

ORD. Nº 33

MAT.: Acompaña Informe Técnico Preliminar del Consejo Fiscal Autónomo N°4, "Propuesta de cambios metodológicos y procedimentales para el cálculo del Balance Estructural: parámetros estructurales".

SANTIAGO, 5 de julio de 2021.

A: PABLO LORENZINI BASSO
PRESIDENTE DE LA H. COMISIÓN DE HACIENDA DE LA CÁMARA DE DIPUTADAS Y DIPUTADOS

DE: JORGE DESORMEAUX JIMENEZ
PRESIDENTE DEL CONSEJO FISCAL AUTÓNOMO

De nuestra consideración:

En virtud del mandato del Consejo Fiscal Autónomo ("CFA") consistente en contribuir al manejo responsable de la política fiscal del Gobierno Central y, en particular, en virtud de la atribución contenida en el literal f), del artículo 2, de la Ley 21.148, que lo crea, relativa a "[a]sesorar al Ministerio de Hacienda en las materias fiscales que éste le encomiende de manera expresa y que tengan relación con su objeto", acompaño a usted el Informe Técnico Preliminar del CFA N°4, denominado "Propuesta de cambios metodológicos y procedimentales para el cálculo del Balance Estructural: parámetros estructurales".

El referido documento corresponde a un Informe Técnico Preliminar preparado por el CFA, en el que se formula un primer conjunto de recomendaciones respecto de cambios metodológicos y procedimentales para el cálculo de los parámetros estructurales. Lo anterior, en virtud de la solicitud del Ministerio de Hacienda ("MinHda") contenida en el Oficio Ordinario N°1.092, de 01 de julio de 2021, que modifica los plazos y formato de entrega del análisis requerido por dicha Cartera mediante Oficio Ordinario N° 474, de 29 de marzo de 2021.

Cabe hacer presente que las propuestas contenidas en este documento serán revisadas, profundizadas y complementadas en el informe final del CFA, que será entregado durante este segundo semestre de 2021 y en que se abordarán los puntos restantes solicitados por el MinHda en el Oficio N° 474.

En virtud de lo anterior, y en el contexto del deber que le asiste al organismo que presido, acompaño a usted, para su conocimiento y fines pertinentes, el documento referido.

Sin otro particular, saluda atentamente a Ud.,



JORGE DESORMEAUX JIMÉNEZ
PRESIDENTE DEL CONSEJO FISCAL AUTÓNOMO

Informe Técnico Preliminar del Consejo Fiscal Autónomo N°4

Propuesta de cambios metodológicos y procedimentales para el cálculo del Balance Estructural: parámetros estructurales

5 de julio de 2021

1. Prefacio

El presente documento corresponde a un Informe Técnico Preliminar preparado por el Consejo Fiscal Autónomo (en adelante, “CFA” o “Consejo”), en virtud de la solicitud del Ministerio de Hacienda (“MinHda” o “Ministerio”) contenida en el Oficio Ordinario N°1.092, de 01 de julio de 2021, que modifica los plazos y formato de entrega del análisis requerido por dicha Cartera mediante Oficio Ordinario N° 474, de 29 de marzo de 2021. Ambos Oficios refieren al perfeccionamiento de la metodología y procedimientos para el cálculo del balance estructural, en línea con lo dispuesto en el literal f), del artículo 2, de la Ley N° 21.148.

En el Oficio Ordinario N°474 el Ministerio solicitó al CFA “elaborar una propuesta específica y de aplicación inmediata, de cambios metodológicos y procedimentales para el cálculo del Balance Estructural”. En particular, el MinHda solicitó la opinión del CFA sobre las siguientes seis materias: (i) el cálculo de los parámetros estructurales, es decir, Producto Interno Bruto (“PIB”) Tendencial y Precio de Referencia del Cobre; (ii) el cálculo de las elasticidades para la estimación de la recaudación tributaria no minera cíclicamente ajustada; (iii) el tratamiento de las Medidas Tributarias Transitorias de Reversión Automática (MTTRA); (iv) la simplificación de las ecuaciones para el Ajuste Cíclico de los Ingresos por la Tributación de la Minería del Cobre; (v) la posibilidad de complementar la regla fiscal de Balance Estructural con una regla basada en gasto; y, (vi) publicidad de la información.

Este Informe Técnico Preliminar, de conformidad a los ajustes en los plazos y formatos de entrega requeridos por el Ministerio de Hacienda en el Oficio Ordinario N°1.902, contiene un primer conjunto de recomendaciones respecto del punto (i) solicitado por el MinHda, esto es, sobre el cálculo de los parámetros estructurales. En términos específicos, el Ministerio solicitó una propuesta de metodología de cálculo de los parámetros estructurales que mantenga el aporte de los respectivos Comités de Expertos, que sea transparente y replicable por los observadores externos y que disminuya al máximo posible el componente procíclico.

Cabe hacer presente que las propuestas contenidas en este documento serán revisadas, profundizadas y complementadas en el informe final del CFA, que será entregado durante este segundo semestre de 2021 y en que se abordarán los puntos restantes solicitados por el MinHda en el Oficio N° 474.

A la vez, el CFA releva que, a su juicio, todas estas propuestas debiesen considerarse en conjunto y de forma integral para evaluar ponderadamente sus impactos y ser analizadas en el contexto de un marco más amplio de fortalecimiento de la regla fiscal, incluyendo las propuestas presentadas en el “Informe del Consejo Fiscal Autónomo para el fortalecimiento de la regla fiscal: ancla de deuda, cláusulas de escape y mecanismos de corrección”.¹

Desde su creación, el CFA ha puesto como uno de sus focos principales abordar aspectos metodológicos y procedimentales del cálculo del balance estructural. Es así como en su primera cuenta ante la H. Comisión Especial Mixta de Presupuestos del Congreso Nacional, en septiembre de 2019, le dedicó un capítulo a la revisión de diagnósticos y propuestas de perfeccionamiento de la metodología y procedimientos para el cálculo del balance estructural.² Adicionalmente, en el ámbito procedimental, el CFA realizó en septiembre de 2020 un informe denominado “Comentarios y recomendaciones sobre el funcionamiento de los Comités Consultivos del PIB Tendencial y del Precio de Referencia del Cobre”³, mientras que en materia metodológica ha publicado dos documentos de estudios, uno referido a un “Ejercicio Metodológico para el Ajuste Cíclico de la Minería Privada y Codelco”⁴, y otro, a “Proyecciones de los Ingresos Efectivos: desafíos y posibilidades”.⁵

La metodología utilizada por el CFA para la elaboración de este informe consistió en una revisión exhaustiva de la literatura nacional e internacional sobre las materias señaladas, tanto de documentos de organismos multilaterales como de artículos en revistas especializadas. Además, el Consejo sostuvo reuniones con un variado grupo de expertos en materias fiscales, de forma tal de recoger distintos puntos de vista sobre los asuntos abordados en el presente documento.⁶

¹ Disponible en <https://cfachile.cl/publicaciones/informes-del-cfa/informes-tecnicos-del-cfa/informe-tecnico-del-cfa-n-3-informe-para-el-fortalecimiento-de-la-regla-fiscal>

² Posteriormente, el primer documento de trabajo del CFA (Arend y Sánchez, 2020), profundiza en estas materias y aborda la literatura y experiencia internacional sobre el sesgo de la brecha del producto y el tratamiento de medidas tributarias transitorias, entre otras materias. Disponible en <https://cfachile.cl/publicaciones/documentos-de-estudios/documentos-de-trabajo/documento-de-trabajo-n-1-revision-de-diagnosticos-y-de-propuestas-de>

³ Disponible en <https://cfachile.cl/publicaciones/informes-del-cfa/notas-del-cfa/nota-del-cfa-n-1-comentarios-y-recomendaciones-sobre-el-funcionamiento-de-los>

⁴ Disponible en <https://cfachile.cl/publicaciones/documentos-de-estudios/notas-de-estudios/nota-de-estudios-n-1-ejercicio-metodologico-para-el-ajuste-ciclico-de-la>

⁵ Disponibles en <https://cfachile.cl/publicaciones/documentos-de-estudios/notas-de-estudios/nota-de-estudios-n-2-proyecciones-de-los-ingresos-efectivos-desafios-y>

⁶ El CFA agradece la participación en dichas reuniones a Luis Felipe Céspedes, Macarena García, Hermann González, Javiera Martínez, Juan Pablo Medina, Rodrigo Valdés, Rodrigo Vergara y Claudio Soto. Sus presentaciones al Consejo están disponibles en el sitio web institucional (<https://cfachile.cl/publicaciones/presentaciones-de-invitados/propuestas-de-mejora-para-el-calculo-del-balance-estructural>). Con todo, las recomendaciones que aquí se presentan son de responsabilidad exclusiva del CFA.

En esta línea, el CFA subraya la importancia de que el fortalecimiento del marco metodológico e institucional de la política fiscal logre un consenso transversal, de forma tal de lograr estabilidad en el tiempo. Para esto, el CFA sugiere que:

- i) En caso de realizarse ajustes relevantes a la actual forma de cálculo del balance estructural, en lo posible estos se realicen conjuntamente, para evitar eventuales costos asociados a la incertidumbre metodológica que podría traer aparejada una aproximación mediante ajustes sucesivos. Esta medida, adicionalmente, facilitará la replicabilidad y comparabilidad de los datos en el tiempo y el análisis de sus implicancias fiscales, lo que es menos viable si se efectúan modificaciones paulatinas o por parcialidades.
- ii) Se contemple un período de socialización de las modificaciones que defina la autoridad, previo a su implementación, en el que se aporte información detallada sobre la justificación de los cambios propuestos y sus impactos, posibilitando la recepción de comentarios o de retroalimentación de parte de los analistas, expertos, académicos e interesados. Lo anterior, aumentará la transparencia del proceso y permitirá generar un consenso amplio que ofrezca garantías de estabilidad en el tiempo.
- iii) Se considere que, una vez definidos los cambios y ajustes que se introducirán en la metodología, se informe en forma previa a los miembros de los Comités Consultivos de Expertos, para efectos de que cuenten con información completa acerca del procedimiento y la metodología a la que serán aplicadas sus proyecciones.
- iv) Una vez adoptadas las decisiones que correspondan por parte de las autoridades competentes, se realice un esfuerzo para su adecuada y oportuna comunicación, así como para explicar satisfactoriamente las herramientas que se incorporen a la regla fiscal y su justificación, para conseguir una cabal comprensión por parte de actores clave (analistas, parlamentarios, prensa) y de la ciudadanía en general.

Este informe, dedicado a los parámetros estructurales, se organiza de la siguiente forma: en la sección 2 se describe la metodología vigente, en la sección 3 se analizan antecedentes relevantes, en la sección 4 se abordan las alternativas de modificación que se encuentran disponibles, en la sección 5 se realizan simulaciones con las opciones descritas en el apartado anterior y, finalmente, en la sección 6 el Consejo realiza sus recomendaciones.

2. Tratamiento vigente para los parámetros estructurales

La metodología del balance estructural está descrita en el Decreto Exento N° 145 del Ministerio de Hacienda de mayo de 2019 (en adelante, “reglamento”)⁷, el cual fue elaborado según lo dispuesto en el artículo 10 del Decreto Ley N°1.263, de 1975, Orgánico de Administración Financiera del Estado. En esta norma se define el balance estructural como una estimación del balance financiero que hubiere presentado el Gobierno Central si la economía se hubiese ubicado en su nivel de tendencia, esto es, excluyendo el efecto de

⁷ Disponible en <https://cfachile.cl/balance-estructural/reglamento/reglamento-balance-estructural-decreto-exento-145-ministerio-de-hacienda>

las fluctuaciones cíclicas de la actividad económica, el precio del cobre u otros factores de similar naturaleza sobre los ingresos y gastos del Gobierno Central, en el período respectivo.

El reglamento del balance estructural establece que su metodología de cálculo permite estimar, para un año dado, la totalidad de los ingresos del Gobierno Central, excluyendo los efectos del ciclo económico y del ciclo del precio del cobre. De esta manera, la metodología aplica los ajustes correspondientes al nivel estimado de ingresos efectivos para el período de que se trate, de modo de reflejar la estimación de ingresos estructurales del Gobierno Central, y no los de corto plazo.

