto en la ecuación (2.9) se instrumentaliza con una regresión auxiliar (mínimos cuadrados en dos etapas), utilizando adelantos y rezagos de la meta de inflación (META):

$$\begin{aligned} \Delta LIPCX1 = & -0,001 + 0,24 META_{+1} - 0,31 META_{-1} + 0,39 META_{-2} \\ & (-1,23) \quad (7,98) \quad (-2,13) \quad (2,21) \\ & - 0,17 META_{-4} + 0,08 META_{-7} \\ & (-2,47) \quad (4,87) \end{aligned} \quad (2.6)$$

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

$R^2$  ajustado = 0,92

Error estándar de la regresión = 0,45%

Test LM de correlación serial (4 rezagos):  $F = 2,6129$  (valor-p 0,0459)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 13,445$  (valor-p 0,0012)

Test de heterocedasticidad de White:  $N \cdot R^2 = 5,9190$  (valor-p 0,8220)

Período de la estimación: 1987:4 2002:4

- b) La brecha del producto (BRECHA), que es la variable que indica las presiones de demanda agregada sobre la inflación futura. A mayor grado de subutilización de recursos productivos, se acotan las presiones inflacionarias futuras. La brecha productiva se calcula utilizando la metodología propuesta por Contreras y García (2002)<sup>16</sup> y se proyecta con la ecuación (2.29).

<sup>16</sup> Esta metodología propone una función de producción potencial Cobb-Douglas que depende del *stock* de capital, la fuerza de trabajo y una versión suavizada (utilizando filtros HP) del residuo de Solow. Cada uno de estos componentes se proyecta por separado para obtener una proyección del PIB potencial.

- c) Las desviaciones de los márgenes de comercialización respecto de su nivel de equilibrio. Se supone aquí que las empresas que producen los bienes contenidos en el IPCX1 fijan los precios de sus productos siguiendo una regla simple: agregar un margen sobre los costos, excluyendo el costo del capital. Así, los márgenes de comercialización están dados por la diferencia entre el nivel de precios y los costos salariales, de servicios públicos e importados. Para aproximar los costos salariales privados se utiliza el costo laboral unitario (CLU). Éste corresponde al cociente entre el índice de costo de mano de obra privado (CMOPRN) y la productividad media del trabajo de tendencia (QE) definida en la ecuación (2.33), más el correspondiente impuesto al valor agregado (IVA):

$$LCLU = LCMOPRN - LQE + \log(1 + IVA) \quad (2.7)$$

En cuanto a los costos de los servicios, tales como los servicios comunales, han sido aproximados a través del índice de salarios públicos (CMOPUN). Estos se han incluido con el fin de capturar fluctuaciones en los precios de los servicios públicos. Por último, para construir el componente importado de los costos (PIMP) se consideró un índice de valor de los bienes importados (IVUM)<sup>17, 18</sup>, el tipo de cambio nominal (TCN), el IVA y el arancel promedio (TM).

$$\begin{aligned} LPIMP &= \log(IVUM * TCN * (1 + IVA) * (1 + TM)) \\ &= LIVUM + LTCN + \log(1 + IVA) + \log(1 + TM) \end{aligned} \quad (2.8)$$

- d) Se incluyen rezagos de la variable dependiente con el fin de reflejar la inercia existente, dadas las reglas de indexación que transmiten la inflación pasada hacia la presente.
- e) Otra variable considerada para explicar la dinámica de corto plazo es la inflación externa, dada por la variación de los precios importados especificados en la ecuación (2.8).

Se estima una versión restringida del modelo, en primeras diferencias de la inflación, que impone la homogeneidad dinámica del proceso inflacionario, garantizando neutralidad y una curva de Phillips vertical en el largo plazo. El método de estimación es el de mínimos cuadrados en dos etapas, con el fin de instrumentalizar los adelantos de la variable dependiente. Si bien la variable del lado derecho de la ecuación (2.9) es la aceleración de la inflación, esto se obtiene de restar la inflación rezagada a ambos lados de la ecuación. Esto resulta conveniente para interpretar los resultados y sólo refleja la homogeneidad dinámica impuesta. Cabe recordar que el adelanto de la inflación subyacente se instrumentaliza utilizando la ecuación (2.6). Los resultados del modelo de oferta agregada son los siguientes:

$$\begin{aligned} \Delta LIPCX1 - \Delta LIPCX1_{-1} &= 0,63(\Delta LIPCX1_{+1} - \Delta LIPCX1_{-1}) + 0,06 BRECHA_{-1} \\ &\quad \begin{matrix} (5,21) & & (3,86) \end{matrix} \\ &- 0,08 \{ LIPCX1_{-1} - \left( 0,63 LCLU_{-1} + 0,32 LCMOPUN_{-1} + 0,05 LPIMP \right) - \phi_{mkup} \} \\ &\quad \begin{matrix} (-2,48) & & \begin{matrix} (3,84) & (5,35) & (0,48) \end{matrix} \end{matrix} \\ &+ 0,04 \Delta LPIMP_{-3} + 0,13 (\Delta LIPCX1_{-2} - \Delta LIPCX1_{-1}) \\ &\quad \begin{matrix} (4,21) & & (1,58) \end{matrix} \\ &+ 0,32 \Delta \log(1 + IVA_{-1}) + 0,01 D984 - 0,01 D022 \\ &\quad \begin{matrix} (3,27) & & (11,90) & & (-11,30) \end{matrix} \end{aligned} \quad (2.9)$$

17 Este índice de valor se construyó sobre la base del Índice de Valor Unitario de las Importaciones, que es un índice de Paasche. Para tener una serie trimestral se trimestralizó el año base (1996) utilizando el perfil trimestral de los valores. Luego se compuso el índice encadenando las variaciones en cuatro trimestres. Esta metodología se utilizó para los índices de valor de importaciones y exportaciones utilizados en el presente documento.

18 El IVUM total considera el precio de los bienes de capital e intermedios que entran como insumos en la producción y de bienes de consumo que deben ser comercializados. Por esto se ha preferido utilizar el IVUM total frente a alguna desagregación particular. Los resultados estadísticos han avalado esta elección.

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)  
 $R^2$  ajustado = 0,58  
 Error estándar de la regresión = 0,37%  
 Test LM de correlación serial (4 rezagos):  $F = 1,5833$  (valor-p 0,1943)  
 Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 4,3909$  (valor-p 0,1113)  
 Test de heterocedasticidad de White:  $N \cdot R^2 = 31,950$  (valor-p 0,8139)  
 Período de la estimación: 1987:3 2002:4

La curva de Phillips utilizada impone que en estado estacionario la inflación subyacente se mantiene constante. Es requisito para esto que, en el largo plazo, la inflación de los precios importados sea igual a la inflación doméstica total. Dado que el tipo de cambio real de largo plazo se supone constante, esto es equivalente a imponer que el IVUM crece, en el largo plazo, a igual tasa que el índice de precios de Estados Unidos<sup>19</sup>. Con todo, en el modelo será la política monetaria, a través de la regla de política, la que deberá encargarse de que la constante a la cual tienda la inflación subyacente en el largo plazo sea el nivel meta.

### Otros precios

Además de la inflación subyacente, se cuenta con estimaciones para la evolución de los precios de combustibles, servicios financieros, servicios públicos, precios indexados y precios de bienes perecibles. Si bien se supone una dinámica para estos precios, con el objetivo de asegurar la convergencia del modelo, se impone que en el largo plazo (después de 16 trimestres en el horizonte de proyección) estos precios crezcan a la misma tasa que la inflación total. Esto tiene un efecto insignificante sobre la dinámica de los primeros trimestres proyectados.

**Cuadro 2.2**  
**Componentes de la inflación**

Componentes de precio		Participación (%)
Subyacente	IPCX1	69,71
Servicios públicos	IPCSP	5,51
Servicios financieros	IPCSE	1,92
Indexados	IPCINX	7,12
Locomoción colectiva	IPCMICRO	2,75
Carnes y pescados	IPCCP	5,25
Frutas y verduras	IPCVF	3,77
Combustibles	IPCCOM	3,97

Para el precio de la locomoción colectiva se ha calibrado una ecuación cuyos ponderadores se ajustan a las cláusulas de reajuste establecidas en las bases de las licitaciones. En el modelo, estos reajustes dependen de cambios en índices del precio del diésel ( $\overline{PDÍ}$ ), el costo de la mano de obra ( $\overline{CMON}$ ), el precio de los neumáticos ( $\overline{PNEÚ}$ ) y el precio de los buses ( $\overline{PBUS}$ ). La base de estos índices ha sido ajustada para acomodar la base del IPCMICRO. La proyección del precio del diésel se encuentra en la ecuación (2.12). El costo de la mano de obra es endógeno al modelo y se proyecta utilizando las ecuaciones (2.34) y (2.35). El precio de los neumáticos es poco relevante y presenta poca variación en el tiempo, por lo que su proyección corresponde prácticamente a una tendencia. Por otra parte, el precio de los buses depende

<sup>19</sup> Ver ecuación (2.25).

principalmente del tipo de cambio nominal. La ecuación para el precio de la locomoción colectiva está dada por:

$$\Delta LIPCMICRO = \Delta \log\{0,26\widehat{PDI} + 0,33\widehat{CMON} + 0,04\widehat{PNEU} + 0,37\widehat{PBUS}\} \quad (2.10)$$

La variación del índice de precios de combustibles (IPCCOM) se estima usando una ecuación que incluye los precios contemporáneos de la gasolina de 93 octanos (PG93), el gas licuado (PGLI) y el queroseno (PKER):

$$\Delta LIPCCOM = \phi_{COM} + 0,53\Delta \log(PG93) + 0,08\Delta \log(PKER) + 0,39\Delta \log(PGLI) \quad (2.11)$$

(9,16) (2,21) (5,68)

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

R<sup>2</sup> ajustado = 0,79

Error estándar de la regresión = 1,60%

Test LM de correlación serial (4 rezagos): F = 5,2446 (valor-p 0,0046)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 1,9409$  (valor-p 0,3789)

Test de heterocedasticidad de White: N·R<sup>2</sup> = 20,589 (valor-p 0,0567)

Período de la estimación: 1996:2 2002:4

El precio del diésel, la gasolina, el queroseno y el gas licuado se calculan respectivamente, utilizando las siguientes fórmulas:

$$PDI = (PAJDI * TCN * (1 + IVA) + UTM * \tau_{UTM}) * \mu_{di} \quad (2.12)$$

$$PG93 = (PAJG93 * TCN * (1 + IVA) + UTM * \tau_{UTM}) * \mu_{g93} \quad (2.13)$$

$$PKER = (PAJKER * TCN * (1 + IVA)) * \mu_{ker} \quad (2.14)$$

$$PGLI = (PAJGLI * TCN * (1 + IVA)) * \mu_{gli} \quad (2.15)$$

Cada uno de estos precios se calcula a partir de la paridad ajustada en dólares. Esta corresponde al precio de importación (incluyendo aranceles) aplicando un ajuste por el Fondo de Estabilización del Petróleo cuando corresponda. Para el caso del diésel y la gasolina, además del IVA, se aplica el impuesto correspondiente a un porcentaje del valor de la Unidad Tributaria Mensual (UTM) por cada litro. En todos los casos se aplica un margen de comercialización. El margen de comercialización se proyecta utilizando el promedio de un período reciente. Las paridades ajustadas se proyectan utilizando la evolución proyectada del precio del petróleo<sup>20</sup> y la estacionalidad propia de cada combustible en los mercados internacionales. Como se observa, estos precios dependen de la evolución del tipo de cambio nominal, el cual es endógeno en el modelo. Por lo tanto, el tipo de cambio nominal afecta de forma importante el precio de los combustibles y, a través de estos, el precio de la locomoción colectiva. Este último se ve afectado por el tipo de cambio nominal además por su efecto sobre el precio de los buses.

El logaritmo de los precios de servicios financieros (LIPCSF) se estima suponiendo que este responde a la evolución de las tasas de interés, aproximadas

20 Sobre cómo se proyectan estas y otras variables internacionales exógenas al modelo ver la introducción a este capítulo.

aquí por la TPM, variable endógena determinada por el modelo. Se incluyen, además, rezagos de la misma variable y rezagos del crecimiento de la TPM:

$$\begin{aligned} \Delta LIPCSF = & \phi_{CSF} + 0,37 \Delta LIPCSF_{-1} + 0,63 \Delta LIPC_{-1} + 0,42 \Delta TPM + 1,10 \Delta TPM_{-1} \\ & + 0,88 \Delta TPM_{-2} - 0,13 D944 \end{aligned} \quad (2.16)$$

(3,44) (5,89) (2,17) (4,04)  
(2,08) (-20,96)

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

R<sup>2</sup> ajustado = 0,46

Error estándar de la regresión = 4,53%

Test LM de correlación serial (4 rezagos): F = 2,1965 (valor-p 0,0862)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 0,8598$  (valor-p 0,6505)

Test de heterocedasticidad de White: N·R<sup>2</sup> = 27,832 (valor-p 0,0469)

Período de la estimación: 1990:2 2002:4

La ecuación para el logaritmo de los precios de servicios públicos se estima utilizando el crecimiento de los costos de mano de obra de los servicios públicos (CMOPUN)<sup>21</sup>, el crecimiento del IPC, el crecimiento del tipo de cambio y los cambios en el precio del cobre (PCU) y el precio del petróleo (POIL):

$$\begin{aligned} \Delta LIPCSP = & 0,36 \Delta LIPCSP_{-1} + 0,55 \Delta LIPC_{-1} + 0,28 \times \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 \Delta LTCN_{-i} + 0,03 \times \frac{1}{2} \sum_{i=1}^2 \Delta LPOIL_{-i} \\ & + 0,06 \times \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 \Delta LPCU_{-i} + 0,04 D901 - 0,02 D992 \end{aligned} \quad (2.17)$$

(4,55) (5,81) (2,58) (2,28) (1,73) (10,73) (-8,22)

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

R<sup>2</sup> ajustado = 0,81

Error estándar de la regresión = 1,05%

Test LM de correlación serial (4 rezagos): F = 0,5094 (valor-p 0,7290)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 0,8367$  (valor-p 0,6581)

Test de heterocedasticidad de White: N·R<sup>2</sup> = 28,773 (valor-p 0,7985)

Período de la estimación: 1987:2 2002:4

Para el logaritmo de los precios indizados (LIPCINX) la ecuación estimada refleja la correspondencia de su movimiento con el del IPC, con rezagos de entre 3 y 12 meses. La ecuación es la siguiente:

$$\Delta LIPCINX = \phi_{INX} + 0,40 \Delta LIPC_{-3} + 0,25 \Delta LIPC_{-4} + 0,20 \Delta LIPC_{-6} + 0,15 \Delta LIPC_{-12} \quad (2.18)$$

(7,75) (3,45) (2,62) (2,39)

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

R<sup>2</sup> ajustado = 0,86

Error estándar de la regresión = 0,62%

Test LM de correlación serial (4 rezagos): F = 2,4874 (valor-p 0,0570)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 47,154$  (valor-p 0,000)

Test de heterocedasticidad de White: N·R<sup>2</sup> = 18,346 (valor-p 0,1914)

Período de la estimación: 1990:1 2002:4

21 La proyección del costo de la mano de obra de los servicios públicos se explica junto con el resto del mercado laboral más adelante.

La ecuación anterior se estimó imponiendo que la suma de los coeficientes que acompañan las variaciones de precios sea uno. Al estimar una versión no restringida de la ecuación no se puede rechazar la hipótesis anterior.

Para los precios de perecibles (IPCFV) se utiliza una ecuación que define la variación anual en función de la variación anual del IPC y de rezagos. La siguiente es la ecuación estimada:

$$\Delta LIPCFV = \phi_{FV} + 0,87 \Delta LIPC + 0,41 \Delta LIPCFV_{-1} - 0,28 \Delta LIPCFV_{-2} \quad (2.19)$$

(7,10)                      (2,62)                      (-2,87)

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

R<sup>2</sup> ajustado = 0,33

Error estándar de la regresión = 5,69%

Test LM de correlación serial (4 rezagos): F = 1,0278 (valor-p 0,4001)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 2,966$  (valor-p 0,227)

Test de heterocedasticidad de White: N·R<sup>2</sup> = 21,141 (valor-p 0,0201)

Período de la estimación: 1986:1 2002:4

Por último, los precios de carnes y pescados (IPCCP) se modelan de la misma forma que los precios de perecibles, es decir, la variación anual de la variable se determina en función de rezagos de esta misma y de la variación anual contemporánea del IPC:

$$\Delta_4 LIPCCP = \phi_{CP} + 0,75 \Delta LIPC_{-2} + 0,42 \Delta LIPCCP_{-1} - 0,17 \Delta LIPCCP_{-4} \quad (2.20)$$

(6,46)                      (4,96)                      (-2,13)

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

R<sup>2</sup> ajustado = 0,43

Error estándar de la regresión = 2,43%

Test LM de correlación serial (4 rezagos): F = 3,0690 (valor-p 0,0228)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 40,4372$  (valor-p 0,000)

Test de heterocedasticidad de White: N·R<sup>2</sup> = 21,719 (valor-p 0,0407)

Período de la estimación: 1986:2 2002:4

Se debe modelar también la evolución del deflactor del PIB. Este es particularmente relevante para la evolución de la demanda por trabajo, como lo demuestra la ecuación (2.30). Como se muestra luego, el deflactor del PIB en el largo plazo (PE) debe ser consistente con el estado estacionario de los márgenes, los salarios y los precios importados. Por este motivo, el parámetro de reversión hacia el nivel de largo plazo se ha mantenido, aún cuando no es estadísticamente significativo al 5% de significancia, aunque sí lo es al 10%. En el corto plazo, este deflactor se determina por sus desviaciones del valor de equilibrio, además de la variación del IPC, un índice de la variación de los precios de las exportaciones (LTDI+LIVUM+LTCN), la variación del precio del cobre (PCU) y la variación del precio del petróleo (POIL). Se espera que este último término tenga un ponderador negativo, de modo de extraer del IPC el componente de bienes importados. Se ha impuesto que el parámetro acompañando al cambio en IPC y los rezagos del deflactor sumen uno, de modo que en el largo plazo el deflactor del PIB crezca igual que el resto de los precios de la economía. La ecuación para el deflactor está dada por:

$$\Delta LP = 0,82 \Delta LIPC + 0,18 \Delta LP_{-1} + 0,03 \Delta LPCU - 0,02 \Delta LPOIL \quad (2.21)$$

(10,20)                      (2,29)                      (1,93)                      (-1,75)

$$+ 0,07 \{ \Delta LTDI + \Delta LIVUM + \Delta LTCN \} - 0,06 D961 + 0,06 D962 - 0,13 \{ LP - LPE \}$$

(2,55)                      (-9,72)                      (8,64)                      (-1,91)

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

R<sup>2</sup> ajustado = 0,70

Error estándar de la regresión = 1,31%

Test LM de correlación serial (4 rezagos): F = 1,5200 (valor-p 0,2133)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 0,8989$  (valor-p 0,6379)

Test de heterocedasticidad de White:  $N \cdot R^2 = 37,848$  (valor-p 0,2979)

Período de la estimación: 1989:3 2002:4

### Los mercados financieros

Con el propósito de realizar ejercicios de simulación, se especifica una función de reacción para la política del Banco Central que deja grados de libertad en la elección de los parámetros. La forma en que se utilice y calibre esta regla dependerá del tipo de ejercicio de proyección o simulación. Por simplicidad, se utiliza una especificación lineal, aunque no es difícil incorporar formas funcionales más complejas. La regla de política asocia la tasa de política monetaria en términos nominales (TPMN) con la inflación esperada ( $\Delta_4 LIPC^E$ ), la brecha del producto, la brecha entre la inflación esperada y la inflación meta (META), y rezagos de sí misma. Se incluye una constante que refleja la instancia neutral para la política monetaria.

De acuerdo con la regla contenida en el modelo, la política monetaria reacciona frente a la inflación esperada, no solo por las desviaciones con respecto a la meta, sino porque además afectan las tasas reales *ex ante* de la economía, que son las que afectan finalmente las decisiones de consumo e inversión. Esta regla de política también incorpora la brecha de capacidad, es decir, la diferencia entre producto y producto potencial. Ello no necesariamente implica que el pleno empleo esté dentro de los objetivos directos e inmediatos del Banco Central, ya que la brecha es una de las principales variables que afectan las presiones inflacionarias de mediano plazo<sup>22</sup>. En tercer lugar, la regla permite cierta inercia en el tiempo para la tasa rectora<sup>23</sup>. De forma similar, reglas de política alternativas pueden incorporar otros argumentos, como la cuenta corriente de la balanza de pagos, o tener no linealidades por la existencia de una meta rango en vez de una meta punto. Estas consideraciones pueden llevar a una política monetaria más agresiva, en una dirección u otra, si las condiciones así lo requieren<sup>24</sup>. Con todo, la ecuación para la regla de política utilizada en el MEP se mantiene flexible y es de la forma:

$$TPMN = \Delta_4 LIPC^E + \phi_{R0} + \phi_{R1} (\Delta_4 LIPC^E - META) + \phi_{R2} BRECHA + \phi_{R3} TPMN_{-1} \quad (2.22)$$

Si bien esta regla de política involucra la tasa de interés nominal, la mayoría de las estimaciones realizadas en esta y otras secciones de este trabajo incorporan el período en el cual la tasa de política se fijaba en términos reajustables. Por ello, para poder utilizar estos modelos para proyectar en el actual esquema, se utiliza la ecuación de Fisher, que indica que la tasa real *ex ante* (TPM) equivale a la tasa nominal menos la inflación anual esperada:

$$TPM = TPMN - \Delta_4 LIPC^E \quad (2.23)$$

22 Este punto es resaltado por Svensson (1997) y Agénor (2002). El mismo argumento para el caso de Chile se puede encontrar en García, Herrera y Valdés (2002).

23 Existen argumentos que indican que, frente a la incertidumbre, es mejor una política monetaria gradualista Woodford (1999).

24 Morandé (2002) y Medina y Valdés (2002a) incorporan la cuenta corriente de la Balanza de Pagos en la regla de política para Chile. Medina y Valdés (2002b) incorporan no linealidades en los objetivos de inflación, tales como en el rango meta y en la agresividad de la política monetaria.

La regla de política propuesta asegura que, en el largo plazo, la inflación converja a su nivel meta y se mantenga en ese nivel. La constante  $\phi_{R0}$  se ajusta de modo que, cuando la inflación se encuentre en su nivel meta y la brecha del producto esté cerrada, la TPM se encuentre en su nivel de estado estacionario ( $\text{LIBORR} + \rho$ ).

Esta regla también es utilizada para modelar las expectativas de mercado respecto a la evolución de la TPMN. Estas expectativas son relevantes para la determinación del tipo de cambio y las tasas de interés de mercado<sup>25</sup>.

La política monetaria se transmite al resto de las tasas de interés, debido al arbitraje natural que impera en los mercados financieros en Chile. Particularmente relevantes son las tasas reajustables de largo plazo, que inciden de forma determinante en las decisiones de gasto de los agentes de la economía. A su vez, el tipo de cambio depende de la evolución de la TPM. En este caso la TPM relevante es la esperada por el mercado, la cual es aproximada utilizando la regla arriba descrita.

La curva de rendimiento se basa en una versión de la hipótesis de expectativas, imponiendo una condición de arbitraje entre tasas de corto y largo plazo<sup>26</sup>. La diferencia entre las tasas de los bonos de largo plazo del Banco Central (BCU5) y la tasa de corto plazo (TPM) refleja expectativas de pérdidas o ganancias de capital asociadas a la tenencia de estos bonos. En términos concretos, esto se puede reflejar en que la tasa del bono de largo plazo es un promedio ponderado de las expectativas de esta tasa y de la tasa de corto plazo, donde el ponderador depende de la duración del bono de largo plazo<sup>27</sup>. Aquí se supone que las expectativas para la tasa de largo plazo dependen de rezagos y adelantos de sí misma.

La estimación se realizó utilizando variables instrumentales para los adelantos. Los instrumentos incorporados son: la diferencia entre el logaritmo del IPC y la meta, el logaritmo del tipo de cambio real y su diferencia, la posición del tipo de cambio dentro de la banda cambiaria, el desalineamiento del tipo de cambio real respecto de un valor de tendencia, rezagos de la tasa de largo plazo y de la tasa de captación, la tasa de política monetaria y su rezago, y la brecha de producto rezagada. Utilizando estos instrumentos la ecuación resultante para las tasas de mayor plazo es:

$$BCU5 = 0,38 BCU5_{-1} + 0,59 BCU5_{+1} + 0,03(TPM + \phi_{bcu5}) \quad (2.24)$$

(9,89)                      (16,12)                      (1,83)

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

R<sup>2</sup> ajustado = 0,92

Desv. est. residuos = 0,25%

Test LM de correlación serial (4 rezagos): F = 8,7315 (valor-p 0,0681)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 1,5292$  (valor-p 0,4655)

Test de heterocedasticidad de White:  $N \cdot R^2 = 15,721$  (valor-p 0,0153)

Período de la estimación: 1989:1 2002:2

Al estimar la ecuación sin restricciones, no se puede rechazar la hipótesis de que la suma de los coeficientes que acompañan al rezago y adelanto del BCU5, además de la TPM, sumen 1, lo que se impone en la estimación anterior. Adicionalmente, se incorpora una constante, que refleja la posible existencia de un premio por madurez en el largo plazo. Así, en el largo plazo esta tasa converge al nivel de estado estacionario de la TPM más el indicado premio.

25 Para algunos ejercicios de política o de proyección es posible mantener la TPMN constante, mientras que la regla actúa para determinar las expectativas relevantes para el tipo de cambio y las tasas de interés de mercado.

26 Para una aplicación de la curva de rendimiento al caso chileno ver Herrera y Magendzo (1997).

27 En Campbell, Lo y McKinlay (1999) se puede encontrar un tratamiento detallado de la hipótesis de expectativas, mientras en Blanchard (1982) y Blanchard y Fischer (1989) se encuentra una aplicación de esta teoría en un modelo macroeconómico simple.

El tipo de cambio es un precio relativo relevante para una economía pequeña y abierta como Chile. Con el objetivo de modelar esta variable, se utiliza la paridad descubierta de intereses. De acuerdo con ésta, la expectativa de apreciación o depreciación de la moneda depende del diferencial entre las tasas de interés externa e interna. Se supone que esta relación se cumple para las tasas externas en dólares de 180 días, así como para el tipo de cambio real con respecto a Estados Unidos (TCR). El TCR se calcula utilizando el tipo de cambio nominal (TCN), el IPC de EE.UU. (PUS) y el IPC de Chile:

$$TCR = \frac{TCN * PUS}{IPC} \quad (2.25)$$

La ecuación de tipo de cambio real de corto plazo supone que, en la determinación del tipo de cambio real esperado, entran tres factores: las expectativas coherentes con la proyección misma del modelo; las expectativas inerciales, que sólo consideran el tipo de cambio rezagado y las expectativas asociadas con el tipo de cambio real de largo plazo (TCRE)<sup>28</sup>. Se impone que la suma de los ponderadores de estas tres variables es 1. El diferencial de tasas de interés se calcula en términos reales, tomando la diferencia entre la tasa de interés externa real en dólares LIBORR y la tasa de política monetaria real (TPM). La tasa de interés externa se construye a partir de la suma de la Libor real, el spread y el encaje.

