



# PIB POTENCIAL Y BRECHAS DE CAPACIDAD

Jorge Fornero - Roberto Zúñiga  
Gerencia de Análisis Macroeconómico<sup>1</sup>  
04 Septiembre 2017

## 1. Introducción

En el IPoM de septiembre 2015 se explicitó la distinción entre los conceptos de PIB tendencial y PIB potencial. El primero corresponde a la capacidad productiva de la economía en ausencia de shocks transitorios y cuando los factores productivos se usan a capacidad normal. Por otra parte, el PIB potencial corresponde al nivel de producto que no genera presiones inflacionarias (Albagli y Naudon, 2015)<sup>2</sup>.

Esta minuta se enfoca en la estimación del PIB potencial, del cual deriva la brecha de producto. Ambas estimaciones constituyen variables relevantes para informar la instancia y evolución del ciclo económico, por lo cual son objeto de evaluación por parte de las autoridades de política. Pero medir el nivel de producto potencial no es tarea fácil, ni existe una única manera de hacerlo, pues en esencia se requiere distinguir los shocks que afectan la capacidad productiva de los shocks de demanda transitorios.

En Albagli *et al.* (2015) se presentaron métodos estadísticos que permiten estimar el producto potencial y la brecha. Empleando estos métodos, en el IPoM de septiembre de 2015 se estimó que el crecimiento potencial durante el primer semestre de 2015 se encontraba en el rango [2.6%; 3.2%], mientras que la brecha al 2015T2 se estimó entre -1.1% y 0.1%. Posteriormente, la revisión de septiembre de 2016 incluyó nuevos antecedentes tanto de crecimiento efectivo menor al previsto y expectativas de mercado de crecimiento de largo plazo más bajas. Adicionalmente, la inflación se encontraba en la parte superior del rango meta debido a la depreciación del tipo de cambio. Con todos estos antecedentes, el crecimiento potencial se revisó a la baja, con una estimación de 2.5% en 2016 y una proyección de 2.8% para el año 2017. En lo que respecta a la actualización que presentamos en esta minuta se consideran los antecedentes acumulados desde Septiembre de 2016: crecimiento menor a lo esperado para 2017, el tipo de cambio se ha estabilizado<sup>3</sup> y la inflación se ha desacelerado alcanzando valores en torno a 2%. En este contexto, las expectativas de crecimiento de los agentes se han revisado a la baja.

En esta minuta se describe el proceso de revisión del producto potencial incorporando los nuevos antecedentes disponibles hasta el cierre del IPoM de septiembre 2017. Los principales resultados son los siguientes:

1. El crecimiento del PIB potencial se revisa a la baja respecto de la estimación de septiembre de 2016. Con ello, el crecimiento del PIB potencial en el segundo

---

<sup>1</sup> Se agradecen los comentarios y sugerencias realizados por Alberto Naudón, Miguel Fuentes, Andrés Gatty, Alfonso Barrero y Camilo Pérez.

<sup>2</sup> Se entenderá en esta minuta que la inflación relevante es la subyacente. Esta correlaciona en los datos con la brecha de PIB resto (valor agregado que excluye los sectores de minería, pesca y EGA).

<sup>3</sup> Los datos considerados en la estimación son hasta el segundo trimestre de 2017.



trimestre de 2017 (2017T2) se encuentra en el rango [2.4% ; 2.6%]. Lo anterior se debe, en parte, a la realización de datos de actividad en el último año más desacelerados y, en parte, a una revisión a la baja en las expectativas de crecimiento de largo plazo.

2. Las brechas de actividad estimadas por los métodos en 2017T2 son negativas y se ubican en el rango [-0.4% ; -1.4%].
3. La proyección de crecimiento potencial se ubica en 2.5% en 2017, en 2.7% en 2018 y convergiendo hacia 3.3% en un horizonte de 5 años.

La sección 2 brevemente describe el contexto macroeconómico reciente. La sección 3 detalla los datos usados y la metodología de estimación del PIB potencial. La sección 4 reporta los resultados. La sección 5 presenta un ejercicio de evaluación de la capacidad predictiva de las brechas de producto que se obtienen a partir de diversos métodos. Por último, la sección 6 concluye.

## 2. Contexto

En esta sección se analiza la evolución de las variables macroeconómicas que se emplean en la estimación del PIB potencial y la brecha de actividad.

La figura 1 ilustra la evolución reciente del tipo de cambio e inflación SAE<sup>4</sup>. Además, con el objeto de dar cuenta de los desvíos entre las proyecciones del Banco en cada trimestre y lo realizado, se incluyen las proyecciones de inflación subyacente desde los IPoM de marzo 2016 a septiembre 2017 y los rangos de crecimiento para el PIB en 2017 en los cuatro IPoM.