En ese sentido, el balance estructural será equivalente a la diferencia entre el balance efectivo del año y el ajuste cíclico total (ACT)⁸. Dado que el balance efectivo corresponde a la diferencia entre ingresos efectivos y gasto del Gobierno Central (en adelante, gasto público), y considerando que la metodología vigente no considera ajustes cíclicos al gasto público, el balance estructural se define también como la diferencia entre los ingresos estructurales (ingresos efectivos menos el ACT) y dicho gasto.

De acuerdo al inciso 3 del artículo 2 del Decreto Exento N° 145 del Ministerio de Hacienda, los parámetros de largo plazo o estructurales son calculados por el Ministerio de Hacienda y la Dirección de Presupuestos a partir de proyecciones que entregan anualmente un conjunto de especialistas externos al Ministerio de Hacienda, reunidos en Comités Consultivos de Expertos Independientes tanto del Precio de Referencia del Cobre como del PIB Tendencial⁹ (en adelante, indistintamente Comité de Expertos o Comités Consultivos). En ambos casos, el cálculo se realiza en base a una metodología pública, según indica el Título III de dicho decreto, el cual contiene lo establecido respecto a:

- Comités Consultivos de Expertos.
- Convocatoria.
- Registro Público de Expertos.
- Requisitos.
- Características del Registro.
- Designación de los miembros de los Comités.
- Inhabilidades.
- Mínimo de proyecciones.
- Naturaleza personal de las proyecciones.

⁸ Si bien la metodología lo llama ajuste cíclico, en estricto rigor es un ajuste por los ciclos económicos y por las Medidas Tributarias Transitorias de Reversión Automática (MTTRA). En la metodología vigente el llamado ajuste cíclico total es la suma del ajuste cíclico de los Ingresos Tributarios No Mineros, los Ingresos por Cotizaciones Previsionales de Salud, los Ingresos de Codelco (Cobre Bruto) y los Ingresos de la Minería Privada.

⁹ Se debe señalar que el PIB Tendencial es el nombre que se asigna en el reglamento del balance estructural al nivel de referencia del PIB sobre el cual se estima la brecha del producto. No obstante, la literatura considera al PIB Potencial como la medida relevante para estimar dicha brecha en las reglas de balance estructural (Giorno et al., 1995; Masi, 1997; Tereanu et al., 2014; European Parliament, 2020).

- Calendario de funcionamiento de los Comités.
- Cálculo de parámetros estructurales.
- Cálculo del PIB Tendencial.
- Cálculo del Precio de Referencia o de Largo Plazo del Cobre.

Los tres últimos puntos de esta lista, normados en los artículos 28, 29 y 30 del reglamento, respectivamente, tratan sobre la metodología de cálculo de estos parámetros estructurales.

En el caso del Precio de Referencia del Cobre, el método de estimación se encuentra descrito en el reglamento del balance estructural. En cuanto a la metodología de cálculo del PIB Tendencial, ésta no es parte de dicho reglamento, aunque es de dominio público¹⁰ y compartida regularmente por el Ministerio de Hacienda con el respectivo Comité Consultivo de Expertos.

A continuación, se describe el tratamiento metodológico vigente para la estimación del Precio de Referencia del Cobre y del PIB Tendencial.

2.1. Cálculo del Precio de Referencia o de Largo Plazo del Cobre

El Precio de Referencia o de Largo Plazo del Cobre es calculado por la Dirección de Presupuestos, y su metodología de cálculo puede ser resumida en los siguientes puntos:

- Cada integrante del Comité envía su proyección anual del precio de la libra de cobre para los siguientes diez años, expresada en centavos de dólar del año para el cual se realiza el proyecto de Ley de Presupuestos.
- Las proyecciones anuales de cada experto se promedian (para cada integrante del Comité por separado), de forma tal de obtener una estimación de su precio promedio para un horizonte de diez años.
- Las estimaciones promedio de cada experto, excluyendo las dos observaciones extremas -esto es, la estimación más alta y más baja- se promedian con el fin de obtener el precio de referencia o de largo plazo del cobre.
- Luego, el promedio obtenido se aproxima al entero en centavos de dólar más cercano. Esto último se indica en forma explícita en las actas de Resultados del Comité Consultivo del Precio de Referencia del Cobre desde 2007.
- Las proyecciones de los miembros del comité pueden ser entregadas por los expertos en términos nominales o reales. En caso de ser entregadas en términos nominales, estas son deflactadas a través del IPC de los Estados Unidos proyectado por el Fondo Monetario Internacional. Esto se indica de forma explícita en las actas de Resultados del Comité Consultivo del Precio de Referencia del Cobre desde 2012.

2.2. Cálculo del PIB Tendencial

El PIB Tendencial es calculado por el Ministerio de Hacienda. El enfoque vigente recurre a una función de producción Cobb-Douglas, la que tiene como insumos las tasas de

¹⁰ Disponible en <https://cfachile.cl/balance-estructural/metodologia-parametros-estructurales/metodologia-vigente-de-los-parametros-estructurales>

crecimiento anual de la Formación Bruta de Capital Fijo, la Fuerza de Trabajo y la Productividad Total de los Factores. Estas tres series constituyen las variables consultadas al Comité Consultivo de Expertos respectivo.

La metodología de cálculo del PIB Tendencial se puede resumir en los siguientes pasos:

- Cada integrante del Comité envía sus proyecciones para el año en curso y los cinco años siguientes, del crecimiento de: (i) la Formación Bruta de Capital Fijo, (ii) la Fuerza de Trabajo, y, (iii) La Productividad Total de los Factores.
- El Ministerio de Hacienda calcula el PIB Tendencial según las variables entregadas por cada experto, evaluando en la función de producción Cobb-Douglas el valor de tendencia de la Productividad Total de Factores, el valor de tendencia de la Fuerza de Trabajo de largo plazo ajustada por horas trabajadas y educación, y la serie original del stock de capital. Los valores de tendencia se calculan utilizando el filtro de Hodrick-Prescott (HP).
- El Ministerio de Hacienda calcula el promedio anual del PIB Tendencial, eliminando en cada año los valores mínimos y máximos.
- Desde 2017 las actas de Resultado del Comité Consultivo del PIB Tendencial señalan que los parámetros presentes en la función de producción Cobb-Douglas son estimados a partir de la información de Cuentas Nacionales, del INE y de Restrepo y Soto (2006).¹¹

3. Antecedentes

La estimación de variables macroeconómicas de mediano y largo plazo constituye un ejercicio de alta complejidad, en donde se busca (en la medida de lo posible) una alta precisión y un bajo sesgo. Desde una perspectiva econométrica, esto significa velar por una inferencia lo más robusta posible para el primer y segundo momento de las proyecciones (en media y varianza).

Una de las críticas a la que ha estado expuesta la regla de balance estructural en Chile, tiene relación con el cálculo de los parámetros estructurales. En particular, algunos autores (ver FMI, 2019) han advertido sobre la presencia de prociclicidad en las estimaciones del Precio de Referencia del Cobre y del PIB Tendencial. A su vez, para el caso del PIB Tendencial, también se ha reportado la existencia de sesgo (FMI, 2019). Como se verá a continuación, estos dos problemas (prociclicidad de los parámetros estructurales y del sesgo de la brecha del producto) traen consigo inconvenientes para el cálculo de los ingresos estructurales, en términos de la varianza y el sesgo, respectivamente.

¹¹ Dipres (2020) señala que, a partir de 2016, se les entrega a los expertos un set de indicadores adicionales a la información necesaria para estimar el PIB Tendencial, entre los que se cuentan la desviación de la serie efectiva de uso de la capacidad instalada de la Industria (datos del IMCE) respecto de su tendencia de largo plazo y la desviación respecto de su tendencia de la generación de energía eléctrica del SIC. A partir de 2020 se entrega a cada experto una hoja Excel que estima el PIB efectivo, tendencial y la brecha resultante de su propio cálculo, para así resguardar la consistencia de las estimaciones respecto al cierre de brechas que se espera ocurra siempre a mediano y largo plazo.

Por un lado, el problema de prociclicidad de los parámetros estructurales genera una variabilidad (varianza) menor a la esperada en la brecha del producto, o bien, en el diferencial entre el precio efectivo del cobre y su nivel de referencia. Lo anterior implica un menor ajuste cíclico para los ingresos fiscales, lo que a su vez resulta en una sobreestimación de la varianza de los ingresos estructurales y, consecuentemente, del gasto fiscal dada una meta de balance estructural.

La discusión sobre la prociclicidad de los parámetros estructurales no es nueva. Estuvo presente en el debate originado por la implementación de la metodología de parámetros comparables, la cual reemplazó al enfoque tradicional para el cálculo del balance estructural entre 2015 y 2017. En efecto, el 28 de septiembre de 2015, el Ministerio de Hacienda, con la aprobación del Consejo Fiscal Asesor de esa época, comenzó a utilizar la metodología de parámetros comparables para el cálculo del balance estructural. Como argumento, el MinHda indicó que cambios en las variables estructurales distorsionaban la comparabilidad de los balances estructurales de años consecutivos, dificultando así la interpretación del impulso fiscal subyacente.

Posteriormente, el 26 de julio de 2018, el Ministerio de Hacienda, también con la aprobación del Consejo Fiscal Asesor, decidió volver a la metodología tradicional para el cálculo del balance estructural. En la nota de la secretaría técnica del antiguo Consejo Fiscal Asesor, del 26 de julio de 2018, se explica que la metodología con parámetros comparables presenta los siguientes inconvenientes: (i) dificulta el cumplimiento *ex post* del objetivo del año específico, ya que para un mismo año pueden existir hasta tres estimaciones del balance estructural; (ii) el gobierno no puede comprometerse a una meta numérica del balance estructural, lo que obliga a contar con una meta de este sólo en variaciones; (iii) dado el poco tiempo para corregir los niveles de gastos de los nuevos parámetros estructurales (noviembre y diciembre), resulta prácticamente imposible para la autoridad tener algún rol relevante para el cumplimiento de una meta numérica del balance estructural; (iv) tiende a desanclar las expectativas de los agentes económicos; y, (v) la metodología de parámetros comparables no necesariamente representa el espíritu de la regla (e.g., bajas en el Precio de Referencia del Cobre no necesariamente se traducen en una baja del gasto fiscal al momento de la elaboración del proyecto del Ley de Presupuestos). No obstante, el antiguo Consejo Fiscal Asesor solicitó a la Secretaría Técnica revisar la posible prociclicidad de los parámetros estructurales.¹²

Por su parte, el sesgo de la brecha del producto genera un ajuste cíclico persistentemente negativo, lo que da lugar a una sobreestimación de los ingresos estructurales¹³ y, por lo tanto, del gasto fiscal compatible con una meta estructural dada. La discusión sobre el sesgo

¹² Estas materias fueron estudiadas por la Dipres. En 2019 publicó el documento “Ajuste Cíclico de los Ingresos Fiscales Provenientes del Cobre: Evaluación y Propuestas”, donde se hace mención del problema de posible prociclicidad del Precio de Referencia del Cobre. Posteriormente, en 2020, publicó el documento “PIB Tendencial: Metodología, limitaciones y alternativas de estimación”.

¹³ La experiencia internacional y local muestran que frente a la caída en el crecimiento de la productividad en el mundo y el uso de filtros univariados, se ha generado un sesgo hacia un PIB Tendencial persistentemente mayor al PIB efectivo (ver sección 4.1. de Arend y Sánchez, 2020).

de la brecha del producto estuvo presente en el seminario del Ministerio de Hacienda y del Fondo Monetario Internacional de 2019, la que está documentada en la presentación de Ricci y Hadzi-Vaskov en FMI (2019).