Como ocurre con la evidencia internacional, tampoco es posible validar empíricamente en Chile la teoría de la paridad descubierta. Sin embargo, esta razón de arbitraje se ha impuesto de modo de contar con una dinámica conceptualmente coherente para el tipo de cambio real y nominal<sup>29</sup>. Los parámetros correspondientes a la formación de expectativas se basan en estimaciones econométricas, aunque se ha incrementado marginalmente el peso del valor de largo plazo para beneficio de la convergencia del modelo, sin efectos mayores sobre la dinámica en el plazo relevante. Para la estimación se usaron como variables instrumentales para el adelanto del tipo de cambio: rezagos del logaritmo del tipo de cambio real y del tipo de cambio real de largo plazo, rezagos y diferencias del dinero real, la diferencia entre la inflación y la meta, la posición del tipo de cambio nominal dentro de la banda cambiaria, la brecha del producto, la tasa de política monetaria, y rezagos del tipo de cambio nominal y del tipo de cambio multilateral. Los resultados de la estimación no se reportan, sin embargo, los parámetros escogidos son:

$$LTCR = 0,6LTCR_{+1} + 0,3LTCR_{-1} + 0,1LTCRE + \log(1 + LIBORR) + \log(1 + SPREAD) - \log(1 + TPM) \quad (2.26)$$

El comportamiento del recargo de financiamiento externo (SPREAD) y el tipo de cambio real de largo plazo se proyectan fuera del modelo. Para el tipo de cambio real de largo plazo se combinan una serie de antecedentes<sup>30</sup>. Para la evolución del recargo de largo plazo se utiliza como antecedente central un cálculo basado en la metodología propuesta por Alfaro (2002) asociando este recargo a variables tales como el déficit en cuenta corriente y el recargo al que están afectas las empresas de categoría A- en Estados Unidos. En estado estacionario, en este modelo se impone un tipo de cambio real y un recargo constantes, de tal forma que el tipo de cambio nominal evoluciona de acuerdo con el diferencial entre inflación local y externa.

28 Para detalles sobre la proyección del tipo de cambio real de equilibrio (TCRE) ver el recuadro correspondiente.

29 Si bien la paridad de tasas de interés no se corrobora empíricamente, no existen alternativas mejores para la modelación del tipo de cambio. Una alternativa es suponer que el tipo de cambio sigue un camino aleatorio, pero esta alternativa se descarta por su escasa fundamentación teórica. Para estudios internacionales sobre la paridad de tasas de interés ver Meese y Rogoff (1983a,b, 1988) y Chinn y Madarassy (2002). Estos mismos estudios comparan proyecciones del tipo de cambio utilizando la paridad con un camino aleatorio.

30 Ver recuadro correspondiente.

### Demanda agregada

La ecuación de demanda agregada utilizada en el MEP relaciona el cambio en la brecha del producto con: a) el nivel de la brecha del producto; b) el impulso monetario, capturado por desviaciones de la tasa real de política monetaria (TPM) y la tasa real de interés de largo plazo (BCU5) respecto de sus valores neutrales o de largo plazo; c) las condiciones externas, identificadas por la tasa de interés externa real (LIBORR más SPREAD), los términos de intercambio (TDI), el crecimiento del producto mundial (YEXT) que captura elementos externos que no se reflejan en los términos de intercambio, y una medida de disponibilidad de financiamiento externo (FKYEXT)<sup>31</sup>, todas ellas en relación con su nivel neutral de largo plazo (señaladas con una E al final del nombre de la variable). Se ha visto que, si bien la incorporación de todas estas variables externas podría parecer algo redundante, posiblemente por rigideces en los mercados internacionales, todas ellas contribuyen a explicar la evolución de la brecha. Se incorpora también un rezago de la variable dependiente. Dos variables que han quedado fuera de la ecuación por razones estadísticas, aunque razones teóricas sugerían incorporarlas, son el tipo de cambio real y el gasto de gobierno.

La brecha productiva se calcula a partir de PIB total (Y) menos el PIB de recursos naturales (pesca, minería y energía) (YRN). Este último se proyecta a partir de la información sectorial dependiente de Balanza de Pagos y de Cuentas Nacionales. El PIB relevante para las presiones inflacionarias está dado por:

$$YRA = Y - YRN \quad (2.27)$$

Se ha optado por esta definición por considerar que YRN está principalmente determinado por factores de oferta, siendo de poca relevancia en esos sectores las brechas entre nivel potencial y nivel de producción. Esta apreciación encuentra sustento empírico ya que la ecuación que aquí se estima se ajusta mejor a los datos y porque esta definición es la que mejor se correlaciona con la evolución de la inflación. Utilizando el cálculo de brecha de productividad (BRECHA) introducido en esta sección se define el nivel potencial del PIB excluyendo recursos naturales (LYRAE):

$$LYRAE = LYRA + BRECHA. \quad (2.28)$$

Los resultados de la estimación del modelo mediante MICO son:

$$\begin{aligned} \Delta(LYRA - LYRAE) = & \phi_{YRA} \underset{(-6,13)}{-0,41} \cdot \frac{1}{2} \sum_{t=1}^2 (LYRA_{-t} - LYRAE_{-t}) \\ & \underset{(-2,45)}{-0,27} (\Delta LYRA_{-1} - \Delta LYRAE_{-1}) - \underset{(-3,04)}{0,31} (\Delta LYRA_{-2} - \Delta LYRAE_{-2}) \\ & \underset{(-1,89)}{-0,06} (TPM_{-2} - TPME_{-2}) - \underset{(-5,19)}{0,21} (TPM_{-3} - TPME_{-3}) \\ & \underset{(-3,50)}{-0,79} \cdot \frac{1}{2} \sum_{t=3}^4 (BCU5_{-t} - BCU5E_{-t}) \\ & \underset{(-2,57)}{-0,28} (LIBORR_{-4} - LIBORRE_{-4} + SPREAD_{-4} - SPREADE_{-4}) \\ & \underset{(2,33)}{+0,42} \cdot \frac{1}{2} \sum_{t=2}^3 (\Delta_4 LYEXT_{-t} - \Delta_4 LYEXTE_{-t}) + \underset{(2,84)}{0,05} (LTDI_{-2} - LTDIE_{-2}) \\ & \underset{(3,49)}{+0,01} \cdot \frac{1}{4} \sum_{t=2}^5 (FKYEXT_{-t} - FKYEXTE_{-t}) - \underset{(-11,39)}{0,02} D943 \end{aligned} \quad (2.29)$$

31 Corresponde a la suma del déficit en cuenta corriente de EE.UU., Japón y la Unión Europea, deflactada por el IPC de los países industrializados y dividido por la suma del PIB de dichos países.

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)  
R<sup>2</sup> ajustado = 0,60  
Desv. est. residuos = 0,87%  
Test LM de correlación serial: F = 0,310 (valor-p 0,869)  
Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 1,068$  (valor-p 0,586)  
Test de heterocedasticidad de White: NR<sup>2</sup> = 32,562 (valor-p 0,792)  
Período de la estimación: 1987:1 2002:3

La constante no es significativamente distinta de cero pero se le impone este valor al realizar proyecciones. La proyección de las variables internacionales es realizada por analistas especializados, tal como se indica en la introducción a este capítulo. Los valores de equilibrio son proyectados como una combinación de teoría económica, promedios históricos, filtros estadísticos y juicios de las autoridades del banco. Por ejemplo, para proyectar TPME se considera el comportamiento histórico de la serie TPM, su evolución más reciente, los argumentos que determinan la TPM en el largo plazo (LIBORR y SPREAD) y el juicio de las autoridades del BCCh respecto al impulso monetario actual. Una vez definida la TPME el BCU5E se determina utilizando una ecuación similar a (2.24), donde TPM se reemplaza por TPME, aunque el juicio también es considerado en esta etapa. Para las variables internacionales el proceso es similar, aunque el promedio histórico juega un rol más preponderante.

#### *Mercado laboral: salarios y empleo*

El mercado laboral resulta fundamental para establecer las presiones inflacionarias vigentes. Tanto los salarios como la productividad determinan los costos laborales unitarios, ingrediente principal de los costos al productor y de los márgenes de comercialización. Para proyectar estas variables se cuenta con una ecuación de determinación de los salarios y una ecuación de demanda por trabajo.

La oferta agregada en la economía refleja la estructura de costos en el largo plazo. Por un lado, la tecnología supuesta es Cobb-Douglas, por lo que la distribución factorial de los costos es constante en el largo plazo. Esto impone restricciones en el comportamiento dinámico del empleo, el que se supone se ajusta para equilibrar situaciones de mayores o menores salarios reales respecto de la productividad media. Por otro lado, los salarios se rigen en forma importante por determinantes institucionales. Las cláusulas de indexación por inflación pasada impactan de forma importante en la dinámica de corto plazo de los salarios, así como los reajustes del sector público tienen un efecto relevante en el componente de servicios.

La estructura de precios minoristas, que determinan los márgenes de comercialización, es reflejo de una tecnología de distribución que también se considera del tipo Cobb-Douglas, y que combina los costos laborales unitarios asociados a la producción de bienes de consumo de origen nacional, los costos importados que vienen por el componente importado en los insumos o directamente por bienes de origen importado, y los servicios.

Los desequilibrios en la distribución del ingreso factorial se corrigen paulatinamente mediante cambios en la demanda por trabajo<sup>32</sup>. Debido a que algunas de las variables se encuentran en índices, se incluye una constante que captura la conversión de los índices a sus valores originales. Se supone que en el largo plazo, al encontrarse los ingresos factoriales en su nivel de equilibrio, la demanda por trabajo crece a la misma tasa que la fuerza de trabajo (FT). La evolución futura de la fuerza

32 Se considera el empleo sin programas de empleo e incluye los subsidios a la contratación.

de trabajo se proyecta en el mediano plazo según el juicio de analistas especializados, mientras que en el más largo plazo se supone que crece a la tasa de crecimiento de la población promedio del último censo. Por otra parte, cambios en la brecha de productividad y rezagos afectan el empleo variable en el corto plazo. La ecuación para el empleo (LEMP) es la siguiente:

$$\begin{aligned} \Delta LEMP = & -0,06 \left( LEMP_{-1} + LCMON_{-1} - LP_{-1} - LY_{-1} - \ln(\alpha_N) + \phi_{np} \right) \\ & + 0,19 \Delta BRECHA + 0,85 \Delta LFT - 0,15 \Delta LEMP_{-1} \end{aligned} \quad (2.30)$$

(-2,10)                      (3,43)                      (11,81)                      (-2,10)

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

R<sup>2</sup> ajustado = 0,72

Desv. est. residuos = 0,51%

Test LM de correlación serial (4 rezagos): F = 1,2859 (valor-p 0,2887)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 1,869$  (valor-p 0,4052)

Test de heterocedasticidad de White: N·R<sup>2</sup> = 26,554 (valor-p 0,0878)

Período de la estimación: 1989:2 2002:4

donde CMON corresponde al costo de mano de obra nominal. Para la estimación de la participación del ingreso salarial en el largo plazo, se divide la masa salarial por el PIB nominal (PY).

$$\alpha_N = \frac{CMON \cdot EMPA + 0,6 \cdot WN \cdot EMPC}{P \cdot Y} \quad (2.31)$$

En el cálculo de la masa salarial es necesario ponderar los distintos tipos de trabajadores, según sean asalariados (EMPA) o trabajadores por cuenta propia (EMPC). Los primeros hacen aportes a la seguridad social, de manera que su participación en el PIB se mide a través del costo de mano de obra (CMON). Los segundos, en cambio, no realizan estos aportes, por lo que el salario considerado en su caso es un porcentaje de las remuneraciones nominales promedio de la economía (WN). Este se supone que toma un valor de 60%<sup>33</sup>.

El desempleo (U) se puede calcular restando de la fuerza de trabajo el nivel de empleo. La tasa de desempleo está dada por:

$$U = 1 - EMP / FT \quad (2.32)$$

La dinámica de los salarios nominales privados se explica por la evolución de la diferencia entre el desempleo y un juicio de lo que se estima es su nivel natural (UN), y de la inflación rezagada del IPC, debido a cláusulas de indización. La teoría indica que, en el largo plazo, los salarios privados reales deben crecer en igual proporción que la productividad media del trabajo, lo que asegura que la distribución factorial del ingreso se mantiene constante, lo cual de hecho se observa empíricamente durante el período analizado. Por esto se incluye en la ecuación el crecimiento de la productividad del trabajo de equilibrio (LQE) que corresponde al logaritmo del cociente del PIB potencial (YE) y la fuerza de trabajo descontado el desempleo natural:

$$LQE = \log \left( \frac{YE}{FT(1-UN)} \right) = LYE - LFT - \log(1-UN) \quad (2.33)$$

33 Para más detalles ver Contreras y García (2002).

Como en el largo plazo los salarios reales no pueden depender de la inflación, los coeficientes del término de inflación y del reajuste salarial deben sumar 1. Las restricciones impuestas han sido previamente testeadas y no rechazadas. Los resultados de la ecuación estimada para los costos de mano de obra privados nominales (CMOPRN) mediante MICO son:

$$\begin{aligned} \Delta LCMOPR = & \Delta LQE + 0,56 \Delta LIPC_{-1} + 0,32 \Delta LIPC_{-2} + 0,23 \Delta LIPC_{-4} \\ & \quad \quad \quad (8,04) \quad \quad \quad (6,93) \quad \quad \quad (1,90) \\ & - 0,10 \sum_{s=1}^2 (U_{-s} - UN_{-s}) / 2 - 0,03 D911 - 0,02 D931 - 0,01 D924 \\ & \quad \quad \quad (-1,80) \quad \quad \quad (-8,93) \quad \quad \quad (-7,05) \quad \quad \quad (-5,74) \end{aligned} \quad (2.34)$$

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

R<sup>2</sup> ajustado = 0,91

Desv. est. residuos = 0,6%

Test LM de correlación serial (4 rezagos): F = 1,6523 (valor-p 0,2011)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 4,8758$  (valor-p 0,0873)

Test de heterocedasticidad de White: N·R<sup>2</sup> = 37,0126 (valor-p 0,1768)

Período de la estimación: 1987:2 2002:3

Por otro lado, los salarios públicos (CMOPUN) se reajustan de acuerdo con el índice de reajuste salarial para los trabajadores fiscales. Por lo tanto, en equilibrio debe cumplirse que el aumento de los salarios reales esté compuesto por el incremento de la productividad del sector público y el crecimiento real del reajuste fiscal. Esto ha sido introducido exógenamente al modelo, utilizando las mejores proyecciones de reajustes al sector público en el mediano plazo, según la información vigente.

Los salarios considerados en la ecuación de empleo corresponden al promedio de las remuneraciones nominales de la economía, de forma que incluyen salarios tanto privados como públicos. Utilizando una aproximación logarítmica, estos se calculan como:

$$\Delta LCMON = 0,74 \Delta LCMOPRN + 0,26 \Delta LCMOPUN . \quad (2.35)$$

### Costos, márgenes y el deflactor del PIB en el largo plazo

Como se deduce de la ecuación (2.9), los márgenes de comercialización (MKUP) están dados por:

$$MKUP = LIPCX1_{-1} - \left( \begin{matrix} 0,66 \\ (3,79) \end{matrix} LCLU_{-1} + \begin{matrix} 0,31 \\ (6,02) \end{matrix} LCMOPUN_{-1} + \begin{matrix} 0,03 \\ (1,54) \end{matrix} LPIMP \right) \quad (2.36)$$

En el largo plazo estos márgenes deben tender a una constante dada por  $\phi_{mkup}$  en la ecuación (2.9). Estos márgenes de largo plazo son impuestos exógenamente al modelo utilizando información histórica, así como información de otras fuentes tales como las FECUS. Utilizando las ecuaciones (2.25), (2.35) y los valores de largo plazo para el tipo de cambio real, los salarios reales, los IVUM y los márgenes, y algo de álgebra, se puede mostrar que el deflactor del PIB en el largo plazo queda residualmente definido como:

$$\begin{aligned} LPE = & LIPCX1 - \frac{0,74}{0,66} (\phi_{mkup}) - \left( \frac{0,31 * 0,74}{0,66} - 0,26 \right) (LCMOPUN - LQE - LIPCX1) \\ & - \log(\alpha_N) - \frac{0,74 * 0,69}{0,66} \log(1 + TIVA) - \frac{0,74}{0,66} * 0,03 (LIPC - LIPCX1) \\ & - \frac{0,74}{0,66} * 0,03 (LTCRUSE + LIVUME - LPUSE + LTM) \end{aligned} \quad (2.37)$$

A excepción de LIPCX1, todos los términos del lado derecho de la ecuación son constantes en el largo plazo. Esto indica que, en el largo plazo, el deflactor del PIB tenderá a una razón constante del IPCX1, lo cual a su vez nos dice que ambos crecerán a una misma tasa, misma tasa a la cual crece el IPC total.

## 2.4 Ecuaciones anexas al MEP

En esta sección se presentan ecuaciones complementarias al MEP. Estas ecuaciones utilizan como insumo los mismos supuestos y los resultados del MEP. Con la ayuda de estas ecuaciones podemos obtener la evolución de importantes variables macroeconómicas que no son parte del modelo.

### Gasto interno

Se ha estimado una ecuación para el gasto interno (DI). Esta ecuación es auxiliar, ya que no interactúa de ningún modo con el resto del modelo, pero permite formarse una idea de la desagregación de las proyecciones de demanda entre demanda interna y externa. La ecuación de gasto agregado es:

$$\begin{aligned} \Delta LDI = & -0,01 - 0,22(LDI_{-1} - LYE_{-1}) - 0,20 \cdot \frac{1}{3} \sum_{t=1}^3 TPM_{-2} - 1,14 BCU5_{-2} \\ & + 0,12 \Delta(LTDI_{-2} - LTDIE_{-2}) - 0,15 LTCR_{-4} + 0,01 \cdot (FKYEXT_{-1} - FKYEXTE_{-1}) \end{aligned} \quad (2.38)$$

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

R<sup>2</sup> ajustado = 0,49

Desv. est. residuos = 2,10%

Test LM de correlación serial (4 rezagos): F = 0,6546 (valor-p 0,6262)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 0,7966$  (valor-p 0,672)

Test de heterocedasticidad de White: N·R<sup>2</sup> = 29,404 (valor-p 0,1337)

Período de la estimación: 1987:2 2002:3

Además se cuenta con ecuaciones para distintos componentes de la demanda interna y de la demanda externa. La demanda agregada por el PIB (DA) se obtiene como la suma de cinco componentes:

$$DA = CP + I + CG + X - M \quad (2.39)$$

donde CP corresponde al consumo privado total, I es la inversión total, CG el gasto en consumo final del gobierno, X el total de exportaciones de bienes y servicios no financieros, y M las importaciones de bienes y servicios no financieros, todos medidos en pesos constantes de 1996. A continuación se detalla la estimación de estos componentes, subdividiendo el análisis en consumo privado, inversión y sector externo. Algunos componentes, como las exportaciones e importaciones de servicios y el gasto en consumo de gobierno no se proyectan con ecuaciones econométricas, sino que se utilizan proyecciones exógenas proveniente de información recaudada por sectorialistas.

## Consumo privado

El consumo privado total (CP) se puede desagregar entre consumo privado de bienes no durables o habituales (CH) y compras privadas de bienes durables<sup>34</sup>, tal que:

$$CP = CD + CH \quad (2.40)$$

La especificación para el consumo habitual y el consumo durable se basa en lo propuesto por Contreras, Magendzo y Soto (2003). Estos autores además explican la construcción de variables tales como consumo habitual, consumo durable, costo de uso de los bienes durables (CKD), *stock* de capital durable (KD) e ingreso privado disponible (YPD). La construcción de estas variables se detalla más abajo. La proyección utilizada del ingreso privado disponible y de los costos de uso de los bienes durables es consistente con las proyecciones de PIB entregadas por el MEP, mientras que las proyecciones del capital de bienes durables es consistente con las proyecciones de compras de bienes durables. La ecuación para la dinámica de corto plazo, incluyendo la corrección de errores es:

$$\begin{aligned} \Delta LCH = & \phi_{CH0} - 0,28(LCH_{-1} - LYPD_{-1}) - 0,16U_{-1} + 0,14(BCU5_{-2} - TPM_{-1}) + 0,34 \Delta LYPD \\ & - 0,04 D931 + 0,04 D932 - 0,01 D012 \end{aligned} \quad (2.41)$$

(-6,94)                      (-4,33)                      (4,33)                      (2,10)  
(-18,70)                      (9,12)                      (-3,02)

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

R<sup>2</sup> ajustado = 0,64

Desv. est. residuos = 0,9%

Test LM de correlación serial: F = 5,245 (valor-p 0,263)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 0,352$  (valor-p 0,839)

Test de heterocedasticidad de White: N-R<sup>2</sup> = 20,273 (valor-p 0,504)

Período de la estimación: 1991:1 2002:4

Al estimar el gasto en compras de bienes durables, se ha incluido una variable *dummy* que captura todo el período más reciente, a contar del segundo trimestre del 2001 (D0102), en que la compra de bienes durables ha sido menor a lo que predicen las otras variables explicativas. La demanda por bienes durables en el corto plazo está dada por:

$$\begin{aligned} \Delta LCD = & -\phi_{CD0} - 0,58(LKD_{-1} - LCH_{-1} + LCKD_{-1}) - 0,46 \Delta LCD_{-4} - 0,52 \Delta LTCR_{-3} \\ & + 2,23(BCU5_{-1} - TPM_{-1}) - 0,09 D0102 + 0,28 D022 \end{aligned} \quad (2.42)$$

(-2,99)                      (-6,82)                      (-1,90)  
(8,38)                      (5,24)                      (12,29)

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

R<sup>2</sup> ajustado = 0,71

Desv. est. residuos = 5,1%

Test LM de correlación serial: F = 0,145 (valor-p 0,964)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 1,615$  (valor-p 0,446)

Test de heterocedasticidad de White: N-R<sup>2</sup> = 29,821 (valor-p 0,191)

Período de la estimación: 1991:1 2003:1

34 La serie de compras y *stocks* de bienes durables se construye usando la metodología propuesta para Chile por Gallego y Soto (2001). Ver Contreras *et al.* (2003).

## Inversión

La inversión total consta de la formación de capital fijo y la variación de existencias. La inversión en capital fijo se descompone, a su vez, en formación bruta de maquinaria (FBM) y formación bruta de construcción (FBC), las cuales se estiman por separado. En ambos casos se supone que en el largo plazo la formación bruta es una proporción constante del *stock* del capital respectivo (KM y KC, respectivamente)<sup>35</sup>. La construcción de estos *stocks* se explica en detalle más abajo y su proyección es consistente con las proyecciones de los flujos respectivos. En el largo plazo, cuando las variables se encuentran en su nivel de equilibrio, se supone que estas crecen en forma balanceada a la tasa de crecimiento del PIB potencial<sup>36</sup>.

Para el caso de la inversión en maquinaria, la ecuación de corto plazo incluye variables rezagadas, así como rezagos de la tasa de crecimiento del PIB para capturar la dinámica a lo largo del ciclo económico. También se incluyen variaciones en el tipo de cambio real respecto de los principales países industrializados (TCR5), dado que gran parte de este capital se importa de países industrializados. Adicionalmente, la inversión en maquinaria depende tanto del nivel de las tasas de interés de más largo plazo, como de la pendiente de la curva de rendimiento. Se han incluido variables *dummy* para capturar períodos excepcionales. En particular destaca una variable *dummy* que captura todo el período reciente, a contar del segundo trimestre del 2001, en que al igual que para el caso de los bienes durables, la formación bruta de capital, tanto en maquinaria como en construcción, ha sido menor a lo que predicen las otras variables explicativas. Las razones de este menor crecimiento no son materia del presente estudio, pero dentro de las conjeturas razonables se encuentra un menor crecimiento esperado del PIB potencial y menor disponibilidad de recursos externos. La ecuación estimada para la dinámica de la formación bruta en maquinaria es:

$$\begin{aligned} \Delta LFBM = \Delta LYE + \phi_{FBM0} & - 0,20(LFBM_{-1} - LKM_{-2}) - 0,32(\Delta LFBM_{-1} - \Delta LY_{-2}) \\ & - 0,46\Delta LTCR5_{-1} - 6,95 \cdot \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 (BCU5_{-i}) + 1,95 \cdot \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 (BCU5_{-i} - TPM_{-i}) \\ & + 0,85(\Delta LY_{-3} - \Delta LYE_{-3}) - 0,17 D944 - 0,13 D961 - 0,11 D0102 \end{aligned} \quad (2.43)$$

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

R<sup>2</sup> ajustado = 0,55

Desv. est. residuos = 5,6%

Test LM de correlación serial: F = 0,397 (valor-p 0,810)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 0,448$  (valor-p 0,799)

Test de heterocedasticidad de White: N·R<sup>2</sup> = 43,821 (valor-p 0,683)

Período de la estimación: 1987:1 2002:4

En la ecuación para la dinámica de corto plazo de la formación bruta en construcción se incluye, además de la relación de largo plazo dada por la razón inversión a *stock* de capital, la diferencia rezagada entre la tasa de crecimiento de la

35 Para más detalles sobre la derivación de las relaciones de largo plazo ver Bustos, Engel y Galetovic (1998) y Bravo y Restrepo (2001).

36 En las ecuaciones que aquí se presentan el mercado del crédito juega un rol residual ajustándose a las necesidades de la demanda. Para una visión alternativa ver Alfaro *et al.* (2003), quienes han enfatizado la importancia de imperfecciones en el mercado del crédito en Chile.

inversión en construcción y el PIB, y la tasa de crecimiento del PIB rezagada en un año. Estas variables capturan el comportamiento de la inversión en construcción a lo largo del ciclo económico. También se incluyen las tasas de interés de largo plazo y la pendiente de la curva de rendimiento. Adicionalmente, se utilizaron dos variables *dummy* para capturar períodos extraordinarios, incluyendo la *dummy* para el período más reciente, arriba mencionada:

$$\begin{aligned} \Delta LFBC = & \phi_{FBC0} - 0,12 (LFBC_{-1} - LKC_{-2}) - 0,33 (\Delta LFBC_{-1} - \Delta LY_{-3}) + 1,13 \Delta LY_{-4} \\ & (-4,48) \quad (-2,86) \quad (4,27) \\ & - 2,82 BCU5_{-3} + 0,69 (BCU5_{-3} - TPM_{-3}) - 0,05 D881 - 0,04 D0102 \\ & (-6,38) \quad (4,20) \quad (-9,19) \quad (-3,74) \end{aligned} \quad (2.44)$$

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

R<sup>2</sup> ajustado = 0,57

Desv. est. residuos = 2,8%

Test LM de correlación serial: F = 2,198 (valor-p 0,082)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 0,479$  (valor-p 0,787)

Test de heterocedasticidad de White: NR<sup>2</sup> = 33,134 (valor-p 0,060)

Período de la estimación: 1987:2 2003:1

En este caso, la corrección de las desviaciones del estado estacionario de largo plazo resulta significativa con dos trimestres de desfase. Esto se debe a que la contabilidad de la inversión en construcción está estrechamente relacionada con los permisos de edificación. Desvíos con respecto al largo plazo influyen sobre los permisos para construir, teniendo un efecto sobre la inversión, la que se manifiesta con cierto rezago.