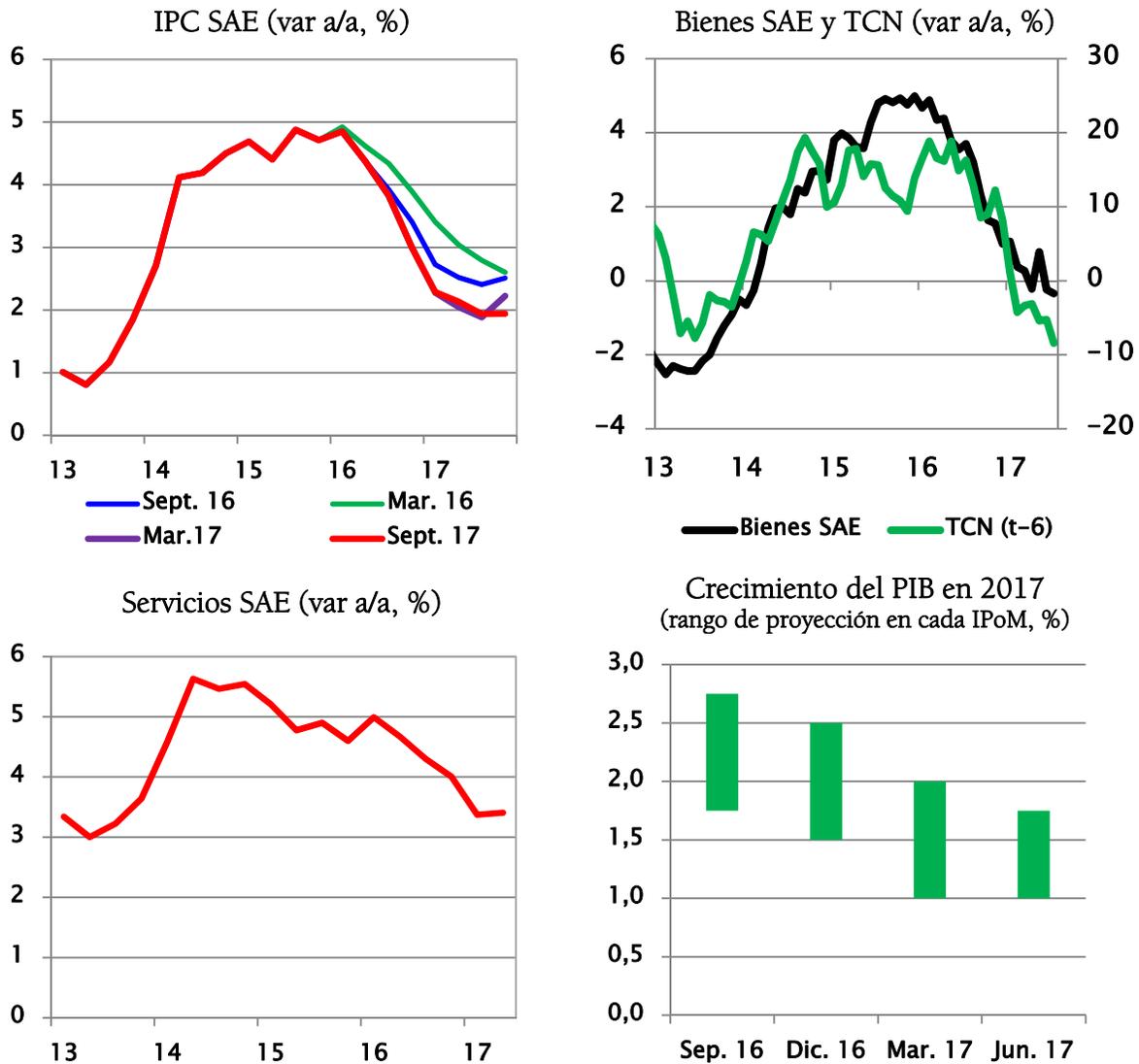
Los gráficos dan cuenta de un contexto macroeconómico que se caracteriza por: (i) una economía que se ha venido desacelerando más allá de lo contemplado en IPoM pasados; (ii) el tipo de cambio se ha estabilizado desde principios de 2016; y (iii) la inflación se ha desacelerado. En particular, al analizar en detalle los componentes de la inflación SAE, se encuentra que el componente bienes ha estado en línea con la evolución del tipo de cambio nominal (TCN). Por su parte, el componente servicios ha seguido una leve tendencia a la baja.

---

<sup>4</sup> La inflación SAE corresponde a la variación del IPC sin alimentos ni energía



Figura 1: Evolución del tipo de cambio, la inflación SAE y el PIB Resto



Fuente: Banco Central de Chile.

Lo anterior es relevante para entender el ajuste de crecimiento potencial y brecha de producto que entregan los filtros estadísticos empleados en la estimación (ver sección 4). En efecto, desde hace un año la inflación se ha desacelerado en un contexto de tipo de cambio estable. Cabe esperar entonces que la brecha, el otro determinante de la inflación en los modelos, no se ajuste mayormente con respecto a lo que se estimó y proyectó hace un año. Lo anterior implica que el crecimiento de PIB potencial se revisaría a la baja tal como lo hacen los datos de crecimiento efectivo, los cuales han sido menores a los esperados, y en consecuencia la brecha cambiaría en menor cuantía.



### 3. Datos y metodología

Los datos de inflación y actividad utilizados en esta minuta son públicos y oficiales (fig.1). La distinción entre componentes SAE bienes y servicios se define en Rubio y Sansone (2015) y ha sido objeto de estudio y análisis previos, por ejemplo, Naudon y Fornero (2016).<sup>5</sup> Finalmente, cuando se menciona la brecha de tasa de desempleo debe entenderse en desvíos de la NAIRU corregida por demografía (ver Barrero y Albagli, 2015).<sup>6</sup>

Todas las series son desestacionalizadas. Cuando no se dispone de la fuente oficial se usan métodos de desestacionalización estándar (X-13). Los datos en nivel se transforman a velocidades trimestrales siguiendo Fuentes, Gredig y Larraín (2008).

Los filtros son métodos estadísticos utilizados para extraer el componente secular o tendencial de una serie temporal y separarla de su ciclo. Por ejemplo, Hodrick y Prescott (1980) propusieron un filtro sencillo, donde la tendencia presenta una sensibilidad a las fluctuaciones a corto plazo que se ajusta con un parámetro. Construyendo sobre lo anterior, Fuentes, Gredig y Larraín (2008) proponen aumentar el filtro con Curvas de Phillips e IS, a fin de identificar un nivel PIB potencial coherente con una brecha que no acelera la inflación.<sup>7</sup> La metodología se describe en Albagli *et al.* (2015, cap. 3) y en adelante se referirá a éste como filtro **trivariado**. Además se usará el filtro **multivariado (FMV)** que incorpora información del mercado laboral mediante una ecuación de Okun y expectativas de mercado de largo plazo a fin de mitigar el problema de final de la muestra común a los filtros (Blagrove *et al.*, 2015). Más detalles se presentan en el anexo A.1.<sup>8</sup>

El PIB potencial y la brecha de producto son insumos en uno de los modelos de proyección de mediano plazo del Banco Central de Chile. Por esta razón, si bien es informativo mirar los resultados que entregan varios modelos o filtros estadísticos, al final es necesario elegir una única medida de potencial y brecha. La medida relevante se obtiene a partir del promedio simple entre los filtros trivariado y FMV. La elección de esta medida se justifica en la evidencia de un mejor desempeño predictivo de la inflación que proporcionan ejercicios recursivos que se hicieron anteriormente (Albagli *et al.*, 2015) y se confirman con evidencia que entregamos más adelante en la sección 5.

---

<sup>5</sup> La inflación SAE servicios incluye: Arriendos, servicios públicos como agua potable, transporte aéreo y terrestre, servicio de telefonía, etc., servicios relacionados con la recreación, servicios médicos, servicios educacionales, servicios relacionados con la alimentación, servicios de reparación y mantenimiento de la vivienda y del automóvil, juegos de azar, servicios personales, gastos financieros, seguros y servicios prestados por profesionales (notarial y otros). La inflación SAE bienes comprende: Bebidas, vino y cervezas, vestuario y calzado, artículos de reparación de la vivienda, artículos de línea blanca del hogar, artículos de limpieza, medicamentos, vehículos nuevos y usados y gastos en bienes asociados, artículos electrónicos del hogar, computadores, bienes de entretenimiento para niños, diarios y otras publicaciones, tabaco y artículos de cuidado e higiene personal.