Otro antecedente relevante para esta discusión tiene que ver con la forma en cómo se recopila la información para llevar a cabo la estimación de los parámetros estructurales. A este respecto, la metodología de cálculo del PIB Tendencial y del Precio de Referencia del Cobre se diferencian en cuanto a: (i) el horizonte consultado a los expertos (10 años para el Precio de Referencia del Cobre y 5 años para el PIB Tendencial); (ii) la(s) variable(s) consultada(s) (directamente la variable de interés para el caso del Precio de Referencia del Cobre, e insumos para el cálculo del PIB Tendencial); y, (iii) la forma de eliminación de las observaciones extremas (para el Precio de Referencia del Cobre se eliminan los dos precios extremos promedio de todo el período, mientras que para el PIB Tendencial se eliminan los extremos en las estimaciones de cada año).

Ante los problemas identificados, cabe recordar que uno de los roles de la regla de balance estructural es precisamente mitigar la prociclicidad de la política fiscal, determinando el gasto público en función de los ingresos estructurales y no de los ingresos corrientes. Para ello, la determinación de los ingresos estructurales en Chile combina dos conceptos distintos de ajuste cíclico: (i) ingresos ajustados por factor transitorio del PIB (ajuste por factor exógeno); y (ii) ingresos ajustados por factor transitorio del precio del cobre (ajuste por factor exógeno). A ello, la metodología suma un tercer ajuste, no asociado a factores cíclicos: (iii) ingresos ajustados por factores transitorios de la política tributaria que se revierten en forma automática (ajuste por factor endógeno).

Así, la regla fiscal en Chile considera aspectos que van más allá del ciclo económico y, por lo tanto, corresponde a una regla de balance estructural, aunque el espíritu inicial (Marcel et al. 2001) y la revisión de la Comisión Corbo (2011)¹⁴ señalan que es uno de balance cíclicamente ajustado, donde se busca, en lo medular, extraer elementos exógenos transitorios de las cuentas fiscales. Estos ajustes por factores transitorios de la política tributaria se han aplicado en forma extraordinaria para la crisis de 2008-2009 y para la crisis social y de la pandemia del Covid-19 en el período 2019-2021.

Precio de referencia del Cobre

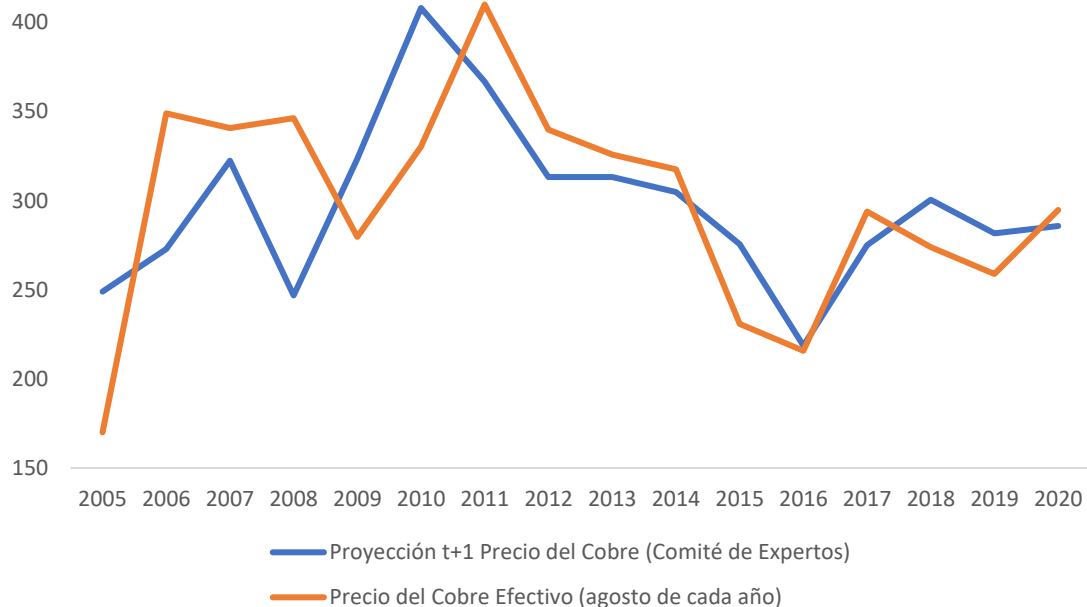
En cuanto al Precio de Referencia del Cobre, es importante señalar que el ajuste cíclico del mismo ha sido uno de los aspectos positivamente destacados de la regla fiscal chilena (ver Eyraud et al., 2018), ya que permitió generar importantes ahorros durante el período alcista del cobre a mediados de la década del 2000. Sin desmedro de ello, Dipres (2019) señala que existe evidencia empírica de cierta prociclicidad del Precio de Referencia del Cobre respecto al precio efectivo. Parte de dicha prociclicidad se debe a que en su construcción se ponderan las proyecciones de corto plazo de los integrantes de los Comités de Expertos, las cuales

¹⁴ Comité Asesor para el Diseño de una Política Fiscal de Balance Estructural de Segunda Generación para Chile, 2011.

están correlacionadas con el precio efectivo del metal (que a su vez presenta un alto grado de volatilidad) al momento de hacer los pronósticos (gráfico 1).

Si bien las proyecciones de corto plazo generan una mayor variabilidad en las estimaciones del Precio de Referencia del Cobre, no puede descartarse que los precios efectivos y, por lo tanto, las proyecciones de corto plazo, estén aportando información valiosa respecto a su valor de tendencia. En este sentido, un cierto grado de correlación del Precio de Referencia del Cobre con el valor de corto plazo permitiría un ajuste a tiempo a los cambios de tendencia, evitando así posibles problemas de sesgo de la brecha del precio del cobre respecto a su valor de referencia.

Gráfico 1: Precio del Cobre Efectivo y proyección t+1 del Comité de Expertos (US\$/lb)



Nota: la proyección t+1 del Comité de Expertos se refiere al promedio recortado del mínimo y máximo para el primer año de proyección de los expertos.

Fuente: CFA en base a información de la Dirección de Presupuestos.

En el contexto internacional, no existe mucha evidencia en torno a la consideración del comportamiento cíclico del precio de las materias primas sobre los ingresos fiscales. Un aspecto que se observa en la práctica, y que aborda la relevancia que tienen las actividades económicas ligadas a los recursos naturales para algunos países, es que existen casos en que la regla fiscal se define sobre un indicador elaborado sin considerar los efectos de los ingresos y gastos que se derivan de la actividad correspondiente, entendiendo que estos poseen un comportamiento cíclico (Lledó et al., 2017). Esto ocurre fundamentalmente en países petroleros, en los que se define un balance fiscal “no petrolero” para establecer las metas fiscales. En el caso de Ecuador, por ejemplo, la regla plantea una reducción del

balance fiscal “no petrolero” hasta alcanzar el balance en el indicador. Irán, por su parte, considera una regla de ingresos que define cómo se reparten los ingresos fiscales derivados del petróleo.

En un caso similar al ecuatoriano, la autoridad fiscal de Noruega establece un déficit estructural excluyendo de su cálculo ingresos y gastos derivados de la actividad petrolera, denominado “déficit estructural no petrolero”, cuya meta es equivalente a 4% del valor del Fondo de Pensiones del Gobierno de Noruega. En Rusia existe una regla de balance “no petrolero” parecida a los casos de Ecuador y Noruega, además de una regla de gastos que establece que las ganancias derivadas de la actividad petrolera que superen un umbral determinado deben ser acumuladas en diversos Fondos de Reservas. Por último, los países de la Comunidad Monetaria Centro Africana también guían su política fiscal de acuerdo al balance fiscal excluyendo gastos e ingresos petroleros.

Un caso algo distinto es el de México en donde se considera una regla de balance estructural “implícita”¹⁵, que le permite a la autoridad fiscal calcular un techo de gasto derivado del concepto de presupuesto equilibrado. En esta regla se utiliza un “precio de referencia del petróleo”, que se calcula de acuerdo a una fórmula preestablecida, siendo uno de los pocos casos en que se considera un precio referencial de sus materias primas.

Finalmente, Mongolia es otro país que utiliza un precio de referencia en su regla fiscal, que corresponde a una de balance estructural, donde el déficit no puede ser inferior a 2% del PIB de 2013. Para su cálculo, los ingresos estructurales dependen del precio de referencia de los minerales más importantes, obtenido como la media móvil a 16 años de dichos precios (Lledó et al., 2017).

PIB Tendencial y PIB Potencial

La principal crítica que hace la literatura a las reglas de balance estructural se refiere a las dificultades de monitoreo y control asociadas a sus complejidades metodológicas. En particular, estas se originan debido a que su cómputo depende de estimaciones de la brecha del producto, las cuales están sujetas a revisión (Eyraud et al., 2018). De acuerdo a dichos autores, un análisis de la Eurozona para 2003-2016 indica que la brecha del producto fue subestimada en cerca de 1,3 puntos porcentuales en promedio, lo que habría significado una sobreestimación del balance cíclicamente ajustado en torno a 0,5 puntos porcentuales del PIB potencial por año en promedio, induciendo un déficit fiscal mayor en esa misma magnitud.

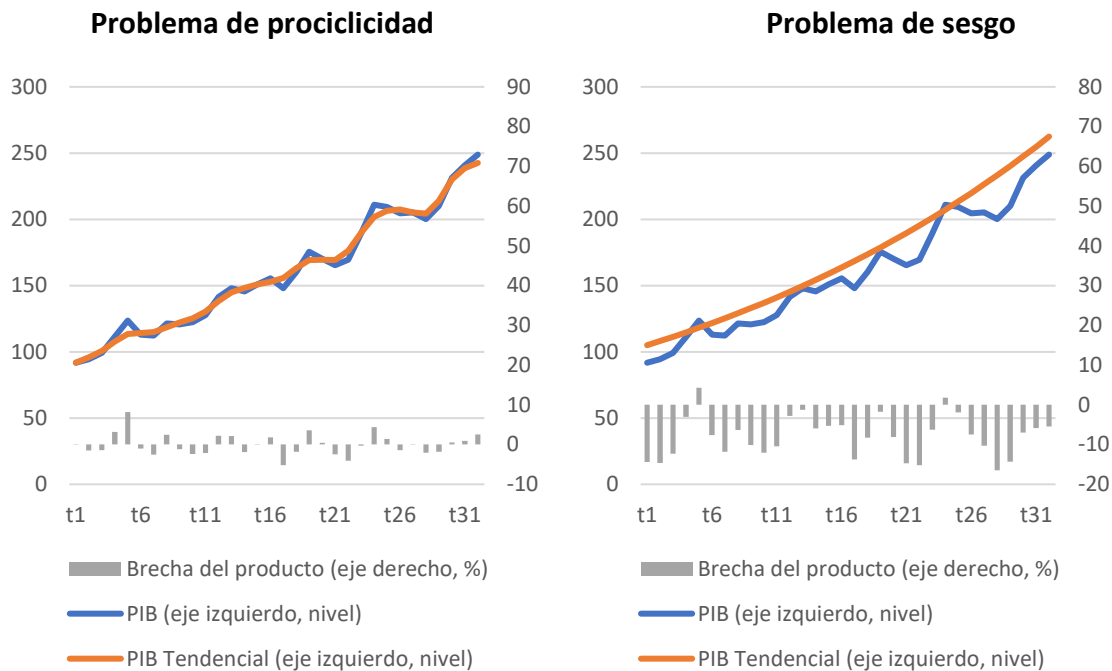
En el caso de Chile, el FMI ha señalado que el sesgo de la brecha del producto significó un incremento de la deuda de 8% del PIB entre 2008 y 2017, lo que es equivalente a la contribución total de los déficits primarios acumulados (FMI, 2019).

A modo ilustrativo, el gráfico 2 muestra una simulación estilizada del PIB Tendencial sujeta tanto al problema de varianza como de sesgo. Como puede observarse en el gráfico de la

¹⁵ La regla fiscal de México corresponde, en el papel, a una regla de gasto. Sin embargo, este techo de gasto se desprende directamente desde un presupuesto fiscal estructural equilibrado. Por tanto, la literatura (Barreix y Corrales, 2019; Lledó et al., 2017) la han definido como una regla de balance estructural implícita.

izquierda, si la medición del PIB Tendencial muestra un comportamiento muy procíclico respecto a la evolución del PIB, la brecha del producto tenderá a ser pequeña. Esto, a su vez, resulta en ajustes cíclicos de baja magnitud, lo que aumenta la variabilidad (varianza) de los ingresos estructurales. Por su parte, una sobreestimación persistente del PIB Tendencial (ver gráfico a la derecha), constituye una subestimación persistente de la brecha del producto. Como resultado de lo anterior, se genera una sobreestimación de los ingresos estructurales.