Por último, se debe estimar el comportamiento de corto plazo de la variación de existencias o inversión en existencias (IEX). Con este propósito, se supone que en el largo plazo la razón de *stock* de existencias a PIB es una constante. Dada la tasa de crecimiento del PIB en el largo plazo, esto implica que también la inversión en existencias a PIB en el largo plazo es una constante. Además de la corrección de errores se incluyen términos rezagados destinados a capturar la dinámica de esta variable. Parte importante de las existencias acumuladas son de origen importado, por lo que se incluye la tasa de crecimiento de las importaciones totales de bienes (MB) como variable explicativa. La ecuación resultante es:

$$\Delta \frac{IEX}{Y} = \phi_{IEX0} - 0,18 \frac{IEX_{-1}}{Y_{-1}} - 0,98 \cdot \frac{1}{2} \sum_{i=1}^2 \Delta \frac{IEX_{-i}}{Y_{-i}} + 0,16 \Delta LMB + 0,04 D931 + 0,04 D952 \quad (2.45)$$

(-2,50) (-11,10) (5,90) (17,41) (17,99)

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

R<sup>2</sup> ajustado = 0,71

Desv. est. residuos = 1,1%

Test LM de correlación serial: F = 0,381 (valor-p 0,821)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 1,475$  (valor-p 0,478)

Test de heterocedasticidad de White: NR<sup>2</sup> = 14,486 (valor-p 0,697)

Período de la estimación: 1990:1 2003:1

Sector externo

El sector externo, compuesto por exportaciones (X) e importaciones (M) se subdivide en exportaciones de bienes (XB) y de servicios (XS), e importaciones de bienes (MB) y de servicios (MS):

$$X = XB + XS \quad (2.46)$$

$$M = MB + MS \quad (2.47)$$

Las variables de exportación e importación de bienes se estiman utilizando el cuántum con base en dólares del año 1996. El cuántum de las exportaciones de bienes totales (XBQ) se puede calcular como la siguiente suma de componentes:

$$XBQ = XMQ + XAQ + XIQ + XOQ, \quad (2.48)$$

donde XMQ corresponde a las exportaciones mineras, XAQ a las exportaciones agrícolas, XIQ a las exportaciones industriales y XOQ corresponde al resto. Las exportaciones mineras y agrícolas se proyectan exógenamente debido a que la información sectorial respecto de planes de inversión y producción en estos sectores es suficientemente fiable como para no tener que utilizar proyecciones econométricas. Por otro lado, para el resto de las exportaciones de bienes (exportaciones industriales) sí se utiliza una aproximación econométrica.

Las exportaciones de bienes totales en pesos constantes de 1996 (XB) se calculan a partir de las cifras proyectadas de cuántum, aplicando la siguiente transformación:

$$XB = XBQ \cdot TCN96 = (XMQ + XAQ + XIQ + XOQ) \cdot TCN96 \quad (2.49)$$

donde TCN96 es el tipo de cambio observado promedio del año 1996.

Para las exportaciones industriales, se supone que en el largo plazo son una proporción del PIB de los principales socios comerciales del país (YEXT). Si bien esta relación de largo plazo no resultó depender del nivel del tipo de cambio real, el tipo de cambio real respecto de los países industrializados (TCR5) afecta la dinámica de corto plazo. Además, se incluye un rezago y la tasa de crecimiento del PIB externo rezagado para capturar la dinámica de esta variable a través del ciclo económico. La dinámica de corto plazo está dada por:

$$\begin{aligned} \Delta LXIQ = \phi_{XRQ0} - 0,77 & \left( LXIQ_{-1} - 1,01 LY_{-1} - 0,52 LYEXT_{-3} + 3,82 LTM_{-1} \right) \\ & + 6,49 \Delta LYEXT_{-1} + 0,29 \Delta LTCR5_{-1} - 0,25 \Delta LXIQ_{-4} \\ & - 0,10 D992 - 0,10 D001 - 0,15 D002 \end{aligned} \quad (2.50)$$

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

R<sup>2</sup> ajustado = 0,58

Desv. est. residuos = 3,5%

Test LM de correlación serial: F = 0,434 (valor-p 0,783)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 1,021$  (valor-p 0,600)

Test de heterocedasticidad de White: N·R<sup>2</sup> = 15,569 (valor-p 0,873)

Período de la estimación: 1989:1 – 2003:1

Cabe destacar que un aumento de la tasa de crecimiento del tipo de cambio real incrementa la expansión de las exportaciones no principales en el corto plazo en forma significativa, aunque en el largo plazo este efecto desaparece.

El cuántum de importaciones de bienes totales (MBQ) puede descomponerse como la suma de los siguientes componentes:

$$MBQ = MCQ + MKQ + MIQ + MOQ = MCQ + MKQ + MICQ + MIRQ + MOQ, \quad (2.51)$$

donde MCQ corresponde a las importaciones de bienes de consumo, MKQ corresponde a las importaciones de bienes de capital, MIQ corresponde a las importaciones de bienes intermedios, las cuales a su vez se descomponen en aquellas correspondientes a combustibles (MICQ) y las que no corresponden a combustibles (MIRQ), y MOQ corresponde al resto de las importaciones. Al igual que para el caso de las exportaciones de bienes, las importaciones de bienes se expresan en pesos constantes de 1996 mediante la siguiente transformación:

$$\begin{aligned} MB &= MBQ \cdot CIF\_FOB \cdot TCN96 \\ &= (MCQ + MKQ + MICQ + MIRQ + MOQ) \cdot CIF\_FOB \cdot TCN96 \end{aligned} \quad (2.52)$$

Por razones similares a las dadas para las exportaciones mineras, las importaciones de combustibles y otros también se proyectan exógenamente. Las importaciones de bienes de consumo se proyectan bajo el supuesto de que, en el largo plazo, son una razón constante del consumo privado. En el corto plazo, la dinámica del crecimiento de estas importaciones se ve afectada por variaciones en el consumo privado, y por la diferencia rezagada entre la tasa de crecimiento de las importaciones de consumo y las compras de bienes durables. Incluyendo una variable *dummy*, la ecuación de comportamiento para el corto plazo es:

$$\begin{aligned} \Delta LMCQ = & \phi_{MCQ0} - 0,05(LMCQ_{-3} - LCP_{-3}) - 0,34(\Delta LMCQ_{-1} - \Delta LCD_{-1}) \\ & + 2,80 \Delta LCP - 0,30 \Delta LMCQ_{-4} - 0,14 D932 \end{aligned} \quad (2.53)$$

(5,84)                      (-2,13)                      (-4,36)                      (-6,00)                      (-9,11)

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

R<sup>2</sup> ajustado = 0,69

Desv. est. residuos = 4,0%

Test LM de correlación serial: F = 1,062 (valor-p 0,388)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 0,700$  (valor-p 0,705)

Test de heterocedasticidad de White: NR<sup>2</sup> = 16,134 (valor-p 0,762)

Período de la estimación: 1991:1 2003:1

El coeficiente que acompaña la tasa de crecimiento del consumo privado es cercano a la unidad, indicando que, todo lo demás constante, las importaciones de consumo siguen muy de cerca a esta variable a lo largo del ciclo económico. Cabe destacar que el tipo de cambio real afecta las compras de bienes durables y, por esta vía, las importaciones de bienes de consumo.

Para estimar el comportamiento de las importaciones de bienes de capital se supone que son, en el largo plazo, una proporción constante del total de la inversión en maquinaria. Asimismo, la dinámica de estas importaciones está estrechamente relacionada con lo que sucede con la inversión en maquinaria. La ecuación que describe la evolución de corto plazo para estas importaciones se muestra a continuación:

$$\begin{aligned} \Delta LMKQ = & \phi_{MKQ0} - 0,13(LMKQ_{-1} - LFBM_{-1}) + 1,01 \Delta LFBM \\ & + 0,21 D014 - 0,07 D0102 \end{aligned} \quad (2.54)$$

(-2,41) (18,74)  
(11,18) (-4,58)

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

R<sup>2</sup> ajustado = 0,78

Desv. est. residuos = 4,6%

Test LM de correlación serial: F = 1,126 (valor-p 0,356)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 1,641$  (valor-p 0,440)

Test de heterocedasticidad de White: N·R<sup>2</sup> = 5,557 (valor-p 0,697)

Período de la estimación: 1989:1 2002:4

Que los cambios en las importaciones de capital parecieran seguir bastante de cerca los cambios en la inversión en maquinaria no debiera sorprender ya que más de 90% de la inversión en maquinaria es de origen importado. Además, el efecto del tipo de cambio real sobre estas importaciones está capturado en el efecto que tiene este precio relativo sobre la inversión en maquinaria.

Por último, las importaciones de bienes intermedios no combustibles se estiman bajo el supuesto de que mantienen una razón constante al PIB en el largo plazo, la cual depende del nivel del tipo de cambio real y de los aranceles. La demanda de estas importaciones está dada por:

$$\begin{aligned} \Delta LMIRQ = & \phi_{MIRQ0} - 0,70 \left( LMIRQ_{-1} - 1,26 LY_{-1} + 0,47 LTCR_{-1} + 2,17 LTM \right) \\ & + 2,08 \Delta LY - 0,36 \Delta LTCR_{-3} \end{aligned} \quad (2.55)$$

(-4,96) (-5,72) (3,68) (3,49)  
(5,35) (-2,58)

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

R<sup>2</sup> ajustado = 0,65

Desv. est. residuos = 3,5%

Test LM de correlación serial: F = 1,974 (valor-p 0,118)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 1,679$  (valor-p 0,432)

Test de heterocedasticidad de White: N·R<sup>2</sup> = 17,501 (valor-p 0,230)

Período de la estimación: 1991:1 2003:1

### La cuenta corriente

La cuenta corriente de la balanza de pagos medida en dólares corrientes (CCF) se obtiene de la siguiente suma:

$$CCF = XBF - MBF + XSF - MSF + BSFIF + TNF \quad (2.56)$$

donde XSF corresponde a las exportaciones de servicios no financieros, MSF corresponde a las importaciones de servicios no financieros, BSFIF corresponde a la balanza de servicios financieros y TNF a las transferencias netas desde el extranjero. Las exportaciones e importaciones de bienes se estiman en cuántum según lo explicado más arriba. El cuántum expresado en dólares de 1996 se transforma a dólares corrientes, utilizando el Índice de Valor Unitario de las exportaciones y las importaciones correspondiente:

$$XBF = XMQ \cdot IVUXM + XAQ \cdot IVUXA + XIQ \cdot IVUXI + XOQ \cdot IVUXO \quad (2.57)$$

$$MBF = (MCQ \cdot IVUMC + MKQ \cdot IVUMK + MICQ \cdot IVUMIC + MIRQ \cdot IVUMIR + MOQ \cdot IVUMO) \cdot \phi_{CIF\_FOB} \quad (2.58)$$

donde  $\phi_{CIF\_FOB}$  corresponde a una constante que permite traspasar las importaciones de bienes estimadas a valor cif a valores fob, la cual es calibrada según cifras históricas recientes. Las cifras proyectadas de importaciones de servicios no financieros proporcionadas por sectorialistas, en pesos constantes de 1996, son llevadas a dólares corrientes utilizando el deflactor de las importaciones de servicios (PMS) y el tipo de cambio nominal. La conversión que se aplica es:

$$MSF = MS \cdot \frac{PMS}{TCN} \quad (2.59)$$

donde PMS corresponde al deflactor de las importaciones de servicios no financieros.

Por otra parte, las exportaciones de servicios no financieros se llevan a dólares corrientes con una transformación similar a la aplicada para las importaciones de servicios no financieros, multiplicando el valor en pesos constantes por el deflactor de las exportaciones (PX) de servicios no financieros y dividiéndolo por el tipo de cambio nominal. La fórmula de conversión de unidades es:

$$XSF = XS \cdot \frac{PXS}{TCN} \quad (2.60)$$

El valor de los servicios financieros y las transferencias netas desde el extranjero no se proyectan econométricamente, sino que las proyecciones son suministradas por el Departamento de Balanza de Pagos utilizando información sectorial.

#### *Costos de uso del capital durable, en maquinaria y en construcción*

Se calculan por separado el costo de uso del capital correspondiente a maquinaria (CKM), y el costo de uso del capital correspondiente a construcción (CKC)<sup>37</sup>. La especificación usada para el costo de uso del capital correspondiente a maquinaria es:

$$CKM = FAIM(HIP + DEPM) \frac{PFBM}{P} \quad (2.61)$$

donde FAIM es un factor de ajuste por impuestos, HIP corresponde a la tasa de interés para créditos hipotecarios, DEPM es la tasa de depreciación del capital en maquinaria, PFBM es el deflactor del capital en maquinaria y P es el deflactor del producto interno bruto. El factor de ajuste por impuestos está dado por:

$$FAIM = (1 - 0,6TUT + DEPM) \frac{(1 + TM)}{(1 - IVA)(1 - TUT)} \quad (2.62)$$

donde TUT es la tasa de impuesto a las utilidades de las empresas, TM es la tasa arancelaria e IVA es el impuesto al valor agregado. De modo similar, el costo de uso del capital correspondiente a construcción se obtiene como:

37 El cálculo de costo de capital, se basa en el trabajo de Bustos, Engel y Galetovic (1998). Ver también Romer (1996).

$$CKC = FAIC( HIP + DEPC) \frac{PFBC}{P} \quad (2.63)$$

donde el factor de ajuste por impuestos correspondiente está dado por:

$$FAIC = (1 - 0,6TUT + DEPC) \frac{(1 + TM)}{(1 - IVA)(1 - TUT)} \quad (2.64)$$

Para el costo de uso de los bienes durables (CKD) se usa la siguiente especificación:<sup>38</sup>

$$CKD = \frac{IPCD}{IPCH} \frac{BCU5 - DEPD}{(1 + BCU5)} \quad (2.65)$$

Este cálculo indica que el costo de uso de los bienes durables es una función creciente de la tasa de interés (BCU5) y del precio relativo de los bienes durables respecto de los bienes de consumo habitual (IPCD/IPCH) y una función inversa de la tasa de depreciación de estos bienes. El IPC de los bienes durables y el de los bienes no durables se calcula seleccionando los productos correspondientes de la canasta del IPC calculada por el INE<sup>39</sup>.

### Índices de valor unitario

Los índices de valor unitario de importaciones (IVUM) y de exportaciones (IVUX) son calculados y publicados por el departamento de Balanza de Pagos del Banco Central de Chile. Este departamento entrega los correspondientes IVUM e IVUX para cada una de las componentes de las importaciones y exportaciones de bienes detalladas más arriba.

Los IVUM e IVUX corresponden a índices de Paasche, donde el valor corriente de las importaciones o exportaciones correspondientes se dividen por el valor de las mismas a precios de un año base escogido. Si bien el índice para las cantidades comercializadas con el extranjero tiene un año base en el cual son iguales a 100 (correspondiendo a un índice de cuántum de Laspeyres) el índice de precios no tiene tal característica. Los índices de precios son tales que el cociente entre estos y el índice de cantidad corresponden al valor de las exportaciones (o a un índice de este)<sup>40</sup>.

Los índices de valor unitario son coherentes con los supuestos de precios de los principales bienes de exportación e importación, así como con los supuestos de inflación para las economías del mundo más relevantes y sus paridades cambiarias. Estas proyecciones son realizadas por sectorialistas en base a información específica a cada sector.

### Deflatores de la demanda agregada y del PIB

Para el caso del gasto en bienes de consumo, se supone que el deflactor relevante (PC) evoluciona de acuerdo con las variaciones del IPC:

$$\Delta LPC = \Delta LIPC \quad (2.66)$$

En lo que respecta a la inversión, se distingue entre el deflactor de la formación bruta en maquinarias (PFBM) el deflactor de la formación bruta en construcción

38 Para detalles de cómo obtener y motivar este costo ver Obsfeld y Rogoff (1996).

39 Para más detalles ver Gallego y Soto (2001).

40 Para mayores detalles ver Meza y Pizarro (1982).

(PFBC) y el deflactor de la inversión en existencias (PIEX). El primero evoluciona con el precio de las importaciones de bienes de capital, debido a que alrededor de la mitad de estas inversiones es de origen importado. Además suponemos que, por ley de un solo precio, el precio de estos bienes de origen doméstico no debería desviarse mayormente del precio de los bienes importados. De este modo, se tiene que:

$$\Delta LPFBM = \Delta LIVUMK + \Delta LTCN \quad (2.67)$$

Para el caso de la construcción, cuyos costos son mayormente de origen interno, las variaciones en su deflactor corresponden a un promedio ponderado de las variaciones en el costo de la mano de obra y del IPCX1:

$$\Delta LPFBC = \phi_{PFBC} \Delta LCMON + (1 - \phi_{PFBC}) \Delta LIPCX1 \quad (2.68)$$

La evolución del deflactor de las inversiones en existencias, por su parte, se asocia a la evolución del precio de las importaciones. Como hemos visto más arriba, parte importante de la formación de estas existencias es de origen importado. La evolución de este deflactor está dada por:

$$\Delta LPIEX = \Delta LIVUM + \Delta LTCN \quad (2.69)$$

Con respecto al deflactor del gasto en consumo del gobierno, las variaciones están dadas por las tasas de cambio en los salarios del sector público, así como por las variaciones del IPCX1. Así, se asume que:

$$\Delta LPCG = \phi_{PCG} \Delta LWPU + (1 - \phi_{PCG}) \Delta LIPCX1 \quad (2.70)$$

El deflactor de las importaciones de bienes (PMB) está dado por la conversión del índice de valor unitario, expresado en dólares constantes, a pesos constantes de 1996:

$$LPMB = LIVUM + LTCN - LTCN96 + \phi_{PMB} \quad (2.71)$$

donde TCN96 corresponde al tipo de cambio nominal promedio del año 1996, y se incluye una constante para efectos de ajustar el año base. En cuanto al deflactor de las importaciones de servicios, necesario para transformar las proyecciones en pesos constantes a dólares corrientes, se supone, a su vez, que depende del tipo de cambio nominal y de los precios externos de estos servicios:

$$\Delta LPMS = \Delta LPEXT + \Delta LTCN \quad (2.72)$$

El caso del deflactor de las exportaciones se trata en forma similar al del deflactor de las importaciones. Así, el deflactor de las exportaciones de bienes (PXB) está dado por:

$$LPXB = LIVUX + LTCN - LTCN96 \quad (2.73)$$

Por otra parte, el deflactor de las exportaciones de servicios se supone que evolucionan con la inflación doméstica:

$$\Delta LPXS = \Delta LIPC \quad (2.74)$$

El deflactor del PIB corresponde al índice que relaciona las cifras nominales en pesos corrientes con cifras reales a pesos constantes. En consecuencia, el deflactor del PIB no es más que el cociente entre el PIB nominal y el PIB real, dado por:

$$P = \frac{PC \cdot CP + PI \cdot I + PG \cdot CG + PX \cdot X - PM \cdot M}{CP + I + CG + X - M} \quad (2.75)$$

donde:

$$PM \cdot M = PMB \cdot MB + PMS \cdot MS \quad (2.76)$$

$$PI \cdot I = PFBM \cdot FBM + PFBC \cdot FBC + PIEX \cdot IEX \quad (2.77)$$

$$PX \cdot X = PXB \cdot XB + PXS \cdot XS \quad (2.78)$$

Este deflactor se puede contrastar con el que entrega el MEP en la ecuación (2.21).

### *Demanda por dinero*

El Banco Central de Chile usa la tasa de interés como instrumento de la política monetaria. Por tanto, en el esquema de política monetaria adoptado, la demanda de dinero se determina en forma residual. Así, en la demanda de dinero que se presenta a continuación, el comportamiento del dinero ampliado depende del producto y de la tasa de interés nominal, y sirve para hacer proyecciones de la cantidad de dinero que se demandará en la economía sin que el Banco Central tenga ningún objetivo para estos agregados. El vector de cointegración relaciona el comportamiento del logaritmo del dinero real M1A (LM1A) con el logaritmo del PIB desestacionalizado (LY) y el logaritmo de (una transformación de) la tasa de interés de captación nominal (no reajutable) de 30 a 90 días (CAPN). La forma en que se incluye la tasa de interés es coherente con modelos que enfatizan la existencia de trampas de liquidez, ya que por construcción la demanda por dinero tiende a crecer exponencialmente a medida que la tasa de interés se acerca a cero. Esta especificación ha demostrado un mejor ajuste a los datos que otras, en que la tasa de interés se introduce en forma lineal. Los resultados de la estimación mediante MICO son:

$$\begin{aligned} LM1A = & -10,3 + 1,02 LY - 0,18 \log\left(\frac{CAPN}{1+CAPN}\right) \\ & \quad \quad \quad (-19,51) \quad (28,71) \quad \quad \quad (-7,31) \\ & + 0,59 \left( LM1A_{-1} - 10,3 - 1,02 LY_{-1} - 0,18 \log\left(\frac{CAPN}{1+CAPN}\right)_{-1} \right) \\ & \quad \quad \quad (12,2) \\ & + 0,37 \Delta LY_{-1} + 0,62 \Delta LY_{+1} + 0,12 \Delta \log\left(\frac{CAPN}{1+CAPN}\right) \\ & \quad \quad \quad (2,39) \quad \quad \quad (4,59) \quad \quad \quad (5,58) \end{aligned} \quad (2.79)$$

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

R<sup>2</sup> ajustado = 0,99

Desv. est. residuos = 2,1%

Test LM de correlación serial (4 rezagos): F = 0,42 (valor-p 0,79)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 1,78$  (valor-p 0,41)

Test de heterocedasticidad de White: N·R<sup>2</sup> = 1,24 (valor-p 0,28)

Período de la estimación: 1986:1 2002:4

Tanto la elasticidad tasa de interés como la elasticidad ingreso de la demanda de dinero son de magnitudes del orden de las estimadas previamente para el caso chileno<sup>41</sup>. La demanda por saldos monetarios depende de su costo alternativo, dado por la tasa de captación nominal de corto plazo. Ésta reacciona a los movimientos en el tiempo de la *TPMN*, y mantiene un margen asociado al costo de fondos para la banca:

$$CAPN = \phi_{cap} + 0,19CAPN(-1) + 0,81TPMN \quad (2.80)$$

(3,02)

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

R<sup>2</sup> ajustado = 0,92

Desv. est. residuos = 1,03%

Test LM de correlación serial (4 rezagos): F = 0,9268 (valor-p 0,4624)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 2,145$  (valor-p 0,342)

Test de heterocedasticidad de White: N·R<sup>2</sup> = 5,6187 (valor-p 0,2294)

Período de la estimación: 1994:2 2002:3

### *Tipo de cambio real multilateral*

Debido a que Chile realiza transacciones comerciales con diversos países además de Estados Unidos, el tipo de cambio real que afecta la competitividad de los productos chilenos es el tipo de cambio real multilateral (TCRM). Es decir, el promedio, ponderado por la participación en el comercio, de los tipos de cambio reales bilaterales. Asumiendo que el tipo de cambio real multilateral corresponde a un promedio geométrico de los tipos de cambio bilaterales, la diferencia entre el tipo de cambio real bilateral con EE.UU. (TCR) y el multilateral (TCRM) viene dada por la diferencia entre el índice de precios externos relevante para Chile (PEXT)<sup>42</sup> y el IPC de EE.UU. (PUS):

$$LTCRM = LTCR + LPEXT - LPUS \quad (2.81)$$

## 3. Modelos auxiliares

### 3.1 Modelos VAR

Esta sección presenta modelos utilizados por el Banco Central de Chile para proyectar las principales variables macroeconómicas desde una perspectiva de series de tiempo. Más específicamente, estas proyecciones se hacen con VAR monetarios<sup>43</sup>, es decir, con modelos de series de tiempo que incluyen variables tales como precios, producto, dinero, tasa de interés y tipo de cambio, además de variables exógenas para caracterizar una economía abierta y pequeña. Los supuestos que se utilizan para estas variables exógenas son consistentes con los que se utilizan en las proyecciones de otros modelos, particularmente el MEP.

41 En el artículo de Mies y Soto (2000) se reseña un gran número de estimaciones de demanda de dinero para Chile.

42 En Feliú (1992) se describe la metodología para la construcción del índice de precios externos.

43 Una revisión de la literatura VAR y de sus aplicaciones se encuentra en Stock y Watson (2001). Otras referencias clásicas son Sims (1980) y Bernanke (1986).

### *Especificación*

En esta sección se estiman los VAR monetarios con las siguientes variables: producto, precios, tasa de política, dinero nominal y tipo de cambio real<sup>44</sup>. Para conseguir una adecuada identificación de la política monetaria, la tasa de política monetaria (TPM) fue ajustada por liquidez para capturar los episodios de 1998, donde los esfuerzos para defender el peso y controlar el gasto llevaron a que la tasa efectiva, esto es, la interbancaria, fuera mucho más alta que la TPM. El ajuste consistió en sustituir la tasa de política monetaria por la tasa interbancaria durante 1998.

Además del conjunto de variables endógenas, se incorporaron variables exógenas como la meta de inflación, el PIB externo<sup>45</sup>, la tasa Libo ajustada por encaje, y los precios del cobre y del petróleo. Las variables son mensuales y están medidas en logaritmo natural exceptuando la tasa de interés de política y la tasa Libo. La muestra considerada va desde enero de 1986 hasta diciembre de 2002. Todas las estimaciones y rutinas han sido realizados en Eviews®.

Un punto importante dentro de la modelación es la decisión de considerar la meta de inflación como una variable exógena. Al respecto, existen varias alternativas para modelar esta variable en un VAR: una de ellas es omitirla del sistema, con lo cual se supone que ésta es completamente endógena y por tanto irrelevante (Parrado, 2001). Otra alternativa es suponer que la meta de inflación está dentro del VAR, como lo hace García (2001) o Valdés (1997), quien incorpora la brecha de inflación. Otra alternativa es la de Bravo y García (2002) quienes argumentan que la meta puede ser modelada como una variable exógena, es decir, la hipótesis que la meta fue una decisión consciente del Banco Central basada en su credibilidad para estabilizar la inflación superaría a la hipótesis de un Banco Central oportunista que ajustó la meta hacia abajo en la medida que las condiciones económicas lo permitieron.

En las estimaciones presentadas en esta sección, se supone que la meta es exógena por motivos más prácticos que teóricos. Primero, la meta entra en cada VAR con la misma cantidad de rezagos que si hubiera sido endógena, por tanto las estimaciones no son afectadas sustancialmente y las tareas de proyección se facilitan. Segundo, es más razonable presentar impulsos respuesta donde la meta de inflación no cambia, puesto que en la actualidad esta variable está fija en un rango centrado en 3%. De esta forma, los resultados obtenidos con los VAR son más comparables con los que realmente surgen cuando el Banco Central decide cambiar la TPM.

Una vez definidas las variables, se seleccionó un modelo en niveles, el cual se interpreta como el modelo no restringido. Enseguida fue reparametrizado, obteniéndose, además del modelo en niveles, otras dos especificaciones que cubren la mayoría de los casos presentados en la literatura: primeras diferencias, diferencias anuales, es decir, incorpora directamente inflación y crecimiento. En los modelos en niveles y primeras diferencias las variables fueron desestacionalizadas por el método X-12 ARIMA, siguiendo lo propuesto por Bravo et al. (2002)<sup>46</sup>. Además, se incorporó una tendencia lineal para la estimación en niveles, la meta se definió en términos anualizados y la tasa de interés de política y la tasa Libo no fueron diferenciadas.

44 Corresponde al tipo de cambio real bilateral con Estados Unidos (tipo de cambio nominal \* IPC EE.UU./IPC Chile).

45 Este índice se construyó con los PIB de Estados Unidos, Alemania, Argentina, Japón y Brasil, ponderando cada serie por su participación en el comercio con Chile.