<sup>6</sup> Recuadros del IPoM de Marzo (III.1) y Septiembre 2015 (V.2) y la minuta anexa al IPoM de marzo 2015, Barrero y Albagli (2015).

<sup>7</sup> Específicamente, los modelos M1 y M3 siguiendo la notación de Fuentes *et al.* (2008).

<sup>8</sup> La muestra usada por el filtro trivariado 1996T1 a 2017T2, mientras que el filtro multivariado usa una muestra coherente con el periodo de metas de inflación (2001T3-2017T2).



## 4. Resultados

En esta sección se reportan las estimaciones del crecimiento de PIB potencial a partir de la última información disponible hasta septiembre de 2017. Luego se presenta la proyección del crecimiento potencial en los próximos años. Por último, se presentan las brechas de capacidad.

### 4.1. Inferencia del PIB resto potencial

La tabla 1 presenta las tasas de crecimiento del PIB potencial estimadas con los filtros trivariado y multivariado así como el promedio simple de ambos filtros. Como referencia comparativa, se reportan las estimaciones realizadas en el IPoM de septiembre 2016. Además, la tabla A2.2 del anexo A2 entrega las estimaciones de los parámetros del FMV.

Tabla 1: Crecimiento del PIB Resto potencial (%)

Periodo	Trivariado			FMV			Promedio		
	Sept. 2016	Sept. 2017	□	Sept. 2016	Sept. 2017	□	Sept. 2016	Sept. 2017	□
2001-05	5.3	5.5	0.2	5.6	6.0	0.4	5.5	5.8	0.3
2006-10	5.1	4.9	-0.2	4.7	4.2	-0.5	4.9	4.6	-0.3
2011-15	3.7	3.7	0.0	3.9	4.1	0.2	3.8	3.9	0.1
2015	2.6	2.5	-0.1	2.5	2.4	-0.1	2.6	2.5	-0.1
2016	2.5	2.3	-0.2	2.5	2.5	0.0	2.5	2.4	-0.1
2017	2.8	2.4	-0.4	2.8	2.6	-0.2	2.8	2.5	-0.3

Nota: Los datos en casillas sombreadas corresponden a proyecciones realizadas en el IPoM Sept. 2016

Fuente: Banco Central de Chile

La evidencia de la tabla 1 revela que ambos modelos revisan el crecimiento potencial a la baja en el periodo más reciente. En los años 2015 y 2016 el crecimiento se reduce 0.1% en promedio. En 2017 el crecimiento del PIB potencial se estima en 2.5%, lo que implica una revisión a la baja de 0.3% con respecto al crecimiento proyectado hace un año.

Se observa que ambos filtros reducen la estimación de crecimiento potencial. Sin embargo, al realizar estimaciones en “cuasi tiempo real”, agregando un dato a la vez y reestimando, la evidencia de las revisiones en el crecimiento marginal revela diferentes ajustes. Así, el filtro trivariado revisa *gradualmente* el crecimiento de PIB potencial a medida que se agregan trimestres de observaciones adicionales (véase figura A2.1 en el anexo A2). En el filtro multivariado, en cambio, nuevas observaciones producen cambios pequeños, sugiriendo que es más robusto. Sin embargo, como el filtro multivariado observa datos de expectativas de mercado para crecimiento e inflación de largo plazo, y estas sí se han revisado a la baja en el último año, el tamaño de la corrección crecimiento del PIB potencial se constata cuando se incluyen las nuevas expectativas (ver figura A2.1).<sup>9 10</sup>

<sup>9</sup> Global Consensus Forecasts actualiza anualmente las expectativas de crecimiento e inflación.

<sup>10</sup> Véase la tabla A2.2 en el anexo A2.



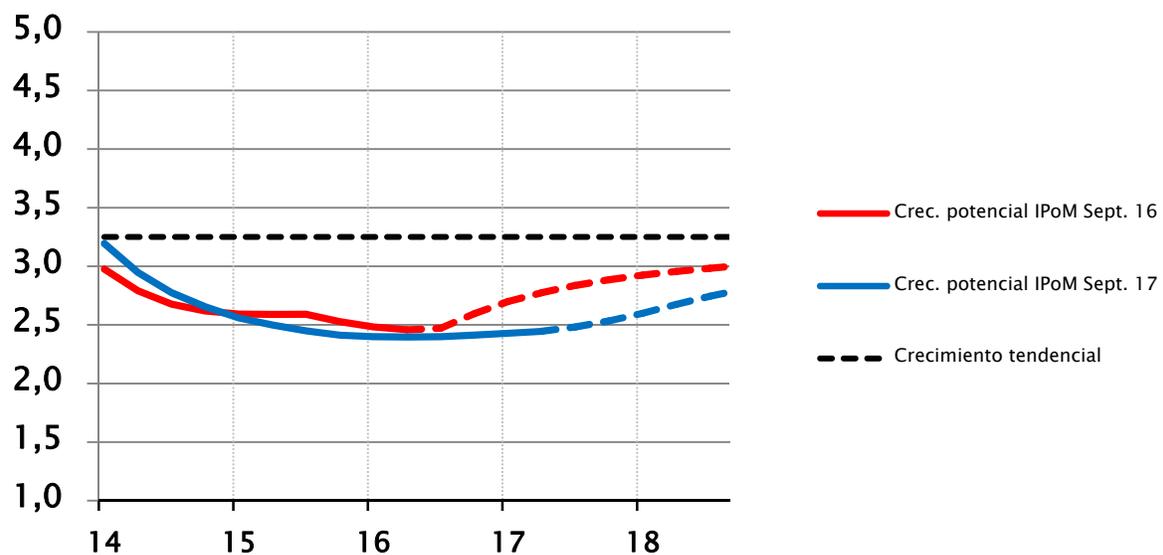
## 4.2. Proyección del PIB resto potencial

En la sección anterior se estimó el nivel de PIB resto potencial hasta el segundo trimestre de 2017 y su tasa de crecimiento que es menor que el crecimiento del PIB tendencial. Por otro lado, se espera que en el futuro, una vez que se disipen los shocks, la tasa de crecimiento de PIB resto potencial y tendencial sean similares. Ello porque, como se explicó en la introducción, el PIB tendencial proporciona el ancla de crecimiento de largo plazo. La dinámica de convergencia gradual en tasas de crecimiento del potencial al tendencial se calcula mediante la ecuación de crecimiento del potencial estimada con el FMV (ver ecuaciones (5) en el anexo A1.2, con parámetros estimados reportados en anexo A2.1).<sup>11</sup>

La figura 2 ilustra el crecimiento potencial estimado y su proyección hacia el año 2018. En comparación con la proyección del IPoM de septiembre 2016, la actual presupuesta la misma recuperación aunque se produce más lentamente.