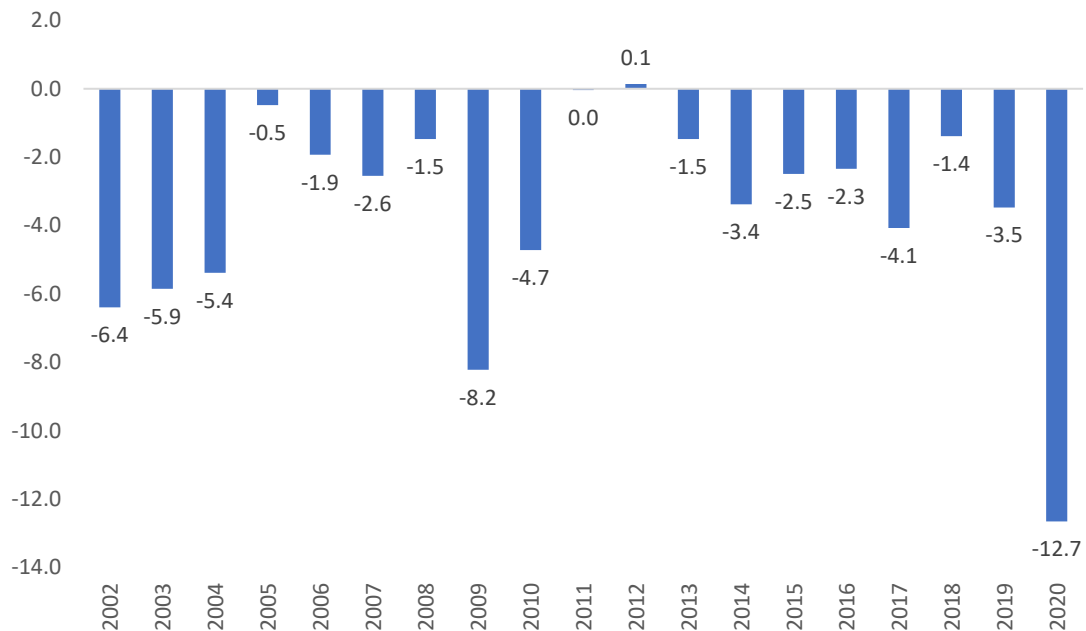
Gráfico 2: Simulación de los problemas de prociclicidad y sesgo del PIB Tendencial



Nota: en estos gráficos la brecha del producto está definida como la diferencia porcentual entre el PIB efectivo respecto al PIB Tendencial.
Fuente: CFA.

En el gráfico 3 se muestra la serie histórica de la brecha del producto de Chile al cierre de cada período en las últimas dos décadas con la metodología vigente, la que se verifica siempre negativa con la excepción de sólo dos años (2011 y 2012) en que es cero o muy levemente positiva. Este gráfico muestra evidencia de que el sesgo de la brecha del producto es un problema relevante y persistente de la metodología vigente para el ajuste cíclico y el cálculo del balance estructural. Dicho sesgo ha sido causado por una combinación de: (i) un constante sobreoptimismo en la proyección del crecimiento de la Productividad Total de los Factores (PTF) del Comité de Expertos (ver gráfico 4); y (ii) el uso de filtros univariados (Hodrick-Prescott), los cuales suelen presentar el problema de fin de la muestra. Se debe señalar que no existe evidencia de un sobreoptimismo sistemático para la fuerza de trabajo ni para la formación bruta de capital fijo.

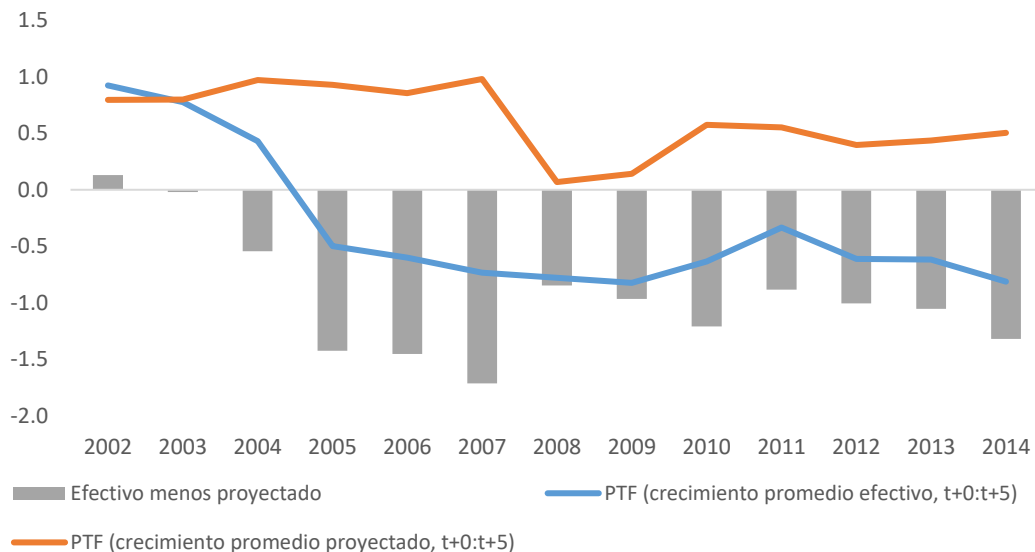
Gráfico 3: Serie histórica de la brecha del producto de Chile con la metodología vigente (% del PIB)



Nota: los datos de brecha del producto corresponden a los del cierre de cada periodo.

Fuente: CFA en base a información del Ministerio de Hacienda.

Gráfico 4: Brecha del producto con la metodología vigente y brecha en estimación de crecimiento de la PTF (%)



Fuente: CFA en base a información del Ministerio de Hacienda.

Nota: t+0 y t+5, se refiere al periodo actual y a 5 años hacia adelante, respectivamente. El crecimiento promedio t+0:t+5, se refiere al promedio en el rango de dichos años.

Una pregunta relevante es si el factor cíclico del producto debe medirse en función del PIB Tendencial o del PIB Potencial.¹⁶ Al respecto se debe tener en consideración lo siguiente:

- i) En la literatura se menciona que la medida de brecha del producto relevante para las reglas fiscales es la que se construye a partir del PIB Potencial. Esto, pues esta medida permite incorporar restricciones de mediano plazo en los factores productivos.¹⁷ Al respecto ver Giorno et al. (1995), Masi (1997), European Parliament (2020);
- ii) Dado que los *shocks* a lo largo de la historia (nacional e internacional) han mostrado tener un significativo componente permanente, parece razonable trabajar con una metodología que permita asimilar en cierto grado *shocks* de oferta de corto y mediano plazo¹⁸, lo que disminuye el riesgo de no acomodarse a tiempo a nuevas circunstancias de largo plazo¹⁹; y,
- iii) Dado que los estabilizadores automáticos de la regla de balance estructural no distinguen entre shocks de oferta y de demanda, parece razonable que el ajuste cíclico no sea tan pronunciado, especialmente para el caso de un *shock* de oferta (e.g., frente a un *shock* de oferta negativo un ajuste mayor del gasto fiscal podría ser contraproducente para la inflación). Lo anterior se logra de mejor manera con la estimación de un PIB Potencial.

Por último, desde un punto de vista de responsabilidad fiscal, resulta preferible una metodología que mitigue el problema del sesgo de la brecha del producto (negativo)²⁰ a costa de una mayor prociclicidad, en comparación a otras que muestran menor prociclicidad, pero mayor sesgo²¹. Lo anterior, debido a que un sesgo negativo de la brecha del producto genera una sobreestimación permanente de los ingresos estructurales y, por ende, del gasto público. En este sentido, mitigar el problema del sesgo de la brecha del

¹⁶ Se define el PIB Tendencial como la capacidad productiva de una economía en ausencia de choques (*shocks*), y cuando los factores productivos se utilizan en capacidad normal. Por su parte, el término PIB Potencial hace referencia a la capacidad productiva actual de la economía, coherente con la estabilización de la inflación en sus metas. Albagli y Naudon (2015) abordan estos conceptos en una nota técnica del Banco Central de Chile.

¹⁷ Es interesante notar que organismos internacionales, como el FMI (Eyraud et al., 2018b), consideran como horizonte relevante para la estimación del nivel prudente de deuda el mediano plazo.

¹⁸ Un estudio de Orphanides (2003) para el período 1965-1993 en Estados Unidos encuentra evidencia de un sesgo negativo en las estimaciones de la brecha del producto debido a una tendencia negativa de la productividad en la economía que no era detectable en tiempo real.

¹⁹ Tereanu et al. (2014) plantean como desafío para la regla de balance estructural el de poder incorporar en la medición del PIB Potencial su correlación con los shocks de la economía en tiempo real, de forma tal de evitar los errores de medición de la brecha del producto que se han observado en la práctica.

²⁰ Se define la brecha del producto como la diferencia porcentual entre el PIB efectivo y el PIB Potencial.

²¹ En la sección 4, se presenta la metodología de filtros multivariados, que tienen la cualidad de distinguir entre shocks de oferta y de demanda. Esto permite mitigar los problemas de prociclicidad de los filtros univariados y, a la vez, reduce significativamente el problema del sesgo de la brecha del producto.

producto es coherente con el principal objetivo de las reglas fiscales,²² que es promover la sostenibilidad de las finanzas públicas.

4. Opciones de mejora

Precio de Referencia del Cobre²³

Si bien el precio corriente del cobre ha sido considerado un buen predictor de su valor de largo plazo (Engel y Valdés, 2001), se debe considerar que está sujeto a un alto grado de volatilidad, lo que afecta tanto a los ingresos estructurales como al gasto público.

Actualmente, la metodología del Precio de Referencia del Cobre utiliza un promedio que excluye las dos observaciones extremas del Comité de Expertos del Precio del Cobre para los 10 años siguientes, donde las proyecciones de los primeros años muestran una mayor correlación con el precio corriente del cobre.

Considerando lo anterior, se examina si una manera de quitar volatilidad al Precio de Referencia del Cobre es aumentando el peso relativo de los últimos años de la consulta al Comité de Expertos. Se proponen las siguientes alternativas:

- i) Mantener el tamaño de la muestra en 10 años de proyección, y utilizar el promedio de los expertos excluyendo los valores mínimo y máximo de cada año;
- ii) Aumentar el tamaño de la muestra a 15 años de proyección²⁴, y utilizar el promedio de los expertos excluyendo los valores mínimo y máximo de todo el período;
- iii) Aumentar el tamaño de la muestra a 15 años de proyección²⁵, y utilizar el promedio de los expertos del subperíodo de los años 11 a 15, excluyendo los valores mínimo y máximo de dicho subperíodo; y,
- iv) Mantener el tamaño de la muestra en 10 años de proyección, y utilizar el promedio de los expertos del subperíodo de los años 6 a 10, excluyendo los valores mínimo y máximo de dicho subperíodo.

En otro ámbito, y como alternativa complementaria a la anterior, puede analizarse aumentar la cantidad de expertos. Tomando en consideración que la consulta busca inferir un valor esperado para el Precio de Referencia del Cobre, mientras mayor sea el número de expertos convocados, más robusta será la inferencia. Para aumentar el número de expertos

²² La regla de balance estructural cumple este propósito al ser un indicador de la posición fiscal subyacente. Es decir, cuando hay ingresos transitorios positivos mostrará que la situación estructural es menos favorable de lo que parece, y cuando existen ingresos transitorios negativos mostrará que la situación estructural no es tan desfavorable.

²³ Considerando que la solicitud del Ministerio de Hacienda plantea mantener al Comité de Expertos del Cobre, en esta sección no se aborda como opción una regla fiscal que excluye del cálculo del balance estructural los ingresos y gastos que se derivan de los *commodities*.

²⁴ Para realizar una simulación utilizando los datos de los Comités de Expertos históricos, se asume el mismo valor de proyección entre los años 10 a 15.