46 El programa con que se han desestacionalizado las series y una descripción del mismo pueden bajarse de <http://www.bcentral.cl/esp/estpub/estudios/documentostrabajo/177.htm>.

En relación con la selección de los rezagos de los VAR, se consideraron dos aspectos fundamentales. Inicialmente, se calcularon los tradicionales criterios de *Schwarz y Hannan-Quinn* para definir el rezago óptimo. Estos indicaron que el número de rezagos estaba entre uno y dos. Luego se complementaron estos resultados con un test LM multivariado para testear autocorrelación en los errores (Johansen, 1995). Así, si las estimaciones con los rezagos seleccionados por los criterios mencionados indicaban autocorrelación, se optó por incrementar el número de rezagos hasta que ésta desapareciera.

Por otra parte, para interpretar las funciones de impulso respuesta como el resultado de *shocks* económicos estructurales, en esta sección se especifican los supuestos de identificación para determinar la simultaneidad de todas las variables que forman el SVAR. En primer lugar, de la amplia literatura relacionada con identificación de *shocks* monetarios, se eligió identificar solo la función de reacción del Banco Central y el efecto de esta sobre el resto de las variables. La primera ventaja de esta aproximación es que las restricciones son mínimas, generales y evitan tener que identificar un modelo macroeconómico completo. Por otra parte, la identificación seleccionada también tiene la virtud de haber sido usada por una larga lista de destacados investigadores, entre ellos: Christiano y Eichenbaum (1992), Christiano et al. (1996, 1997 y 1999), Eichenbaum y Evans (1995), Strongin (1995), Bernanke y Blinder (1992), Bernanke y Mihov (1995) y Gertler y Gilchrist (1994).

Específicamente, la estrategia consiste en dividir las variables en tres conjuntos: (1) las variables que no son afectadas contemporáneamente por las variables de política, (2) las variables de política y (3) otras variables que son contemporáneamente afectadas por las variables de política. En otras palabras, se identifica la función de reacción del Banco Central dividiendo las variables que pueden o no ser afectadas rápidamente por las variables de política. Para ilustrar esto, supongamos que la economía enfrenta un *shock* inflacionario observado por el Banco Central pero difícil de modificar inmediatamente. Una reacción posible del Banco Central es aumentar la tasa de interés, lo cual afectará a otras variables como la cantidad de dinero y el tipo de cambio. Si bien esta reacción no afecta a la inflación durante el primer período, esta variable podría cambiar en períodos siguientes como resultado de un cambio total dentro del sistema.

Enseguida, entre las dos variables de política, se supone una sucesión realista de eventos: el Banco Central define primero una meta de inflación, la cual entra exógenamente en el VAR y, después de eso, en la tasa de interés. Este supuesto es coherente con el hecho de que la tasa de interés ha sido usada como una política de sintonía fina. Finalmente, el mercado determina endógenamente la cantidad de dinero una vez que el Banco Central fija la tasa de interés y alinea las expectativas de inflación.

A continuación, entre las tres variables que no son de política se supone que el Banco Central no puede afectar contemporáneamente el producto y la inflación, especialmente porque se está trabajando con datos mensuales y la tasa de inflación presenta un alto grado de inercia por la fuerte indexación que caracteriza a la economía chilena<sup>47</sup>. Con relación al tipo de cambio, se supone que el Banco Central sí puede afectar esta variable contemporáneamente puesto que hay una conexión más estrecha entre el tipo de cambio nominal, la tasa de interés y las intervenciones en el mercado cambiario que pueda realizar el Banco Central.

---

47 Jadresic (1996).

El cuadro 3.1 indica las especificaciones para cada uno de los modelos VAR considerados. En ellas se establece el orden y las variables exógenas. Finalmente, en las estimaciones se calculó el intervalo de confianza de una desviación estándar para cada función de impulso respuesta. Es importante mencionar que a menudo los investigadores usan intervalos de confianza de esta magnitud por las limitaciones que enfrentan con VAR estimados en muestras pequeñas (Stock y Watson, 2001).

**Cuadro 3.1**  
**Especificaciones utilizadas en los modelos VAR**

Modelo en niveles (Número rezagos: 3 ) <sup>1</sup>	LY, LIPC, TPM, LM1A, LTCR & <sup>2</sup> LPOIL (0 a -3), LPCU (0 a -3), LIBORR <sup>3</sup> (0 a -3), LYEXT(-1 a -3), META(0 a -3), constante y tendencia.
Modelo en primeras diferencias (Número rezagos: 3 )	$\Delta$ LY, $\Delta$ LIPC, TPM, $\Delta$ LM1A, $\Delta$ LTCR & <sup>2</sup> $\Delta$ LPIL(0 a -3), $\Delta$ LPCU (0 a -3), LIBORR <sup>3</sup> (0 a -3), $\Delta$ LYEXT(-1 a -3), META(0 a -3) y constante.
Modelo en variaciones en doce meses (Número rezagos: 3 )	$\Delta_{12}$ LY, $\Delta_{12}$ LIPC, TPM, $\Delta_{12}$ LM1A, $\Delta_{12}$ LTCR & <sup>2</sup> $\Delta_{12}$ LPIL(0 a -3), $\Delta_{12}$ LPCU(0 a -3), LIBORR <sup>3</sup> (0 a -3), $\Delta_{12}$ LYEXT(-1 a -3), META(0 a -3) y constante.

1: El número de rezagos fue escogido de acuerdo con el criterio de Schwarz ajustado por el test LM (Johansen, 1995).

2: A partir de “&” aparecen las variables exógenas con sus respectivos rezagos en paréntesis.

3: El símbolo  $\Delta$  se utiliza para clasificar a las series en primeras diferencias y el  $\Delta_{12}$  para las series en doce meses.

### Evaluación

Los modelos VAR se usan principalmente como herramientas para proyectar actividad e inflación en un horizonte de hasta seis trimestres. La elección entre diferentes modelos VAR se hace a través del error cuadrático medio (ECM) y sus impulsos respuestas. A modo de ejemplo, se calcula el ECM para cada uno de los modelos presentados para dos variables objetivo; el PIB y el IPC (inflación). Los pasos que se siguen para el cálculo del ECM son los siguientes:

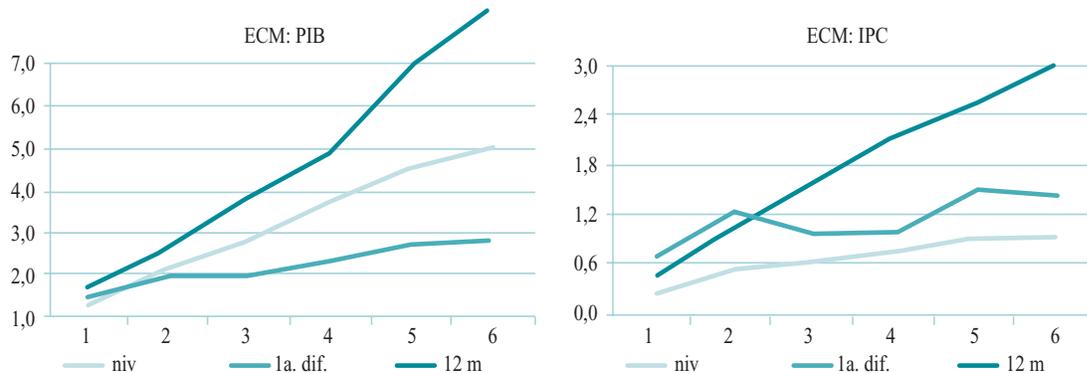
- Se estima cada modelo con datos hasta 42 períodos menos de los disponibles.
- Se proyecta por los siguientes 18, guardándose los resultados.
- Se repite el mismo ejercicio 23 veces más, agregando un mes de información en cada uno de ellos.
- Ya se han obtenido 24 series cada una con 18 datos proyectados. Debido a que el objetivo es la proyección trimestral, se calculan variaciones anuales de trimestres fijos, es decir se obtiene una matriz por cada modelo con 24 series en columnas con 6 datos trimestrales en porcentaje, ordenados por filas.
- Con los datos mensuales verdaderos, se calcula una matriz de las mismas dimensiones de las anteriores, de forma tal que los meses considerados en cada celda para calcular datos trimestrales, coincidan con los de las matrices que contienen las proyecciones.
- Se calcula el ECM (Albagli *et al.*, 2002), es decir en variación en 12 meses).

Finalmente se obtienen 6 resultados, uno por cada horizonte de proyección, para cada índice y cada variable objetivo (PIB e IPC). El horizonte *i* de proyección se interpreta como el error promedio cometido en el *i-ésimo* trimestre proyectado. Por ejemplo, una proyección a 6 trimestres implica un error de x1% para el primer

trimestre (horizonte 1), x2% para el segundo (horizonte 2), etc. Un resultado previsible de este tipo de ejercicios es que el error vaya aumentando a medida que el período proyectado está más lejos en el futuro respecto del fin del periodo de estimación, o dicho de otra manera, en un horizonte de proyección mayor.

El mejor modelo es el que tiene un ECM menor. En el ejemplo analizado en esta sección, gráfico 3.1, el mejor modelo resultó ser el expresado en primeras diferencias. Este resultado se complementa con los respectivos impulsos respuestas para establecer un criterio definitivo de cuál VAR usar en las proyecciones.

**Gráfico 3.1**  
**Error cuadrático medio**



En el Banco se están continuamente desarrollando nuevos modelos VAR para mejorar las proyecciones de inflación y crecimiento. También para entender los cambios en las proyecciones que ocurren mes a mes, se realiza un detallado análisis de los cambios tanto en las variables exógenas (un nuevo escenario internacional) como en las variables endógenas (nueva información mensual). Todos estos elementos se consideran para analizar las proyecciones periódicas que se realizan con modelos VAR.

### 3.2 Indicadores líderes y coincidentes del Imacec

En general, la idea detrás de los indicadores líderes (IL) o coincidentes es la de capturar los procesos expansivos y contractivos que simultáneamente tienen lugar en múltiples sectores de la economía. Estos ciclos económicos tienen un carácter recurrente pero no son idénticos unos con otros. Este tipo de modelos tiene una estructura en la que se distinguen tres partes: selección de las series que conformarán el indicador; agrupación de dichas series en un índice líder, y finalmente, el proceso de evaluación de señales, que permitirá examinar cuán efectivo es el indicador para predecir cambios de fase en el ciclo económico. La sección de IL se inicia con una explicación general de la metodología, para continuar con la experiencia internacional. Luego se presentan los modelos que fueron obtenidos de este proceso y se analiza el comportamiento de los IL en el último ciclo.

### Experiencia internacional

El tema de los indicadores líderes ha sido abordado por numerosos bancos centrales, por ejemplo los de Alemania, Australia, Brasil, Canadá, Francia, Japón, Reino Unido y algunas Reservas Federales de los Estados Unidos. Existe una amplia gama de estudios, con una gran diversidad de metodologías usadas.

En el caso de Alemania, Bandholz y Funke (2001) utilizan modelos con factores dinámicos (filtro de Kalman) para la estimación con y sin cambios de régimen. Al igual que en Chile, el objetivo del indicador es predecir los cambios de fase del ciclo económico. En Australia, en cambio, el objetivo ha sido principalmente proyectar la evolución de corto plazo del producto. La utilización de modelos VAR ha sido un elemento común en la gran mayoría de los trabajos que han abordado este tema<sup>48</sup>.

En el caso de las Reservas Federales de los Estados Unidos, al igual que en Orr *et al.* (2001), la mayor parte de los trabajos relacionados intenta predecir cambios de fase en el ciclo a través de variables financieras, en particular mediante la curva de retorno. Algo similar ocurre en Japón, Canadá y el Reino Unido<sup>49</sup>. En términos metodológicos, estos trabajos suelen basarse en modelos tipo *probit*.

Finalmente, hay un conjunto de estudios, como el de Dion (1999) para Canadá, el de Chauvet (2000) para Brasil y el de Coelli y Jerome (1992) para Australia, que utilizan indicadores líderes con el propósito de predecir cambios de fase en la inflación. Otras ramas donde se utilizan indicadores líderes son el análisis de portafolio (Hayes, 2001), la anticipación de crisis cambiarias (Burkart, 2000), e incluso el estudio del sistema bancario (Bell, 2000 y Logan, 2001).

### Metodología

Los indicadores estimados por el BCCh consisten en construir dos tipos de indicadores utilizando variables que adelantan la producción, llamada ‘indicador líder’ y otras que se mueven contemporáneamente con ella, llamado ‘indicador coincidente’. Para ello se sigue la metodología de Auerbach<sup>50</sup>. El punto de partida consiste en seleccionar un subconjunto de series que cumplen con ciertas propiedades que permiten calificarlas como “líderes” o “coincidentes”. Se consideran siete criterios de selección, llevándose a cabo una escala de evaluación similar a la propuesta por Silver (1991). Los criterios de selección se presentan a continuación:

Orden	}	<b>Estos criterios están relacionados con las correlaciones cruzadas de las variables</b>
Magnitud		
Persistencia		
Causalidad en el sentido Granger		
Predictibilidad		
Significancia económica		
Prontitud		

48 Para un estudio reciente, ver Brischetto y Voss (2000).

49 Al respecto, ver los trabajos de Estrella y Mishkin (1996) para el caso de Estados Unidos, Clinton (1994) para Canadá, Neiss y Nelson (2001) para el Reino Unido e Hirata y Ueda (1998) para Japón.

50 Cowan, 1995.

El método de Auerbach basa la ponderación de cada serie en los parámetros que se obtienen mediante una regresión por mínimos cuadrados ordinarios. Tanto en el caso de indicadores líderes como en de indicadores coincidentes, las series se introducen al indicador con un rezago equivalente a su adelanto promedio respecto del Imacec.

El tema de la interpretación de señales se refiere, principalmente, a la formulación de reglas aplicables a la predicción de cambios de fase del ciclo económico. Existen reglas que no tienen ninguna base teórica y que solo obedecen a la observación del comportamiento histórico de las series. Por otro lado, existen procedimientos formales de evaluación sobre la base de ciertos supuestos respecto del comportamiento estocástico del ciclo económico. Este trabajo considera en forma complementaria dos criterios de evaluación: el primero corresponde a una regla simple implementada por el NBER, mientras el segundo utiliza la metodología de procesos markovianos de cambio de régimen (Johnson, 2001).

En términos concretos, las series que componen tanto el indicador líder como el coincidente están expresadas como desviación respecto a su media, normalizadas por su desviación estándar (similar a un estadístico t). En ambos también la variable dependiente es el Imacec. Después de probar un amplio número de variables y testear las propiedades de los modelos, el líder quedó compuesto por los meses hasta agotar el stock de viviendas de la Cámara Chilena de la Construcción (STOCKS), el precio del cobre (PCU), la tasa de interés de las letras hipotecarias (HIP), las exportaciones no cobre (XBF-XCUF), diferencia de días hábiles (DIAS) y componentes ARMA. Los ponderadores entregados por la estimación usando MICO es:

$$\begin{aligned}
 IMACEC_t = & 1,088 - 0,353 HIP_{t-7} - 0,159 STOCKS_{t-5} + 0,115(XBF_{t-9} - XCUF_{t-9}) + 0,070 PCU_{t-6} - 0,007 DIAS \\
 & \quad \quad \quad (-2,76) \quad (-2,00) \quad \quad \quad (-2,07) \quad \quad \quad (3,27) \quad \quad \quad (0,59) \quad \quad \quad (-3,27) \\
 & + 0,609 AR(1) + 0,249 AR(2) \\
 & \quad \quad \quad (6,44) \quad \quad \quad (1,95)
 \end{aligned}$$

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

R<sup>2</sup> ajustado = 0,74

Desv. est. residuos = 36,9%

Test LM de correlación serial (4 rezagos): F = 1,978 (valor-p 0,147)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 0,843$  (valor-p 0,656)

Test de heterocedasticidad de White: N·R<sup>2</sup> = 23,8 (valor-p 0,250)

Período de la estimación: 1997:1 2003:6

Por su parte, el indicador coincidente se construye a base del promedio de las proyecciones obtenidas según cuatro especificaciones, que agrupan a las siguientes variables como exógenas: agregado monetario M6 (M6), índice de ventas de consumo habitual del INE (IVCHINE), créditos de consumo (CREDCON), despachos de cemento, hormigón y materiales de construcción de la CChC (CEMENTO, HORMIGON y MATERIALES, respectivamente), índice de producción industrial Sofofa (PSFF), generación hidráulica INE (HIDROELEC), porcentaje de la generación hidroeléctrica en el total (HIDRORATIO), ventas de consumo intermedio para la construcción Sofofa (VCONSTSFF), importaciones de consumo (MCF), importaciones no combustibles y lubricantes (MBF-MICF), y ventas de autos (AUTOS).

#### Modelo 1

$$\begin{aligned}
 IMACEC = & 0,129 + 0,122 M6 - 0,125 IVCHINE + 0,358 CREDCON + 0,255 HORMIGON + 0,204 PSFF \\
 & \quad \quad \quad (-1,44) \quad (1,08) \quad \quad \quad (4,21) \quad \quad \quad (2,29) \quad \quad \quad (6,06) \quad \quad \quad (4,75) \\
 & + 0,142 HIDROELEC - 0,129 VCONSTSFF + 0,198 MCF - 0,019 AUTOS + 0,320 AR(1) + 0,352 AR(2) \\
 & \quad \quad \quad (3,10) \quad \quad \quad (-2,57) \quad \quad \quad (3,97) \quad \quad \quad (-0,55) \quad \quad \quad (3,77) \quad \quad \quad (3,61)
 \end{aligned}$$

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)  
R<sup>2</sup> ajustado = 0,93  
Desv. est. residuos = 25,5%  
Test LM de correlación serial (4 rezagos): F = 1,982 (valor-p 0,10)  
Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 5,13$  (valor-p 0,08)  
Test de heterocedasticidad de White: N·R<sup>2</sup> = 75,2 (valor-p 0,03)  
Período de la estimación: 1995:1 2003:6

### Modelo 2

$$\begin{aligned}
 IMACEC = & -0,091 + 0,361M6 + 0,141IVCHINE + 0,112CEMENTO + 0,18HORMIGON + 0,140PSFF \\
 & (-2,67) \quad (9,13) \quad (4,27) \quad (1,55) \quad (2,05) \quad (3,63) \\
 & + 0,221HIDRORATIO - 0,107VCONSTSFF - 0,182MATERIALES + 0,281MCF + 0,027AUTOS \\
 & (5,66) \quad (-2,34) \quad (-3,42) \quad (5,66) \quad (0,76)
 \end{aligned}$$

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)  
R<sup>2</sup> ajustado = 0,93  
Desv. est. residuos = 25,5%  
Test LM de correlación serial (4 rezagos): F = 2,18 (valor-p 0,08)  
Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 0,24$  (valor-p 0,88)  
Test de heterocedasticidad de White: N·R<sup>2</sup> = 66,9 (valor-p 0,41)  
Período de la estimación: 1995:1 2003:6

### Modelo 3

$$\begin{aligned}
 IMACEC = & -0,068 + 0,250M6 + 0,135IVCHINE + 0,291CREDCON + 0,135CEMENTO + 0,072HORMIGON \\
 & (-1,12) \quad (4,19) \quad (5,38) \quad (3,68) \quad (2,22) \quad (0,96) \\
 & + 0,180PSFF + 0,124HIDROELEC - 0,153VCONSTSFF - 0,142MATERIALES + 0,297(MBF - MICF) \\
 & (3,42) \quad (1,94) \quad (-2,67) \quad (-1,95) \quad (4,87) \\
 & - 0,035AUTOS + 0,331AR(1) \\
 & (-0,99) \quad (3,28)
 \end{aligned}$$

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)  
R<sup>2</sup> ajustado = 0,93  
Desv. est. residuos = 25,1%  
Test LM de correlación serial (4 rezagos): F = 1,23 (valor-p 0,31)  
Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 0,95$  (valor-p 0,62)  
Test de heterocedasticidad de White: N·R<sup>2</sup> = 84,90 (valor-p 0,25)  
Período de la estimación: 1995:1 2003:6

### Modelo 4

$$\begin{aligned}
 IMACEC = & -0,068 + 0,300M6 + 0,127IVCHINE + 0,116CREDCON + 0,147CEMENTO + 0,039HORMIGON \\
 & (-1,57) \quad (8,00) \quad (4,28) \quad (1,89) \quad (2,12) \quad (0,46) \\
 & + 0,190PSFF + 0,174HIDRORATIO - 0,152VCONSTSFF - 0,119MATERIALES + 0,297(MBF - MICF) \\
 & (4,11) \quad (4,02) \quad (-3,05) \quad (-2,32) \quad (5,95) \\
 & + 0,115AR(1) \\
 & (1,40)
 \end{aligned}$$

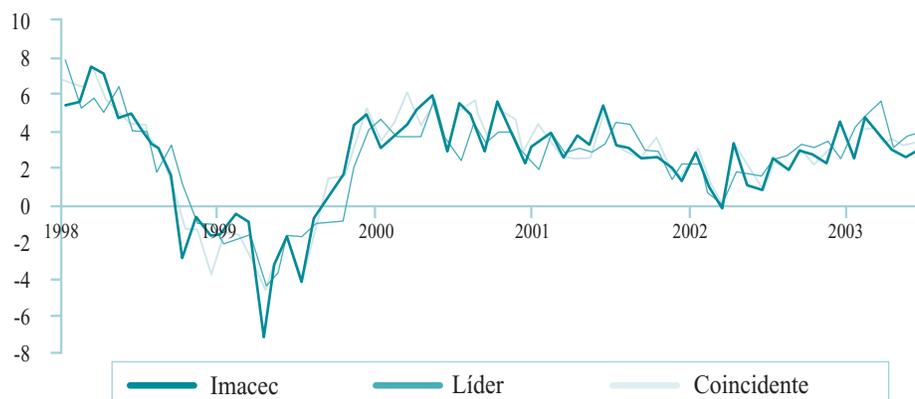
En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)  
R<sup>2</sup> ajustado = 0,94  
Desv. est. residuos = 23,9%  
Test LM de correlación serial (4 rezagos): F = 1,00 (valor-p 0,41)  
Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 0,19$  (valor-p 0,91)  
Test de heterocedasticidad de White: N·R<sup>2</sup> = 81,79 (valor-p 0,33)  
Período de la estimación: 1995:1 2003:6

## Comportamiento de los indicadores en el último ciclo

Desde 1998, los diversos indicadores han mostrado gran precisión al momento de predecir los cambios de fase del ciclo económico, especialmente en los momentos en que la actividad fue más baja. A continuación se presenta la evolución del Imacec, la del promedio indicadores líderes y la del indicador coincidente (gráfico 3.2).

En general, estos indicadores muestran un adelanto promedio de un trimestre. Es importante notar que durante la etapa expansiva, vivida luego de la caída del producto en 1999, ellos mantuvieron la capacidad de adecuarse a los cambios de fase pero con magnitudes diferentes a las del Imacec. Una explicación plausible de la sobreestimación que el indicador líder hace del Imacec, es que la economía chilena ha vivido un período de bajo crecimiento, el cual es difícil de reproducir con los datos históricos que se usan en las estimaciones de este indicador.

**Gráfico 3.2**  
**Evolución del indicador líder, coincidente y el Imacec**  
(Porcentajes, promedios móviles trimestrales)



### 3.3 Modelos de corto plazo

En esta sección se presentan el criterio de selección de los modelos y las proyecciones de corto plazo de algunas variables que tienen un rol relevante para explicar la evolución del producto y de la demanda interna mensual. Así se describe la forma en que se obtienen e implementan modelos de proyección para las importaciones totales cif, exportaciones totales fob, producción y ventas industriales.

#### Metodología

Las “relaciones teóricas” entre variables pueden ser estructuradas de diferente manera a la hora de realizar proyecciones. Por ejemplo, las variables pueden expresarse en logaritmos, en primera diferencias con el período justo anterior o con su homólogo en el pasado (por ejemplo, enero-enero o 1ª semana-1ª semana), aplicar el método ARIMA-X12<sup>51</sup> o usar *dummies* para ajustar estacionalmente, métodos de estimación diferentes, etc. Como resultado, existen muchos modelos que pueden ser usados para proyectar. Existen al menos dos estrategias para seleccionar entre estos

51 Este método es el que usa regularmente el Banco Central para desestacionalizar series económicas. Para detalles, ver Bravo *et. al.* (2002).

modelos: una ponderación de ellos (Clements y Hendry, 1998), o la selección del mejor modelo (“modelo sobreviviente”) sobre la base de la evaluación del error de predicción. La experiencia en el BCCh indica que el método de ponderación entrega, en general, estimaciones bastante imprecisas de los respectivos ponderadores por una fuerte multicolinealidad causada porque las proyecciones obtenidas por cada modelo por separado resultaron muy similares, o cuando ellos compartían las mismas variables exógenas.

Entre los criterios que usan el error de predicción, se usó el definido por *Theil* (Pindyck y Rubinfeld, 1991). Este se basa en un índice que mide la capacidad de predicción en un ejercicio fuera de muestra con un horizonte de proyección dado. Su interpretación es similar al Error Cuadrático Medio (ECM), y tiene la particularidad de poder descomponerse en tres partes: insesgamiento (*Theil-media*), volatilidad (*Theil-var*) y aleatoriedad (*Theil-cov*). Estos componentes deben siempre sumar 1, por lo que pueden interpretarse como la proporción del error total de predicción que es explicada por cada uno de ellos. Como ejemplo, una proyección será perfectamente insesgada a la serie original si el *Theil-media* es cero, es decir, si 0% del error se explica por desajuste con respecto a la media. Asimismo, un modelo se ajustará perfectamente a la volatilidad de la serie original si el *Theil-var* también es cero. De esta manera, un buen modelo de proyección debe tener un índice *U-Theil* lo más bajo posible y todo el error debe estar justificado por aleatoriedad, el que se reflejará con un valor lo más cercano a 1 en el índice *U-cov*.

Formalmente, el índice *U-Theil* y sus componentes se definen como:

$$U - Theil = \sqrt{\frac{\frac{1}{K} \sum_1^K (\tilde{y}_k - y_k)^2}{\frac{1}{K} \sum_1^K y_k^2}} \quad (3.1)$$

$$U - media = \frac{\left( \frac{1}{K} \sum_1^K \tilde{y}_k - \frac{1}{K} \sum_1^K y_k \right)^2}{\frac{1}{K} \sum_1^K (\tilde{y}_k - y_k)^2} \quad (3.2)$$

$$U - var = \frac{(\sigma_{\tilde{y}} - \sigma_y)^2}{\frac{1}{K} \sum_1^K (\tilde{y}_k - y_k)^2} \quad (3.3)$$

$$U - cov = \frac{2(1 - \rho_{\tilde{y}y})\sigma_{\tilde{y}}\sigma_y}{\frac{1}{K} \sum_1^K (\tilde{y}_k - y_k)^2} \quad (3.4)$$

El criterio de selección, en términos generales, fue el siguiente: en primer lugar, dentro de un conjunto de modelos alternativos se seleccionó el mejor, dependiendo de si éste tenía el menor error de proyección, medido por *U-Theil*, posteriormente por las propiedades de insesgamiento en todo el período, y finalmente por su ajuste a la varianza. Si no se obtiene ningún modelo que domine al resto, entonces se elige entre los “sobrevivientes” el que muestre las mejores proyecciones de un período hacia adelante. La razón de este segundo criterio es que se asume que el principal objetivo que se busca es maximizar la capacidad de proyectar en el corto plazo.

