

Krysa, Ariel; Lanteri, Luis N.

## Working Paper

Estimación del producto potencial y de la brecha del producto, para Argentina: Aproximaciones a partir de un filtro ultivariado y del método de la función de producción

Economic Research Working Papers, No. 80

## Provided in Cooperation with:

Economic Research Department (ie), Central Bank of Argentina

*Suggested Citation:* Krysa, Ariel; Lanteri, Luis N. (2018) : Estimación del producto potencial y de la brecha del producto, para Argentina: Aproximaciones a partir de un filtro ultivariado y del método de la función de producción, Economic Research Working Papers, No. 80, Banco Central de la República Argentina (BCRA), Investigaciones Económicas (ie), Buenos Aires

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/202489>

### Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

### Terms of use:

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

Investigaciones Económicas  
Documentos de trabajo | 2018  
N° 80



*ie* | BCRA  
INVESTIGACIONES ECONÓMICAS

# Investigaciones Económicas

## Documentos de trabajo | 2018

### N° 80

#### ***Estimación del producto potencial y de la brecha del producto, para Argentina: aproximaciones a partir de un filtro ultivariado y del método de la función de producción***

Ariel Krysa  
Luis Lanteri  
*Banco Central de la República Argentina*

Agosto de 2018



*ie* | BCRA  
INVESTIGACIONES ECONÓMICAS

Documentos de trabajo, N° 80

***Estimación del producto potencial y de la brecha del producto,  
para Argentina: aproximaciones a partir de un filtro ultivariado  
y del método de la función de producción***

Ariel Krysa  
Luis Lanteri  
*Banco Central de la República Argentina*

Agosto de 2018

Agosto de 2018  
ISSN 1850-3977  
*Edición electrónica*

Reconquista 266, C1003ABF  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina  
Teléfono | 54 11 4348-3582  
Correo electrónico | [investig@bcra.gob.ar](mailto:investig@bcra.gob.ar)  
Página web | [www.bcra.gob.ar](http://www.bcra.gob.ar)

Las opiniones vertidas en este trabajo son exclusiva responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente la posición del Banco Central de la República Argentina. La serie **Documentos de trabajo** está compuesta por material preliminar que se hace circular con el propósito de estimular el debate académico y recibir comentarios. Toda referencia que desee efectuarse a estos Documentos deberá contar con la autorización del o los autores.

# Resumen no técnico

## Pregunta de la investigación

Tener una percepción acertada de las condiciones cíclicas de la economía es crucial para las decisiones de política monetaria. Un indicador relevante en ese sentido es la brecha de producto (diferencia entre el PIB real observado y el producto potencial). El objetivo del presente trabajo es generar estimaciones de dicha variable (y del producto potencial) en base a diversas técnicas.

## Contribución

Se implementan tres metodologías para producir estimaciones trimestrales del producto potencial en Argentina para el intervalo 1993T1-2018T1. La primera consiste en un filtro semi-estructural multivariado, estimado por técnicas bayesianas y basado en Benes et al. (2010). La segunda engloba un conjunto de filtros univariados: Hodrick-Prescott, Baxter-King y Christiano-Fitzgerald. En tercer lugar, se aplica el método de la función de producción, que se basa en Escudé et al. (2004) e incorpora nuevas estimaciones del stock de capital y un índice de calidad de la mano de obra. Mientras que las primeras dos metodologías se pueden vincular con el concepto de producto potencial consistente con una inflación estable, la tercera suele emplearse para el análisis del comportamiento del producto en el largo plazo. En este sentido, el trabajo se completa con un ejercicio aproximativo de contabilidad del crecimiento. Debido a la naturaleza inobservable del producto potencial y la incerteza y supuestos involucrados en las metodologías abordadas, las estimaciones deben ser tomadas en cuenta con recaudo.

## Resultados

La estimación del producto potencial y la brecha del producto por los filtros univariados y el modelo semi-estructural se presentan robustos entre sí. Así también, la estimación por el filtro multivariado permite adicionalmente obtener conclusiones respecto a los parámetros estimados en la curva de Phillips híbrida incluida en el modelo. En particular, el coeficiente asociado al tipo de cambio real resulta mayor a la brecha de producto, a la vez que el parámetro *forward-looking* resulta mayor al *backward-looking*. En cuanto al método de la función de producción, la estimación de un crecimiento potencial negativo en 1998-2002 evidencia los notables desequilibrios económicos existentes durante la crisis del fin de la convertibilidad. Finalmente, los resultados de la contabilidad del crecimiento sugieren que los períodos de aumento del PIB en Argentina se asocian con diferentes factores productivos. En 1993-1997 y 2016-2017, habría sido inducido por el factor capital, mientras que en 2003-2008 y 2009-2011, la contribución del trabajo habría sido preponderante. En tanto, durante el período 2012-2015, el residuo sería el principal impulsor, seguido por el factor trabajo.

Estimación del producto potencial y de la brecha del producto, para  
Argentina: aproximaciones a partir de un filtro multivariado y del método  
de la función de producción

Ariel Krysa<sup>1</sup>

Luis Lanteri<sup>2</sup>

Primera versión: Julio de 2018

**Resumen**

En este trabajo, se presentan y se implementan tres metodologías para la estimación del producto potencial y la brecha de producto en Argentina, en el período 1993T1-2018T1. La primera descansa en la estimación, por técnicas bayesianas, de un filtro semi-estructural multivariado basado en el estudio de Benes et al. (2010). En segundo lugar, se realiza el cálculo por medio de filtros univariados: el Hodrick Prescott y dos versiones del Band Pass en el dominio de la frecuencia (Baxter-King y Christiano-Fitzgerald). Las estimaciones señaladas hacen hincapié en el comportamiento cíclico del producto, de corto plazo, consistente con una tasa de inflación estable. Así también, se elabora una estimación a través del método función de producción, perspectiva que resulta más apropiada para el análisis del uso de los factores productivos en un horizonte de largo plazo. Con este último objetivo, se practica un ejercicio de contabilidad del crecimiento. Los resultados de las distintas metodologías para la estimación del producto potencial muestran robustez entre sí y permiten dar cuenta de algunos hechos estilizados de la literatura económica sobre el período de análisis.

**Palabras clave: producto potencial, brecha del producto, filtro multivariado, función de producción.**

**Códigos JEL: C32, E13, E30, E52, O40**

---

<sup>1</sup> E-mail: ariel.krysa@bcra.gob.ar

<sup>2</sup> Los autores agradecen los valiosos aportes y sugerencias de Emilio Colombi, Laura D'Amato, Javier García Cicco y Luis Libonatti a lo largo de la investigación. Sin embargo, todos los errores y omisiones de la publicación son exclusiva responsabilidad de los autores.

## 1. Introducción

El análisis de la dinámica del producto potencial y de la brecha del producto (la diferencia entre el producto observado y el potencial) constituye una herramienta informativa acerca de las condiciones cíclicas de la economía y de la posible presencia de presiones tanto inflacionarias, como deflacionarias. Por este motivo, es ampliamente difundida entre organismos internacionales y gubernamentales, y bancos centrales. Así, las autoridades monetarias –y especialmente las que siguen metas de inflación– suelen contar, en adición a las proyecciones de inflación, con estimaciones del producto potencial que se incorporan como insumos para la toma de decisiones de la política monetaria. En este contexto se enmarca el presente trabajo, que realiza un ejercicio de contabilidad del crecimiento y desarrolla estimaciones de producto potencial y brecha de producto.

El seguimiento, la definición y la estimación de estas variables, que no son observables, es un tema de constante discusión y controversia. Por un lado, la ambigüedad e incerteza de las tasas naturales (ya sea de producto, empleo, desempleo o interés) es una problemática que tiene larga historia y ha sido estudiada por una amplia literatura. A propósito, los datos suelen estar sujetos a constantes revisiones (se incorpora nueva información disponible, se implementan mejoras metodológicas y se reestiman los factores estacionales), lo cual puede conllevar a imprecisiones en la estimación en tiempo real y, por ello, en la toma de decisiones de política (Orphanides y Williams, 2002). En segundo lugar, la robustez puede verse afectada por el problema de sesgo de final de muestra, es decir, la sensibilidad de la estimación del producto potencial a los últimos datos. Para aliviar esta cuestión y brindarle un sendero futuro a la variable, se suelen incorporar en las estimaciones pronósticos por fuera de la muestra.