²⁵ Para realizar una simulación utilizando los datos de los Comités de Expertos históricos, se asume el mismo valor de proyección entre los años 10 a 15.

convocados, se puede considerar incluir a expertos internacionales, quienes podrían aportar una visión complementaria a la de los expertos nacionales. A la vez, para aumentar la cantidad de expertos, se recomienda una labor proactiva para incentivar la inscripción en el registro respectivo.

PIB Potencial

La literatura económica ha mostrado avances relevantes en las estimaciones de la brecha del producto, donde uno de los problemas principales es el sesgo que se genera por la combinación de sobreoptimismo en las proyecciones y el uso de las metodologías determinísticas tradicionales basadas en filtros univariados como el HP.

Así, en los últimos años se ha visto la irrupción de metodologías basadas en filtros multivariados (FMV) para estimar la brecha del producto. A diferencia de las metodologías determinísticas, como los filtros univariados o metodologías “híbridas” (Cobb-Douglas), los filtros multivariados consideran que el producto potencial se caracteriza por ser un proceso estocástico afecto a *shocks*.²⁶

En el caso de Europa, en un reciente trabajo de Kangur et al. (2019), se muestra que el uso de los FMV permite reducir significativamente el sesgo negativo de la brecha del producto. En el caso de Estados Unidos, el trabajo de Alichí et al. (2018) muestra que el desempeño para mitigar el problema de sesgo de los FMV mejora al establecer una dinámica estructurada de forma más sofisticada para la brecha del producto y al incorporar nuevos elementos al modelo como la tasa de política monetaria. Se debe señalar que no existen antecedentes en la literatura de otras metodologías con éxito para resolver el sesgo de la brecha del producto.²⁷

Dicho lo anterior, Hamilton (2018), plantea una crítica al uso del filtro HP, la cual se basa en tres argumentos: (i) introduce relaciones dinámicas espurias que no poseen base alguna con el proceso generador de datos subyacente; (ii) los valores filtrados al final de la muestra son muy diferentes de aquellos ubicados en torno al centro y también se caracterizan por dinámicas espurias; y, (iii) una formalización estadísticamente rigurosa del problema (de separar la tendencia del ciclo en una serie de tiempo) típicamente produce valores para el parámetro de suavizado notoriamente diferentes de aquellos utilizados en la práctica (e.g., 1600 para datos en frecuencia trimestral). Como alternativa, Hamilton propone correr una regresión de la variable de interés en la fecha t , sobre los cuatro valores más recientes para la fecha $t - h$. De acuerdo a este autor, dicho enfoque logra todos los objetivos buscados por los usuarios del filtro, sin ninguno de sus inconvenientes. Si bien este enfoque resulta metodológicamente más robusto que el filtro HP, Hamilton únicamente lo trabaja de forma univariada, por lo que está sujeto a las críticas para dicho tipo de filtros, como no poder distinguir entre *shocks* de oferta y de demanda.

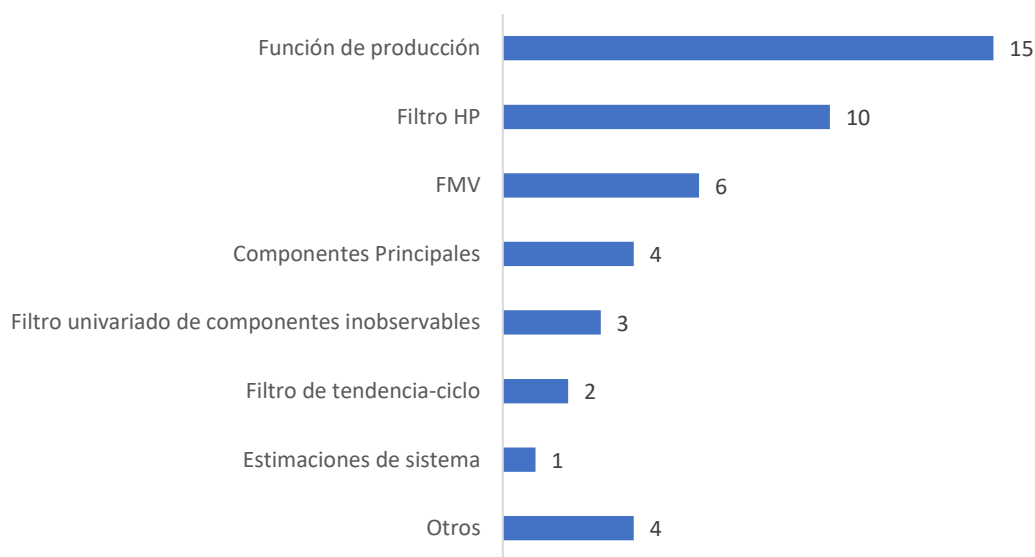
²⁶ En el Informe de Política Monetaria de junio de 2021 el Banco Central de Chile empezó a informar la brecha del PIB calculada a partir de la aplicación de un filtro multivariado.

²⁷ Para el caso de Chile, la Comisión Corbo (2011) evaluó como alternativa de estimación de “PIB Tendencial” una metodología de equilibrio general estocástico basada en una curva de Phillips. Sin embargo, no se presentan ejercicios empíricos para medir su desempeño.

Siguiendo a Cuerpo et al. (2018), los FMV logran equilibrar bondad estadística, consistencia económica y replicabilidad. Al explotar la correlación que la brecha posee con otros observables (como la inflación y el desempleo), dicho filtro permite mitigar notoriamente el problema asociado al sesgo para aplicaciones en tiempo real. Lo anterior también permite que los *shocks* de demanda jueguen un rol en las fluctuaciones económicas de mediano plazo. Por ejemplo, al incluir una curva de Phillips²⁸, es posible conectar la brecha del producto con la inflación, permitiendo así incorporar *shocks* de oferta y de demanda.

La capacidad de conectar el crecimiento con la inflación de corto y mediano plazo, hace que el FMV sea ampliamente utilizado por bancos centrales al momento de evaluar la política monetaria.²⁹ Para el caso de la política fiscal, la adopción de esta metodología ha ocurrido de forma más paulatina. A este respecto, la red de instituciones fiscales independientes de la Unión Europea (ver Network of EU IFIs, 2018) señala que, del total de 20 países pertenecientes a la red, 15, 10 y 6 utilizan los métodos de función de producción, filtro HP, y FMV, respectivamente.³⁰ El detalle de este catastro es presentado en el gráfico 5.

Gráfico 5: Uso de metodologías de estimación para producto potencial – IFIs de la UE



Fuente: CFA en base a Network of EU IFIs, 2018.

²⁸ La curva de Phillips representa la relación entre la inflación y la brecha del producto, esta última definida como la diferencia porcentual entre el PIB efectivo y el PIB Potencial.

²⁹ La adopción temprana de esta metodología por parte de los bancos centrales se explica por la necesidad de capturar el efecto de *shocks* de demanda en la actividad real de corto y mediano plazo.

³⁰ Dentro de los países cuyas Instituciones Fiscales Independientes utilizan el FMV destacan Reino Unido, Eslovaquia y España.

Dentro de las desventajas del FMV en relación al filtro HP y al enfoque de función de producción, se encuentran: (i) la complejidad de su implementación, la cual combina el filtro de Kalman con el método de máxima verosimilitud; y, (ii) la metodología requiere de insumos adicionales, como la inflación y el desempleo. Una forma de mitigar el inconveniente asociado al mayor grado de complejidad consiste en que la autoridad fiscal, junto con publicar la metodología y los datos que utiliza, provea al público de un simulador (por ejemplo, a través de su página web), para poder replicarla. Respecto a los insumos que no provienen del Comité de Expertos, para evitar que exista espacio de discrecionalidad, todos los parámetros del modelo debiesen ser definidos con anterioridad y de manera objetiva, de forma tal que no existan variables que deban ser determinadas por el MinHda.

En el anexo 1 se presenta la estimación de la brecha del producto para Chile en base a un FMV semiestructural, que tiene como característica central un proceso estocástico para el nivel y el crecimiento del “PIB Potencial”.

Es importante señalar que dicho filtro permite que el PIB Potencial se adecue a los *shocks* de oferta según las señales de corto y mediano plazo provenientes de la inflación y la tasa de desempleo. Así, por ejemplo, si el PIB real efectivo cae y junto a esto se observa un aumento de la inflación (*shock* de oferta), el modelo se ajustará con una baja del PIB Potencial. Asimismo, dada la Ley de Okun, el cambio en la brecha del producto debe ser consistente con la tasa de desempleo.³¹

En otro ámbito, algunas opciones complementarias que podrían ser exploradas, son: (i) pedir a los miembros del Comité de Expertos directamente el crecimiento del PIB o, que alternativamente, se consulte por este a partir de las estimaciones de crecimiento de los factores productivos (fuerza de trabajo, formación bruta de capital fijo y productividad total de los factores); (ii) aumentar la cantidad de expertos; y, (iii) aumentar la cantidad de años de la estimación.

Pedir a los miembros de Comité de Expertos el crecimiento del PIB directamente (punto i), presenta la ventaja de que posiblemente más especialistas estén dispuestos a participar (es razonable suponer que, al haber libertad en la elección de la metodología, el número de personas interesadas aumente). Por otro lado, al restringir las proyecciones de crecimiento para PIB se obliga a los miembros del Comité a encausar su razonamiento en torno a un marco compartido por todos los integrantes. Esto permite reducir la variabilidad de las proyecciones generada por enfoques distintos.

En relación al punto (ii), tomando en consideración que la consulta busca inferir un valor esperado para el PIB Potencial, mientras mayor sea el número de expertos convocados, más robusta será la inferencia.³² A la vez, para aumentar la cantidad de expertos, se recomienda una labor proactiva para incentivar la inscripción en el registro respectivo.

³¹ La Ley de Okun es la relación entre la tasa de desempleo y la brecha del producto.

³² Una forma de ver esto es suponer que las proyecciones de los miembros del Comité corresponden a un muestreo de una distribución desconocida, sobre la cual se quiere inferir la media. A medida que aumenta el tamaño de la muestra (asumiendo que las proyecciones son independientes entre sí), la ley débil de los

Respecto al punto (iii), se debe señalar como antecedente que Mise et al. (2005) abordan el “problema del fin de la muestra” asociado al uso del filtro HP, el que se traduce en que la brecha del PIB estimada no logra medir de forma adecuada el estado actual de la economía relativo a su tendencia de largo plazo. Para esto, los autores simulan una serie de PIB por medio de un proceso generador de datos ARIMA (1,2,2). Si bien desde lo teórico, para evitar el “problema del fin de la muestra” se requieren infinitas proyecciones de una variable en el futuro, el modelo simulado muestra que el peso que el filtro HP le otorga a las proyecciones se vuelve eventualmente irrelevante: así, se demuestra estadísticamente que basta contar con proyecciones para 28 trimestres o siete años hacia adelante. Este criterio ha sido utilizado por instituciones como el Banco de Inglaterra (Rummel, 2015).

5. Simulaciones construidas para los distintos cambios propuestos

Precio de Referencia del Cobre

A continuación, se revisan los resultados de desviación estándar, error cuadrático medio y correlación con el precio del cobre de las opciones para estimar el Precio de Referencia del Cobre. Los datos utilizados corresponden a las respuestas de los Comités de Expertos para el período 2006-2020.³³

Los resultados muestran que la actual metodología, que considera el promedio recortado de las proyecciones de 1 a 10 años del Comité de Expertos, tiene mejores resultados tanto en términos de varianza como de error cuadrático medio³⁴ que las alternativas planteadas.³⁵ Por su parte, la correlación con el precio del cobre de la metodología actual muestra un signo positivo, aunque de baja magnitud. En el cuadro 1, se presentan los resultados de estos ejercicios. En el anexo 3 se exhiben los resultados del error cuadrático medio para distintos horizontes de proyección, los que coinciden en mostrar que la metodología actual tiene mejor desempeño que las alternativas consideradas.

grandes números empieza a activarse, resultando en que el promedio converge en probabilidad a la media de la distribución desconocida.