Una vez que se ha seleccionado el modelo de proyección de corto plazo, se analizan las propiedades predictivas para diferentes horizontes. Con esto, se puede determinar hasta qué plazo las proyecciones son confiables.

#### *Proyecciones de la balanza comercial*

El ejercicio de proyección del saldo de la balanza comercial se obtiene separando la proyección de modelos de exportaciones fob e importaciones cif, aplicando un factor para aproximar este último al equivalente en fob. Los datos disponibles están en

frecuencia semanal<sup>52</sup> y tienen su origen en el reporte de la Dirección de Aduanas, con aproximadamente una semana de rezago<sup>53</sup>.

La estacionalidad no pudo ser modelada usando ARIMA-X12 debido a que ese método, sólo permite aplicarlo a series con frecuencia mensual. Las variables exógenas utilizadas son las siguientes:

El dólar aduanero (TCNAD), que es el usado por la Dirección de Aduanas en sus cálculos como referente de la cotización del dólar, tiene validez mensual, y corresponde a la cotización del dólar del penúltimo día hábil del mes anterior.

Dólar (TCN), correspondiente al promedio de cotizaciones en la semana fija de datos diarios, se mantiene el último dato disponible para las semanas faltantes del mes, a menos que se considere algún otro supuesto *ad hoc*.

Precio del petróleo (para importaciones, POIL) y del cobre (para exportaciones, PCU), en su cotización promedio semanal, que se calcula y aplica de manera idéntica a TCNAD.

En cada modelo se proyectan las semanas faltantes del mes para obtener un dato mensual. Por ejemplo, si existen datos hasta la primera semana de mayo, entonces se proyectan tres semanas para obtener la predicción para mayo; si se dispone de datos hasta la cuarta semana de mayo, entonces se proyectan cuatro semanas para conformar la predicción de junio.

El mejor modelo obtenido luego de aplicar el método de selección corresponde en ambos casos, importaciones y exportaciones, al diferenciado respecto de la semana anterior. Para visualizar cómo evoluciona el error de predicción y sus propiedades, se utiliza un ejercicio fuera de muestra entre febrero del 2001 y enero del 2003. Se calcula un error promedio de predicción para el período, proyectándose con un conjunto de datos que se va alejando sistemáticamente de este período hasta en ocho meses. Respecto de las variables exógenas, se supone que toman su valor verdadero durante este ejercicio de proyección.

#### *Proyecciones de las importaciones cif*

Se proyectan separadamente los componentes petróleo y no-petróleo de las importaciones para el mes en curso. La muestra disponible se extiende desde la primera semana de enero de 1997 hasta el presente. Las variables dependientes son las importaciones petróleo y no-petróleo (respectivamente MPF, y MNPF), con las que se obtienen las internaciones totales cif.

Respecto de las importaciones no-petróleo, y sobre la base de la metodología antes explicada, el modelo seleccionado usa algunas variables que se pueden definir como sigue:

$$AMNPF_i = \frac{\sum_{s=1}^i MNPF_{t-4+s}}{\sum_{s=1}^i \text{días}_{t-4+s}}$$

52 El mes se distribuye en cuatro semanas fijas, que en general no coinciden con las semanas del mes según calendario. Respectivamente, se considera de la primera a la cuarta semana entre el 1 y el 7, el 8 y el 15, el 16 y el 23, y entre el 24 y el 31 de cada mes.

53 La metodología de cálculo de estos datos cambió a partir de mayo de 2002, construyéndose datos corregidos hacia atrás hasta enero de 1996, sólo en frecuencia mensual. Para empalmar la serie semanal, se generaron datos coherentes, asignando uniformemente entre semanas la diferencia mensual entre los datos calculados con la metodología antigua y la nueva en frecuencia mensual. Este procedimiento se utilizó desde el comienzo de cada muestra hasta la última semana de abril de 2002.

De esta manera,  $AMNPF_i$  puede interpretarse como las importaciones no-petróleo promedio diarias obtenidas de las últimas  $i$  semanas. En este modelo, la variable dependiente son las importaciones no-petróleo promedio diario del último mes ( $AMNPF_4$ ) y las exógenas son el dato diario promedio de la quincena anterior a la actual ( $AMNPF_2$ ); al dato promedio diario en la semana anterior a las tres últimas ( $AMNPF_1$ ); al número de días laborales en la semana fija ( $DÍAS$ ); al dólar aduanero  $TCNAD$ ; al dólar  $TCN$ ; a *dummies* por meses y por semanas  $s_i$  (correspondiente a la  $i$ -ésima, son cuatro semanas fijas), y a componentes AR. Los resultados son los siguientes:

$$\begin{aligned} \Delta LAMNPF_4 = & 0,061 + 0,132 \Delta LAMNPF_{2,t} + 0,125 \Delta LAMNPF_{1,t} - 0,013 \Delta DIAS_t \\ & + 0,002 s_4 (LTCNAD_t - LTCNAD_{t-4}) - 0,001 (LTCNAD_t - LTCNAD_{t-4}) \\ & - 0,003 s_4 (LTCNAD_t - LTCN_t) + 0,049 s_4 - 0,025 FEBRERO - 0,014 JUNIO \\ & - 0,001 NOVIEMBRE - 0,032 DICIEMBRE - 0,111 AR(2) - 0,301 AR(3) \end{aligned} \quad (3.5)$$

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

$R^2$  ajustado = 0,68

Desv. est. residuos = 2,8%

Test LM de correlación serial (4 rezagos):  $F = 3,68$  (valor-p 0,006)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 16,95$  (valor-p 0,000)

Test de heterocedasticidad de White:  $N \cdot R^2 = 28,45$  (valor-p 0,0367)

Período de la estimación: 1995:1:1 2003:7:2

Existen varias observaciones que se pueden realizar respecto del modelo de importaciones no-petróleo. Un aumento sobre el mes anterior del dólar aduanero implica —como era de esperar— una disminución del nivel de importaciones. Sin embargo, el efecto del tipo de cambio sobre las importaciones también está influido por la dinámica que impone el dólar aduanero a las expectativas de los importadores. Por ejemplo, en la cuarta semana los importadores saben de antemano que se fijara un nuevo dólar para todo el mes siguiente. Con esto, una cotización del dólar TCN en la cuarta semana superior al dólar aduanero vigente, implica que aumentará el dólar relevante para las importaciones del mes siguiente, con un efecto positivo adicional sobre las importaciones en la cuarta semana, por el alza esperada del costo de importación.

Por último, existen factores estacionales. En promedio, la cuarta semana de cada mes tiene un impacto positivo, efecto que puede ser explicado por los mismos argumentos mencionados. Por otra parte, diciembre de cada año tiene un efecto negativo, debido a la política de disminución escalonada de aranceles que se ejecuta a principios de cada año, por lo que se aplazan las importaciones al mes siguiente. También febrero muestra un significativo impacto negativo.

El modelo de petróleo es mucho más simple: el logaritmo del dato semanal se regresiona con respecto al precio promedio de la semana contemporánea, *dummies* estacionales por semanas y meses, y componentes AR. La regresión que se obtiene es:

$$LMPF = 1,019 LPOIL_t + 0,2 s_4 - 0,135 MARZO_t + 0,171 OCTUBRE_t - 0,17 AR(1) + 0,17 AR(4) \quad (3.6)$$

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)  
 $R^2$  ajustado = 0,22  
Desv. est. residuos = 0,81%  
Test LM de correlación serial (4 rezagos):  $F = 0,368$  (valor-p 0,832)  
Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 4757,1$  (valor-p 0,000)  
Test de heterocedasticidad de White:  $N \cdot R^2 = 15,99$  (valor-p 0,007)  
Período de la estimación: 1995:1:1 2003:7:2

El ajuste a los datos es bastante bajo, hecho que se ve reflejado en el ejercicio fuera de muestra. El promedio de la semana contemporánea del precio del petróleo resulta significativo, y existe evidencia de que la importación es, en promedio, más alta en la segunda semana de cada mes y en todo el mes de agosto. En marzo se observa un efecto negativo.

Los errores de proyección y sus propiedades se presentan en el gráfico 3.3. El panel A del gráfico 3.3 presenta los resultados del modelo de importaciones no-petróleo para diferentes horizontes. En el gráfico, cada semana adicional indica que se tiene menos información para completar el mes. Por ejemplo, la semana uno indica que falta sólo una semana para completar el mes, por lo tanto en la medida que nos alejamos de esta primera semana, es decir, que el horizonte de proyección se incrementa, los errores de proyección debieran aumentar. Como se observa, el error es creciente, desde 3% en promedio hasta 6% aproximadamente en la cuarta semana. Después de esto, el error se estabiliza puesto que se usan los valores efectivos, de validez mensual, para seguir completando las importaciones en los meses siguientes.

En cuanto a las propiedades de insesgamiento, son bastante buenas, donde un máximo de 3% del error (es decir, un error total de 0,009%) se debe a este componente. Considerando estas pequeñas magnitudes, se tiene que la *Theil-media* tiene el peor índice a una semana, que luego mejora progresivamente hasta tres semanas, para volver a empeorar y mejorar posteriormente. Con respecto a la varianza, el modelo también hace una buena réplica en todos los horizontes, aunque en el quinto y sexto muestra un aumento exponencial, pero que no alcanza a 2% del error. Con todo, mirando el *U-cov* se puede concluir que el error de proyección está altamente explicado por aleatoriedad.

El error de proyección en el modelo de importaciones de petróleo es notoriamente más alto y, al igual que el anterior, creciente a medida que aumenta el número de semanas a proyectar hasta la cuarta, entre 10% y 23%, estabilizándose posteriormente (panel B, gráfico 3.3). De éste, la proporción adjudicable al sesgo aumenta con el largo del horizonte y, sorprendentemente, el componente asignable a la volatilidad disminuye. En general, se mantiene constante el error atribuible a un factor aleatorio y en un nivel comparativamente poco satisfactorio. Este comportamiento del modelo es, en parte, esperado debido a: (i) la volatilidad de la variable dependiente; (ii) la simplicidad del modelo, incapaz de prever correlaciones con otras variables; (iii) como es usual en modelos de proyección, el error es creciente a medida que aumenta el horizonte, y (iv) el índice evalúa el error mensual, por lo que más información semanal dentro del mes disminuye notoriamente el error de proyección.

Las propiedades de la suma de ambos, las importaciones totales, se resumen en la el panel C del gráfico 3.3. Puesto que el componente petróleo representa aproximadamente 10% del total de las importaciones, en el ámbito agregado se tienden a repetir las conclusiones obtenidas para el componente no-petróleo.

Proyecciones de las exportaciones fob

Si bien la información original viene desagregada entre cobre y resto, este modelo sólo pudo implementarse para el total, existiendo datos disponibles desde la primera semana de enero de 1995. Las variables exógenas utilizadas son el precio del cobre, dólar TCN y aduanero TCNAD, variables estacionales por semanas y meses, días hábiles y componentes ARMA. El dólar de aduanas se incluye porque, si bien es menos relevante que en el caso anterior, se utiliza para valorar los pagos por derechos de uso de puertos y bodegaje. La variable dependiente y algunas exógenas, al igual que en la especificación para el modelo de importaciones no-petróleo, corresponden al promedio diario calculado de la agregación de un cierto número de semanas, de la misma forma y siguiendo la misma nomenclatura. En este caso, estas variables son llamadas AEXi. Por ejemplo, AEX4 corresponde al promedio diario de exportaciones del último mes, AEX3 al promedio diario de las 3 semanas anteriores a la actual, y AEX2 de la quincena anterior a la quincena actual. De esta manera, la ecuación “sobreviviente” es la siguiente:

$$\begin{aligned} \Delta LAEX4 = & 0,045 + 0,443 \Delta LAEX3_t + 0,259 \Delta LAEX2_t - 0,018 \Delta DIAS_t \\ & \begin{matrix} (10,22) & (7,87) & (5,21) & (-3,62) \end{matrix} \\ & - 0,016 \Delta DIAS_{t-1} + 0,089 \Delta LPCU_{t-1} + 0,012 \Delta LTCN_{t-2} \\ & \begin{matrix} (-5,17) & (-5,59) & (2,74) \end{matrix} \\ & - 0,0001(LTCNAD_t - LTCNAD_{t-4}) - 0,0001s4(LTCNAD_t - LTCN_t) - 0,069s2_t - 0,098s3_t \quad (3.7) \\ & \begin{matrix} (1,58) & (-1,41) & (-7,06) & (-9,44) \end{matrix} \\ & + 0,006 MARZO - 0,012 ABRIL - 0,014 MAYO + 0,007 OCTUBRE - 0,008 NOVIEMBRE \\ & \begin{matrix} (-4,13) & (-5,82) & (-3,99) & (2,17) & (-3,57) \end{matrix} \\ & - 0,502 AR(2) - 0,187 AR(4) - 0,677 MA(1) - 0,44 MA(3) + 0,262 MA(4) \\ & \begin{matrix} (-4,47) & (-2,05) & (-7,76) & (-3,56) & (2,50) \end{matrix} \end{aligned}$$

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

R<sup>2</sup> ajustado = 0,57

Desv. est. residuos = 3,7%

Test LM de correlación serial (4 rezagos): F = 2,887 (valor-p 0,025)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 1,695$  (valor-p 0,428)

Test de heterocedasticidad de White: N·R<sup>2</sup> = 23,06 (valor-p 0,574)

Período de la estimación: 1995:1:1 2003:7:2

Entre los resultados esperables, se encuentra el efecto positivo del precio del cobre. Existe evidencia débil del efecto positivo de la cotización del dólar y de que el dólar aduanero, clave en los costos de embarque, tiene un efecto negativo, el que se ve aumentado en la cuarta semana, por los mismos argumentos que se dieron para las importaciones, aunque en una escala mucho menor. Los envíos realizados en marzo y octubre son más altos al promedio, en tanto los de abril, junio y noviembre son más bajos. El R<sup>2</sup> ajustado muestra un ajuste medianamente alto.

La predicción es levemente peor que la que se obtiene en las importaciones, con un error promedio entre 4 y 7%, dependiendo del horizonte considerado, donde se mantiene la misma tendencia creciente hasta la cuarta semana, estabilizándose posteriormente (panel D, gráfico 3.3). Claramente, cuando se proyecta a una semana el error por sesgo es mayor, significando 0,8% de error de proyección, aunque disminuye considerablemente en horizontes más largos. Sin embargo, por las bajas magnitudes involucradas en los errores, el aumento del sesgo no es preocupante. En el caso del ajuste del modelo a la volatilidad sucede algo similar, llegando a producirse un error total de 0,06% cuando se proyecta a una semana. Como es de esperar, a este horizonte, 70% del error total es atribuible a la aleatoriedad, aumentando por sobre 90% cuando se proyecta a más semanas.

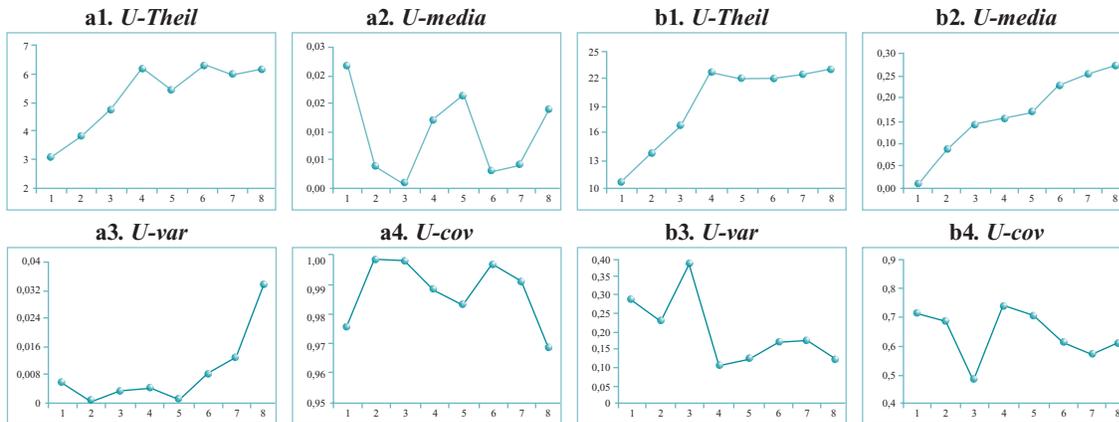
### Gráfico 3.3

## Exportaciones e importaciones, error fuera de muestra: 2001:M2-2003:M1

(Eje Y: porcentaje de ECM; eje X: trimestre *i*-ésimo proyectado hacia adelante)

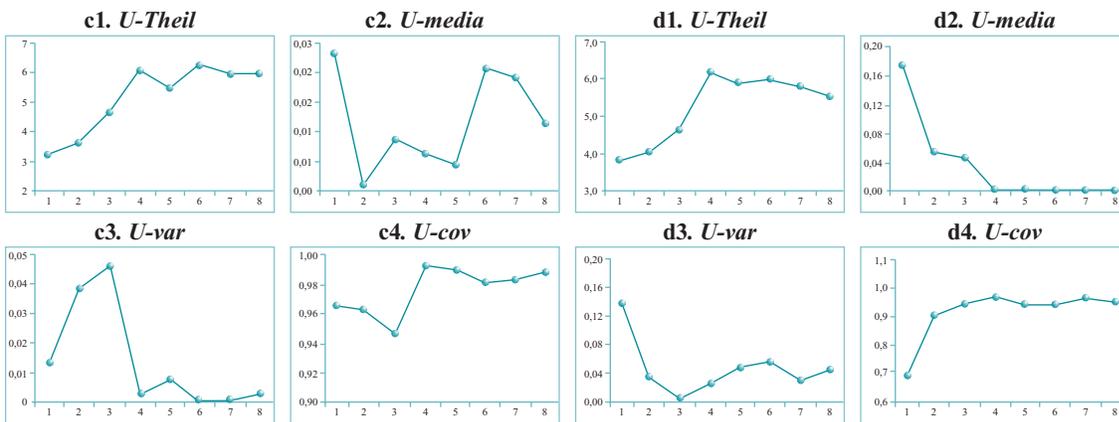
### A. Importaciones no-petróleo

### B. Importaciones de petróleo



### C. Importaciones totales

### D. Exportaciones



### Proyecciones del sector industrial

A diferencia de la balanza comercial, las variables del sector industrial tienen frecuencia mensual, con datos desde diciembre de 1990 hasta el presente, y todas han sido expresadas en logaritmos. Las variables independientes son: M1A, una medida de cuántum de importaciones MQPEXT (valor de importaciones totales deflactado por el índice de precios externos, PEXT), tasa de política TPM, tipo de cambio real TCR, una *proxy* para medir existencias (promedio móvil rezagado de la diferencia entre producción y ventas), días hábiles DIAS, y componentes ARMA. Las

dependientes, producción y ventas INE (PINE y VINE, respectivamente) son estimadas y proyectadas en modelos separados, aun cuando la proyección de ventas se usa como insumo en la de producción, asumiendo que un *shock* de ventas, ya sea positivo o negativo, tendrá efecto en el futuro sobre la decisión de producción, pero no al revés.

Posteriormente, estos resultados son transformados a su equivalente en la ponderación de CCNN sobre la base de modelos de conversión explicados más abajo. El modelo “sobreviviente” del ejercicio fuera de muestra, corresponde en ambos casos a uno de los expresados con diferencia en doce meses.

### Proyecciones de producción

El modelo “sobreviviente” incluye varios rezagos de las ventas, M1A, MQPEXT y la diferencia de días hábiles, AR(1) y MA(12), comúnmente significativo en regresiones que usan la variación en 12 meses. La estimación obtenida a diciembre de 2002 es la siguiente:

$$\begin{aligned} \Delta_{12}LPINE_t = & -0,023\Delta_{12}LPINE_{t-3} + 0,333\Delta_{12}LVINE_t + 0,144\Delta_{12}LVINE_{t-3} \\ & + 0,083\Delta_{12}LM1A_{t-1} + 0,083\Delta_{12}LM1A_{t-3} + 0,028\Delta_{12}LMQPEXT_{t-1} \\ & + 0,011\Delta_{12}DIAS_t + 0,394AR(1) - 0,885MA(12) \end{aligned} \quad (3.8)$$

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

R<sup>2</sup> ajustado = 0,88

Desv. est. residuos = 1,73%

Test LM de correlación serial (4 rezagos): F = 0,403 (valor-p 0,806)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 1,674$  (valor-p 0,432)

Test de heterocedasticidad de White:  $N \cdot R^2 = 14,407$  (valor-p 0,4199)

Período de la estimación: 1990:12 2003:5

Los parámetros encontrados tienen las magnitudes y los signos esperados. Las ventas (VINE) tienen un efecto contemporáneo sobre la producción (PINE), fortaleciéndose con rezagos. El dinero (M1A) tiene también un efecto positivo, que también se fortalece con rezagos. Las importaciones (MQPEXT) y los días hábiles también tienen un efecto en el mismo sentido. Cabe notar que aproximadamente 1% de crecimiento de la producción se explicaría por un día hábil más con respecto al mismo mes del año anterior. El ajuste es alto, alcanzando a 88%.

En cuanto a la predicción, se observa en el gráfico 3.4 en el panel A que el error es moderadamente creciente y se encuentra entre 1,5% y 1,6%, dependiendo del horizonte de proyección. También estos resultados son considerablemente más bajos que los obtenidos por los modelos de balanza. El índice *U-media* muestra que, de este error, entre 10% y 30% se debe a que el modelo no es capaz de reproducir la media. Así, el insesgamiento se va perdiendo con rapidez hasta cuando se proyectan tres meses, estabilizándose para horizontes más extensos. En todo caso, debe notarse nuevamente que, si bien la participación de este componente es comparativamente alto, el bajo error general implica que sólo se genera una discrepancia en torno a 0,03% entre la proyección y la serie original por esta causa.

En cuanto a cómo el modelo reproduce la volatilidad, no más de 1% del error se explica por este componente (gráfico 3.4). El desempeño del modelo en este sentido es notoriamente mejor cuando se proyecta a un mes, estabilizándose para el resto de los horizontes. Finalmente, la aleatoriedad causa entre 90% y 65% del error total, disminuyendo en la medida que se debilita la propiedad de insesgamiento.

## Proyecciones de ventas

Como se mencionó, en este modelo no fue incluida la producción industrial como variable exógena. Sin embargo, empíricamente existe incidencia significativa del dinero (M1A), de la *proxy* del cuántum de importaciones (MQPEXT) y de los días hábiles. Además, otras variables que a *priori* pudieron haber afectado el nivel de ventas, como la tasa de política monetaria o el tipo de cambio real, no resultaron significativas en el modelo sobreviviente. La estimación a diciembre 2002 entrega los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} \Delta_{12}LVINE_t = & 0,128\Delta_{12}LVINE_{t-3} + 0,152\Delta_{12}LM1A_t + 0,153\Delta_{12}LM1A_{t-3} \\ & (2,11) \qquad (1,63) \qquad (4,17) \\ & + 0,046\Delta_{12}MQPEXT_{t-3} + 0,017\Delta_{12}DIAS_t + 0,363AR(1) - 0,895MA(12) \\ & (2,55) \qquad (6,74) \qquad (4,15) \qquad (-34,77) \end{aligned} \quad (3.9)$$

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

R<sup>2</sup> ajustado = 0,76

Desv. est. residuos = 2,56%

Test LM de correlación serial (4 rezagos): F = 2,057 (valor-p 0,022)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 0,367$  (valor-p 0,832)

Test de heterocedasticidad de White: N·R<sup>2</sup> = 7,544 (valor-p 0,673)

Período de la estimación: 1990:12 2003:5

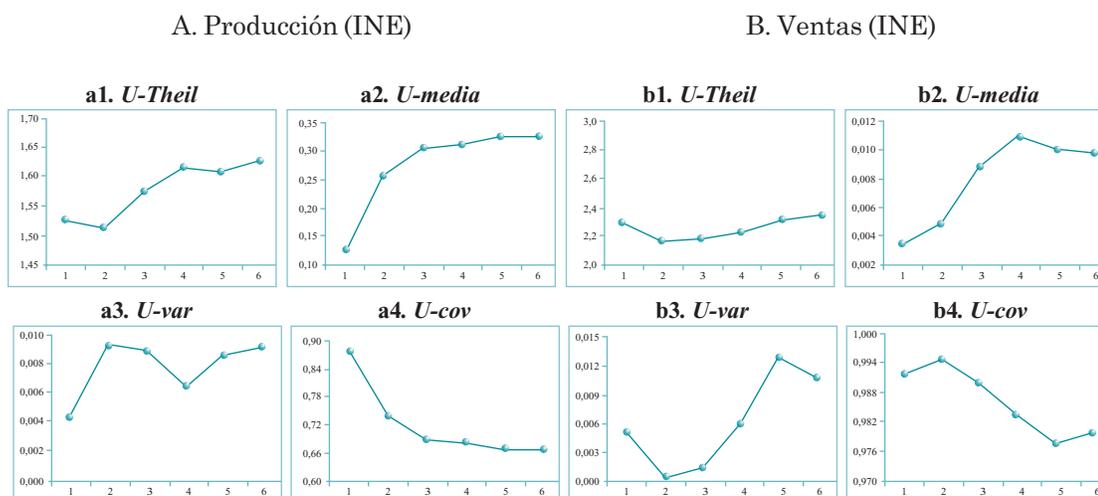
El efecto positivo del rezago de las propias ventas refleja cierta persistencia en esta variable. Asimismo, M1A tiene también efectos positivos contemporáneamente y en rezagos, de la misma manera que MQPEXT. Cabe notar que, en promedio, un día hábil más respecto del mismo mes del año anterior implica un nivel 1,7% más alto. El ajuste, aunque menor que en la producción, también es elevado, aunque esta diferencia se refleja en los errores de predicción.

Respecto de este punto, en el gráfico 3.4 se presenta el índice *U-Theil*, y sus componentes. Como primera observación, el error promedio es estable entre horizontes de proyección, oscilando en torno a 2,2%. De este, como máximo 0,1% se debe al ajuste de las proyecciones a la media, manteniéndose notoriamente por debajo cuando se proyectan a menos de tres meses (aunque crecientes entre ellos). A plazos mayores el error proveniente de esta fuente se estabiliza.

Algo similar ocurre con la capacidad del modelo de reproducir la volatilidad de la serie original, manteniéndose por debajo de 1,5% del error total. Cuando se proyecta a un mes, la incidencia de este componente es 0,6%, disminuyendo a casi 0% cuando se obtiene una proyección con información hasta dos meses antes, aumentando progresivamente a horizontes más largos. En resumen, el error estrictamente aleatorio es lejos el principal componente del total, aun cuando decrece a medida que se proyectan más meses, pero siempre adjudicándosele sobre 97,5% del error total.