En cuanto a la definición del producto potencial, se registran diversas variantes, aunque con ciertos puntos en común. En la mayoría de las visiones se encuentran presentes las nociones de “capacidad” y de “sostenibilidad”<sup>3</sup>. Cuando estos dos conceptos se vinculan con la inflación de corto plazo, se desprende una primera aproximación por la cual el producto potencial sería aquel consistente con una inflación estable<sup>4</sup>. Así, en situaciones en las que el empleo es elevado en

---

<sup>3</sup> Como ejemplo, véase Mishkin (2007): “How do we determine whether the economy is operating above or below its maximum sustainable level? That is, how do we estimate the path of potential output?”

<sup>4</sup> Literatura reciente –principalmente difundida a partir de la crisis financiera internacional de 2008– relaciona la noción de “sostenibilidad” con un aspecto adicional a la inflación: el ciclo financiero. El argumento es que, aun en un entorno de inflación baja y estable, el producto podría ubicarse en un sendero no sostenible, debido a la presencia de desbalances financieros (que pueden incluir, en especial para países emergentes, desequilibrios en la Cuenta Corriente). Por este motivo, algunas instituciones de países con importante profundidad financiera han desarrollado

relación con la fuerza laboral total, y el stock de capital se encuentra plenamente utilizado, la inflación de precios y los salarios tenderían a incrementarse. En contraste, los precios y salarios tenderían a decrecer si el desempleo es alto y el stock de capital está subutilizado. Esto implica que, en determinado momento del tiempo, podría existir un nivel de utilización de los recursos consistente con la estabilidad de precios y salarios. La diferencia entre el PIB real del período y el nivel del producto potencial, definirían la brecha de producto. Si el PIB real fuera más alto que el producto potencial, la brecha sería positiva (negativa en caso contrario), lo que podría estar insinuando ciertas presiones en la economía, que probablemente derivarían en tasas de inflación más elevadas. Este enfoque encontrarse en los estudios de Okun (1970), Mishkin (2007) y Benes et al. (2010), entre otros.

En segundo lugar, otra visión asocia el producto potencial (o “producto natural”) a un estado estacionario donde prevalecen precios y salarios puramente flexibles, es decir, sin rigideces nominales. Aquel nivel puede estar afectado, por ejemplo, por shocks de tecnología, en el contexto de mercados imperfectamente competitivos. Esta perspectiva es relativamente nueva y se incorpora en el corpus de modelos *New Keynesian*. Dentro de esta literatura, se pueden citar los estudios de Galí y Gertler (1999) y Kiley (2013).

Por otro lado, se registra la concepción de un sendero de largo plazo, o *steady state*, que está influenciado por características estructurales de las economías, como el crecimiento poblacional y de la productividad. Este punto de vista, que no hace referencia alguna a la inflación, es retomado Albagli y Naudon (2015) al distinguir el “producto potencial de mediano plazo o producto tendencial” como “la capacidad productiva de la economía en ausencia de shocks transitorios y plena utilización de los recursos”.

En términos generales, las visiones hasta aquí explicadas se pueden asociar con un PIB que consta de tres componentes: (i) una tendencia determinística, (ii) en los shocks de oferta, que presentan alguna persistencia, y (iii) en los shocks transitorios de demanda. De ellos, el producto potencial se relaciona con la que responde a shocks de oferta, más allá de lo establecido por la tendencia determinística y en contraste con la brecha de producto (que sería afectada solamente por shocks transitorios de demanda). Un punto de vista alternativo considera que ciertos shocks, asociables con la demanda agregada, pueden tener efectos en el lado de la oferta y, así afectar permanentemente el PIB. Esta óptica se ha difundido especialmente a partir de la crisis financiera internacional de 2008 y se encuentra presente en Blanchard, Cerutti y Summers (2015) y Cerra y Saxena (2017), entre otros.

---

cálculos de producto potencial “financieramente neutrales” que incluyen índices de condiciones financieras (Borio et al., 2013; Melolinna y Tóth, 2016).



Respecto a las metodologías de estimación del producto potencial, no existe aún un consenso sobre cuál es óptima. En cambio, se han empleado diversas técnicas estadísticas y/o económicas –con distinto grado de difusión en cada país– que pueden estar combinadas, de acuerdo con su grado de precisión, para la obtención de una medida única. Entre ellas, se destacan los filtros univariados (como Hodrick-Prescott, Baxter-King, Christiano-Fitzgerald), el método de la función de producción, modelos de componentes inobservables, VAR estructurales, factores dinámicos y modelos estructurales de mayor complejidad (como los modelos dinámicos estocásticos de equilibrio general). Cada una de ellas pretende captar aspectos particulares de la dinámica del nivel de actividad y, por ende, se relacionan a determinada noción del producto potencial. Al respecto, Albagli y Naudon (2015) señala que los análisis más apropiados para captar el producto potencial consistente con una inflación estable provendrían del uso de filtros y modelos univariados y multivariados. En cambio, el método de la función de producción sería más acorde para el seguimiento del producto tendencial en un horizonte de largo plazo.

A su vez, cada una de las técnicas tiene sus ventajas y limitaciones. En este sentido, los filtros estadísticos univariados son más sencillos para el cálculo, pero carecen de elementos teóricos y relaciones entre agregados económicos que son indispensables para los hacedores de la política. En contraste, modelos multivariados permiten explotar el contenido informativo de las variables que tienden a moverse en sintonía con el ciclo económico, como, por ejemplo, la inflación y, por ello, pueden mejorar el desempeño en tiempo real de las estimaciones.

La elección del marco conceptual y la metodología depende de otros factores adicionales, que se relacionan con las características de cada economía, con la disponibilidad y calidad de la información y con el desempeño, en términos de pronósticos, de los distintos modelos utilizados en dichas instituciones. Algunos estudios describen la difusión relativa de las técnicas mencionadas en países con características similares a Argentina. Por un lado, Blagrove, García-Saltos, Laxton y Zhang (2015) señala que, dada las limitaciones de datos, en los países emergentes predomina el uso de filtros univariados (pp. 6). Por otro lado, el Banco Central de Uruguay (BCU) realizó en 2015 un relevamiento a 8 Bancos Centrales de Sudamérica. Allí se encontró que un 36% describe al producto potencial bajo la primera óptica aquí señalada, es decir, como el producto consistente con una inflación estable. El mismo porcentaje se corresponde con la noción de producto de tendencia de largo plazo. La proporción restante se divide entre la concepción de “cantidad máxima de producto posible en una economía”, “el producto de equilibrio con precios y salarios flexibles”, y “el componente del producto que responde a shocks de oferta”. Además, la encuesta halló que existe un predominio en el empleo de estadísticos univariados, la función de producción y filtros multivariados, con porcentajes de

24%, 24% y 21%, respectivamente. En un segundo lugar se ubican los modelos sin fundamentos micro y los VAR estructurales, con 18% y 9%, respectivamente (BCU, 2015).

Con el objetivo de proveer un indicador de la posición cíclica que sirva como insumo para los modelos empleados en el BCRA y para las decisiones de política, en el presente trabajo se estima el producto potencial y la brecha de producto con una periodicidad trimestral para el período 1993T1-2018Q1, por medio de tres metodologías. Por un lado, en la sección 2 se presenta la estructura y los resultados de un filtro multivariado basado en la formulación desarrollada por Benes et al. (2010), que ha sido adoptada con algunas variantes técnicas por bancos centrales y organismos internacionales. La estimación es comparada con un filtro univariado ampliamente difundido en la literatura, el Hodrick-Prescott (HP), así como con filtros en el dominio de la frecuencia, en las versiones Baxter-King y Christiano-Fitzgerald. En la sección 3 se reportan los resultados del producto potencial –en complemento con un ejercicio de contabilidad del crecimiento– a partir de la aplicación del método de la función de producción. La técnica empleada se basa en Escudé et al. (2004) y es reformulada con nuevas estimaciones del stock de capital y la incorporación de un índice de calidad de la mano de obra. La sección 4 expone unas reflexiones finales y algunas sugerencias de cara al correcto empleo de los indicadores cíclicos y tendenciales presentados.