³³ Se realizan los ejercicios desde el año 2006, ya que corresponde al primer periodo con información por año disponible para cada experto. Para la opción a 15 años plazo se asumió el mismo valor del año 10 para el período 11 a 15.

³⁴ El error cuadrático medio es un estimador que mide el promedio de los errores al cuadrado donde dichos errores surgen de comparar un valor predicho y su valor observado.

³⁵ Se realizaron ejercicios de error cuadrático medio para diversos períodos que van de t4-t6, t4-t7, t4-t8, t4-t9 y t4-t10, y en todos ellos fue superior la metodología actual.

Cuadro 1: Estadísticos de las alternativas metodologías para el Precio de Referencia del Cobre (2006-2020)

Metodología	Desviación Estándar	Error Cuadrático Medio (t4-t6)	Correlación con PBML
Actual: promedio recortado período de 10 años	61,2	126,2	0,11
Promedio recortado para cada año 1 a 10	61,8	127,0	0,12
Promedio recortado período de 15 años	63,5	131,4	0,06
Promedio recortado subperíodo años 11 a 15	68,6	142,2	-0,04
Promedio recortado subperíodo años 6 a 10	72,7	146,9	-0,07

Nota: El Error Cuadrático Medio de las proyecciones de largo plazo se calcula tomando como referencia el promedio del precio efectivo del cobre del periodo t+4 a t+6.

PBML: Precio del cobre de la Bolsa de Metales de Londres.

Fuente: CFA en base a información de la Dirección de Presupuestos.

PIB Potencial

Los ejercicios empíricos desarrollados por el CFA consistieron en comparar el desempeño del FMV con la serie oficial del PIB Tendencial del Ministerio de Hacienda a partir de la respuesta de los Comité de Expertos; una simulación del filtro HP para el PIB implícito proyectado del Comité de Expertos; la aplicación del filtro de Hodrick-Prescott al PIB implícito proyectado del Comité de Expertos hasta 2015, evitando así el problema del fin de la muestra; y, una serie de brecha del producto estimada por el Banco Central de Chile. Los resultados de la brecha del producto del FMV respecto a las alternativas se presentan en el gráfico 6 y las estadísticas descriptivas en el cuadro 2.

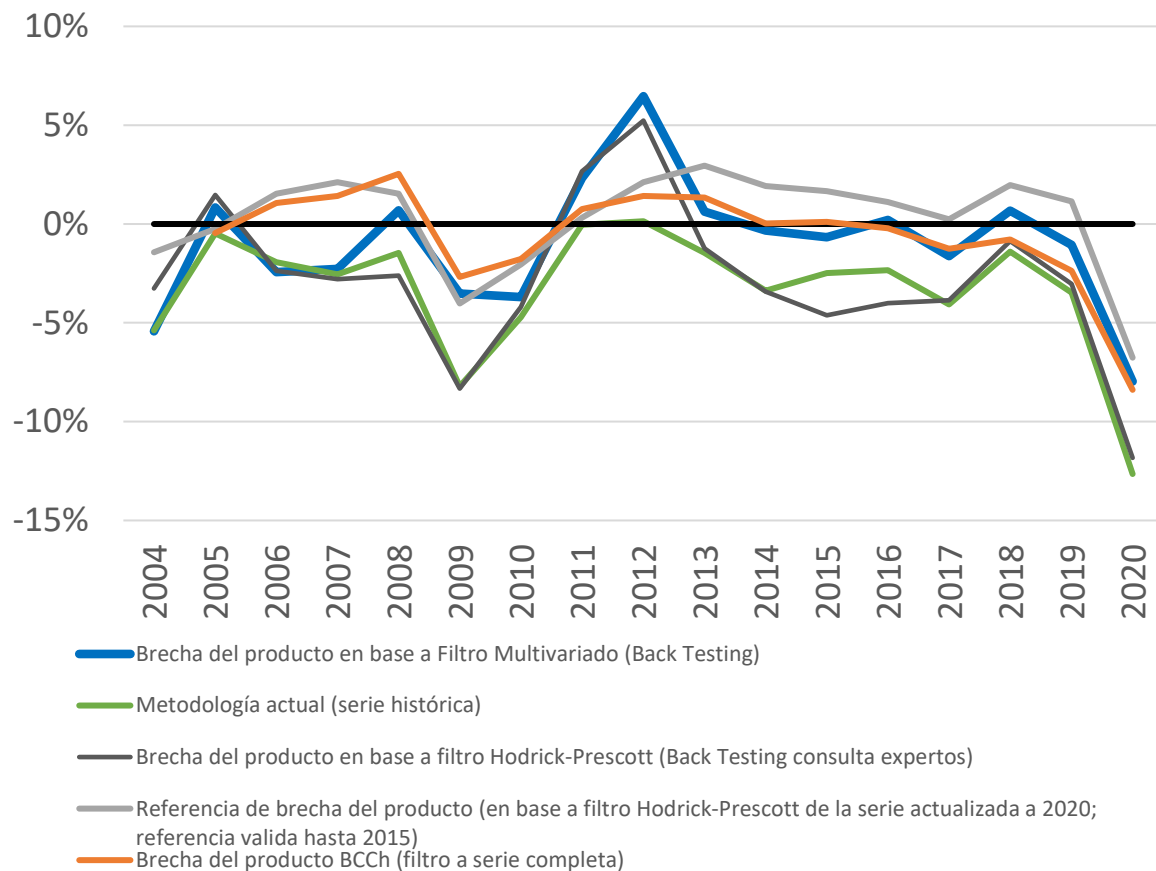
Como se puede apreciar, al realizar un ejercicio de simulación con los datos históricos con sus series originales (*backtesting*) para la brecha del producto estimada con la serie del PIB Potencial del año anterior como lo realizan los Comités de Expertos y el PIB real efectivo conocido posteriormente en t+1, el filtro multivariado (línea azul en el gráfico 6) permite mitigar significativamente el sesgo de la brecha del producto, puesto que muestra episodios de brecha negativa y otros de brecha positiva, donde la mediana es cercana a cero (ver cuadro 2).

En la literatura se utilizan las series completas filtradas hasta algunos años antes del periodo actual como referencia para los ejercicios de *backtesting*. En este caso, se utiliza como referencia el filtro HP para la serie hasta el 2015 (línea gris claro del gráfico 6), mitigando así el problema del fin de la muestra. Adicionalmente, se comparan los resultados con la brecha del producto estimada por el Banco Central para la serie completa a partir de un set de modelos. Se puede observar que los resultados de los ejercicios de *backtesting* para el FMV son muy parecidos a las dos referencias, lo que muestra un resultado satisfactorio en términos de la evolución de la brecha del producto.

Cabe notar que al realizar un ejercicio de *backtesting* con el filtro HP para la serie implícita del PIB proyectado por el Comité de Expertos, se tiene el problema de sesgo de la brecha del producto, por lo que se descarta el uso de este filtro determinístico. Por su parte, los

resultados se pueden comparar con filtros para las series completas, que contienen la información actualizada del PIB efectivo. Los resultados de la aplicación del filtro HP muestran un leve sesgo positivo (ver cuadro 2). Se debe señalar que aplicar un filtro a la serie completa es menos exigente que un ejercicio de *backtesting*, ya que los filtros capturan la información futura efectiva en cada momento del tiempo, facilitando el ajuste esperado, sin sesgo de la brecha del producto y sin que exista una revisión posterior de las estimaciones realizadas.

Gráfico 6: Brecha del producto (% del PIB)



Nota: Brecha del producto definida como $(Y - Y^*)/Y$

Fuente: CFA y datos del BCCh.

En el cuadro 3 se presentan los resultados para la brecha del producto para (i) el ejercicio de simulación fuera de muestra del FMV; (ii) metodología actual (serie histórica); (iii) simulación de un filtro HP para el PIB implícito del Comité de Expertos; (iv) un filtro HP para la serie completa (referencia valida hasta el 2015); y, (v) brecha del producto del Banco Central de Chile. Se observa que el FMV muestra un mejor desempeño en términos de sesgo que las alternativas (ii), (iii) y (iv). Respecto a dispersión se observan resultados similares a las alternativas, siendo algo menor la desviación estándar de las alternativas (iv) y (v),

aunque no son estrictamente comparables ya que dichos ejercicios utilizan un filtro para la serie completa, a diferencia del FMV presentado que corresponde a un *backtesting*.

Cuadro 2: Estadísticas descriptivas de la brecha del producto (% del PIB)

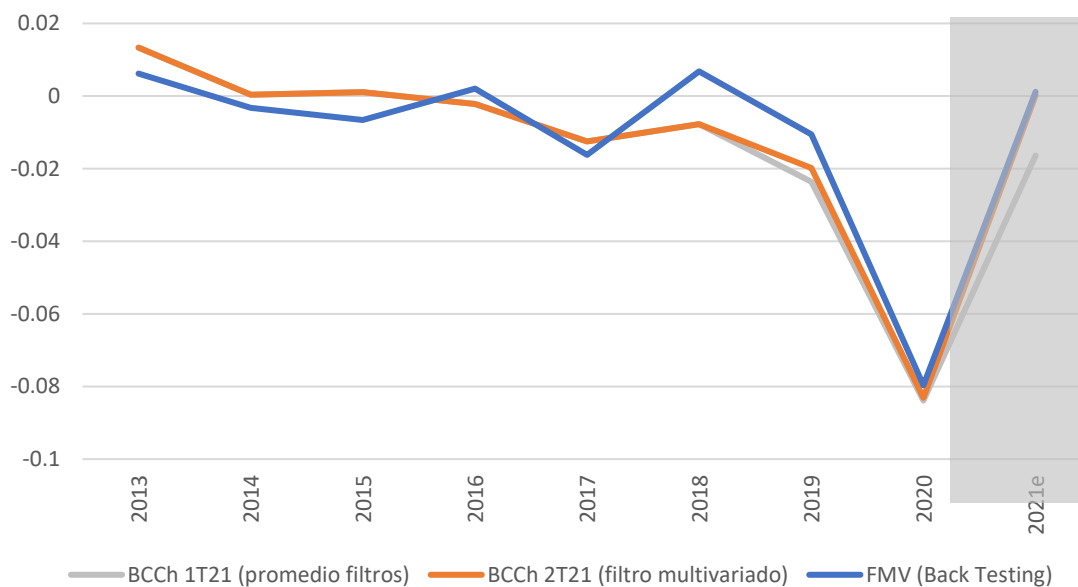
	Brecha del producto en base a Filtro Multivariado (Back Testing) (i)	Metodología actual (serie histórica) (ii)	Brecha del producto en base a filtro Hodrick-Prescott (Back Testing consulta expertos) (iii)	Referencia de brecha del producto (en base a filtro Hodrick-Prescott de la serie actualizada a 2020; referencia valida hasta 2015) (iv)	Brecha del producto BCCh (filtro a serie completa) (v)
mediana	-0,005	-0,025	-0,029	0,011	-0,001
desv. std.	0,031	0,032	0,038	0,025	0,025
max	0,065	0,001	0,052	0,030	0,025
min	-0,080	-0,127	-0,118	-0,068	-0,084

Nota: Brecha del producto definida como $(Y-Y^*)/Y$

Fuente: CFA y datos del BCCh.

En el gráfico 7, se presentan resultados preliminares para 2021 utilizando el filtro multivariado semiestructural. Como se puede observar las proyecciones de brecha del producto utilizando el FMV resultan similares a las recientes proyecciones del Banco Central. Se debe señalar que los resultados para el FMV fueron obtenidos en base a las estimaciones de PIB del Ministerio de Hacienda al primer trimestre de 2021.

Gráfico 7: Brecha del producto (% del PIB)



Nota: Brecha del producto definida como $(Y-Y^*)/Y$

Fuente: CFA y datos del BCCh.

6. Resumen de propuestas sobre parámetros estructurales

6.1. Consideraciones generales

La regla fiscal de balance estructural, que ha guiado la política fiscal en Chile desde 2001, ha permitido una reducción de la volatilidad fiscal y macroeconómica, contribuyendo a minimizar el impacto del ciclo económico y del precio del cobre en el gasto público, y generando ahorros para enfrentar situaciones como la crisis financiera global de 2008-2009 y la reciente crisis provocada por la pandemia del Covid-19.