### Gráfico 3.4 Industria, error fuera de muestra: 2002:M12-2002:M11

(Eje Y: porcentaje de ECM; eje X: trimestre *i*-ésimo proyectado hacia adelante)



#### Modelos de conversión INE – CCNN

El objetivo de estos modelos es usar las proyecciones anteriores para obtener proyecciones de la producción y las ventas de CCNN, las cuales pueden ser utilizadas luego para el cálculo de variables como el Imacec. Estos modelos tienen una estructura simple, considerando la serie contemporánea correspondiente según el INE, días hábiles, *dummies* estacionales por meses y algunos componentes ARMA. Estos modelos, estimados a diciembre del 2002, son los siguientes:

Producción:

$$LPCCNN_t = 0,942 LPINE_t + 0,001 DIAS_t + 0,004 MARZO + 0,008 ABRIL + 0,008 MAYO + 0,006 JUNIO + 0,007 JULIO + 0,009 AGOSTO + 0,006 SEPTIEMBRE + 0,582 AR(1) + 0,374 AR(2) \quad (3.10)$$

(124,16) (1,98) (4,92) (5,08) (6,33) (4,27) (4,57) (4,12) (3,09) (7,57) (4,28)

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

R<sup>2</sup> ajustado = 0,99

Desv. est. residuos = 0,45%

Test LM de correlación serial (4 rezagos): F = 2,887 (valor-p 0,025)

Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 19,526$  (valor-p 0,000)

Test de heterocedasticidad de White: N·R<sup>2</sup> = 63,01 (valor-p 0,000)

Período de la estimación: 1990:12 2003:5

Ventas:

$$LVCCNN_t = 0,352 + 0,735 VINE_t + 0,694 AR(1) - 0,164 MA(1) + 0,191 MA(3) \quad (3.11)$$

(3,91) (12,25) (8,93) (-1,52) (2,01)

En paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)  
 $R^2$  ajustado = 0,97  
 Desv. est. residuos = 0,34%  
 Test LM de correlación serial (4 rezagos):  $F = 1,425$  (valor-p 0,228)  
 Test de normalidad Jarque-Bera:  $\chi^2 = 594,8$  (valor-p 0,000)  
 Test de heterocedasticidad de White:  $N \cdot R^2 = 0,007$  (valor-p 0,983)  
 Período de la estimación: 1990:12 2003:5

Ambos modelos tienen un buen ajuste a los datos, aunque el de producción logra conversiones más cercanas. Según este modelo, la serie de producción industrial de CCNN (PCCNN) tiene un comportamiento casi idéntico al de la serie INE (PINE), aunque ponderando levemente más el efecto de los días hábiles y siendo, en promedio, más alta entre marzo y septiembre. Por el lado de las ventas (VCCNN), el factor estacional no es relevante para determinar las diferencias entre ambas series, considerándose una constante y un factor menor que en producción para la serie INE (VINE). Finalmente, debe notarse que se contrastaron modelos en diferencia mensual y en 12 meses con los presentados, obteniéndose con ellos resultados menos favorables.

### 3.4 Modelo macroeconómico de consistencia (MACRO)

El modelo MACRO del Banco Central se construye sobre la base de las principales identidades de las cuentas nacionales. Dado un conjunto de variables exógenas, se emplean las identidades para obtener, residualmente, el resto de las variables del modelo. El MACRO constituye una herramienta de consistencia de las proyecciones efectuadas para los distintos sectores de la economía, así como un instrumento para chequear las implicancias sobre las variables determinadas residualmente. En este sentido, el MACRO no es un modelo de proyecciones propiamente tal, sino que verifica la consistencia de las proyecciones realizadas con otros modelos y las implicancias para variables proyectadas en forma residual. En el caso del MACRO del Banco Central las principales variables exógenas son los componentes de las cuentas externas, el PIB, el consumo y la inversión. Las principales variables determinadas residualmente son la demanda interna y la variación de existencias.

#### *Variables e identidades cubiertas en el macro*

El MACRO contempla variables relativas al gasto del PIB e ingreso, la inversión y el ahorro brutos, los componentes del tipo de cambio real, los principales deflatores, las cuentas externas en dólares y las variaciones de precio y cantidad de las exportaciones e importaciones de bienes.

El MACRO muestra variaciones reales anuales de los principales componentes del Producto Interno Bruto, tanto los componentes de la demanda interna (DI) como las exportaciones (X) e importaciones (M):

$$PIB = DI + X - M \quad (3.12)$$

No sólo contempla el crecimiento de la demanda interna real sino también la descomposición entre consumo (C) e inversión (I).

$$DI = C + I = CP + CG + FBK + IEX \quad (3.13)$$

La variación real anual del consumo total se divide a su vez en consumo privado (CP) y consumo público (CG). La inversión, por su parte, incluye formación bruta de capital fijo (FBK) e inversión en existencias (IEX). Las exportaciones (X) e importaciones (M) se divida a su vez en exportaciones de bienes (XB) y exportaciones de servicios (XS) e importaciones de bienes (MB) y de servicios (MS). Todas estas cifras a valor fob.

El MACRO también calcula el ingreso nacional bruto disponible, que se obtiene de restar del PIB los pagos reales netos de factores al exterior o rentas netas (REN) y sumar las transferencias reales netas desde el exterior (TN). Esta cifra además considera el efecto que tiene sobre el ingreso nacional las variaciones en los términos de intercambio.

$$INBD = PIB - REN + TN + \text{ajuste por TDI} \quad (3.14)$$

El MACRO también genera una descomposición por el lado del ahorro y la inversión. La inversión total se abre entre la contribución del gobierno general (IG) y del resto de la economía (sociedades no financieras, sociedades financieras, hogares e instituciones sin fines de lucro, IP). Por su parte, el ahorro total se conforma del ahorro del gobierno general (SG, diferencia entre su ingreso y su gasto en consumo), el ahorro externo (SEXT, correspondiente al negativo del saldo en cuenta corriente en pesos) y el resto de la economía (SP, ingreso menos consumo privado). Cabe destacar que el ahorro total y la inversión total deben ser equivalentes.

$$\frac{I}{PIB} = \frac{IG}{PIB} + \frac{IP}{PIB} = \frac{SG}{PIB} + \frac{SP}{PIB} + \frac{SEXT}{PIB} = \frac{S}{PIB} \quad (3.15)$$

Los principales deflatores también se calculan o estiman por el MACRO. El deflactor del PIB se calcula como:

$$P = \frac{PIBN}{PIB} = \frac{PCP * CP + PCG * CG + PFBK * FBK + PIEX * IEX + PX * X - PM * M}{CP + G + FBK + IEX + X - M} \quad (3.16)$$

donde P corresponde al deflactor del PIB, PIBN al PIB en pesos corrientes y PCP, PCG, PFBK, PIEX, PX y PM corresponden a los deflatores del consumo privado, el consumo de gobierno, la formación bruta de capital fijo, la inversión en existencias, las exportaciones y las importaciones, respectivamente. Los términos de intercambio (TDI) se calculan como la variación de la razón entre el deflactor de las exportaciones y el deflactor de las importaciones:

$$TDI = \frac{PX}{PM} \quad (3.17)$$

En cuanto a las cuentas externas, el MACRO calcula el saldo en dólares de la cuenta corriente (CCF), así como la razón de este saldo al PIB medido en dólares corrientes. Asimismo, este modelo contempla los saldos en dólares de los principales componentes de la cuenta corriente:

$$CCF = XBF + XSF - MBF - MSF - RENF + TRANF \quad (3.18)$$

donde la F indica que las cifras están medidas en dólares.

Los saldos en dólares para las exportaciones e importaciones de bienes se construyen a partir de las variaciones de precio y cantidad de cada componente de las importaciones cif y las exportaciones fob.

### *Funcionamiento del macro*

El MACRO no es más que un conjunto de identidades macroeconómicas. El MACRO toma como exógenas una serie de variables, para calcular otras en forma residual. Cuál de las variables es exógena y cuál residual es inmaterial, debiendo esto reflejar lo mejor posible el proceso de proyecciones de cada una de las variables. En este caso se ha escogido como variables exógenas las siguientes:

PIB: Crecimiento real del PIB.

- Variación real anual del consumo privado.
- Variación real anual del gasto en consumo de gobierno.
- Variación real anual de la formación bruta de capital fijo.
- Tipo de cambio nominal promedio.
- Inflación anual promedio del IPC.
- Inflación externa relevante anual promedio.
- Créditos y débitos de la balanza de servicios en dólares.
- Saldo de la cuenta de rentas en dólares.
- Saldo de la cuenta de transferencias en dólares.
- La variación de cantidad y precio de cada una de las componentes de las exportaciones fob y de las importaciones cif, exceptuando el precio de las exportaciones de cobre y las importaciones de cobre.
- Precio del cobre y del petróleo.

A partir de estos datos exógenos el MACRO realiza los siguientes cálculos:

Gasto del PIB e ingreso:

- El total del gasto interno se obtiene por diferencia entre el total del PIB y la balanza de bienes y servicio: se restan del PIB las exportaciones totales y se suman las importaciones totales.
- El consumo total se obtiene como la suma del consumo privado y el consumo de gobierno.
- La inversión en existencias se obtiene por residuo y se calcula como la diferencia entre la demanda interna, el gasto en consumo y la formación bruta de capital fijo.
- La inversión total resulta de la suma de la inversión en existencias y la formación bruta de capital fijo.
- La variación real de las exportaciones e importaciones de bienes se calcula aplicando la variación de cantidad a las cifras en pesos de 1996.
- Para calcular la variación real de las exportaciones e importaciones de servicios se realiza un supuesto sobre la variación del deflactor. Para el caso de las exportaciones se ha supuesto que el deflactor evoluciona de acuerdo con la inflación doméstica, mientras que para las importaciones se supone que evoluciona según la inflación externa medida en pesos. Con estos deflatores, las cifras en dólares y el tipo de cambio se calculan las variaciones reales.
- Para obtener el ingreso nacional disponible es necesario contar con cifras reales de rentas al exterior y transferencias del exterior. Para esto se dividen estas cifras netas entre crédito y débitos reflejando la composición de años recientes, aplicando el deflactor de las exportaciones a los créditos y el deflactor de las importaciones a los débitos (estos deflatores se verán más adelante). Luego, el ingreso nacional se obtiene de restar del PIB las rentas netas reales y sumar las transferencias netas reales. El ajuste de términos de intercambio captura el efecto que tienen las variaciones de los precios externos sobre el ingreso nacional. Un aumento de los términos de intercambio incrementa el ingreso nacional y viceversa.

#### Ahorro e inversión:

- La inversión nominal se obtiene de inflactar la inversión real con su deflactor (se verá más adelante). La descomposición de la inversión entre gobierno general y resto de la economía se realiza utilizando supuestos sobre la evolución de la inversión del gobierno.
- El ahorro nacional corresponde a la suma del ahorro del gobierno y del resto de la economía, mientras que el ahorro total se obtiene al sumar a este último el ahorro externo.
- El ingreso nominal del resto de la economía se obtiene de restar del PIB nominal el ingreso del gobierno y el ingreso neto del exterior (rentas más transferencias). Además se suman las transferencias de capital que realiza el gobierno general al resto de la economía (un monto bastante pequeño, que se proyecta utilizando el presupuesto fiscal u otro supuesto *ad-hoc* para horizontes más lejanos). El consumo privado nominal se obtiene inflactando el consumo privado por su deflactor. El ahorro del resto de la economía se obtiene como la diferencia entre el ingreso y el consumo de este sector.
- Mientras el consumo del gobierno nominal se obtiene de la cifra real inflactando por el deflactor correspondiente, el ahorro del gobierno se obtiene del presupuesto del gobierno o aplicando la regla del déficit estructural si el horizonte es más lejano. El ingreso del gobierno resulta de sumar el ahorro y el consumo.
- El ahorro externo nominal no es otra cosa que el (negativo del) déficit en cuenta corriente pasado a pesos utilizando el tipo de cambio nominal. Este déficit se descompone en la balanza de bienes y servicios (gasto neto en bienes del extranjero) y la suma de las balanzas de rentas y transferencias (ingresos o egresos netos desde o al extranjero).

#### Deflatores:

- El deflactor del consumo privado y consumo de gobierno se obtienen aplicando la variación del IPC.
- El deflactor de la formación bruta de capital fijo se obtiene de aplicar en forma ponderada la variación del IPC (30%) y el deflactor de las importaciones (70%).
- El deflactor de las exportaciones y de las importaciones se obtienen a partir de las variaciones de precios imputadas. La variación de la razón de estos deflatores entrega la variación del índice de término de intercambio.
- El deflactor de la variación de existencias se supone equivalente al del PIB. Utilizando los otros deflatores se puede calcular en términos nominales el PIB menos la inversión en existencias. Este término también puede calcularse en términos reales. La razón entre estas dos cifras entrega el deflactor del PIB y de la inversión en existencias.

#### Comercio exterior y de bienes:

- Utilizando el precio del cobre y el precio del petróleo se calculan las variaciones de los índices de precio de las exportaciones mineras y de las importaciones de combustibles.
- A partir de los supuestos para cada una de las componentes se calcula la variación total de precios y cantidades de las importaciones de bienes cif y las exportaciones de bienes fob.

#### Cuenta corriente:

- Utilizando el resultado del punto anterior se calculan las exportaciones de bienes FOB e importaciones de bienes cif en dólares para cada una de las componentes y para los totales, anclándose de los valores del año anterior. Para calcular las importaciones de bienes fob se aplica un factor que refleja las diferencias históricas entre cif y fob. Estas cifras además se complementan con un memorándum que muestra las implicancias para el promedio mensual proyectado de exportaciones e importaciones de bienes.

- El saldo en dólares de la cuenta corriente resulta de restar de las exportaciones de bienes fob las importaciones de bienes fob y agregar los saldos de las balanzas de servicios, rentas y transferencias. La razón de la cuenta corriente a PIB nominal se calcula pasando el PIB a dólares corrientes utilizando el deflactor del PIB y el tipo de cambio nominal.

## 4. Aplicaciones

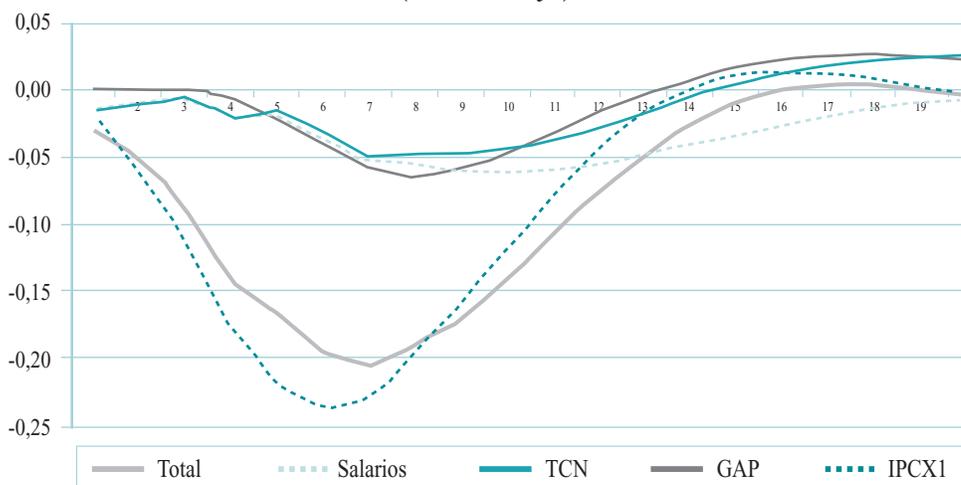
Este capítulo presenta aplicaciones de los distintos modelos presentados en este volumen, con especial énfasis en el MEP. Estas aplicaciones son ejercicios elaborados como antecedentes para las discusiones que habitualmente surgen en política monetaria, referidas a la cuantificación de las relaciones entre las distintas variables macroeconómicas.

### 4.1 Respuesta a cambios en la TPM

#### *Impacto de la política monetaria según el MEP*

Para analizar el impacto de la política monetaria de acuerdo con el MEP se ha realizado el ejercicio de incrementar la TPM por un trimestre en 100 puntos. Luego de este incremento, la TPM sigue su curso según las ecuaciones correspondientes del modelo. La respuesta de la inflación total, que muestra el gráfico 4.1, alcanza un máximo a los ocho trimestres tras el cambio en la TPM y con cerca de veinte puntos de menor inflación<sup>54</sup>. El efecto impacto es bastante moderado, lo que resalta los rezagos con que opera la política monetaria. Al cabo de doce trimestres aún hay un efecto de cinco puntos.

**Gráfico 4.1**  
**Efectos de un aumento de 100 puntos de la TPM sobre la inflación según el MEP**  
(Porcentaje)

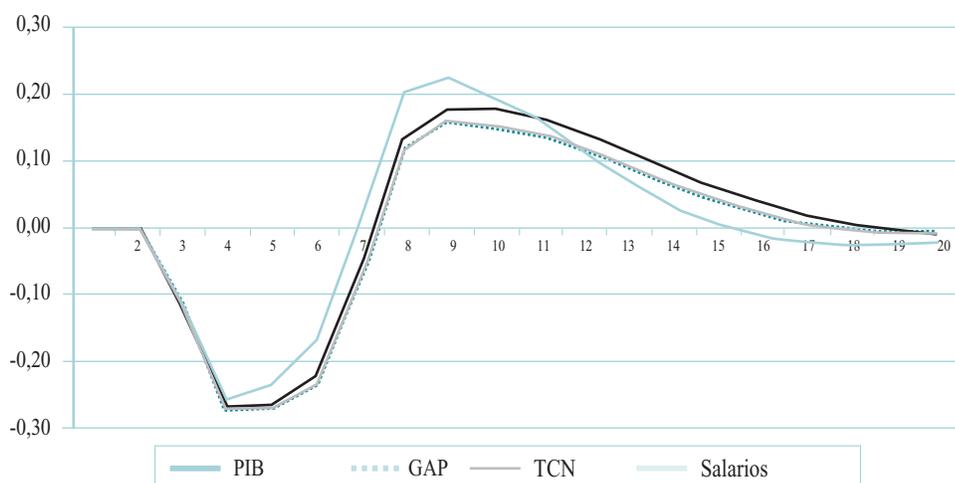


<sup>54</sup> Para este ejercicio se ha excluido el efecto del IPCSF, de modo de capturar los efectos más fundamentales de la TPM y depurar del efecto directo sobre los servicios financieros.

El efecto del cambio en TPM sobre la inflación se puede descomponer. La línea denominada “GAP” en el gráfico 4.1 muestra el efecto solo a través de la brecha del producto, manteniendo el tipo de cambio nominal, los salarios y las expectativas constantes en su nivel previo a la perturbación (nivel meta). Se aprecia un efecto moderado, con una caída máxima de la inflación de seis puntos. Esto varía mínimamente al permitir que el tipo de cambio nominal fluctúe, corroborando que el principal mecanismo de transmisión en el MEP es a través de la demanda agregada y no a través del tipo de cambio. Al permitir que, además de la brecha y el tipo de cambio nominal, también los salarios reaccionen se obtiene mayor persistencia en los efectos, con diferencias significativas después del décimo trimestre. Por último, al comparar esta curva con el efecto total se corrobora el importante rol de las expectativas en el MEP. Al permitir que los agentes sean racionales y anticipen la inflación futura, los efectos son considerablemente mayores. El gráfico también muestra el efecto sobre el IPCX1, con una dinámica algo distinta al IPC total, destacando el rol que juegan los otros precios.

En cuanto al efecto de un cambio en la TPM sobre el producto (gráfico 4.2), el máximo efecto se produce al cabo de cuatro trimestres. La respuesta según el MEP es de una caída máxima de poco menos de treinta puntos. Se observa un período de mayor crecimiento después del séptimo trimestre. Cabe recordar que el MEP impone que el PIB debe converger a su nivel potencial, reflejando la neutralidad de la política monetaria en el largo plazo. El crecimiento positivo que se observa entre los trimestres 7 y 17, tras el cambio en la TPM, responde a esta situación. Los distintos ejercicios producen una reacción similar del producto, destacando que el tipo de cambio y los salarios actúan en el MEP por canales distintos a la determinación del PIB.

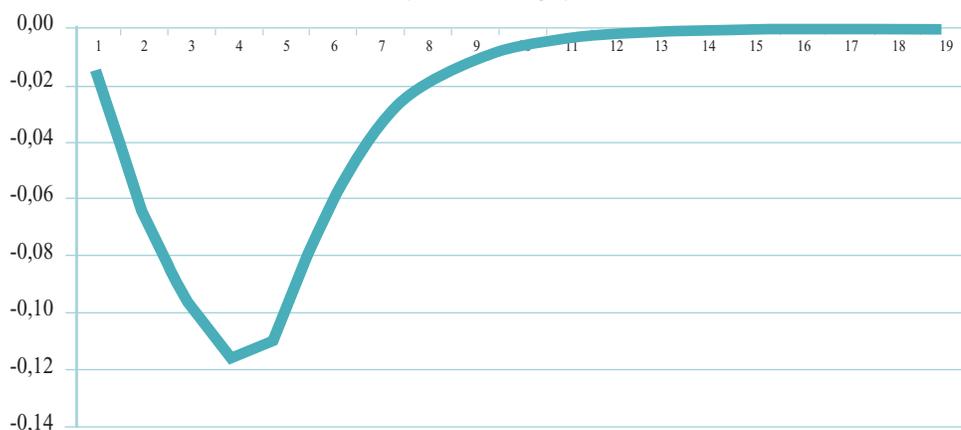
**Gráfico 4.2**  
**Efectos de un aumento de 100 puntos de la TPM sobre el**  
**producto según el MEP**  
(Porcentaje)



### Impacto de la política monetaria según los modelos VAR

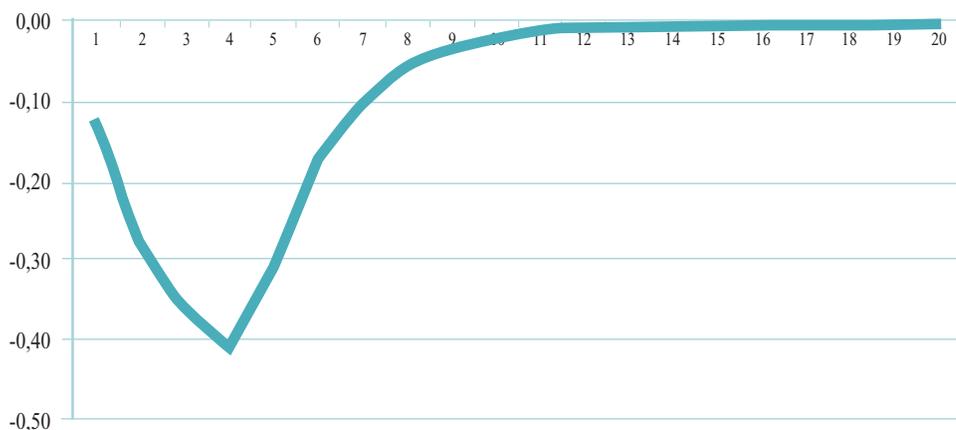
Se ha realizado un ejercicio similar al anterior utilizando un modelo VAR. La respuesta de la inflación se muestra en el gráfico 4.3. La respuesta máxima según el VAR es de poco más de diez puntos menos de inflación y ocurre dos a cuatro trimestres tras el incremento en la TPM. Al cabo de seis trimestres aún hay un efecto de cinco puntos, mientras que al cabo de dos años el efecto es casi nulo. Como se observa, en el caso del MEP la respuesta de la inflación es algo más tardía que en el caso del VAR. Además, el efecto de la TPM es más prolongado de acuerdo con el MEP que con el VAR.

**Gráfico 4.3**  
**Efectos de un aumento de 100 puntos de la TPM sobre la inflación según el VAR**  
(Porcentaje)



En cuanto al efecto de un cambio en la TPM sobre el producto, los resultados arrojados por el MEP y el VAR son similares. En ambos casos el máximo efecto se produce cuatro trimestres tras el cambio en la TPM. La respuesta según el VAR es de una caída máxima de cuarenta puntos. En el caso del MEP se observa un período de mayor crecimiento después del noveno trimestre, cosa que no se observa en el VAR, por las razones explicadas más arriba.

**Gráfico 4.4**  
**Efectos de un aumento de 100 puntos de la TPM sobre el producto según el VAR**  
(Porcentaje)



### Resultados de estudios anteriores

Uno de los primeros trabajos donde se estima un VAR monetario para la economía chilena es el de Herrera y Rosende (1991). Ellos consideran datos trimestrales y variables estándares que se usan en un VAR monetario (cuadro 7.1 del anexo). Los resultados obtenidos son los esperados: un aumento de la tasa de interés real reduce la brecha de los precios y del producto durante los primeros dos años, para luego aminorar dichos efectos a través del tiempo. Con relación a los rezagos involucrados, el alza de la tasa de interés, 1,2%, logra su máximo impacto sobre los precios después de solo dos trimestres (-0,8%); luego el efecto desaparece en el siguiente año y medio. El impacto sobre el producto sigue una trayectoria similar, cayendo a su nivel mínimo en el cuarto trimestre (-1,0%), para luego recuperarse rápidamente. Un segundo trabajo es el de Rojas (1993), que se concentra en la relación entre dinero y actividad económica. Los patrones de respuesta exhibidos por los modelos de este estudio son más persistentes que los encontrados por Herrera y Rosende; la respuesta del producto ante un *shock* en la tasa de interés real es negativa, alcanza también un máximo en el cuarto trimestre y perdura aproximadamente por cinco años. Estos resultados iniciales resaltan una rápida transmisión monetaria; especialmente indican que la caída de los precios se anticipa a la del producto.

Una segunda generación de modelos comienza a ser estimada desde la segunda mitad de los noventa. Por ejemplo, Cabrera y Lagos (2000) revisaron los modelos VAR estimados para Chile en el período 1986-1997, concluyendo que en algunas especificaciones la respuesta de la inflación a un incremento de la tasa de política es positiva<sup>55</sup>. Este *puzzle* de precios ha resultado ser el principal problema enfrentado por los investigadores al momento de estimar VAR en la economía chilena<sup>56</sup>. Al respecto, García (2001)<sup>57</sup> muestra que una solución a este problema ha consistido en incorporar directamente a los VAR la meta de inflación como variable endógena. Otro ejemplo en esta dirección es Valdés (1997)<sup>58</sup>, quien estima un VAR semiestructural<sup>59</sup>, donde la brecha entre la inflación y la meta es incorporada como variable endógena<sup>60</sup>. En este caso, un alza de la tasa de interés, de aproximadamente 0,3%, reduce tanto la brecha inflacionaria como el Imacec. Como se desprende de los resultados de este estudio, los rezagos de la política monetaria siguen siendo cortos pero, a diferencia de Herrera y Rosende (1991), el máximo impacto en la reducción de la brecha inflacionaria (-0,4%) coincide con el impacto sobre el producto (-0,5%), los cuales ocurren en el octavo mes.

Otro esfuerzo importante es el de Parrado (2001)<sup>61</sup>, cuyo trabajo presenta una especificación completa para la economía chilena en lo que respecta a las relaciones contemporáneas entre las variables utilizadas. El autor estima diferentes modelos en niveles y primeras diferencias sin meta de inflación. Sus resultados son distintos de los descritos más arriba, principalmente en cuanto al efecto de la política monetaria sobre el nivel de precios, el cual se retrasa sustancialmente respecto del impacto sobre el producto. Un *shock* en la tasa de interés de 0,4% produce un efecto significativo sobre el nivel de precios después del primer año, alcanzando su efecto máximo a los

55 Otros trabajos más recientes que han utilizado VAR con el problema de *puzzle* de precios son el de Duncan (2002) y Chumacero (2002).

56 Ver Bravo y García (2002).

57 El autor sigue el esquema de identificación de Christiano, Eichenbaum y Evans (1999).

58 Este autor sigue el esquema de identificación propuesto por Bernanke y Blinder (1992).

59 Bernanke y Mihov (1998) definen un VAR semi-estructural cuando se identifica solo una parte de la estructura del VAR.

60 Otra característica interesante de este modelo es que fue estimado en variaciones a doce meses, las cuales, en general, muestran patrones más sistemáticos y menos erráticos que las variables en niveles o en primeras diferencias. Otro trabajo que usa variables en variaciones anuales es el de Caputo y Herrera (1997).