En consecuencia, como se muestra en la tabla 2, el crecimiento potencial se corrige en -0.3% aproximadamente en 2017-18.

Figura 2: Proyección PIB resto potencial (crec. a/a, %)



<sup>11</sup> El FMV estima una tasa de crecimiento del PIB potencial de muy largo plazo cercana a la tasa de crecimiento de PIB resto tendencial de 3.4% para el promedio 2017-26 (ver Tabla V.1 IPoM de septiembre 2017). La velocidad de convergencia del crecimiento potencial es estimada.



Tabla 2: Estimaciones de crecimiento potencial y brecha de producto

Periodo	PIB Resto		Potencial		Brecha	
	Sept.16	Sep.17	Sept.1 6	Sep.17	Sept.16	Sep.17
2016	2.0	2.1	2.5	2.4	-0.5	-0.2
2017	2.0	1.3	2.8	2.5	-1.3	-1.2
2018	3.1	2.6	3.0	2.7	-1.2	-1.5

Notas: Las columnas "sept.16" corresponde a proyecciones del IPoM de septiembre 2016. Similarmente, las columnas "sept.17" se refieren al IPoM de septiembre de 2017. Fuente: Banco Central de Chile..

### 4.3. Brecha de producto

#### 4.3.1. Metodología base

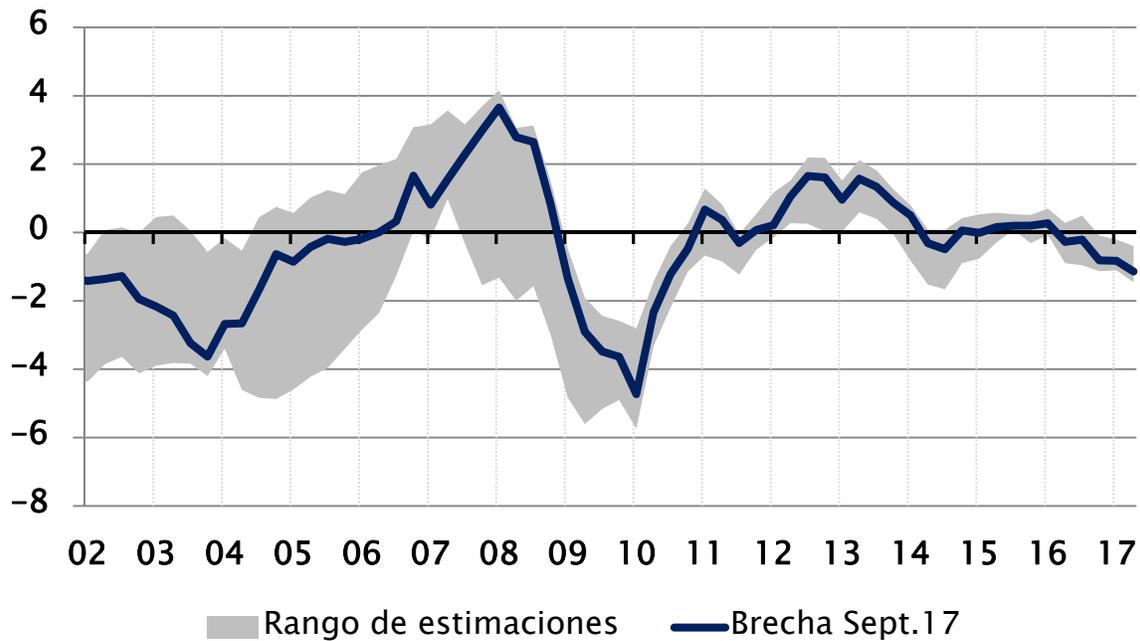
La brecha se calcula como la diferencia logarítmica expresada en porcentaje entre PIB resto efectivo desestacionalizado y el PIB potencial promedio entre los filtros trivariado y multivariado (ver penúltima columna de tabla 1). La figura 3 muestra que todos los métodos entregan brechas negativas en 2017T2. En particular, la estimación central de brecha de producto es -1.2% y se sitúa dentro de un rango de estimaciones alternativas indicadas por el área sombreada (Anexo A.1). Al comparar la estimación de PIB potencial realizada el año anterior y la actual (ver tabla 2) se desprende que el nivel promedio de la brecha en 2017 es similar al que se proyectaba un año atrás.

La referencia al área gris también sugiere que las brechas se estiman con incertidumbre que ser reevalúa en cada periodo. En particular, este rango alcanza una amplitud de 5% en los años 2004 y 2005. Mientras que, en lo más reciente esta amplitud se ha reducido alcanzando en lo que va de 2017 discrepancias entre -1.4% y -0.4% dependiendo del método.

Desde una perspectiva más larga, la brecha promedio y el rango de estimaciones indican que las holguras de capacidad han aumentado. Sin embargo, en términos de nivel todavía se encuentra por sobre el episodio de bajo crecimiento de comienzos de los años 2000.



Figura 3: Brecha de producto (%)



Nota: El área gris indica el rango de estimaciones de brechas obtenidas por los métodos trivariado, multivariado, HP, SVAR, MEP y SSA. Estos métodos se describen en el anexo A.1.  
Fuente: Banco Central de Chile

## 5. Evaluación de la capacidad predictiva de las brechas

Esta sección analiza el desempeño de las brechas obtenidas con varios métodos para predecir la inflación a distintos horizontes de proyección. El objetivo es corroborar si es conveniente proyectar la inflación a partir de una brecha en particular o de una combinación (óptima) de ellas. Para ello, se actualiza el ejercicio predictivo presentado en Albagli *et al.* (2015, cap.3) que utilizan curvas de Phillips estilizadas del tipo:

$$(1) \quad \pi_{t+h} = c + \sum_{p=1}^4 \alpha_p^{\pi} \pi_{t-p} + \beta y_{t-1} + \gamma \Delta TCR_{t-1} + e_t, \quad e_t \sim N(0, \sigma_e^2),$$

las que se estiman con varios índices agregados de inflación utilizando métodos econométricos estándar (IPC, IPC SAE e IPC SAE Servicios, donde  $\pi$  es la variación interanual de cada índice). El ejercicio consiste en estimar (1) recursivamente con ventanas incrementales y proyectar la inflación. Nótese que las brechas provienen de estimaciones en cuasi-tiempo real.<sup>12</sup>

Se estima (1) usando brechas generadas con los siguientes filtros: HP, trivariado, multivariado, SSA y la brecha que se obtiene a partir de un VAR estructural como el de

<sup>12</sup> En la sección 4.1. se entregó evidencia de que los filtros revisan la historia de crecimiento de PIB potencial y la brecha. Así, cada método produce una brecha para cada submuestra específica (los datos se organizan en una matriz donde las filas indican el periodo temporal de la submuestra y habrá tantas columnas como estimaciones se contemplen). Una vez generadas las 6 matrices (una por cada método), se estiman parámetros de (1) y se proyecta.