Si bien la regla fiscal se ha mantenido vigente durante distintas administraciones, y es valorada tanto por expertos nacionales como internacionales, en la última década se han observado persistentes déficits estructurales y ajustes en las metas establecidas al inicio de cada administración, con el consecuente impacto negativo sobre las finanzas públicas, los indicadores de sostenibilidad fiscal y sobre la credibilidad de la regla.

Adicionalmente, más allá de la coyuntura que enfrenta el país por la crisis de la pandemia del Covid-19, el Consejo considera que avanzar en el fortalecimiento de la institucionalidad fiscal permitirá contribuir, una vez concluida la crisis y mitigados sus impactos, a la necesaria convergencia de las finanzas públicas y el reforzamiento del compromiso con la sostenibilidad fiscal.

En este contexto, es pertinente fortalecer la regla fiscal y evaluar perfeccionamientos a la misma, con el propósito de potenciarla como instrumento creíble para una política fiscalmente sostenible. Ello, como complemento a las propuestas presentadas por el CFA en el “Informe del Consejo Fiscal Autónomo para el fortalecimiento de la regla fiscal: ancla de deuda, cláusulas de escape y mecanismos de corrección”.

En este documento se presentan las recomendaciones del Consejo en las materias requeridas por el MinHda sobre parámetros estructurales, las cuales son abordadas de forma tal de satisfacer como principales criterios un equilibrio entre: i) simplicidad; ii) precisión; iii) transparencia; iv) objetividad; v) eficiencia; vi) exhaustividad técnica; vii) estabilidad; y, vii) replicabilidad.

Un aspecto fundamental del análisis es que las propuestas surgen de la evaluación y deliberación en torno a las disyuntivas generadas entre los criterios señalados. Esto, porque en la mayoría de las materias analizadas, no existe una única opción metodológica que sea superior a las alternativas en todas las dimensiones. Así, las sugerencias ofrecidas por el CFA atienden a estos *trade-offs*, los cuales se mencionan en cada caso (siendo un ejemplo común el dilema que se presenta entre simplicidad y precisión en las fórmulas de cálculo del balance estructural).

6.2. Propuestas específicas sobre parámetros estructurales

Con respecto a la metodología de cálculo del **Precio de Referencia del Cobre**, el CFA recomienda:

- i) Mantener la metodología actual, que consiste en solicitar al Comité de Expertos sus proyecciones para un período de 10 años y obtener una estimación promedio por experto. Considerando las estimaciones promedio de cada experto se calcula un

nuevo promedio, esta vez excluyendo la observación más alta y la más baja. La recomendación se sustenta en que la actual metodología tiene mejores resultados frente a distintas alternativas tanto en términos de menor varianza como de error cuadrático medio (ver sección 5). Por su parte, si bien el coeficiente de correlación del Precio de Referencia del Cobre respecto al precio efectivo es positivo, su magnitud es relativamente baja.

- ii) Aumentar el número de expertos convocados a participar en el Comité, de modo que este se encuentre constituido por entre 20 y 30 expertos, incluyendo la participación de expertos internacionales. Lo anterior, dado que, al tener una mayor cantidad de expertos, los cálculos son menos susceptibles a estimaciones de expertos individuales. Para aumentar la cantidad de expertos, se recomienda una labor proactiva para incentivar la inscripción en el registro respectivo.
- iii) Que sólo exista la posibilidad de convocar en forma excepcional al Comité de Expertos del Precio de Referencia del Cobre ante la ocurrencia de circunstancias extraordinarias que tengan el potencial de afectar el precio del cobre en forma permanente. Dicha convocatoria debiese contar con la opinión favorable del CFA o de una institución equivalente.

En cuanto a la metodología del **PIB Potencial**, el Consejo:

- i) Considera prudente utilizar como metodología de cálculo un filtro multivariado semiestructural, cuyas simulaciones muestran que reduciría significativamente el sesgo de la brecha del producto y la prociclicidad que generan los *shocks* de demanda.³⁶ Esta recomendación es condicional a que las estimaciones sean replicables por las partes interesadas y el público general. En consecuencia, los datos, la metodología utilizada y un simulador con una interfaz de fácil utilización, debiesen quedar a disposición pública en la página web del Ministerio de Hacienda. Adicionalmente, el Consejo considera pertinente que todos los parámetros del modelo se encuentren definidos con anterioridad de forma objetiva, de manera que no existan variables que deban ser determinadas por el MinHda. Esta recomendación también es válida para otras opciones de filtros que pudiesen implementarse, incluyendo la metodología vigente.
- ii) Sugiere que la consulta que se realiza al Comité de Expertos del PIB Potencial se amplíe y, además de solicitar a los miembros de este Comité sus proyecciones del crecimiento de la Fuerza de Trabajo, la Formación Bruta de Capital Fijo y la Productividad Total de Factores, se les solicite las proyecciones del crecimiento del PIB consistentes con los insumos antes mencionados y los parámetros de la función de producción Cobb-Douglas utilizados habitualmente en la metodología del

³⁶ Los ejercicios empíricos desarrollados por el CFA consistieron en comparar el desempeño del FMV con la serie oficial del PIB Tendencial del Ministerio de Hacienda a partir de la respuesta del Comité de Expertos; una simulación del filtro HP para el PIB implícito proyectado por el Comité de Expertos (*backtesting*); la aplicación del filtro de HP al PIB implícito proyectado del Comité de Expertos hasta 2015 para la serie completa, evitando así el problema del fin de la muestra; y, una serie de brecha del producto estimada por el Banco Central de Chile.

Ministerio de Hacienda. Para ello, el Ministerio debe facilitarles a todos los expertos un simulador o planilla que les permita obtener la respectiva proyección del PIB.

- iii) Con respecto al número de años contemplados en el horizonte de proyección a solicitar al Comité de Expertos, el Consejo recomienda ampliar la consulta actual, que considera un horizonte de cinco años, solicitando sus proyecciones a siete años (además del año en curso). El CFA sugiere que, inicialmente, las proyecciones del PIB Potencial se continúen elaborando con un horizonte de cinco años, tal como ha ocurrido hasta ahora, pero que al mismo tiempo se evalúe la conveniencia de extender el referido horizonte en dos años. Uno de los principales aspectos a considerar en dicha evaluación es el sesgo de la brecha del producto, comparando los resultados con datos efectivos hasta cinco años antes, de forma tal que no tengan el problema del fin de la muestra.
- iv) A su vez, en línea con su recomendación en torno al Comité de Expertos del Precio de Referencia del Cobre, el CFA estima prudente aumentar el número de participantes para el Comité de Expertos del PIB Potencial, convocando un total de entre 20 y 30 personas. Esto, dado que al tener una mayor cantidad de expertos los cálculos son menos susceptible a estimaciones de expertos individuales. Para aumentar la cantidad de expertos, se recomienda una labor proactiva para incentivar la inscripción en el registro respectivo.
- v) Por último, el CFA sugiere que sólo exista la posibilidad de convocar de manera excepcional al Comité de Expertos del PIB Potencial ante la ocurrencia de circunstancias extraordinarias que puedan afectar el PIB en forma permanente. Dicha convocatoria debiese contar con la opinión favorable del CFA o de una institución equivalente.

Referencias

- Albagli, E y A. Naudon A. (2015). “¿De qué hablamos cuando hablamos de producto potencial?” Mimeo, Banco Central de Chile.
- Alichí A., Al-Mashat R., Avetisyan H., Benes J., Bizimana O., Butavyan A., Ford R., Ghazaryan N., Grigoryan V., Harutyunyan M., Hovhannisyan A., Hovhannisyan E., Karapetyan H., Kharashvili M., Laxton D., Liqokeli A., Matikyan K., Minasyan G., Mkhatrishvili S., Nurbekyan A., Orlov A., Pashinyan B., Petrosyan G., Rezepina Y., Shirkhanyan A., Sopromadze T., Torosyan L., Vardanyan E., Wang H., y Yao J. (2018), “Estimates of Potential Output and the Neutral Rate for the U.S. Economy”, IMF Working Paper, WP/18/152.
- Arend, M. y Sánchez P. (2020), “Revisión de Diagnósticos y de Propuestas de Perfeccionamiento de la Metodología y Procedimientos para el Cálculo del Balance Estructural”, Documento de Trabajo N°1, Consejo Fiscal Autónomo.
- Ball, L., Leigh, D., Loungani, P., 2013. “Okun's law: fit at 50?”, IMF Working Paper WP/13/10, Washington: International Monetary Fund.
- Baxter, M., & King, R. G. (1995). “Measuring Business Cycles Approximate Band-Pass Filters for Economic Time Series”. NBER Working Paper, (w5022).
- Blagrove, P., García-Saltos, M. R., Laxton, M. D., & Zhang, F. (2015). “A simple multivariate filter for estimating potential output”. International Monetary Fund.
- Carlomagno, G., & Sansone, A. (2019). “Marco metodológico para la construcción de indicadores de inflación subyacente”, Banco Central de Chile.
- Corbo, V., Caballero, R., Marcel Cullell, M., Rosende, F., Schmidt-Hebbel, K., Vergara, R., & Vial Ruiz-Tagle, J. (2011). “Propuesta para Perfeccionar la Regla Fiscal”. Informe Final.
- Cuerpo, Carlos, Ángel Cuevas y Enrique Quilis (2018). “Estimating output gap: a beauty contest approach”. En: SERIES 9.3, págs. 275-304.
- De Masi, P. (1997). “IMF Estimates of Potential Output. IMF Estimates of Potential Output”, 1997(177), 1-14.
- Dirección de Presupuestos. (2018). “Evolución, administración e impacto fiscal de los ingresos del cobre en Chile”, Estudios de Finanzas Públicas N° 23.
- Dirección de Presupuestos. (2019). “Ajuste Cíclico de los Ingresos Fiscales Provenientes del Cobre: Evaluación y Propuestas”, Estudios de Finanzas Públicas N° 7.
- Dirección de Presupuestos. (2020). “PIB Tendencial: Metodología, Limitaciones y Alternativas de Estimación”, Estudios de Finanzas Públicas N° 11.
- Engel, E., & Valdés, R. (2001). “Prediciendo el precio del cobre: ¿Más allá del camino aleatorio?” (No. 100). Centro de Economía Aplicada, Universidad de Chile.
- European Parliament. (2020). “Potential output estimates and their role in the EU fiscal policy surveillance”.

- Eyraud, Lucas, X. Debrun, A. Hodge, V. Lledó y C. Pattillo. (2018). “Second-Generation Fiscal Rules: Balancing Simplicity, Flexibility, and Enforceability”, Staff Discussion Notes No. 18/04, IMF.
- Eyraud, Lucas, A. Baum, A. Hodge, M. Jarmuzek, H. E. Ture, S. Mbaye y Y. Kim. (2018b). “How to Calibrate Fiscal Rules; A Primer”, IMF How To Notes, 2. Fondo Monetario Internacional.
- Fondo Monetario Internacional (2019): “Enhancing Chile’s Fiscal Framework: Lessons from Domestic and International Experience”, Ministry of Finance, Santiago, Chile.
- Giorno, Claude et al. (1995). “Estimating potential output, output gaps and structural budget balances”. OECD Economics Department Working Papers 152. OECD.
- Hamilton, J. D. (2018), "Why You Should Never Use the Hodrick-Prescott Filter," The Review of Economics and Statistics, vol 100 (5), pp. 831-843.
- Kangur A., Kirabaeva K., Natal J-M, y Voigts S. (2019), “How Informative Are Real Time Output Gap Estimates in Europe”, IMF Working Paper, WP/19/200.
- Lledó, Victor, S. Yoon, X. Fang, S. Mbaye y Y. Kim. (2017). “Fiscal Rules at a Glance”, Fondo Monetario Internacional.
- Marcel, M., M. Tokman, R. Valdés y P. Benavides. 2001. “Balance Estructural del Gobierno Central, Metodología y Estimaciones para Chile: 1987-2000”. Serie de Estudios de Finanzas Públicas N°1, DIPRES, Ministerio de Hacienda.
- Mise, E., T.-H. Kim, and P. Newbold (2005). “On suboptimality of the Hodrick-Prescott filter at time series endpoints”. Journal of Macroeconomics 27 (1), 53–67.
- Network of EU IFIs (2018), “A Practitioner’s Guide to Potential Output and the Output Gap”.
- Orphanides, A. (2003). “The quest for prosperity without inflation”. Journal of monetary Economics, 50(3), 633-663.
- Restrepo, J. y C. Soto. (2006). “Regularidades Empíricas de la Economía Chilena: 1986-2005”. Revista Economía Chilena, volumen 9, N°2, 2006.
- Ricci, L. A., & Hadzi-Vaskov, M. (2019). “Chile’s Fiscal Framework: An Outsider’s Perspective”. In “Enhancing Chile’s Fiscal Framework”. International Monetary Fund.
- Rummel, O. (2015). “Estimating the output gap for Kenya: a practical guide to some statespace and Kalman filter trend-cycle decompositions”. Centre for Central Banking Studies, Bank of England.
- Solow, R. M. (1957). “Technical change and the aggregate production function”. The review of Economics and Statistics, 39(3), 312-320.
- Tereanu E., Tuladhar A. y Simone A. (2014). “Structural Balance Targeting and Output Gap Uncertainty”, IMF Working Paper, WP/14/107, junio.