## **2. Estimación del producto potencial a partir de un filtro semi-estructural multivariado y filtros univariados**

### *2.1 Modelo multivariado*

En el presente capítulo se estima el producto potencial y la brecha de producto para Argentina a partir de un filtro semi-estructural multivariado (FMV). Esta técnica es utilizada, con variantes, por bancos centrales de diversos países, como los de Brasil, Chile, Colombia, Nueva Zelanda, Perú y Reino Unido. Así también, el Banco Central Europeo (BCE) y organismos internacionales –como el Fondo Monetario Internacional (FMI) y el Banco Internacional de Pagos (BIS)– realizan estimaciones con esta metodología.

El FMV propuesto se enmarca en los modelos de componentes no observables (véase Kuttner, 1994) y se funda la metodología aplicada por Benes et al. (2010) y retomada por Blagrove et al. (2015). A su vez, es estimado con técnicas bayesianas y empleando el filtro de Kalman<sup>5</sup>. Así, un vector de variables observables (que incluyen PIB, desempleo, tipo de cambio real e inflación)

---

<sup>5</sup> En particular, se utilizó el método de máxima verosimilitud regularizada. Para más información, ver Ljung (1999).

se descompone en sus componentes (inobservables): tendencia y ciclo<sup>6</sup>. Como resultado de la estimación, se obtienen el producto potencial, la brecha de producto, el crecimiento potencial, la tasa de desempleo consistente con una inflación estable (o NAIRU<sup>7</sup>, por sus siglas en inglés), la brecha de desempleo, la tendencia de inflación, la brecha de inflación, el tipo de cambio real de *steady state* y la brecha de tipo de cambio real.

La estructura del modelo comprende tres grupos de ecuaciones. Las primeras describen el comportamiento del producto observado ( $Y_t$ ), el producto potencial ( $\bar{Y}_t$ ), la determinación del crecimiento potencial ( $G_t$ ) y de la brecha de producto ( $y_t$ ):

$$Y_t = \bar{Y}_t + y_t \quad (1.1)$$

$$\bar{Y}_t = \bar{Y}_{t-1} + G_t + \varepsilon_t^{\bar{Y}} \quad (1.2)$$

$$G_t = \theta G^{SS} + (1 - \theta)G_{t-1} + \varepsilon_t^G \quad (1.3)$$

$$y_t = \phi y_{t-1} + \varepsilon_t^y \quad (1.4)$$

Donde  $G^{SS}$  es el crecimiento del PIB en *steady state*;  $\varepsilon_t^{\bar{Y}}$ , un shock al producto potencial;  $\varepsilon_t^G$ , un shock al crecimiento potencial; y  $\varepsilon_t^y$ , un shock a la brecha de producto.

Cada uno de los tres posibles shocks aleatorios tiene efectos distintivos. En primer lugar, un shock al producto potencial causa que su nivel sea permanentemente mayor (o menor) que su sendero inicial de *steady state*. En segundo lugar, un shock a la tasa de crecimiento potencial puede causar que la tasa de crecimiento aumente (disminuya) temporalmente, revirtiendo luego a la tasa de crecimiento de *steady state*, aunque a un nivel de producto potencial mayor (menor). Finalmente, un shock a la brecha de producto se asocia con shocks cíclicos que causan una desviación transitoria del producto respecto a su potencial. De acuerdo con la perspectiva considerada, se esperaría que, en el largo plazo y una vez disipados los shocks, la tasa de crecimiento del producto potencial converja, a una velocidad dada por el parámetro  $\theta$ , a un crecimiento tendencial de *steady state*. En tanto, el parámetro  $\phi$  de la ecuación (1.4) da cuenta de la persistencia de los shocks de demanda.

---

<sup>6</sup> Adicionalmente, el modelo incorpora las condiciones de estado estacionario en cuanto a crecimiento económico y desempleo, supuestos que fueron completados a partir del promedio histórico de las series desde 2004.

<sup>7</sup> La terminología de NAIRU (*Non-Accelerating Inflation Rate of Unemployment*) tiene su antecedente –bajo el nombre de NIRU (*Noninflationary rate of unemployment*) – en Modigliani y Papademos (1975) quienes, en el análisis de la Curva de Phillips, se propusieron mostrar la existencia de cierto *trade off* de corto plazo entre la inflación y el desempleo.

Un segundo conjunto de ecuaciones describe al mercado de trabajo, en particular, la NAIRU ( $\bar{U}_t$ ) y la brecha de desempleo ( $u_t$ ) –entendida como la diferencia entre la NAIRU y la tasa de desempleo efectivo ( $U_t$ ):

$$\bar{U}_t = \tau_4 \bar{U}^{SS} + (1 - \tau_4) \bar{U}_{t-1} + \bar{U}_t^g + \varepsilon_t^{\bar{U}} \quad (1.5)$$

$$U_t = u_t + \bar{U}_t \quad (1.6)$$

$$u_t = \tau_2 u_{t-1} + \tau_1 y_t + \varepsilon_t^u \quad (1.7)$$

$$\bar{U}_t^g = (1 - \tau_3) \bar{U}_{t-1}^g + \varepsilon_t^{\bar{U}^g} \quad (1.8)$$

donde  $\bar{U}^{SS}$  es la tasa de desempleo de estado estacionario;  $\varepsilon_t^{\bar{U}}$ , un shock a la tasa de desempleo NAIRU;  $\varepsilon_t^u$ , un shock a la brecha de desempleo;  $\bar{U}_t^g$ , la variación en la tendencia de NAIRU; y  $\varepsilon_t^{\bar{U}^g}$ , un shock a la variación en la tendencia de NAIRU.

De esta forma, la ecuación (1.5) describe la dinámica de una NAIRU como un proceso estocástico que tiene cierta velocidad de convergencia –dada por el parámetro  $\tau_4$ – a un nivel de estado estacionario, mientras que también es afectada por la persistencia, por variaciones en la tendencia y por shocks aleatorios. La literatura económica analiza una NAIRU variable en el tiempo –aspecto que también se aplica en la estimación por el método de la función de producción de la sección 3– como resultado de la contribución de diversos factores. Estos están implícitos en el modelo aquí descrito, y se refieren principalmente a la tasa de crecimiento del factor trabajo y la tasa de crecimiento de la productividad laboral. En cuanto al primero de los dos efectos, podría relacionarse con el incremento de las horas trabajadas, el aumento en las tasas de participación (es decir, el cociente entre población económicamente activa y población total), especialmente entre mujeres; la relocalización del trabajo de sectores de baja productividad a sectores de mayor productividad; y a las corrientes migratorias. Respecto a la productividad laboral, podría registrarse una interacción particular entre la demanda agregada y la NAIRU a partir de la consideración del fenómeno de desempleo de largo plazo. Este concepto se relaciona con la pérdida progresiva de habilidades para quienes pasan de la condición de empleados a desempleados, situación que se registra en consonancia con un período largo de elevado desempleo (Carlin y Soskice, 2014).

En tanto, la ecuación (1.6) define la brecha de desempleo como la diferencia entre la NAIRU y la tasa de desempleo observada. Así entendida, un valor positivo se asocia con presiones inflacionarias en el mercado de trabajo, y viceversa. La dinámica de la variable está especificada en la ecuación (1.7). Por un lado, presenta cierto grado de persistencia (de acuerdo con el

parámetro  $\tau_2$ ). Pero a su vez, está vinculada con la posición cíclica de la economía en el nivel de actividad (brecha de producto) mediante una ley de Okun.