Blanchard y Quah (1989). Estos métodos se describen en el anexo A1 y las brechas resultantes se muestran en la figura A1.1. Además se incluye como *benchmark* un modelo AR(4) de la inflación (es decir, imponiendo la restricción  $\beta = \gamma = 0$  en la ecuación (1)). Respecto del FMV, se incluyen dos especificaciones, la primera es la estándar que se presentó en Albagli *et al.* (2015) y la segunda, en lugar de observar la inflación SAE total, incluye la inflación SAE de componentes servicios.

La tabla 3 (panel superior) muestra la raíz del error cuadrático medio (RECM) que se obtiene de comparar la inflación efectiva respecto a su pronóstico realizado en cuasi-tiempo real. Cuando se emplea la medida IPC SAE, los resultados entregan una leve ventaja para el filtro trivariado en los horizontes de 2 y 4 trimestres, mientras que ambas versiones de FMV tienen rendimientos aceptables. Para la inflación total, se encuentra que las brechas obtenidas de los filtros trivariado y FMV presentan mejor poder predictivo. Hay una leve mejora en la RECM si usamos la versión del FMV que utiliza la inflación SAE con componentes de servicios.

Tabla 3: Proyección inflación fuera muestra (ejercicio cuasi-tiempo real)

	Raíz del Error Cuadrático Medio (RECM)											
	IPC				IPC SAE				IPC SAE Servicios			
	h=1	h=2	h=4	h=8	h=1	h=2	h=4	h=8	h=1	h=2	h=4	h=8
AR(4)	1.05	1.84	2.76	2.61	0.73	1.27	1.96	1.95	0.88	1.20	1.66	1.58
HP	1.04	1.68	2.50	2.87	0.80	1.25	1.92	2.03	0.97	1.27	1.83	1.73
Trivariado	1.01	1.59	2.39	2.90	0.77	1.16	1.77	2.02	0.95	1.24	1.76	1.74
FMV	1.01	1.65	2.56	2.97	0.76	1.19	1.94	2.02	0.91	1.16	1.57	1.75
FMV (SAE Ss)	0.98	1.61	2.42	2.98	0.75	1.20	1.86	2.16	0.89	1.13	1.51	1.76
SVAR	1.06	1.77	2.85	3.08	0.75	1.23	1.99	1.88	0.89	1.20	1.72	1.71
SSA	1.22	2.09	3.07	2.93	0.91	1.52	2.28	2.02	1.03	1.43	1.95	1.67
PROM. POND.	0.97	1.51	2.13	2.84	0.72	1.12	1.71	1.86	0.85	1.08	1.45	1.57

	Ponderación Óptima											
	IPC				IPC SAE				IPC SAE Servicios			
	h=1	h=2	h=4	h=8	h=1	h=2	h=4	h=8	h=1	h=2	h=4	h=8
HP	0.00	0.00	0.00	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Trivariado	0.19	0.53	0.52	0.00	0.00	0.69	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FMV	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FMV (SAE Ss)	0.67	0.24	0.18	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.56	0.66	0.73	0.00
SVAR	0.14	0.23	0.30	0.06	0.54	0.31	0.25	0.79	0.44	0.34	0.27	0.43
SSA	0.00	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.00	0.57
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Notas: La muestra de evaluación es 2007T1–2017T2.



Los resultados confirman los hallazgos de Albagli *et al.* (2015, cap.3): una manera de mejorar el pronóstico de inflación es hacer un promedio de brechas utilizando la metodología de Granger y Ramanathan (1984).<sup>13</sup> Esta metodología pondera cada brecha individual de acuerdo a su desempeño predictivo, aprovechando la información contenida en la estructura de covarianzas entre errores predictivos. Los resultados son interesantes — como muestra la última fila del panel superior— la RECM del promedio óptimo de brechas es sistemáticamente menor que las RECM de las brechas particulares.

El panel inferior de la figura 3 reporta cuáles son las ponderaciones asignadas a los distintos métodos coherentes con el ponderado óptimo. Cabe recalcar que, dado que este ejercicio considera tres definiciones de inflación y cuatro horizontes distintos (1, 2, 4 y 8 trimestres), existen doce promedios óptimos, uno para cada combinación de inflación/horizonte. En términos generales, al proyectar las tres medidas de inflación, a varios horizontes, el FMV que observa la inflación SAE Ss domina al FMV estándar --esto no era tan notorio al examinar las RECM (panel superior de Tabla 3). Por otra parte, el filtro trivariado tiene mayor ponderación al proyectar la inflación SAE total. Por esta razón, ambos métodos (FMV SAE Ss y trivariado) se promedian para obtener la brecha relevante.

## 6. Conclusiones

En esta minuta se ha descrito la revisión del PIB potencial realizada en el IPoM de septiembre 2017. Los dos métodos empleados, el filtro trivariado y el filtro multivariado, indican una disminución del crecimiento potencial con respecto a lo estimado hace un año. La proyección de crecimiento potencial se ubica en 2.6% en el bienio 2017-18. En cuanto a la brecha de actividad, se estima que en promedio llegará a -1,3% en dicho bienio.

---

<sup>13</sup> Los detalles de éste ejercicio se discuten en el Anexo A.3.