Anexo 1: Aplicación del Filtro Multivariado semiestructural para Chile

El modelo de filtro multivariado semiestructural utiliza como insumo la proyección implícita de PIB efectivo para el periodo corriente y los próximos 5 años del Comité de Expertos del “PIB Tendencial”. Adicionalmente, incluye una Ley de Okun y una Curva de Philips, lo que permite identificar las señales de corto y mediano plazo respecto a la brecha del producto. Una propiedad de este modelo es que al incluir una Curva de Phillips permiten reducir la prociclicidad del PIB Potencial cuando ocurren shocks de demanda.

Las ecuaciones del modelo semiestructural que constituyen el FMV son agrupadas en aquellas que relacionan las variables observables con las variables de estado (ecuaciones de medición), y aquellas que caracterizan las leyes de movimiento para estas últimas (ecuaciones de transición).

Ecuaciones de medición

$$\ln(y_t) = \ln(\bar{y}_t) + \ln(y_t^c) \quad (1)$$

$$\Delta\pi_t = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta\ln(y_t^c) + \alpha_2 \Delta\pi_{t-1} + \alpha_3 \Delta^2 \ln(tcn_t) + \alpha_4 \pi_{t-1} + \alpha_5 \pi_{t-1}^e + \varepsilon_t^\pi \quad (2)$$

$$u_t = \bar{u}_t + \theta \ln(y_t^c) + \varepsilon_t^u \quad (3)$$

Donde $\varepsilon_t^u \sim \mathcal{N}(0, \sigma_u^2)$ y $\varepsilon_t^\pi \sim \mathcal{N}(0, \sigma_\pi^2)$.

Ecuaciones de transición

$$\ln(y_t^c) = \ln(y_{t-1}^c) + \Delta\ln(y_{t-1}^c) \quad (4)$$

$$\Delta\ln(y_t^c) = \phi \Delta\ln(y_{t-1}^c) + \varepsilon_t^c \quad (5)$$

$$\ln(\bar{y}_t) = \ln(\bar{y}_{t-1}) + g_{t-1} + \varepsilon_t^{\bar{y}} \quad (6)$$

$$g_t = \kappa g^{ss} + (1 - \kappa) g_{t-1} + \varepsilon_t^g \quad (7)$$

$$\bar{u}_t = \psi u^{ss} + (1 - \psi) \bar{u}_{t-1} + \varepsilon_t^{\bar{u}} \quad (8)$$

Donde $\varepsilon_t^c \sim \mathcal{N}(0, \sigma_c^2)$, $\varepsilon_t^{\bar{y}} \sim \mathcal{N}(0, \sigma_{\bar{y}}^2)$, $\varepsilon_t^g \sim \mathcal{N}(0, \sigma_g^2)$ y $\varepsilon_t^{\bar{u}} \sim \mathcal{N}(0, \sigma_{\bar{u}}^2)$.

El modelo es expresado en frecuencia anual, tal que los observables y , π , u y tcn , corresponden al PIB real, la tasa de inflación, la tasa de desempleo, y el tipo de cambio nominal, respectivamente.³⁷ Por su parte, las variables de estado y^c , $\bar{y}$, g y $\bar{u}$ denotan la brecha del producto, el PIB Potencial, la tasa de crecimiento para el PIB Potencial y la tasa natural de desempleo (NAIRU), respectivamente. Al observar el sistema definido por las ecuaciones (1)-(8), es posible apreciar como la estructura del filtro se relaciona con la brecha del producto, la holgura del mercado laboral y los cambios en la inflación. Esta

³⁷ La serie de inflación anual π se construye a partir del IPC sin volátiles. Esta es una medida de exclusión fija, elaborada por el Banco Central de Chile, que excluye las subclases más volátiles en base a una función de pérdida que considera: volatilidad, persistencia, relación con la brecha producto, sesgo y poder predictivo (ver Carlomagno y Sansone, 2019).

especificación constituye una versión simplificada de la propuesta desarrollada por Blagrove et al. (2015).

Respecto a las ecuaciones de medición, la ecuación (1) separa al PIB en sus componentes potencial y cíclica. Se debe señalar que las proyecciones del PIB real efectivo corresponden a las implícitas del Comité de Expertos del PIB Tendencial. La ecuación (2) corresponde a la Curva de Phillips en un modelo de corrección de errores, donde los coeficientes son estimados vía Máxima Verosimilitud (a través de la representación de estado-espacio), y la variable de inflación utilizada corresponde a la variación anual del IPC sin volátiles. Para el tipo de cambio real se asume una reversión a su media de largo plazo, calculada desde 1982 a la fecha, mientras que, para la inflación esperada, esta se revierte gradualmente a la meta de 3% del Banco Central. Para el año corriente se utiliza toda la información disponible del IPC sin volátiles a través de un modelo auxiliar. La ecuación (3) es la Ley de Okun, donde se asume un valor para θ de -0,3 en línea con lo que señala la literatura económica (ver, por ejemplo, Ball et al., 2012). Para el año corriente se utiliza toda la información disponible de la tasa de desempleo a través de un modelo auxiliar. Finalmente, la varianza presente en la ley de Okun se calibra con un valor equivalente a 1%. Las ecuaciones auxiliares y sus determinantes son presentadas en el Anexo 2.

Por su parte, se utiliza un valor de estado estacionario del crecimiento del PIB (g^{ss}) de 1,5%, en línea con las proyecciones de largo plazo de la Dipres para Chile. Por su parte, la tasa de desempleo de largo plazo (u^{ss}) se calibra con un valor de 8,2%, que corresponde al promedio histórico del periodo 2000-2020. Consistente con el cierre de brecha del producto, para los coeficientes que acompañan el rezago se asume un valor de 0,1 para la ecuación de transición (7) y de 0,5 para la ecuación de transición (8). Todas las varianzas de las ecuaciones de transición toman un valor de 1%.

A continuación, en el cuadro A1, se muestra un resumen de los parámetros del modelo de filtro multivariado.

Cuadro A1: Parámetros del modelo de filtro multivariado

Parámetro	Valor
θ	-0,3
g^{ss}	0,015
u^{ss}	0,082
φ	0,5
κ	0,1
ψ	0,5
$\sigma_u^2, \sigma_c^2, \sigma_y^2, \sigma_g^2, \sigma_{\bar{u}}^2$	0,01

Fuente: CFA.

Anexo 2: Ecuaciones auxiliares y sus determinantes para el filtro multivariado

a) IPC sin volátiles

Para el año corriente, se construye una ecuación de corrección de errores para la inflación del IPC sin volátiles que depende de la inflación esperada, el tipo de cambio nominal y los datos efectivos disponibles de inflación sin volátiles a la fecha de estimación del filtro multivariado. Por su parte, para las proyecciones de los años siguientes se utiliza un modelo de corrección de errores para la inflación del IPC sin volátiles que depende la inflación esperada y del tipo de cambio nominal.³⁸

Respecto a las proyecciones de tipo de cambio nominal, para incorporar la información disponible a la fecha para su estimación promedio del año se sigue la siguiente regla³⁹:

$$\overline{tcn}_A = \begin{cases} tcn_M & \text{si } M=1 \\ \alpha \frac{1}{M-1} \sum_{m=1}^{M-1} tcn_m + (1-\alpha)tcn_M & \text{si } M \in \{2, \dots, 12\} \end{cases}$$

Donde A corresponde al año corriente, M es el mes con la última información disponible para el tipo de cambio⁴⁰, m es un índice que itera sobre los meses, tcn es el tipo de cambio nominal y α es igual a $|6 - M|/6.5 + 0.05$.

Para las proyecciones de tipo de cambio posterior al periodo corriente, se utiliza la variación del tipo de cambio real ajustada por el diferencial de inflación esperada de Chile respecto a Estados Unidos, que se asume 1%. Por su parte, el tipo de cambio real se asume que converge en un periodo de 5 años a su promedio histórico (calculado desde 1982 al periodo corriente).⁴¹

Respecto a las proyecciones de la inflación esperada, para incorporar la información disponible a la fecha para la estimación de su promedio del año, se sigue la siguiente regla:

$$\bar{\pi}_A^e = \begin{cases} \pi_M^e & \text{si } M \in \{1, \dots, 6\} \\ \beta \frac{1}{M-1} \sum_{m=1}^{M-1} \pi_m^e + (1-\beta)\pi_M^e & \text{si } M \in \{7, \dots, 12\} \end{cases}$$

³⁸ Los datos efectivos de la inflación se utilizan para capturar toda la información de inflación disponible al momento de efectuar la estimación del filtro.

³⁹ Esta regla fue construida en base a regresiones del tipo de cambio respecto a la información disponible para cada mes.

⁴⁰ Corresponde al tipo de cambio promedio mensual. Si $M = 1$ se utiliza el promedio diario acumulado del mes.

⁴¹ Para la proyección del periodo corriente del tipo de cambio real, se utiliza la estimación del tipo de cambio nominal ajustada por el diferencial de 1% de inflación esperada entre Chile y Estados Unidos.

Donde π^e corresponde a la inflación esperada⁴², y β es igual a $-0,3 + 0,1M$.

Para las proyecciones posteriores al periodo corriente de la inflación esperada, se asume que esta es igual a la meta de inflación del Banco Central de Chile, que es 3%.

b) Tasa de desempleo

En el caso de la proyección de las tasas de desempleo promedio del año corriente se utiliza una regresión donde las variables explicativas corresponden a los datos trimestrales de desempleo, y adicionalmente, al diferencial de dicha variable con respecto a su media móvil en los últimos 4 años. En el caso que no exista información de la tasa de desempleo, se utiliza una regresión similar a la descrita anteriormente, con el último dato de tasas de desempleo disponible.

Respecto a las proyecciones de la tasa desempleo posteriores al año corriente, se asume que estas convergen, en un horizonte de cinco años, al promedio de los último 20 años.

⁴² Se utiliza la inflación esperada a 11 meses de la encuesta de expectativas del Banco Central de Chile.

Anexo 3: Error Cuadrático Medio de las alternativas metodológicas para el cálculo del Precio de Referencia del Cobre (2006-2020)

	Error Cuadrático Medio (t4-t6)	Error Cuadrático Medio (t4-t7)	Error Cuadrático Medio (t4-t8)	Error Cuadrático Medio (t4-t9)	Error Cuadrático Medio (t4-t10)
Metodología actual: promedio recortado 1-10	126,2	117,1	108,6	100,2	94,8
Promedio recortado para cada año 1-10	127,0	117,8	109,3	100,9	95,4
Metodología 15 años-promedio recortado 1-15	131,4	122,2	113,7	105,8	101,0
Metodología 15 años-promedio recortado 6-15	142,2	133,2	124,9	117,6	113,3
Metodología 10 años-promedio recortado 6 a 10	146,9	137,9	129,5	122,2	117,9

Fuente: CFA en base a información de la Dirección de Presupuestos.