Tal como se desprende de las ecuaciones descriptas, ciertas variables, especialmente asociadas con componentes cíclicos de la actividad (como la brecha de producto), están modeladas a partir de procesos autorregresivos estacionarios. En este sentido, las variaciones a la tendencia de la NAIRU no estarían restringidas a ser permanentes ( $\tau_4$  puede ser distinto a cero). En tanto, otras variables vinculadas a la parte tendencial (como el producto y crecimiento potencial y la NAIRU) siguen procesos estocásticos. En conjunto, la perspectiva adoptada (en el proceso de producción, a través de la ecuación 1.3; y en el mercado de trabajo, por medio de la ecuación 1.7) es compatible con la posibilidad de histéresis, esto es, que shocks a variables como el crecimiento potencial o la variación en la tendencia de la NAIRU, tengan efectos permanentes en el nivel de producto potencial y de la NAIRU, respectivamente. Este aspecto es un foco de análisis de cierta literatura que se ha revitalizado a la luz de los hechos estilizados sobre las recuperaciones post crisis financiera internacional de 2008. En particular, se ha demostrado que, en diversos países (tanto avanzados como emergentes) los períodos posteriores a las recesiones involucran, en promedio, tanto un nivel como crecimiento de producto menor a los períodos de crecimiento o al intervalo previo a la recesión en particular (véase Blanchard et al., 2015; Cerra y Saxena, 2005). La literatura expone que, en el mejor de los casos, la recuperación consiste en un retorno del crecimiento potencial a una tasa de largo plazo, pero sin volver al sendero inicial de tendencia. En este sentido, ciertos shocks que pudieran ser inicialmente asociados a la demanda agregada pueden impactar en el lado de la oferta y afectar permanentemente el PIB (Cerra y Saxena, 2017: 8,9).

El modelo se completa con un tercer grupo de ecuaciones, donde se describe el comportamiento de la inflación y del tipo de cambio real, y la dinámica de la curva de Phillips. En cuanto a la primera cuestión, la especificación propuesta retoma una amplia literatura macroeconómica que distingue un componente de la inflación ( $\pi_t$ ) que es permanente (tendencia o *steady state*,  $\pi_t^{\text{trend}}$ ) respecto a aquellas más transitorias (brecha de inflación,  $\pi_t^{\text{gap}}$ ) de cara al futuro (véase, por ejemplo, Stock y Watson, 2007, 2010):

$$\pi_t = \pi_t^{\text{trend}} + \pi_t^{\text{gap}} \quad (1.9)$$

Para esta descomposición, los modelos de componentes inobservables adquieren, en términos generales, las siguientes características (Chan et al., 2017: 4):

$$\lim_{h \rightarrow \infty} E_t[\pi_{t+h}] = E_t[\pi_{t+h}^{\text{trend}}] \quad \text{con probabilidad 1, y}$$

$$\lim_{h \rightarrow \infty} E_t[\pi_{t+h}^{\text{gap}}] = 0 \quad \text{con probabilidad 1}$$

De esta forma, se reconoce la existencia de una tendencia de inflación variable en el tiempo, asociada a las percepciones de los agentes privados (u objetivo implícito del Banco Central) respecto a una meta de inflación de largo plazo, y a expectativas de inflación en un horizonte infinito, condicional a la información en el período  $t$ . Por otro lado, la brecha de inflación es un proceso estacionario con media cero (Faust y Wright, 2013).

Las especificaciones en la literatura para la tendencia de inflación son diversas. Una comúnmente utilizada –consistente con la definición aquí propuesta– radica en un camino aleatorio sin constante, incorporados en filtros o modelos de series de tiempo univariados o multivariados (véase Cogley y Sargent, 2005; Cogley y Sbordone, 2008; Cogley, Primiceri y Sargent, 2010; y Melolinna y Tóth, 2016)<sup>8</sup>. Esta estructura fue seleccionada en el presente trabajo de acuerdo con el criterio brindado por la *marginal data density*<sup>9</sup>, que es mayor en el caso elegido respecto a una definición de la tendencia como un autorregresivo con constante.

$$\pi_t^{\text{trend}} = \pi_{t-1}^{\text{trend}} + \varepsilon_t^{\text{trend}} \quad (1.10)$$

Respecto al tipo de cambio real ( $\text{TCR}_t$ ), se descompone también como la suma de un componente de *steady state* ( $\text{TCR}_t^{\text{trend}}$ ) y una brecha ( $\text{TCR}_t^{\text{gap}}$ ). Tomando como referencia los resultados de la *marginal data density* y apoyados sobre la observación gráfica,  $\text{TCR}_t^{\text{trend}}$  se definió por una constante, mientras que  $\text{TCR}_t^{\text{gap}}$  se determinó a través de un proceso autorregresivo de orden 1:

$$\text{TCR}_t = \text{TCR}_t^{\text{trend}} + \text{TCR}_t^{\text{gap}} \quad (1.11)$$

---

<sup>8</sup> Cabe mencionar otro tipo de técnicas empleadas en la definición de la inflación de tendencia y las variaciones de baja frecuencia que la caracterizan. En primer lugar, el uso de encuestas de expectativas de largo plazo (Faust y Wright, 2013). En segunda instancia, el uso de datos *cross section* (sectorial) sobre inflación, con esquemas de ponderación donde los componentes con importantes variaciones no persistentes tienen un menor peso. La técnica es así similar al cálculo de la inflación subyacente (o núcleo), que excluye precios de alimentos y energía. En tercer lugar, algunas modelaciones de la inflación de tendencia especificadas como un camino aleatorio incorporan a los shocks como un proceso de volatilidad estocástica. Véase al respecto Stock y Watson (2015).

<sup>9</sup> La *marginal data density* (MDD) o *marginal likelihood* bajo cierto modelo se define como la densidad de pronóstico de los datos evaluado para cierto conjunto de datos. Por ello, si los datos observados son más viables bajo cierta especificación, la MDD será más alto que otro modelo con las mismas variables observables, y viceversa. Teniendo como referencia el cociente de MDD entre dos modelos (denominado factor de Bayes), y suponiendo que los dos modelos son igualmente probables *a priori* (el cociente conocido como *priors odds ratio* es igual a 1), el criterio de selección se define entonces a partir de los MDD relativos.

$$\text{TCR}_t^{\text{trend}} = \rho + \varepsilon_t^{\text{TCR}^{\text{trend}}} \quad (1.12)$$

$$\text{TCR}_t^{\text{gap}} = \tau_5 \text{TCR}_{t-1}^{\text{gap}} + \varepsilon_t^{\text{TCR}^{\text{gap}}} \quad (1.13)$$

Donde  $\varepsilon_t^{\text{TCR}^{\text{trend}}}$  y  $\varepsilon_t^{\text{TCR}^{\text{gap}}}$  representan los shocks aleatorios a la tendencia de TCR y a la brecha de TCR, respectivamente.

Finalmente, el modelo se completa con uno de sus ejes centrales, una curva de Phillips que describe a la brecha de inflación como cuya dinámica está explicada por la brecha de producto, las expectativas sobre la inflación futura (*forward-looking*), un componente *backward-looking* y la brecha de TCR y un shock aleatorio  $\varepsilon_t^{\pi^{\text{gap}}}$ :

$$\pi_t^{\text{gap}} = \lambda_1 E_t(\pi_{t+1}^{\text{gap}}) + \lambda_2 \pi_{t-1}^{\text{gap}} + \beta y_t + \gamma \text{TCR}_t^{\text{gap}} + \varepsilon_t^{\pi^{\text{gap}}} \quad (1.14)$$

Donde  $E_t(\pi_{t+1}^{\text{gap}})$  son las expectativas de inflación (en brecha) para el período  $t+1$  con la información en  $t$ . Dicha variable no es observable y, en este caso, se supuso previsión perfecta para su especificación.