## Referencias

- Albagli E. y Naudon, A. (2015), “¿De qué hablamos cuando hablamos de producto potencial?” Minuta BCCh
- Albagli E., Fornero, J., Gatty, A., Kirchner, M., Luttini, E., Naudon, A., Tramamil, R. y Yany, A. (2015), “Producto Potencial Relevante para la Inflación.” Minuta BCCh.
- Banco Central de Chile (2003), “Modelos Macroeconómicos y proyecciones del Banco Central de Chile”.
- Barrero A. y E. Albagli (2015), “Tasa de Desempleo y Cambios Demográficos en Chile” Minuta anexa IPoM Marzo 2015. Mimeo. BCCh.
- Blanchard, O. y Quah, D. (1989), “The Dynamic Effects Of Aggregate Demand And Supply Disturbances”. The American Economic Review 79.4, p. 655.
- Blagrave, P., R. Garcia-Saltos, y F. Zhang (2015): “A Simple Multivariate Filter for Estimating Potential Output,” IMF Working Paper WP/15/79
- Carvalho, M., Rua, A., (2016), “Real-time nowcasting the US output gap: Singular spectrum analysis at work” International Journal of Forecasting.
- Christiano, L y Fitzgerald, T. (2003), “The band pass filter.” International economic review 44.2, pages 435-465.
- Contreras G. y Luttini, E. (2016), “Inversión y crecimiento tendencial de mediano plazo en Chile.” Minuta BCCh.
- Fornero J. y Naudon A. (2016), “Proyección de la inflación en Chile: una visión sectorial,” Journal Economía Chilena (The Chilean Economy), Central Bank of Chile, vol. 19(1), pages 04-19, Abril.
- Fuentes R., Gredig F. y M. Larrain (2008), “La brecha de Producto en Chile: medición y evaluación”, Journal Economía Chilena (The Chilean Economy), Central Bank of Chile, vol. 11(2), pages 7-30, Agosto.
- Hodrick, R. y E. Prescott, “Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation,” Carnegie Mellon University discussion paper no. 451 (1980).
- Granger, C. y Ramanathan, R. (1984). “Improved methods of combining forecasts.” Journal of forecasting, 3(2), pages 197-204.
- Rubio H. y A. Sansone (2015), “Empalme IPC sin Alimento ni Energía”, Serie de Estudios Estadísticos y Económicos Número 111, BCCh.



## Anexo A1: Métodos de estimación del PIB potencial

El PIB potencial es estimado a partir de dos filtros estadísticos, los cuales se describen brevemente en esta sección. Más detalles ver Albagli *et al.* (2015).

### A1.1. Filtro Trivariado

Este método sigue la metodología de Fuentes, Gredig y Larrain (2008). El filtro trivariado (HP+CP+IS) incorpora las siguientes cuatro ecuaciones:

#### **Filtro HP**

$$Y_t = y_t + \bar{Y}_t, \quad (1)$$

donde  $\bar{Y}_t = \bar{Y}_{t-1} + G_{t-1}$ ,  $G_t = G_{t-1} + \epsilon_t^G$ ,  $y_t = \epsilon_t^y$

#### **Curva de Phillips (CP)**

$$\pi_t = \sum_{p=1..4} \alpha^\pi \pi_{t-p} + \alpha^y y_{t-1} + \alpha^{tcr} tcr_{t-1} + \epsilon_t^\pi \quad (2)$$

#### **Curva IS**

$$y_t = \beta^y y_{t-1} + \beta^r (r_{t-1} - \bar{r}_{t-1}) \quad (3)$$

#### **Tasa de interés real neutral (TIRN)**

$$\bar{r}_t = c_{pot} G_t + \epsilon_t^r \quad (4)$$

La primera ecuación describe la representación estado-espacio de un filtro HP para el producto potencial ( $\bar{Y}$ ). Además define la brecha de producto ( $y$ ). La segunda ecuación describe la Curva de la Phillips, en la cual la inflación<sup>14</sup> depende de sus propios rezagos, de la brecha de producto y del tipo de cambio real ( $tcr$ ). La tercera ecuación es una curva IS en la que la brecha de actividad depende de la tasa real  $r$  en relación al nivel de tasa neutral  $\bar{r}$ . Por último, la cuarta ecuación describe la relación entre la tasa neutral y el crecimiento potencial.

### A1.2. Filtro Multivariado (FMV)

Este método se basa en el modelo propuesto por (Blaggrave *et al.*, 2015). El filtro multivariado es un modelo semi-estructural, cuyas principales ecuaciones son las siguientes:

<sup>14</sup> En la ecuación (2) el término  $\pi_t$  corresponde a la inflación SAE menos la meta de inflación de 3%.



### Producto potencial y brecha

$$\begin{aligned}
 y_t &= Y_t - \bar{Y}_t & (5) \\
 y_t &= \phi y_{t-1} + \epsilon_t^y \\
 \bar{Y}_t &= \bar{Y}_{t-1} + G_{t-1} + \epsilon_t^{\bar{Y}} \\
 G_t &= \theta G^{SS} + (1 - \theta)G_{t-1} + \epsilon_t^G
 \end{aligned}$$

### Curva de Phillips (CP)

$$\pi_t = \tilde{\beta} \cdot [E_t \pi_{t+1}, \pi_{t-1}, y_t, tcr_t]' + \epsilon_t^\pi \quad (6)$$

### Ley de Okun

$$\begin{aligned}
 u_t &= U_t - \bar{U}_t & (7) \\
 u_t &= \tau_2 u_{t-1} - \tau_1 y_t + \epsilon_t^u
 \end{aligned}$$

La ecuación (5) describe la evolución del producto potencial y la brecha. Cabe destacar que en este modelo se supone que el crecimiento potencial converge a un estado estacionario constante ( $G^{SS}$ ) y que, a diferencia del filtro Tri-variado, se permite autocorrelación en la brecha. La ecuación (6) describe la dinámica de la inflación a través de una Curva de Phillips que incluye en particular expectativas de inflación. Por último, la ecuación (7) define la brecha de la tasa de desempleo ( $u$ ) como el desvío de la tasa observada ( $U$ ) respecto a la tasa NAIRU ( $\bar{U}$ ). Luego se relaciona esta brecha de desempleo con la brecha de actividad mediante una Ley de Okun.

El FMV además incorpora ecuaciones que relacionan las proyecciones de inflación y crecimiento del modelo con las expectativas observadas. Para esto se emplean las proyecciones de mediano y largo plazo de *Consensus Forecasts*. Estos ajustes permiten reducir el sesgo de final de la muestra de la estimación.

## Otros métodos alternativos

### A1.3. VAR estructural (SVAR)

El método de vectores auto-regresivos estructural (SVAR) de Blanchard y Quah (1989) identifica dos tipos de shocks: (i) los que tienen efectos solamente temporales en el nivel de producto y desempleo, denominados *shocks* de demanda ( $\epsilon_t^d$ ) y (ii) los que tienen efectos permanentes en el producto (pero temporales en el desempleo), denominados *shocks* de oferta ( $\epsilon_t^s$ ).

$$x_t = \sum_{i=0}^{\infty} A_i \epsilon_{t-i}, \quad x_t = [\Delta Y_t \ U_t]', \quad \epsilon_t = [\epsilon_t^s \ \epsilon_t^d]'$$

El producto potencial en este modelo es el efecto acumulado de todos los *shocks* de oferta:



$$\Delta \bar{Y}_t = \sum_{i=0}^{\infty} A_i(1,1) \epsilon^s_{t-i}, \quad \Delta y_t = \sum_{i=0}^{\infty} A_i(1,2) \epsilon^d_{t-i}. \quad (8)$$

#### A1.4. Extensión Modelo Estructural de Proyección (MEP)

El MEP (BCCh, 2003) es uno de los modelos macroeconómicos de utilizados por el Banco. Este modelo se extiende con ecuaciones de medición de expectativas análogas a las del FMV. Ambos modelos comparten la dinámica del producto potencial y la inclusión de expectativas de crecimiento e inflación, pero se diferencian en otros aspectos fundamentales. En el FMV la brecha sigue un proceso AR(1), mientras que en MEP la brecha se explica por medio de una Curva IS que incluye la tasa real (en desvío respecto a la TIRN), la brecha de producto de socios comerciales, el precio del petróleo, el tipo de cambio real y los términos de intercambios sin cobre, además de términos autoregresivos. Además, el modelo cuenta con una relación de paridad descubierta (UIP), una Curva de Phillips y una regla de Taylor, entre otras ecuaciones.