61 El autor sigue el estilo de identificación elaborado por Kim y Roubini (2000).

dos años (-0,3%). El producto, también decrece en forma más lenta, postergando su caída hasta el décimo mes (-0,6%). Al respecto, Bravo y García (2002), ajustando la TPM por liquidez, encuentran que los efectos reportados por Parrado(2001) sobrestiman el impacto de la TPM. Pero confirman que la TPM estaría afectando primero al producto (un año) y después a los precios (año y medio)<sup>62</sup>.

### *Evidencia internacional*

Resulta interesante comparar la reacción de la inflación y el PIB a cambios en la política monetaria según estos modelos del Banco Central y lo que han reportado otros países. El cuadro 4.1 muestra los resultados de una encuesta reportada por Fuentes et al. (2003) y los contrasta con los resultados obtenidos para Chile que reporta este documento. Como se puede apreciar, los resultados para Chile no son apreciablemente distintos de lo que reportan otros países.

**Cuadro 4.1**  
**Efectos de la política monetaria sobre el producto y la inflación**  
**(Respuesta a un incremento de 100 puntos base en la tasa de política)**

	Máxima caída del producto %	Trimestre en el cual se alcanza 50% del efecto máximo	Caída máxima en inflación anual %	Trimestre en el cual se alcanza 50% del efecto máximo
Australia	0,15	2	0,10	8
Canadá	0,15	2	0,06	3
Colombia	0,14	2	0,14	5
República Checa	0,28	2	0,20	4
Islandia	0,50	1,5	0,30	3,5
México	0,50	1	1,00	2
Nueva Zelanda	0,20	2	0,10	3
Noruega	0,75 a 1	2 a 3	0,3 a 0,4	4 a 5
Polonia	0,19	3,5	0,04	6,5
Sudáfrica	0,30	3	0,20	4 a 6
Suecia	0,50	4	0,13	2
Reino Unido	0,25	2	0,30	6
Promedio (*)	0,27	2,2	0,21	4,4
Media (*)	0,25	2,0	0,14	3,5
Máximo (*)	0,50	4,0	1,00	8,0
Mínimo (*)	0,09	1,0	0,04	2,0
Desviación estándar (*)	0,14	1,0	0,23	2,2
Chile MEP	0,30	2	0,15	5
Chile VAR	0,41	2	0,12	2

(\*) Excluye Noruega e incluye otros países que no autorizaron reportar los resultados individuales.

62 Una estimación que desafía los resultados obtenidos anteriormente es la de Calvo y Mendoza (1998). Ellos encuentran que la principal variable en la reducción de la inflación durante los noventa fue la apreciación del tipo de cambio debido a *shocks* externos positivos, y no las políticas de estabilización. Un *shock* de aproximadamente 0,3% en la tasa de interés no ocasiona un efecto definido en los precios; en una de las especificaciones el efecto no es estadísticamente significativo y en el otro modelo, que se reporta, los precios suben en vez de caer.

## 4.2 Razón de sacrificio

Usualmente la relación entre la evolución de la inflación y la evolución del PIB se resume en el coeficiente de sacrificio. Este coeficiente mide qué porcentaje del producto debe ser sacrificado para reducir la inflación en un punto porcentual. Un coeficiente de sacrificio mayor implica esfuerzos más altos, en términos de producto, para reducir la inflación. En esta sección se estima la razón de sacrificio para Chile utilizando el MEP, comparándola con lo obtenido en otros estudios para otros países. Este coeficiente se puede calcular ya sea a través de un modelo econométrico específico o de eventos históricos puntuales. En el primer caso, el ejercicio corresponde a reducir la inflación meta en un punto y calcular las pérdidas acumuladas de producto. En el segundo, se calcula el menor nivel de actividad en períodos de desinflación. Este trabajo concluye que la razón de sacrificio en Chile es similar a la obtenida en otros países, ubicándose en promedio en 1,9. Es decir, es necesario sacrificar dos puntos de PIB para reducir la inflación en un punto porcentual.

### *El ejercicio de Ball*

Ball (1994) sugiere calcular la razón de sacrificio tomando eventos puntuales de reducción en la tasa de inflación. El coeficiente de sacrificio tiene por denominador el cambio en inflación desde el inicio del período escogido hasta el fin del mismo. El numerador está dado por la suma de las pérdidas de producto (en porcentaje) respecto de un nivel de tendencia o de “pleno empleo”. Este ejercicio supone la inexistencia de *shocks* de oferta, atribuyendo todos los cambios en inflación a movimientos en la demanda agregada. A su vez, el ejercicio supone que el producto de tendencia, contra el cual se contrasta el PIB efectivo, no es afectado por el proceso de reducción de inflación. Al realizar este ejercicio para 28 episodios en el período 1960-1991 (datos trimestrales) y nueve países desarrollados, Ball (1994) encuentra que el coeficiente de sacrificio promedio es de 1,4 con valores que van de un mínimo de 0,0 a un máximo de 3,6.

Para el caso de Chile, Magendzo (2003) ha escogido el período de reducción inflacionaria que va desde el cuarto trimestre de 1998 hasta el cuarto trimestre de 1999. Durante este período la inflación subyacente (IPCX1) cayó desde 6,8% a 2,8% (gráfico 1)<sup>63</sup>. En el período escogido, la caída de la inflación se asocia principalmente a una contracción de la demanda. Para calcular las pérdidas de producto, Magendzo (2003) utiliza varios métodos. El coeficiente de sacrificio para Chile es entre 1,3 a 2,7 dependiendo la metodología utilizada. Esto significa que, al menos para la experiencia analizada, cada punto de reducción de inflación vino acompañado o requirió de un sacrificio de 1,3% a 2,7% del PIB anual, con un promedio de las tres metodologías de 2,0%. Según muestra el cuadro 4.2, esta cifra está en línea con los resultados obtenidos por Ball (1994) para países desarrollados, aunque algo superior al promedio.

### *El MEP y el coeficiente de sacrificio*

Una forma alternativa de calcular el coeficiente de sacrificio es utilizando alguna versión de la curva de Phillips. Este probablemente es el enfoque más común. Las ventajas de este enfoque radican en la posibilidad de controlar por el movimiento de otras variables y por la correlación entre variables tales como el tipo de cambio, la brecha y la inflación. La más importante limitante de este enfoque es que asume que

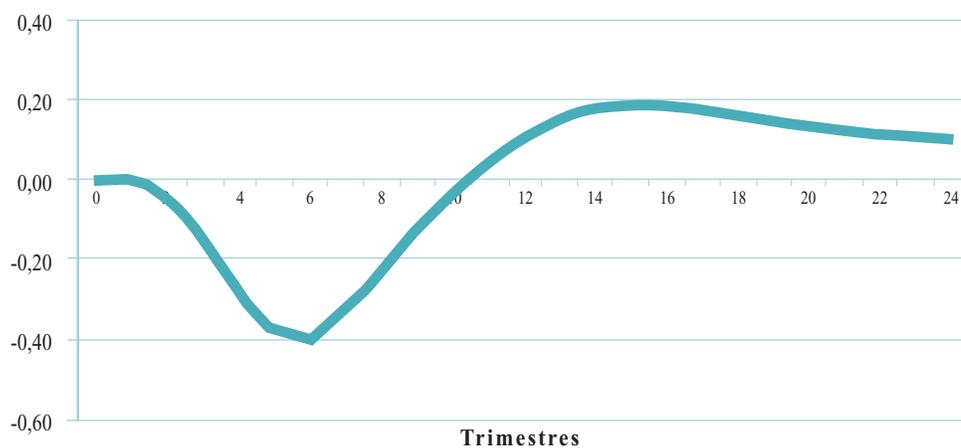
63 Este período fue escogido porque se asocia a un período de bajo crecimiento con tipo de cambio nominal más bien estable, a diferencia de la primera mitad de la década de los noventa, en que la inflación cayó a la vez que se registraban altas tasas de crecimiento y un tipo de cambio que se apreciaba.

el coeficiente de sacrificio es el mismo en todo momento del tiempo, sin distinguir, entre otras cosas, episodios de reducción de la inflación de episodios de incrementos en esta (existe evidencia de que hay asimetrías al respecto).

El ejercicio consiste en cambiar la meta de inflación en 1 punto porcentual (por ejemplo, de 3% a 2%) y comparar la evolución del PIB proyectado por el modelo. Luego, al igual que en el punto anterior, se mide la pérdida de PIB como porcentaje del PIB anual. Utilizando el MEP se obtiene una coeficiente de sacrificio de 0,98. Esta cifra es menor a la obtenida por Magendzo (2003) con ejercicios *a la Ball*, sin embargo está en línea con lo obtenido para otros países, según lo muestra el cuadro 4.2.

La evolución del crecimiento del PIB en respuesta a la reducción en la meta aparece en el gráfico 4.5. Como se aprecia, la reducción de la meta requiere de un menor crecimiento del PIB durante los primeros diez trimestres. El efecto máximo sobre el PIB es de un menor crecimiento de 40 puntos al cabo de seis trimestres. El efecto positivo observado tras el décimo trimestre refleja que en estado estacionario el MEP impone que el PIB converja a su nivel potencial, es decir, la reducción de la inflación no tiene un efecto sobre el PIB de largo plazo. A esto se debe que, tras alcanzarse un máximo de 1,39 en el trimestre 20, la razón de sacrificio caiga hasta alcanzar 0,98.

**Gráfico 4.5**  
**Efectos de un cambio de 100 puntos en la inflación**  
**de largo plazo sobre el crecimiento del PIB**  
(Porcentaje)



**Cuadro 4.2**  
**Razón de sacrificio para Chile y otros países**  
(Datos trimestrales)

Episodio	Razón de sacrificio
Australia	
74:2-78:1	0,72
82:1-84:1	1,28
Canadá	
74:2-76:4	0,63
81:2-85:2	2,37
Francia	
74:2-76:4	0,91
81:1-86:4	0,60
Alemania	
65:4-67:3	2,56
73:1-77:3	2,64
80:1-86:3	3,56
Italia	
63:3-67:4	2,65
77:1-78:2	0,98
80:1-87:2	1,60
Japón	
62:3-63:1	0,53
65:1-67:2	1,66
70:3-71:2	1,27
74:1-78:3	0,61
80:2-83:4	0,02
84:2-87:1	1,48
Suiza	
73:4-77:4	1,85
81:3-93:4	1,29
Reino Unido	
61:2-63:3	1,91
65:2-66:3	-0,01
75:1-78:2	0,87
80:2-83:3	0,29
84:2-86:3	0,87
Estados Unidos	
69:4-71:4	2,94
74:1-76:4	2,39
80:1-83:4	1,83
PROMEDIO	1,44
Chile 98:3-99:4	
PIB potencial Contreras y García	1,97
PIB potencial C&G corregido	2,73
Tendencia <i>a la Ball</i>	1,26
<b>MEP</b>	<b>0,98</b>

### 4.3 Traspaso del tipo de cambio a precios

#### *Resultados anteriores*

Un primer cálculo del coeficiente de *pass-through* se encuentra en Calvo y Mendoza (1998), donde un aumento de 1,5% en el tipo de cambio real afecta los precios después de un año (-0,4%), con lo cual el *pass-through* es cercano a 25%, suponiendo inflación internacional constante. Estudios más recientes, como García y Restrepo (2001), utilizando regresiones recursivas muestran una caída de este coeficiente desde 40% a mediados de los noventa, hasta 15% en el año 2000. Morandé y Tapia (2002) actualizaron este cálculo, encontrando un nivel similar para el año 2002 (14%). Adicionalmente, García y Restrepo (2001) demuestran que modelando la inflación a través de una curva de Phillips, el *pass-through* depende de factores tales como el grado de indexación salarial y la brecha del producto. Así, una brecha más negativa del producto reduce el coeficiente de *pass-through*; en cambio, un grado mayor de indexación salarial hace crecer este coeficiente.

Al analizar la evidencia internacional sobre el coeficiente de *pass-through*, el estudio con datos de panel de Goldfajn y Werlang (2000), que agrupa países por región geográfica, encuentra que la región con más bajo coeficiente es Oceanía, 19% al cabo de un año y medio. La sigue Europa, con un coeficiente de 36% y después América, que incluye América Latina, con un coeficiente de 124%. En este estudio el coeficiente de *pass-through* está determinado por el nivel inicial de inflación, el grado de apertura de la economía, la magnitud de la brecha del producto y una moneda sobrevaluada. A modo de ejemplo, una economía donde el nivel de actividad está por sobre el nivel potencial, la inflación es alta y los desequilibrios externos son importantes, enfrentará también un coeficiente alto. Desde esta perspectiva, países que han logrado estabilizar sus economías también tendrán bajos coeficientes de *pass-through*. Esta hipótesis también se aprecia en los resultados reportados por Hausmann et al. (2000) quienes encuentran, para un horizonte de un año, un bajo coeficiente de *pass-through* para países como Australia (21%), Canadá (7%) y Suecia (14%). Por el contrario, registran altos coeficientes de *pass-through* economías como Colombia (38%), México (58%), Paraguay (59%) y Polonia (62%).<sup>64</sup>

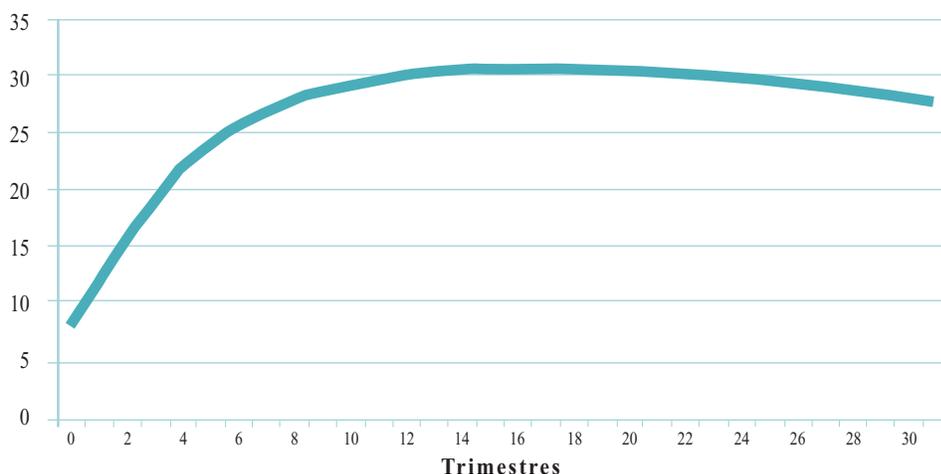
#### *El traspaso según el MEP*

En el MEP el tipo de cambio nominal es una variable endógena, por lo que no es posible aplicarle un *shock* exógeno directamente. Por el contrario, el tipo de cambio real de largo plazo es exógeno. Para analizar el traspaso de tipo de cambio a precios se ha implementado un *shock* permanente al tipo de cambio real de largo plazo. Dado el IPC de EE.UU., este *shock* induce un incremento del tipo de cambio real y nominal. Sin embargo, el incremento del tipo de cambio nominal lleva a un alza del IPC a través de precios regulados, presiones de márgenes y mayor inflación importada. El traspaso del tipo de cambio nominal a precios mide el cambio en el IPC como porcentaje del cambio en el tipo de cambio nominal. El resultado se encuentra en el gráfico 4.6. Tanto el tipo de cambio nominal como el índice de precios al consumidor aumentan tras el *shock*, pero como muestra el gráfico, cuatro trimestres tras el *shock*, el aumento del IPC representa alrededor de 20% del aumento en el tipo de cambio nominal. Al cabo de 13 trimestres esta cifra se incrementa a 30%, para converger en el largo plazo a aproximadamente 25%.

64 De Gregorio (2002) encuentra para un grupo de países que la baja inflación, la credibilidad de la política monetaria y un tipo de cambio flexible son factores que ayudan a explicar la caída del *pass-through* en países a través del tiempo.

El cuadro 4.3 muestra el coeficiente de traspaso para un número de regiones geográficas según lo reportado por Goldfajn y Werlang (2000). Asimismo se muestra la cifra obtenida para Chile utilizando el MEP. Como se observa, los resultados para Chile son similares a los reportados para Oceanía.

**Gráfico 4.6**  
**Traspaso del tipo de cambio nominal a IPC**  
(Porcentaje)



**Cuadro 4.3**  
**Traspaso del tipo de cambio a precios para regiones del mundo y Chile**

Trimestre	Total	Europa	África	América	Oceanía	Asia	Chile (MEP)
1	0,169	0,116	0,159	0,199	0,051	0,166	0,077
2	0,426	0,211	0,343	0,539	0,092	0,367	0,122
4	0,732	0,360	0,643	0,692	0,158	0,712	0,219
6	0,701	0,460	0,520	1,240	0,193	0,841	0,256

#### 4.4 Respuesta a *shocks* externos

Como se puede apreciar en la ecuación, en el MEP los factores externos juegan un rol importante en la determinación del producto. Esta ecuación incluye medidas de las tasas de interés externas, de los términos de intercambio, del crecimiento de los socios comerciales y una medida de la abundancia de flujos de capitales externos. Mientras las dos últimas variables tienen un efecto en el modelo solo a través de la determinación del crecimiento del producto, las dos primeras tienen efectos adicionales. Las tasas de interés externas son relevantes para la determinación del tipo de cambio real y nominal dado que afectan la ecuación de paridad. Cambios en los términos de intercambio, por otra parte, tendrán un efecto en la inflación importada si éstos se deben a cambios en los IVUM o en el precio de combustibles y locomoción colectiva, si lo que hay detrás es un cambio en el precio del petróleo.

**Cuadro 4.4**  
**Efectos de los *shocks* externos según el MEP(\*)**  
 (Respuesta a un *shock* positivo de una desviación estándar por un trimestre)  
 (Porcentaje)

	<b>Inflación</b>		
	Año 1	Año 2	Año 3
<i>DLYEXT</i>	0,00	0,03	0,04
<i>FKYEXT</i>	0,03	0,15	0,14
<i>LIBORR</i>	0,01	-0,10	-0,11
<i>LTDI</i>	0,03	0,14	0,13
<i>LIVUM</i>	0,00	-0,14	-0,16
<i>LPOIL</i>	0,50	0,38	0,25

	<b>Crecimiento PIB</b>		
	Año 1	Año 2	Año 3
<i>DLYEXT</i>	0,01	0,05	-0,04
<i>FKYEXT</i>	0,20	-0,10	-0,25
<i>LIBORR</i>	-0,03	-0,10	0,18
<i>LTDI</i>	0,18	-0,09	-0,23
<i>LIVUM</i>	-0,22	0,11	0,29
<i>LPOIL</i>	-0,08	-0,37	-0,16

	<b>Brecha PIB</b>		
	Año 1	Año 2	Año 3
<i>DLYEXT</i>	0,01	0,06	0,01
<i>FKYEXT</i>	0,20	0,10	-0,06
<i>LIBORR</i>	-0,03	-0,14	0,01
<i>LTDI</i>	0,18	0,09	-0,06
<i>LIVUM</i>	-0,22	-0,11	0,07
<i>LPOIL</i>	-0,08	-0,44	-0,52

(\*) La desviación estándar de las variables es de 0,07 para *DLYEXT*, 8,01 para *LTDI*, 1,54 para *LIBORR*, 69,16 para *FKYEXT*, 23,52 para *LPOIL* y 9,57 para *LIVUM*. Estas desviaciones estándar han sido calculadas para la desviación del logaritmo de las variables respecto de su valor de largo plazo.

El cuadro 4.4 reporta los efectos sobre inflación, crecimiento y brechas de *shocks* de una desviación estándar a las variables externas más relevantes, manteniendo todas las otras variables constantes. Aunque este ejercicio no considera los importantes grados de correlación entre las variables externas, permite dar cuenta de la sensibilidad de las principales variables del modelo a estos cambios. Esta sensibilidad depende no sólo de los parámetros que acompañan a las variables perturbadas en las ecuaciones respectivas, sino de la respuesta de todas las variables del modelo a la perturbación, incluyendo la regla de política monetaria.

En el caso de los primeros cuatro *shocks* que muestra el cuadro 4.4, el efecto es similar. Se observa un aumento en el crecimiento del PIB y en la brecha de productividad (una caída para el caso de la *LIBORR*), el cual tiende a revertirse, mientras que la inflación aumenta tanto para el segundo como el tercer año (disminuye para el caso de la *LIBORR*). Existen diferencias del rezago y la magnitud con que operan los *shocks*. Para el caso de la *LIBORR* existe un efecto adicional sobre el tipo de cambio real y nominal. Este efecto explica el pequeño brote inflacionario que se ve durante el primer año tras el *shock*.

El *shock* presentado para los términos de intercambio mantiene constantes los IVUM, por lo tanto corresponde a un *shock* del precio de las exportaciones. El cuadro 4.4 muestra también lo que sucede si se incrementa el precio de las importaciones, con el subsecuente descenso de los términos de intercambio. Mientras que el aumento de los IVUM implica mayores costos importados y mayor inflación, la caída de términos de intercambio tiene una incidencia negativa sobre la brecha, con un efecto desinflacionario. Durante el primer año los efectos se cancelan, no habiendo respuesta de la inflación al *shock*, pero durante los dos años siguientes el efecto deflacionario prevalece.

Un ejercicio similar al anterior resulta de perturbar el precio del petróleo. Este shock se traduce en un aumento de los IVUM y una caída de los términos de intercambio. Además, el precio del petróleo afecta directamente el precio de los combustibles e indirectamente el precio de la locomoción colectiva y en menor medida los precios de servicios públicos, como lo muestran las ecuaciones (2.10), (2.11) y (2.17). A diferencia del caso de los IVUM, para el precio del petróleo prevalece el efecto inflacionario para los tres años que se muestran, con el efecto negativo esperado sobre el crecimiento y la brecha. Es importante destacar que para este ejercicio, como para todos los otros, opera la regla de política propuesta en la ecuación (2.22). Sin embargo, esta regla no distingue entre perturbaciones que son de carácter permanente de aquellas que son transitorias, por lo que es razonable pensar que la TPM sobre-reaccionará en este modelo a *shocks* transitorios como el del precio del petróleo. Esto destaca el rol del juicio al utilizar el modelo para realizar proyecciones o ejercicios de política.

## Referencias

- Agénor, P.R. 2002. “Monetary Policy under Flexible Exchange Rates: An Introduction to Inflation Targeting.” En *Inflation Targeting: Design, Performance, Challenges*, editado por Norman Loayza y Raimundo Soto, 79-170. Banco Central de Chile.
- Albagli, E., G. Contreras, P. García, I. Magendzo y R. Valdés. 2003. “Errores de Proyección en Perspectiva” Documento de Trabajo N°199. Banco Central de Chile.
- Alfaro, R. 2002. “Recargo en el financiamiento externo” Mimeo, Banco Central de Chile.
- Alfaro, R., H. Franken, C. García y A. Jara. 2003. “Bank Lending Channel and the Monetary Transmission Mechanism: the Case of Chile” Documento de Trabajo N°223. Banco Central de Chile.
- Banco Central de Chile. 2000. Política monetaria del Banco Central de Chile: Objetivos y transmisión.
- Bandholz, H. y M. Funke. 2001. “In Search of Leading Indicators of Economic Activity in Germany”. Working Paper N° 571. Center for Economic Studies & Ifo Institute for Economic Research, October.
- Batini, N. and A.G. Haldane. 1999. “Forward-Looking Rules for Monetary Policy.” En *Monetary Policy Rules*, editado por J.B. Taylor. Chicago: University of Chicago Press.
- Ball, L. 1994. “What Determines the Sacrifice Ratio?”. En N. Gregory Mankiw, *Monetary Policy* (Chicago: University of Chicago Press): pp. 155-82.
- Bell, J. 2000. “Leading indicator models of banking crises –a critical review”. *Financial Stability Review*: December 2000. Bank of England.
- Bernanke, B. 1986, “Alternative Explanations of the Money-income Correlations.” *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* 25: 49-99.
- Bernanke, B. y A. Blinder. 1992. “The Federal Funds Rate and the Channels of Monetary Transmission”. *American Economic Review* 82: 901-21.
- Bernanke, B. y I. Mihov, 1998, “Measuring Monetary Policy”. *Quarterly Journal of Economics* 113, 3: 869-902.
- Blanchard, O. J. 1982. “Identification in Dynamic Linear Models with Rational Expectations” NBER Technical Working Paper 024, National Bureau of Economic Research.
- Blanchard, O.J. y S. Fischer. 1989. *Lectures on Macroeconomics*. MIT Press.

- Bravo, H. F. y J.E. Restrepo. 2001. "Funciones de inversión para proyecciones macroeconómicas" Gerencia de Análisis Macroeconómico, Banco Central de Chile.
- Bravo, H. F., L. Luna, V. Correa y F. Ruiz. 2002. "Desestacionalización de Series Económicas: El Procedimiento usado por el Banco Central de Chile. Banco Central de Chile" Documento de Trabajo N°177.
- Bravo, H.F. y C.J. García. 2002. "Medición de la Política Monetaria y el Coeficiente de Traspaso (Pass-Through) en Chile," *Economía Chilena*, vol 5, No3, diciembre.
- Brischetto, A., y G.Voss. 2000. "Forecasting Australian Economic Activity Using Leading Indicators". Research Discussion Paper 2000-02. Reserve Bank of Australia, April.
- Burkart, O. y V. Coudert. 2000. "Leading Indicators of Currency Crises in Emerging Economies". Working Paper n°74. Banque de France, May.
- Bustos, A., E. Engel y A. Galetovic. 1998. "Impuestos y demanda por capital: teoría y evidencia para Chile." Serie Economía 94. Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile.
- Cabrera, A. y L.F. Lagos. 2000. "Monetary Policy in Chile: a Black Box?". Documento de Trabajo N°88. Banco Central de Chile.
- Calderón, C. A. 2002. "Real Exchange Rates in the Long and Short Run: A Panel Co-Integration Approach." Documento de Trabajo N°153. Banco Central de Chile. Abril.
- Calvo, G. y E. Mendoza. 1999. "Empirical Puzzles of Chilean Stabilization Policy" en *Recent Policy Lessons and Emerging Challenges*. Perry y Leipzigereds editores. Washington, DC. The World Bank. pp. 25-54.
- Campbell, J.Y., A.W. Lo y A.C. McKinlay. 1996. *The econometrics of financial markets*. Princeton University Press, Princeton.
- Caputo, R. y L.O. Herrera. 1997. "Agregados financieros como indicadores de política monetaria". Mimeo Banco Central de Chile. Diciembre.
- Chauvet, M. 2000. "Leading Indicators of Inflation for Brazil". Working Paper n°7. Banco Central Do Brasil, September.
- Chinn, M. y R. Madarassy 2002. "Free to Flow? New Results on Capital Mobility amongst the Developed Countries" Santa Cruz Center for International Economics Working Paper No. 02-20.
- Christiano, L.J. y M. Eichenbaum. 1992. "Identification and the Liquidity effect of a Monetary Policy Shock", en a. Cukierman, Z. Hercowitz y L. Leiderman, eds., *Political Economy, Growth and Business Cycles* (MIT press, Cambridge and London), 335-370.