La ecuación (1.14) puede entenderse como una aproximación de la curva de Phillips híbrida *New Keynesian*. Este tipo de formulación tiene sus orígenes en el modelo de Calvo (1983) según el cual las firmas se distinguen en dos grupos: las que ajustan precios libremente (eligen un precio óptimo de acuerdo con los costos marginales esperados para períodos futuros, descontado por un factor) y las que enfrentan rigideces. Esta perspectiva es complementada por el estudio de Galí y Gertler (1999), que emplea los costos unitarios laborales (aproximados mediante la participación laboral en el ingreso total) como aproximación a las presiones de demanda e incorpora una regla *backward looking* al modelo. A diferencia del trabajo de Galí y Gertler (1999), aquí se opta por estimar libremente los parámetros  $\lambda_1$  y  $\lambda_2$ , sin imponer restricciones en cuanto a su complementariedad. Por otra parte, la ecuación (1.14) se especifica alrededor de un *steady state* o tendencia. A propósito, Stock y Watson (2010) menciona que una aproximación “en brecha” tiene ciertas ventajas si se emplease con fines de pronóstico.

El sistema dinámico propuesto, que se puede expresar en una representación de estado-espacio, se subdivide además en dos tipos de ecuaciones, de acuerdo con las variables involucradas. Las ecuaciones (1.2), (1.4), (1.5), (1.7), (1.8), (1.10), (1.12), (1.13) y (1.14) constituyen las ecuaciones de estado, que dan cuenta del comportamiento de las variables no observables como función de sus propios rezagos. Por otro lado, las ecuaciones (1.1), (1.3), (1.6), (1.9) y (1.11) son las ecuaciones de observación, que explicitan la dinámica de las variables observadas por medio de variables inobservables contemporáneas.

Las fuentes empleadas para la estimación del modelo son diversas. La serie del PIB fue construida a partir de un empalme de la serie base 1993 con la base 2004, ambas del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). La tasa de desempleo surge de la Encuesta Permanente de Hogares (EPH), que se publica a partir de 2003 con periodicidad trimestral. De los años 1993-2002, se cuenta originalmente con datos semestrales, dada la periodicidad del sondeo. Por este motivo, se completaron los trimestres intermedios a partir de una interpolación lineal de la serie. Lo mismo se realiza en el período 2015T4-2016T1, en que la encuesta en cuestión no fue publicada. Tanto la serie de PIB como la de desempleo fueron ajustadas por estacionalidad a partir de las técnicas X-13. En tanto, la serie de índice de precios al consumidor (IPC) se construyó a partir de datos del Banco Central de la República Argentina (BCRA), INDEC, Dirección General de Estadística y Censos del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (GEyC GCBA) y Dirección Provincial de Estadística y Censos de San Luis (DPEyC San Luis). Finalmente, los datos de tipo de cambio real surgen de un empalme entre dos series. La primera abarca el 1993-1996 y se elabora a partir del tipo de cambio nominal bilateral con Estados Unidos (obtenido del BCRA), el deflactor del PIB Estados Unidos (de la Reserva Federal de Saint Louis) y el deflactor del PIB de Argentina (del INDEC). La serie así construida es empalmada con el índice de tipo de cambio real multilateral (ITCRM), relevado por el BCRA.

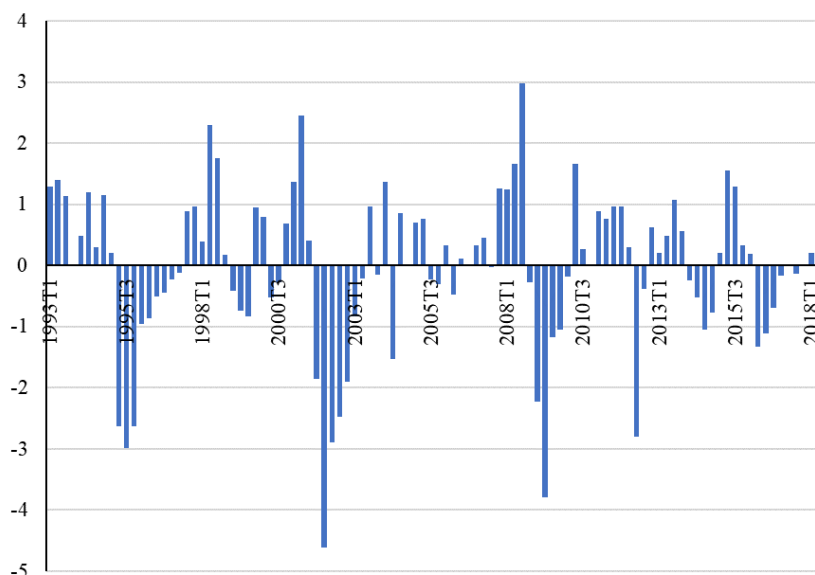
Con el fin de aminorar el problema de final de muestra (tal como lo hace Benes et al., 2010, en su modelo a partir de la introducción de pronósticos de crecimiento económico), en el presente trabajo se incorporan datos proyectados para el año correspondiente al fin de la muestra –esto es, desde el 2018T2 hasta 2018T4. A propósito, la fuente utilizada para las series de PIB y IPC es el Relevamiento de Expectativas de Mercado (REM), realizado por el BCRA. En tanto, la tasa de desempleo desestacionalizada fue proyectada hasta 2018T1 a partir de un modelo ARMA.

Los *priors* fueron seleccionados teniendo como antecedente a Blagrove et al. (2015) y Albagli et al. (2015) y, junto con la moda de los *posteriors*, se describen en el Anexo B. Se desprenden algunos resultados relevantes. En primer lugar, el parámetro  $\theta$  resultó igual a 0,18, dando cuenta que el crecimiento potencial se explica en mayor medida por su persistencia que por un ajuste a su sendero de *steady state*. Una dinámica similar presenta la NAIRU, con un parámetro de ajuste al *steady state*  $\tau_4$  igual a 0,09. Por otro lado, el parámetro  $\tau_1$  resultó positivo (0,26), en sintonía cierto cumplimiento de la ley de Okun. Finalmente, la curva de Phillips estimada da cuenta de un efecto mayor, en la brecha de inflación, de la brecha de tipo de cambio real (parámetro  $\gamma$ ) respecto a la brecha de producto (parámetro  $\beta$ ). Así también, se obtuvo un parámetro *forward-looking* ( $\lambda_1$ ) mayor al *backward-looking* ( $\lambda_2$ ).



En el gráfico 1 se observa la brecha de producto estimada, entendida como el desvío del producto respecto a su potencial, en porcentaje. Así, un resultado positivo se asocia con presiones inflacionarias en la economía; lo contrario si se verifica una brecha de producto negativa.

**Gráfico 1. Brecha del producto. En porcentajes. Período 1993T1-2018T1**



Fuente: Elaboración propia en base a BCRA, INDEC, DGEyC GCBA y DPEyC San Luis

## 2.2. Estimaciones a través de filtros univariados y contraste de resultados

A continuación, para contar con una referencia respecto a la estimación previa, se la compara con una serie de filtros univariados. En primer lugar, se calcula el producto potencial por el filtro Hodrick-Prescott (HP) (Hodrick y Prescott, 1997), que constituye una medida estándar en la literatura. Esta técnica descompone el PIB observado en un componente tendencial y cíclico a partir de la minimización de la siguiente fórmula:

$$L = \sum_{t=1}^T (y_t - y_t^*)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} (\Delta y_{t+1}^* - \Delta y_t^*)^2$$

Donde  $y_t$  es el PIB observado;  $y_t^*$ , la tendencia de producto; y  $\Delta y_t^*$ , el crecimiento de la tendencia del producto.