#### A1.5 *Singular Spectrum Analysis* (SSA)

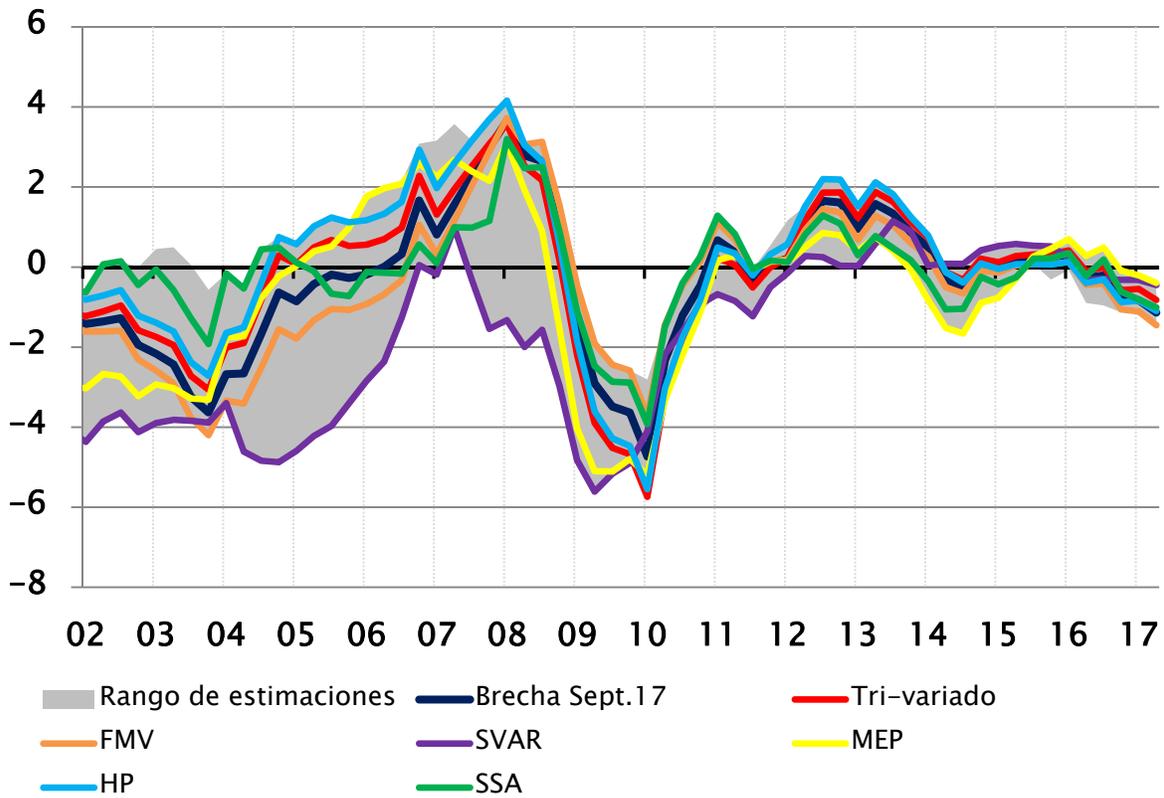
Carvalho y Rua (2016) proponen un enfoque para estimar la brecha de producto basado en *Singular Spectrum Analysis*. Esta metodología entrega estimaciones de la brecha en tiempo real más robustas que otros métodos como el filtro HP o el *band-pass filter*. En este método la serie de PIB se descompone en valores singulares, luego se retienen solo ciertos componentes de esta descomposición y finalmente la serie se reconstruye, excluyendo aquellos componentes que no se relacionan con el ciclo económico.



## Resumen de las brechas

Las brechas de producto obtenidas por los métodos descritos se muestran en la siguiente figura:

Figura A1.1: Brecha de Producto en todos los métodos (%)





## Anexo A2: Tablas y Figuras adicionales

Tabla A2.1: Parámetros estimados en el FMV

<b>Parámetro</b>		<b>2016</b>	<b>2017</b>
$\theta$	Vel. Ajuste crecimiento potencial	0.068	0.099
$G^{SS}$	Crec. largo plazo (a/a)	0.037	0.033
$\phi$	Coef. AR(1) brecha PIB resto	0.709	0.782
$\lambda$	Grado indexación IPC	0.161	0.229
$\kappa$	Elast. IPC a brecha	0.056	0.032
$\gamma$	Elast. IPC a TCR	0.016	0.009
$\tau_5$	Coef. AR(1) TCR	0.636	0.654
$\tau_2$	Coef. AR(1) desempleo	0.501	0.520
$\tau_1$	Elast. Desempleo a PIB	0.029	0.026
$U^{SS}$	Desempleo largo plazo	0.081	0.081

Tabla A2.2: Expectativas de crecimiento e inflación en Chile

<b>Inflación</b>	<b>Sept. 2016</b>	<b>Sept. 2017</b>	<b>Revisión</b>
Año t (en curso)	3.5	2.9	-0.6
Año t+1 (siguiente)	3.0	3.0	0.0
Fuente	CF junio 2016	CF junio 2017	

<b>PIB</b>	<b>Sept. 2016</b>	<b>Sept. 2017</b>	<b>Revisión</b>
Año t+1 (siguiente)	2.4	2.1	-0.3
Año t+2	3.1	2.8	-0.3
Año t+3	3.3	3.1	-0.2
Año t+4	3.4	3.3	-0.1
Año t+5	3.5	3.4	-0.1
Promedio años t+6 ... t+10	3.4	3.5	0.1
Fuente	Global CF Oct. 2015	Global CF Oct. 2016	



Figura A2.1: Estimaciones de crecimiento potencial (crec. a/a, %)  
Filtro Trivariado Filtro Multivariado