- Christiano, L.J., M. Eichenbaum y C. Evans. 1996. "The Effects of Monetary Policy Shocks: Evidence from the flow of Funds," *Review of Economics and Statistics* 78(1) 16-34.
- Christiano, L.J., M. Eichenbaum y C. Evans. 1997. "Sticky Price and Limited Participation Models: a Comparison", *European Economic Review* 41(6):1201-1249.
- Christiano, L.J., M. Eichenbaum C. Evans. 1999. "Monetary Policy Shocks: What Have We Learned and to What End?" en J.B. Taylor and M. Woodford, *Handbook of Macroeconomics* Vol 1A. Elsevier Science B.V.
- Chumacero, R. 2002. "A Toolkit for Analyzing Alternative Policies in the Chilean Economy," Mimeo, Banco Central de Chile.
- Clarida, R., J. Galí y M. Gertler. 2002. "A Simple Framework for International Monetary Policy Analysis," *Journal of Monetary Economics*, vol. 49, no. 5, 879-904.
- Clements, P. y D. Hendry. 1998. *Forecasting Economic Time Series*. Cambridge University Press.
- Clinton, K. 1994. "The term structure of interest rates as a leading indicator of economic activity: A technical note". *Bank of Canada Review*. Winter 1994-1995.
- Coelli, M. y F. Jerome. 1992. "Indicators of Inflationary Pressure". Research Discussion Paper 9207. Reserve Bank of Australia, July.
- Contreras, G. y P. García. 2002. "Data based vs. model consistent estimates of gap and trends in Chilean economy." *Economía Chilena*, vol 5, No2, agosto.
- Contreras, G., F. Liendo, I. Magendzo y C. Soto. 2003. "Construcción de la Serie Trimestral de Ingreso Privado Disponible", "Series Trimestrales de Consumo Durable, Habitual y Variación de Existencias" y "Consumo Habitual y Desempleo en Chile". Seminario de Investigación y Políticas (30 de julio).
- Cowan, K. 1995. "Indicadores Líderes del Producto en Chile". Seminario de Título P.U.C. Julio.
- De Gregorio, J. 2002. "Macroeconomic Management in Emerging Economies and the International Financial Architecture". Forum Public Policy Lecture at the UCLA. May.
- Debelle, G y A. Cagliarini. 2002. "The Effect of Uncertainty on Monetary Policy: How Good are the Brakes?" RBA Research Discussion Papers rdp2000-07, Reserve Bank of Australia.
- Dion, R. 1999. "Indicator Models of Core Inflation for Canada". Working Paper 99-13. Bank of Canada, September.
- Duncan, R. 2002. "How well Does a Monetary Dynamic equilibrium Model Match Chilean Data?," Mimeo, Banco Central de Chile.

- Eichenbaum M. y C. Evans. 1995. "Some Empirical Evidence on the Effects of Shocks to Monetary Policy on Exchange Rates," *Quarterly Journal of Economics* 110(4) 1975-2010.
- Estrella, A. y F. Mishkin, 1996, "The Yield Curve as a Predictor of U.S. Recessions". *Current Issues In Economics and Finance*: Volumen 2 N°7. Federal Reserve Bank of New York, June.
- Feliú, C. 1992. "Inflación externa y tipo de cambio real: Nota metodológica." Serie de Estudios Económicos 37, Banco Central de Chile.
- Fuentes S., R., A. Jara R., K. Schmidt-Hebbel D. y M. Tapia G. 2003. "La Nominalización de la Política Monetaria en Chile: Una Evaluación" *Economía Chilena*, vol 6, No2, agosto.
- Galí, J. y T. Monacelli. 2002. "Monetary Policy and Exchange Rate Volatility in a Small Open Economy Model," NBER Working Papers 8905.
- Gallego, F. y R. Soto. 2001. "Evolución del consumo y compras de bienes durables en Chile, 1981-1999." Documento de Trabajo 79, Banco Central de Chile.
- García, C. y J. Restrepo. 2001. "Price Inflation and Exchange Rate Pass-Through in Chile" Documento de Trabajo 128, Banco Central de Chile.
- García, C.J. 2001. "Políticas de Estabilización en Chile Durante los Noventa". Documento de Trabajo N°132, Banco Central de Chile. Diciembre.
- García, P., L.O. Herrera y R. Valdés. 2002. "New Frontiers for Monetary Policy in Chile". In *Inflation Targeting: Design, Performance, Challenges*, edited by Norman Loayza y Raimundo Soto, 627-649. Banco Central de Chile.
- Gertler, M. y S. Gilchrist. 1994. "Monetary Policy, Business Cycle and the Behavior of Small Manufacturing Firms." *Quarterly Journal of Economics* 109(2):309-340.
- Goldfajn, I. y S. Werlang. 2000. "The Pass-through from Depreciation to Inflation: a Panel Study". Documento de Trabajo N°5. Banco Central de Brasil. July.
- Hausmann, R., U. Panizza y E. Stein. 2000. "Why Do Countries Float the Way they Float?. Working Paper N° 418 Inter-American Development Bank. May.
- Hayes, S. 2001. "Leading indicator information in UK equity prices: an assessment of economic tracking portfolios". Bank of England.
- Herrera, L. O. y F. Rosende. 1991. "Teoría y política monetaria: Elementos para el Análisis." *Cuadernos de Economía* 28 (83): 55-93.
- Herrera, L.O. e I. Magendzo. 1997. "Expectativas Financieras y la Curva de Tasas Forward de Chile." Documento de Trabajo 23, Banco Central de Chile. Octubre.
- Hirata, H. y K. Ueda. 1998. "The Yield Spread as a Predictor of Japanese Recessions". Working Paper 98-3. Bank of Japan, January.

- Jadresic, E. 1996. "Wage Indexation and the Cost of Disinflation". IMF Staff Paper 43.
- Johansen, S. 1995. *Likelihood-based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models*. Oxford University Press.
- Johnson, C. 2001. "Un Modelo de Switching para el Crecimiento en Chile". *Cuadernos de Economía* Año 38 n°15, diciembre: 291-319.
- Kim, S., y N. Roubini ,2000, "Exchange Rate Anomalies in the Industrial Countries: A Solution with a Structural VAR Approach". *Journal of Monetary Economics* 45: 561-586.
- Logan, A. 2001. "The United Kingdom's small banks' crisis of the early 1990s: What were the leading indicators of failure?". Bank of England.
- Lucas, Robert E., Jr. 1972. "Expectations and the neutrality of money" *Journal of Economic Theory* 4 (April): 103–24.
- Magendzo. I. 2003. "El coeficiente de sacrificio en Chile" Minuta No: GAM2003-13, Banco Central de Chile (marzo).
- McCallum, B. T. y E. Nelson. 1998. "Performance of Operational Policy Rules in an Estimated Semi-Classical Structural Model" NBER Working Papers 6599, National Bureau of Economic Research.
- McCallum, B. T. y E. Nelson. 2000. "An Optimizing IS-LM Specification for Monetary Policy and Business Cycle Analysis" NBER Reprints 2259 (también Working Paper 5875 ), National Bureau of Economic Research.
- Medina, J.P. y R. Valdés. 2002a. "Optimal Monetary Policy under Inflation Range Targeting". *En Monetary Policy: Rules and Transmission Mechanisms*, edited by Norman Loayza y Klaus Schmidt-Hebbel, 95-116. Banco Central de Chile.
- Medina, J.P., y R. Valdés. 2002b. "Optimal Monetary Policy when the Current Account Matters". In *Monetary Policy: Rules and Transmission Mechanisms*, edited by Norman Loayza y Klaus Schmidt-Hebbel, 65-94. Banco Central de Chile.
- Meese, R. A. y K. Rogoff. 1983a. "Empirical exchange rate models of the seventies: Do they fit out of sample?" *Journal of International Economics* 3-24.
- Meese, R. A. y K. Rogoff. 1983b. "The out-of-sample failure of empirical exchange rate models: Sampling error or mis-specification?", in Frenkel, Jacob, ed., *Exchange rates and international macroeconomics*, University of Chicago Press, Chicago.
- Meese, R. A. y K. Rogoff. 1988. "Was it real? The exchange rate-interest differential relation over the modern floating-rate period", *The Journal of Finance* 43(3), September.

- Meza, W. y F. Pizarro. 1982. “Números índices de Comercio Exterior: Metodología utilizada para la elaboración de los índices de valor unitario y cuántum de importaciones y exportaciones.” Serie de Estudios Económicos, Documentos de Investigación 11, Banco Central de Chile.
- Mies V. y R. Soto (2000). “Demanda por dinero: teoría, evidencia, resultados”. *Economía Chilena*, 3 (3): 5-32.
- Morandé, F. 2002. “A Decade of Inflation Targeting in Chile: Developments, Lessons, Challenges”. En *Inflation Targeting: Design, Performance, Challenges*, edited by Norman Loayza y Raimundo Soto, 583-626. Banco Central de Chile.
- Morandé, F. y M. Tapia. 2002. “Exchange Rate Policy in Chile: From the Band to Floating and Beyond” Documento de Trabajo N°152. Banco Central de Chile. Abril.
- Neiss, K. y E. Nelson. 2001. “The real interest rate gap as an inflation indicator”. Bank of England.
- Obstfeld, M. y K. Rogoff. 1996. *Foundations of international macroeconomics*. MIT Press, Cambridge, Mass. and London.
- Orr, J. y otros. 2001. “Leading Economic Indexes for New York State and New Jersey”. *Economic Policy Review*, Federal Reserve Bank of New York (March).
- Parrado, E. 2001. “Effects of Foreign and Domestic Monetary Policy in a Small Open Economy: the Case of Chile”. Documento de Trabajo N°108. Banco Central de Chile. Septiembre.
- Parrado, E. y A. Velasco. 2002. “Optimal Interest Rate Policy in a Small Open Economy” NBER Working Papers 8721, National Bureau of Economic Research.
- Pindyck, R.S. y D.L. Rubinfeld. 1991. *Econometric Models and Economic Forecasts*. MacGraw-Hill, New York.
- Rojas, P. 1993. “El dinero como un objetivo intermedio de política monetaria en Chile: Un análisis empírico”. *Cuadernos de Economía* 30 N° 90. Agosto.
- Romer, D. 2001. *Advanced Macroeconomics*, McGraw Hill.
- Silver, S. 1991. “Forecasting Peak and Throughs in the Business Cycle: On the Choice and Use of Appropriate Leading Indicators” en *Leading Economic Indicators : New Approaches and Forecasting Records*, Lahiri y Moore editores, pp 183-194.
- Sims, C. 1980. “Macroeconomics and Reality”. *Econometrica* 48: 1-48.
- Stock, J. y M. Watson. 2001. “Vector Autorregressions”. *Journal of Economics Perspectives*. Fall.

- Strongin, S. 1995. "The Identification of Monetary Policy Disturbance : Explaining the Liquidity Puzzle," *Journal of Monetary Economics* 34(3):463-497.
- Svensson, L.E.O. 1997. "Inflation forecast targeting: Implementing and monitoring inflation targets." *European Economic Review* 41: 1147-71.
- Svensson, L.E.O. 1998. "Inflation Targeting as a Monetary Policy Rule" CEPR Discussion Papers 1998, C.E.P.R. Discussion Papers.
- Svensson, L.E.O. y M. Woodford. 2003. "Optimal Policy with Partial Information in a Forward-Looking Model: Certainty-Equivalence Redux" NBER Working Paper 9430, National Bureau of Economic Research.
- Taylor, J.B. 1999. *Monetary Policy Rules*. Cambridge. National Bureau of Economic Research.
- Valdés, R. 1997. "Efectos de la Política Monetaria en Chile". *Cuadernos de Economía* 35(104): 97-125. Abril.
- Walsh, C. E. 2003. "Speed Limit Policies: The Output Gap and Optimal Monetary Policy" *American Economic Review*, 93(1), March 2003, 265-278.
- Woodford, M. 1999. "Optimal Monetary Policy Inertia." Working Paper 7261. National Bureau of Economics Research.
- Woodford, M. 2003. *Interest and Prices: Foundations of a Theory of Monetary Policy*. Princeton: Princeton University Press, forthcoming.

## Glosario de Variables

En el texto, en general la letra L antepuesta al nombre de una variable indica el logaritmo natural de ésta (excepciones son la LIBOR, LIBORR y LIBORRE, ver más abajo). El símbolo  $\Delta_l^k X_t$  indica la k-ésima diferencia utilizando l rezagos. Por ejemplo  $\Delta^2 X_t$  equivale a  $\Delta X_t - \Delta X_{t-1}$  y el símbolo  $\Delta_l X_t$  equivale a  $X_t - X_{t-l}$ . La letra F al final de una variable en general indica que la variable está medida en dólares corrientes, una N al final de una variable en general indica que la variable está medida en pesos corrientes y una Q al final de la variable indica que está medida en dólares constantes de 1996. Las cifras reales están medidas en pesos constantes de 1996.

Variables *dummies* para un período puntual se indican como DYYT, donde T corresponde al trimestre y YY al año. Por ejemplo, D012 es una variable que tiene un valor de uno en el segundo trimestre del 2001 y de cero en todos los otros períodos.

AMNPF	: Importaciones no-petróleo en dólares promedio semanal, BCCh.
AUTOS	: Ventas de automóviles nuevos, Anac.
BCU5	: Tasa de interés de los bonos en UF del BCCh a 5 años, corresponde a la tasa de interés del PRC8 hasta agosto del 2002 y del BCU5 desde esa fecha, BCCh.
BCU5E	: Tasa de interés real de equilibrio de los bonos en UF del BCCh a 5 años, BCCh.
BRECHA	: Brecha del PIB, corresponde a la diferencia porcentual entre el producto y su nivel potencial, BCCh.
BSFIF	: Balanza de eervicios financieros de la cuenta corriente en dólares, BCCh.
CAPN	: Tasa de interés de captación nominal (no reajutable) de 30 a 90 días, BCCh.
CCF	: Cuenta corriente de la balanza de pagos medida en dólares, BCCh.
CD	: Compras privadas de bienes durables en términos reales, BCCh.
CG	: Gasto en consumo final del gobierno en términos reales, BCCh.
CH	: Consumo privado de bienes habituales en términos reales, BCCh.
CKC	: Costo de uso del capital de construcción, BCCh, en porcentaje.
CKD	: Costo de uso de bienes durables, BCCh, en porcentaje.
CKM	: Costo de uso del capital de maquinaria, BCCh, en porcentaje.
CLU	: Índice de costo laboral unitario, BCCh.
CMON	: Índice de costo de mano de obra nominal total, INE, abril de 1993 = 100.
CMOPRN	: Índice de costo de mano de obra nominal privado, INE-MINDHA-BCCh, abril de 1993 = 100.
CMOPUN	: Índice de costo de mano de obra de los servicios públicos, INE-MINDHA-BCCh, abril de 1993 = 100.
CP	: Consumo privado total real, BCCh.
CREDCON	: Créditos de consumo, SBIF.
DA	: Demanda agregada real, BCCh.
DEPC	: Tasa de depreciación del capital en construcción, BCCh.
DEPD	: Tasa de depreciación de los bienes durables, BCCh.
DEPM	: Tasa de depreciación del capital en maquinaria, BCCh.
DI	: Demanda interna en términos reales, BCCh.
DIAS	: Número de días laborales, BCCh.
EMP	: Empleo sin programas de empleo, INE-MINDHA.
EMPA	: Empleo de trabajadores asalariados, INE.
EMPC	: Empleo de trabajadores por cuenta propia, INE.
FAIC	: Factor de ajuste por impuestos para construcción, BCCh.
FAIM	: Factor de ajuste por impuestos para maquinaria, BCCh.
FBC	: Formación bruta de construcción real, BCCh.
FBK	: Formación bruta de capital total real, BCCh.
FBM	: Formación bruta de maquinaria real, BCCh.

FKYEXT	: Disponibilidad de financiamiento externo, corresponde a la suma del superávit en cuenta corriente de los países industrializados dividido por la suma del PIB de los mismos, BCCh.
FKYEXTE	: Disponibilidad de financiamiento externo de equilibrio, BCCh.
FT	: Fuerza de trabajo, INE.
HIDROELEC	: Generación hidráulica, INE.
HIP	: Tasa de interés para créditos hipotecarios, BCCh.
I	: Inversión total real, BCCh.
IEX	: Variación de existencias o inversión en existencias real, BCCh.
IG	: Inversión del gobierno general en términos reales, BCCh.
INBD	: Ingreso nacional bruto disponible real, BCCh.
IP	: Inversión del resto de la economía en términos reales, BCCh.
IPC	: Índice de precios al consumidor, INE, diciembre de 1998=100.
IPCCOM	: Índice de precios de combustibles, INE, diciembre de 1998=100.
IPCCP	: Índice de precios de carnes y pescados, INE, diciembre de 1998=100.
IPCD	: Índice de precios de los bienes durables, INE-BCCh, diciembre de 1998=100.
IPCFV	: Índice de precios de perecibles, INE, diciembre de 1998=100.
IPCH	: Índice de precio de los bienes de consumo habitual, INE-BCCh, diciembre de 1998=100.
IPCINX	: Índice de precios indizados, INE-BCCh, diciembre de 1998=100.
IPCSF	: Índice de precios de servicios financieros, INE-BCCh, diciembre de 1998=100.
IPCSP	: Índice de precios de servicios públicos, INE-BCCh, diciembre de 1998=100.
IPCX1	: Índice de precios subyacente, INE-BCCh, diciembre de 1998=100.
IVA	: Tasa de impuesto al valor agregado, Servicio de Impuestos Internos.
IVCHINE	: Índice de ventas de bienes de consumo habitual, INE.
IVUM	: Índice de valor de los bienes importados, BCCh, 1996=100.
IVUMC	: Índice de valor de los bienes importados de consumo, BCCh, 1996=1.
IVUME	: Índice de valor de los bienes importados de equilibrio, BCCh, 1996=1.
IVUMIC	: Índice de valor de los bienes importados intermedio combustible, BCCh, 1996=1.
IVUMIR	: Índice de valor de los bienes importados intermedio resto, BCCh, 1996=1.
IVUMK	: Índice de valor de los bienes importados de capital, BCCh, 1996=1.
IVUMO	: Índice de valor de los bienes importados otros, BCCh, 1996=1.
IVUX	: Índice de valor de los bienes exportados, BCCh, 1996=1.
IVUXA	: Índice de valor de los bienes exportados agrícolas, BCCh, 1996=1.
IVUXI	: Índice de valor de los bienes exportados industriales, BCCh, 1996=1.
IVUXM	: Índice de valor de los bienes exportados mineros, BCCh, 1996=1.
IVUXO	: Índice de valor de los bienes exportados otros, BCCh, 1996=1.
KC	: <i>Stock</i> de capital en construcción en términos reales, BCCh.
KD	: <i>Stock</i> de capital en bienes durables en términos reales, BCCh.
KM	: <i>Stock</i> de capital en maquinaria en términos reales, BCCh.
LIBOR	: Tasa de interés externa nominal, corresponde a la LIBOR en dólares a 180 días, Bloomberg y Reuters.
LIBORR	: Tasa de interés externa real, construida a partir de la LIBOR y utilizando el PUS, BCCh.
LIBORRE	: Tasa de interés externa real de equilibrio, BCCh.
M	: Importaciones de bienes y servicios no financieros real, BCCh.
M1A	: Circulante más depósitos en cuenta corriente del sector privado no financiero, netos de canje, más depósitos a la vista distintos de cuentas corrientes, más depósitos de ahorro a la vista, BCCh.
M6	: M1A más depósitos a plazo del sector privado, más depósitos de ahorro a plazo incluidos los de vivienda, más documentos del BCCh y de Tesorería en poder del público, más letras de crédito en poder del público.
MB	: Importaciones totales de bienes real, BCCh.
MBF	: Importaciones totales de bienes en dólares, BCCh.
MBF-MICF	: Importaciones no combustibles, BCCh.
MBQ	: Importaciones de bienes totales reales, BCCh, en dólares de 1996.

MCF	: Importaciones de consumo, BCCh.
MCQ	: Importaciones de bienes de consumo reales, BCCh, en dólares de 1996.
META	: Tasa de inflación meta, BCCh.
MICQ	: Importaciones de bienes intermedios combustible reales, BCCh, en dólares de 1996.
MIQ	: Importaciones de bienes intermedios reales, BCCh, en dólares de 1996.
MIRQ	: Importaciones de bienes intermedios resto reales, BCCh, en dólares de 1996.
MKQ	: Importaciones de bienes de capital reales, BCCh, dólares de 1996.
MKUP	: Márgenes porcentuales de comercialización, BCCh.
MKUPE	: Márgenes porcentuales de comercialización de equilibrio, BCCh.
MNPF	: Importaciones no-petróleo en dólares, BCCh.
MOQ	: Importaciones otros o resto reales, BCCh, en dólares de 1996.
MPF	: Importaciones de petróleo en dólares, BCCh.
MQPEXT	: Importaciones reales deflactadas por el índice de precios externos, BCCh.
MS	: Importaciones de servicios no financieros real, BCCh.
MSF	: Importaciones de servicios no financieros en dólares, BCCh.
P	: Deflactor del PIB, BCCh.
PC	: Deflactor del consumo, BCCh.
PCCNN	: Índice de producción industrial, BCCh.
PCG	: Deflactor del gasto en consumo del gobierno, BCCh.
PCP	: Deflactor del consumo privado, BCCh.
PCU	: Precio del cobre, Corporación Chilena del Cobre, centavos de dólar por libra.
PDI	: Precio del diésel, Servicio Nacional de Aduanas, en dólares por metro cúbico.
PE	: Deflactor del PIB de equilibrio, BCCh.
PEXT	: Índice de precios externos relevante para Chile, BCCh.
PFBC	: Deflactor del capital en construcción, BCCh.
PFBM	: Deflactor del capital en maquinaria, BCCh.
PG93	: Precio de la gasolina de 93 octanos, Comisión Nacional de Energía, pesos por litro.
PGLI	: Precio del gas licuado, GASCO, en pesos por metro cúbico.
PI	: Deflactor de la inversión, BCCh.
PIB	: Producto interno bruto, BCCh.
PIEX	: Deflactor de la inversión en existencias, BCCh.
PIMP	: Componente importada de los costos, BCCh.
PINE	: Índice de producción industrial, INE, promedio año 1989=100.
PKER	: Precio del queroseno, Comisión Nacional de Energía, pesos por litro.
PM	: Deflactor de las importaciones totales, BCCh.
PMB	: Deflactor de las importaciones de bienes, BCCh.
PMS	: Deflactor de las importaciones de servicios no financieros, BCCh.
POIL	: Precio del queroseno, Comisión Nacional de Energía, dólares por metro cúbico.
PUS	: Índice de precios al consumidor de Estados Unidos, Bloomberg y Reuters.
PUSE	: Índice de precios al consumidor de Estados Unidos de equilibrio, BCCh.
PX	: Deflactor de las exportaciones totales, BCCh.
PXB	: Deflactor de las exportaciones de bienes, BCCh.
PXS	: Deflactor de las exportaciones de servicios no financieros, BCCh.
PY	: PIB nominal, BCCh.
QE	: Productividad del trabajo de equilibrio, BCCh.
REN	: Pagos reales netos de factores al exterior o rentas netas en términos reales, BCCh.
RENF	: Pagos reales netos de factores al exterior o rentas netas en dólares, BCCh.
SEXT	: Ahorro externo en términos reales, BCCh.
SG	: Ahorro del gobierno general en términos reales, BCCh.
SP	: Ahorro del resto de la economía en términos reales, BCCh.
SPOT	: Tipo de cambio previo a la fijación del dólar aduanero, BCCh.
SPREAD	: Recargo de financiamiento externo, Bloomberg y Reuters, en puntos porcentuales.
SPREADE	: Recargo de financiamiento externo de equilibrio, BCCh, en puntos porcentuales.
STOCKS	: Número de meses hasta agotar el <i>stock</i> de viviendas, Cámara Chilena de la Construcción.

TCN	: Tipo de cambio nominal, BCCh.
TCN96	: Tipo de cambio nominal promedio de 1996, BCCh.
TCNAD	: Dólar aduanero, Servicio Nacional de Aduanas.
TCR	: Índice de tipo de cambio real respecto de Estados Unidos, BCCh, abril de 1993=100.
TCR5	: Índice de tipo real respecto de los países industrializados, BCCh, 1986=100.
TCRE	: Índice de tipo de cambio real respecto de Estados Unidos de equilibrio, BCCh.
TCRM	: Índice tipo de cambio real multilateral, BCCh, 1996=100.
TDI	: Índice de términos de intercambio, BCCh, 1996=100.
TDIE	: Índice de términos de intercambio de equilibrio, BCCh.
TM	: Tasa de arancel promedio, Servicio Nacional de Aduanas.
TN	: Transferencias netas desde el extranjero reales, BCCh.
TNF	: Transferencias netas desde el extranjero en dólares, BCCh.
TPM	: Tasa de interés de política monetaria en términos reales, BCCh.
TPME	: Tasa de interés de política monetaria real de equilibrio, BCCh.
TPMN	: Tasa de interés de política monetaria nominal, BCCh.
TUT	: Tasa de impuesto a las utilidades de las empresas, BCCh.
U	: Tasa de desempleo, INE
UN	: Tasa de desempleo de equilibrio, BCCh.
VCCNN	: Índice de ventas industriales, BCCh.
VCONSTSFF	: Ventas de consumo intermedio para la construcción, Sofofa.
VINE	: Índice de ventas industriales, INE, promedio año 1989=100.
X	: Exportaciones de bienes y servicios no financieros real, BCCh.
XAQ	: Exportaciones agrícolas reales, BCCh, en dólares de 1996.
XB	: Exportaciones totales de bienes reales, BCCh.
XBF	: Exportaciones totales de bienes en dólares, BCCh.
XBQ	: Exportaciones de bienes totales reales, BCCh, en dólares de 1996.
XIQ	: Exportaciones industriales, BCCh, en dólares de 1996.
XMQ	: Exportaciones mineras, BCCh, en dólares de 1996.
XOQ	: Exportaciones otros o resto, BCCh, en dólares de 1996.
XS	: Exportaciones de servicios reales, BCCh.
XSF	: Exportaciones de servicios no financieros en dólares, BCCh.
Y	: Producto interno bruto real, BCCh.
YE	: Producto interno bruto real de equilibrio, BCCh.
YEXT	: Índice del producto externo o mundial, BCCh, primer trimestre de 1985=100.
YEXTE	: Índice del producto externo o mundial de equilibrio, BCCh.
YPD	: Ingreso privado disponible real, BCCh.
YRA	: PIB resto, corresponde al PIB sin recursos naturales pero incluyendo agricultura, es decir, corresponde al PIB total excluyendo minería, pesca extractiva, energía, gas y agua, BCCh.
YRAE	: PIB resto de equilibrio en términos reales, BCCh.
YRN	: PIB de recursos naturales real, corresponde al PIB de minería, pesca extractiva, energía, gas y agua, BCCh.

## NOTAS

- D1 La variable fue desestacionalizada mediante el programa X-12-ARIMA de U.S. Census Bureau.
- D2 La variable fue desestacionalizada mediante el programa X-12-ARIMA de U.S. Census Bureau restringiendo que la suma de los trimestres desestacionalizados sea igual al año.
- D3 La variable fue desestacionalizada mediante el programa X-12-ARIMA de U.S. Census Bureau usando días hábiles.
- D4 La variable fue desestacionalizada mediante el programa X-12-ARIMA de U.S. Census Bureau restringiendo que la suma de los trimestres desestacionalizados sea igual al año y usando un modelo aditivo.