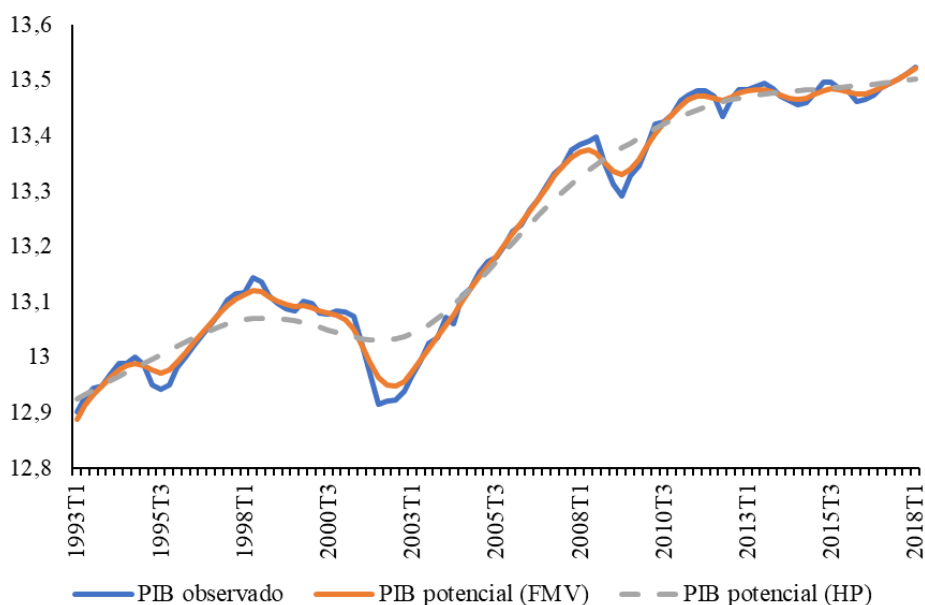
Así entendida, la tendencia resultante constituye una representación de la serie que es esencialmente afectada por fluctuaciones de largo plazo (frecuencia baja). Por otro lado, el parámetro positivo de suavización  $\lambda$  penaliza la variabilidad del crecimiento del producto potencial. Por ello, a medida que  $\lambda$  tiende a infinito, la minimización genera un crecimiento del

producto potencial constante (es decir, es equivalente a un método de tendencia lineal). En el caso opuesto, cuanto más cercano a cero sea  $\lambda$ , el crecimiento del producto potencial seguirá más cercanamente al PIB observado (en el extremo de  $\lambda=0$ , el PIB potencial y el PIB observado son iguales y el componente cíclico es nulo). En el presente ejercicio se optó por un valor de  $\lambda=1600$ , de acuerdo con las prácticas convencionales para series de tiempo trimestrales.

Esta herramienta estadística posee la ventaja de la sencillez en su cálculo. No obstante, en contraste con el filtro multivariado, presenta la deficiencia de obviar las relaciones estructurales con otras variables de la economía, como por ejemplo la inflación. A su vez, tiene la limitación del ya comentado sesgo del final de muestra<sup>10</sup>. Por esta última cuestión, al igual que en el FMV se proyecta el PIB hasta 2018T4 (tomando como referencia el REM del BCRA).

En el gráfico 2 se muestra el PIB y el producto potencial estimado en logaritmos según el FMV y el filtro HP:

**Gráfico 2. Producto en términos constantes y PIB potencial. En logaritmos. Período 1993T1-2018T1**



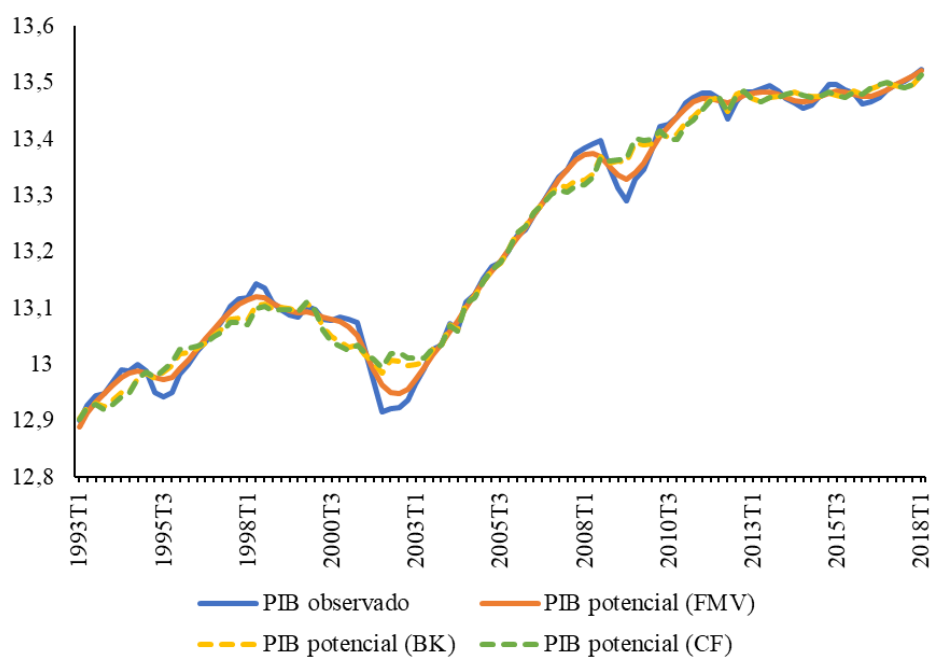
Fuente: Elaboración propia en base a BCRA, INDEC, DGEyC GCBA y DPEyC San Luis

<sup>10</sup> Es ilustrativo sobre esta cuestión el análisis de Cerra y Saxena (2017), donde se describen los recurrentes cambios de las estimaciones de producto potencial de Estados Unidos para el período previo y posterior a la crisis financiera internacional de 2008. A propósito, señala que en el *World Economic Outlook* (WEO) del FMI de abril de 2008, la brecha de producto –calculada por un filtro univariado– resultaba positiva y cercana a cero en 2007 (año previo al colapso). Con el paso del tiempo, la incorporación de nuevos datos (de menor crecimiento) alteró notablemente los resultados iniciales: la estimación –por la misma metodología– del WEO de octubre de 2015 dio cuenta que en 2007 el indicador habría estado por encima del 2%.

Se observa que el FMV presenta a lo largo del período una mayor cercanía a la evolución del PIB observable, respecto que el HP. Por este motivo, las brechas son menores en valor absoluto respecto a las que se desprenden por el filtro univariado. La dinámica del producto potencial estimado por el FMV tiene su correlato en el mercado de trabajo. A propósito, en el Anexo A se analiza la evolución de la tasa NAIRU, la tasa de desempleo, y la brecha de desempleo.

Para tener otra referencia de los resultados del FMV, se calculó el PIB potencial a partir de filtros de frecuencia “Band Pass”. Este es un filtro lineal que permite aislar el componente cíclico del producto al especificar un rango para su duración y, por ende, su persistencia. A su vez, representa un promedio móvil ponderado de los datos (“two-sided”), donde se extraen los ciclos dentro de una banda, establecida a partir de un límite superior y otro inferior. Las versiones más usuales se corresponden con los elaborados en Baxter y King (1999) y en Christiano y Fitzgerald (2003), que se exponen –en conjunto con el FMV– en el gráfico 3.

**Gráfico 3. PIB real desestacionalizado y producto potencial. En logaritmos. Filtros de frecuencia Baxter-King y Christiano-Fitzgerald simétrico. Período 1993T1-2018T1**



Fuente: Elaboración propia en base a BCRA, INDEC, DGEyC GCBA y DPEyC San Luis

Tal como se visualiza en el gráfico, al igual que el cálculo del producto potencial por el filtro HP, en los filtros Band Pass se obtiene una medida menos cercana al PIB real, respecto al FMV. Esto da como resultado una brecha más amplia, en términos absolutos, en el conjunto de filtros univariados. A propósito, en las tablas 1 y 2 se describen los momentos del crecimiento del producto potencial y de la brecha de producto correspondientes a cada una de las metodologías mencionadas. A tal fin, se fraccionó el intervalo 1993T1-2018T1 en seis subperíodos, de forma de tener una perspectiva global de la posición cíclica de la economía a lo largo de las distintas

fases del intervalo. La subdivisión temporal se realizó de acuerdo con un criterio propio basado en hechos relevantes de la historia económica argentina que marcaron cambios políticos y económicos: la crisis del fin de la convertibilidad (1998-2002), la crisis financiera internacional de 2008, la introducción de restricciones en el mercado cambiario a partir de noviembre de 2011, y el cambio de gobierno, liberación de los controles cambiarios y unificación del tipo de cambio a fines de 2015.