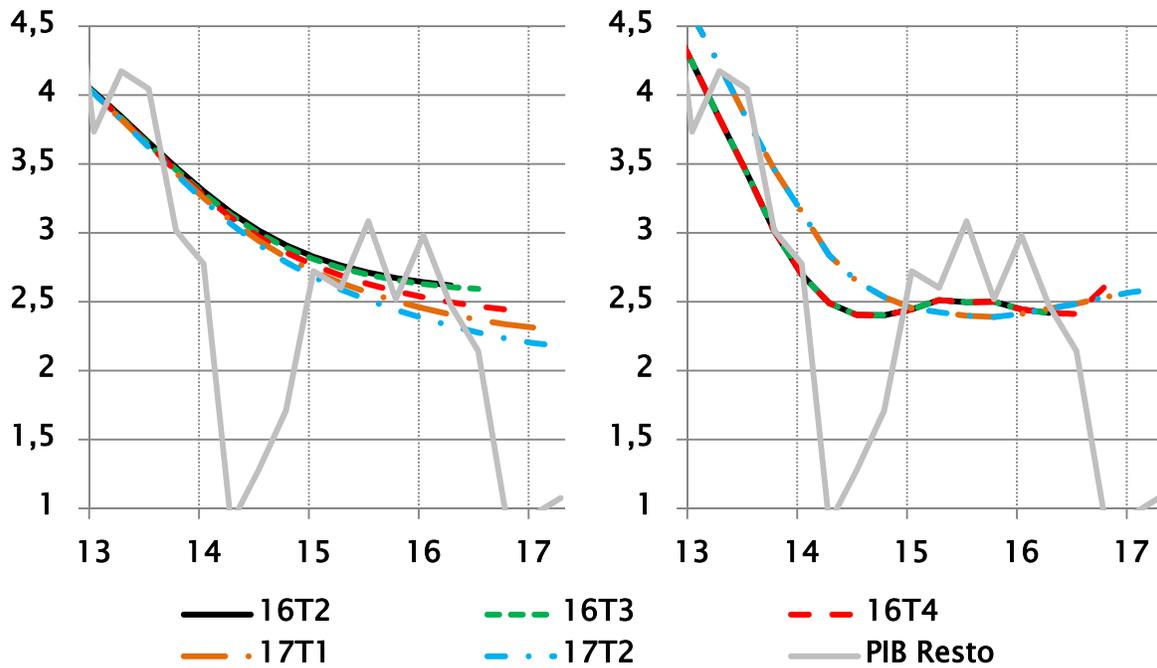
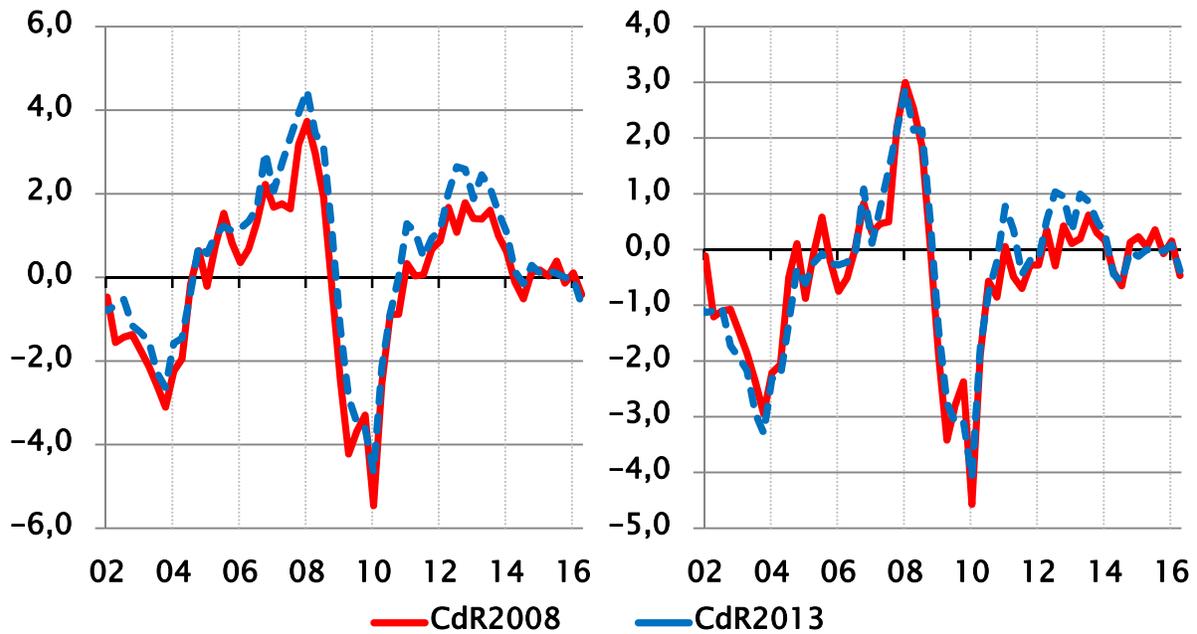


Figura A2.2: Cambio en la CdR e inferencia de la brecha (%)  
Filtro Trivariado Filtro Multivariado



Anexo A3: Cálculo de promedio óptimo de modelos



La combinación óptima de modelos para la proyección de inflación fuera de muestra se basa en el método de Granger y Ramanathan (1984). En este se asigna ponderaciones óptimas a cada pronóstico a partir de la minimización de la forma cuadrática (A5.1) sujeto a la restricción que los elementos del vector  $w^h$  sumen uno,

$$(A3.1) \text{Min}_w w^{h'} \Omega^h w^h$$

$$\text{Sujeto a: } \sum_{m=1}^M w^h(m) = 1 \quad ; \quad 0 \leq w^h(m) \leq 1$$

En este caso,  $\Omega^h$  se refiere a la matriz de covarianza de los errores de predicción de cada modelo ( $h$  pasos hacia delante), y  $w^h(m)$  es la ponderación óptima para el caso del horizonte  $h$  de cada modelo ( $m$ ) de curva de Phillips.

$$\hat{\pi}_{t+h|t}^{COM} = \sum_{m=1}^M w^h(m) \cdot \hat{\pi}_{t+h|t}^{m,CP}$$

Donde,  $\hat{\pi}_{t+h|t}^{COM}$  es el pronóstico que resulta de combinar óptimamente los pronósticos de cada curva de Phillips para el modelo  $m$ .

Las ponderaciones óptimas se hicieron a partir de los errores de proyección estimados del 2007.I–2017.II. Con esas ponderaciones se realizaron los pronósticos combinados para el mismo horizonte, cuyos RECM se reportan en la última fila de la tabla 3 del texto principal.