**Tabla 1. Momentos correspondientes a la brecha de producto según las diferentes metodologías. Promedios submuestrales (en porcentaje).**

<b>Período</b>	<b>FMV</b>	<b>HP</b>	<b>BK</b>	<b>CF</b>
<i>1993T1-1998T2</i>	0,01	0,15	0,68	0,82
<i>1998T3-2002T4</i>	-0,44	-0,48	-0,77	-0,86
<i>2003T1-2008T3</i>	0,40	1,08	0,90	1,00
<i>2008T4-2011T3</i>	-0,35	-1,43	-0,77	-0,87
<i>2011T4-2015T4</i>	0,11	0,14	0,18	0,21
<i>2016T1-2018T1</i>	-0,34	-0,57	-0,39	-0,47
<b><i>Desvío est. 1993T1-2018T1</i></b>	<b>1,31</b>	<b>3,99</b>	<b>2,94</b>	<b>3,36</b>

**Tabla 2. Momentos correspondientes al crecimiento potencial (trimestral) según las diferentes metodologías. Promedios submuestrales (en porcentaje).**

<b>Período</b>	<b>FMV</b>	<b>HP</b>	<b>BK</b>	<b>CF</b>
<i>1993T1-1998T2</i>	1,16	0,69	0,95	0,94
<i>1998T3-2002T4</i>	-0,93	-0,18	-0,59	-0,49
<i>2003T1-2008T3</i>	1,76	1,35	1,60	1,55
<i>2008T4-2011T3</i>	0,81	0,83	0,72	0,70
<i>2011T4-2015T4</i>	0,06	0,24	0,11	0,14
<i>2016T1-2018T1</i>	0,43	0,16	0,45	0,44
<b><i>Desvío est. 1993T1-2018T1</i></b>	<b>1,29</b>	<b>0,58</b>	<b>1,39</b>	<b>1,42</b>

De los resultados obtenidos se desprende la existencia de ciertos patrones –comunes a las distintas técnicas utilizadas– a lo largo de los períodos. La primera etapa seleccionada, desde el primer trimestre de 1993 al segundo trimestre de 1998, incluye dentro de sí un conjunto de períodos heterogéneos. Cabe resaltar que el inicio se caracteriza por el logro de la estabilización inflacionaria en paralelo a un boom del consumo hasta que los efectos de la crisis del Tequila se hicieron sentir en Argentina (en 1995 y 1996). Finalmente, este subperíodo concluye con una etapa de recuperación en 1997. En conjunto, el intervalo de 5 años presenta, en magnitudes por debajo del 1%, una brecha promedio positiva o negativa (según el filtro seleccionado). En tanto,

las diferentes metodologías coinciden en cuanto a la presencia de un crecimiento potencial promedio (trimestral) positivo. En particular, la estimación de la variable por los filtros univariados se ubican en la cercanía del 1%.

El segundo intervalo seleccionado (1998T3-2002T4) está signado por la crisis económica que desembocó, entre fines de 2001 y principios de 2002, en el fin del Plan de Convertibilidad. Esta situación se hace visible en la tabla en una brecha sistemáticamente negativa, alcanzando extremo de -11% en el caso del HP en el primer trimestre de 2002. Así también, la existencia de un crecimiento potencial negativo –común denominador desde las cuatro perspectivas– indicaría la gravedad alcanzada en cuanto a los desequilibrios macroeconómicos y estructurales.

En amplio contraste con esta etapa se presentan los resultados en el período siguiente. Entre el primer trimestre de 2003 y el tercer trimestre de 2008, la brecha del producto resulta en promedio positiva en los cuatro casos, con una variabilidad en torno al 1%. No obstante, este promedio agregado, abarca subperíodos con heterogeneidades entre sí. En particular, en los primeros años de la post-convertibilidad, el crecimiento estuvo favorecido por la amplia capacidad ociosa, que se fue reduciendo hacia 2008<sup>11</sup>. Esta situación se hace latente en la brecha de producto, que pasa, en el promedio de los filtros univariados, de -0,7% en 2003T1-2005T4 a 2,9% en 2006T1-2008T3. En el conjunto del período considerado, se observa que, bajo las cuatro técnicas, el crecimiento potencial (promedio) pasa al terreno positivo e incluso marca el máximo respecto a las demás etapas consideradas.

El crecimiento sostenido fue entonces frenado por la crisis financiera internacional, desencadenada en septiembre de 2008. Los siete años siguientes marcan un desempeño económico que gradualmente se fue deteriorando. Esta dinámica se distingue en dos períodos. Así, entre el cuarto trimestre de 2008 y el tercer trimestre de 2011 el crecimiento potencial se ubicó en 0,77%, considerando el promedio de los cuatro filtros. En los cuatro años posteriores, esta variable se ubicó en valores apenas positivos (0,14% promedio). En cuanto a la brecha del producto, el primer subperíodo presenta resultados sistemáticamente negativos, desde -0,35% (FMV) hasta -1,43% (HP). En cambio, el cuatrienio siguiente muestra que bajo las cuatro técnicas dan un resultado positivo, que fluctúa entre 0,11% y 0,21% promedio.

La muestra considerada concluye con la etapa 2016T1-2018T1. En este intervalo, se evidencia una reversión en los dos indicadores analizados. Por un lado, el producto se estaría ubicando por

---

<sup>11</sup> A propósito, en el primer trimestre de 2002, el uso de la capacidad instalada (medido por FIEL) se ubicó en 61,8%. Un año después, el mismo indicador tuvo un valor de 70,5%. A partir de entonces, con vaivenes, creció gradualmente hasta el máximo de la década de 77,3% en el primer trimestre de 2007. Entre este momento y el tercer trimestre de 2008, disminuye lentamente hasta 74,8%.

debajo del potencial en las cuatro metodologías. Las magnitudes oscilan entre un -0,34% (FMV) y -0,57% (HP). En tanto, la evidencia respecto al crecimiento potencial es mixta. Si bien bajo el filtro HP el promedio de la variable habría bajado en 0,08 p.p., las metodologías FMV, BK y CF dan como resultado una aceleración hasta 0,37 p.p., 0,34 p.p. y 0,30 p.p. respectivamente.

### **3. Estimación del producto de tendencia a partir del método de la función de producción**

En contraste con el producto potencial, estimado a partir del filtro multivariado, existe una noción de tendencia de mediano plazo, bajo el supuesto de un uso normal de los factores productivos, y en ausencia de shocks (Albagli y Naudon, 2015). En este sentido, un método de estimación de esta variable ampliamente difundido entre los bancos centrales es el de la función de producción. Esta propuesta representa un camino intermedio entre los modelos estructurales y algunos modelos univariados, y permite realizar ejercicios de contabilidad del crecimiento, a partir de la técnica de Solow (1957). Una de sus ventajas es que emplea múltiples datos sobre los factores que pueden promover el crecimiento. Pero esta característica puede transformarse, a su vez, en una limitación para aquellos países que cuentan con escasez y falta de confiabilidad en algunos datos, en particular en lo referido al stock de capital (Mishkin, 2007).

La técnica en cuestión, en la forma en que se emplea en el BCRA desde hace más de una década (véase Escudé et al., 2004; y Elosegui et al., 2006), consiste en estimar los factores tendenciales del producto a partir del empleo de la mano de obra (ajustada por la tasa natural de desempleo, o NAIRU), del capital (ajustado por el índice de utilización promedio de la capacidad instalada), así como de la productividad total de los factores (PTF), suavizada a través de promedios móviles. En la versión del presente trabajo, se introducen nuevas estimaciones del stock de capital y un índice de calidad del factor trabajo que ajusta al empleo por diferenciales de educación y productividad. La inclusión de esta nueva variable se basa en la metodología empleada por Gay (2009), Meloni (1999) y Roldós (1997).

La función de producción agregada propuesta consiste en una de tipo Cobb-Douglas, con rendimientos constantes a escala, sesgo tecnológico neutral en el sentido de Hicks y dos factores productivos, capital y trabajo. Suponiendo mercados de factores en equilibrio, el producto tendencial en niveles se expresa en la siguiente forma:

$$Y_t^* = A_t^*(Q_t^*L_t^*)^\alpha(K_t^*)^{1-\alpha} \quad (2.1)$$

Donde  $Y_t^*$  es el producto tendencial;  $A_t^*$ , la PTF promedio;  $Q_t^*$ , un índice de calidad del factor trabajo;  $L_t^*$ , el empleo ajustado por la NAIRU;  $K_t^*$  el stock de capital ajustado por la utilización

promedio de la capacidad instalada de la economía; y  $\alpha$ , la participación media de la masa salarial en el ingreso ( $\alpha=0,51$ )<sup>12</sup>.

Como se observa en la ecuación (2.1) –y se retomará en la ecuación (2.3)– la función de producción considera a los factores productivos ponderados por su participación en el producto. Esta condición se basa en el supuesto que elasticidad del producto a los factores productivos es igual a la proporción del retorno de aquel factor en el ingreso (principalmente para pequeños incrementos en los insumos), asumiendo así diferenciabilidad de la función de producción, retornos constantes a escala y competencia perfecta (y firmas tomadoras de precios) en los mercados de factores.

A efectos de la estimación, resulta conveniente presentar la expresión (2.1) en términos de factores de variación ( $X_t^*/X_{t-1}^*$ ), como:

$$y_t^p = ptf_t^* (q_t^* l_t^*)^\alpha (k_t^*)^{1-\alpha} \quad (2.2)$$

Donde cada letra minúscula representa el factor de variación de la mayúscula correspondiente.

### 3.1 Productividad total de los factores (PTF)

La productividad total de los factores (PTF), o residuo de Solow (1957), se concibe aquí –en tanto primera aproximación a la temática– como el crecimiento que tiene lugar en el producto, neto del crecimiento en los factores productivos, los que, a su vez, están ponderados por la participación de los factores en el producto. Para ello, a continuación, se desarrollan los pasos para la obtención residual de la PTF a partir del PIB real observado ( $Y$ ); de la mano de obra ocupada en el total de la economía ajustada por desempleo y subempleo ( $L$ ), así como por un índice de calidad de la mano de obra ( $Q$ ); y del stock de capital ( $K$ ), ajustado por la tasa de utilización de la capacidad instalada del período.

En primer lugar, PIB real observado se expresa en símbolos de la siguiente manera:

$$Y_t = A_t f(K_t, Q_t L_t) = A_t (Q_t L_t)^\alpha K_t^{1-\alpha} \quad (2.3)$$

Luego, se aplica el operador de rezagos a (2.3) y se obtiene el cociente respectivo para cada factor. El resultado puede observarse en la expresión (2.4), análoga a (2.2):

---

<sup>12</sup> El dato de la participación del factor trabajo en el ingreso surge como el promedio de los valores de la remuneración al trabajo asalariado entre el cuarto trimestre de 2016 y el cuarto trimestre de 2017 provistos en INDEC (2018).

$$Y_t/Y_{t-1} = (A_t/A_{t-1})[(Q_t/Q_{t-1}) * (L_t/L_{t-1})]^\alpha (K_t/K_{t-1})^{1-\alpha} \quad (2.4)$$

Reordenando y empleando letras minúsculas para los factores de variación, se obtiene una expresión que indica la estimación bruta de la PTF ( $a_t$ ):

$$a_t = y_t / [(q_t l_t)^\alpha * k_t^{1-\alpha}] \quad (2.5)$$

A efectos de la estimación del producto potencial, la estimación bruta de la PTF se suaviza posteriormente a partir de promedios móviles centrados de nueve trimestres.

Cabe señalar que, bajo la forma propuesta, la interpretación de la PTF en la función de producción agregada posee limitaciones similares a las presentes en el estudio seminal de Solow (1957), en el cual la variable es pensada como una medida del avance tecnológico, que se asume exógeno<sup>13</sup> y neutral en el sentido de Hicks. Esto implica, entre otras cosas, que no resulta sesgado hacia un factor productivo en particular. Por otro lado, se supone (y en el presente trabajo se reproduce, como una primera aproximación) que el capital antiguo y el nuevo participan igualmente en el progreso técnico y tienen la misma contribución al producto<sup>14</sup>. Además, se asume implícitamente que el conocimiento tecnológico es público y que no existen barreras institucionales o económicas a la adopción de la tecnología. Finalmente, no se consideran posibles distorsiones vinculadas con la competencia imperfecta, externalidades, retornos (no constantes) a escala, dinámicas organizacionales ni relocalización de factores productivos (Nelson, 1981).

### 3.2. *Stock de capital*

El stock de capital mide los activos durables, reproductibles y tangibles empleados en la generación de otros bienes y servicios. La estimación de esta variable, proceso que no está

---

<sup>13</sup> Al respecto, una visión alternativa considera que el conocimiento y avance tecnológico es endógeno al stock de capital vinculado a la investigación y desarrollo (I+D).

<sup>14</sup> Una perspectiva distinta se expone en los modelos con progreso tecnológico “específico a la inversión”, que presentan efectos heterogéneos sobre el capital en tanto estaría especialmente incorporado al capital recientemente adquirido (mediante inversión). Así, las mejoras en la tecnología –que no son “gratuitas”– afectarían el producto no sólo a través de la formación neta de capital, sino que también por el reemplazo de la vieja maquinaria por la nueva. Este tipo de modelización, conocida como “vintage capital”, fue empleada por Solow (1960) y Greenwood y Jovanovic (2001), entre otros.



exento de discusión<sup>15</sup>, resulta indispensable a efectos del cálculo de la productividad total de los factores y de la estimación del producto potencial de la economía.

Los primeros estudios sobre el cálculo del stock de capital para la economía argentina corresponden al trabajo de CEPAL (1958) y a los trabajos de Goldberg y Ianchilovici (1985 y 1988), realizados en la Secretaría de Planificación. Con posterioridad, en los años noventa, se realizaron nuevas estimaciones del stock de capital en la Secretaría de Industria, Comercio y Minería (1997), en la Secretaría de Política Económica (2001) y en el INDEC (2004), utilizando series más actualizadas de inversión y diferentes métodos de amortización. Cabe también mencionar los trabajos realizados por Meloni (1999), y por Coremberg en 2001 y, más recientemente, en 2009.

Como en la mayor parte de los trabajos mencionados, el stock de capital es estimado a partir del método del inventario perpetuo (o permanente). Esta metodología consiste en adicionar al stock de capital inicial los flujos anuales de inversión bruta interna fija real y restarle los montos de amortización. Para calcular la amortización es necesario realizar previamente algunos supuestos respecto del mecanismo de depreciación (lineal, rectangular, etc.) y de la vida útil de los distintos activos que integran el stock de capital.

Una característica del método de inventario perpetuo es que los errores de estimación referidos a la formación del capital inicial se tornan menos importantes a medida que las inversiones se van depreciando a lo largo del tiempo. A pesar de algunas limitaciones que presenta este método de valuación (por ejemplo, suponer la homogeneidad del capital, no incorporar activos intangibles, como las patentes y los derechos de propiedad intelectual, ni tampoco incluir ciertos activos tangibles no reproductibles, como la tierra y los recursos naturales) constituye un método

---

<sup>15</sup> La estimación del factor capital es una cuestión con importante discusión, que se evidenció especialmente a partir de la denominada controversia del capital, o debate entre las dos Cambridge. Este dilema que encontré, en los años 50 y 60, en bandos contrapuestos a economistas como a Solow y Samuelson (Cambridge, USA) por un lado, y, Robinson y Sraffa (Cambridge, Inglaterra) por el otro. Los primeros fueron los creadores y defensores del modelo de crecimiento neoclásico, impulsado por Solow (1957). En cambio, sus críticos argumentaban que el capital físico no podía ser medido correctamente en tanto incluye una gran variedad de bienes heterogéneos (tales como maquinaria y equipo, materias primas, medios de transporte, etc.) cuyos valores dependen de la tasa de ganancia. Por ello, señalaban que la incorporación del factor capital a la función de producción agregada implicaba (erróneamente) tratarlo de la misma forma que el factor trabajo (o a la tierra) en la explicación la distribución del ingreso. De esta forma, se incurría en un razonamiento circular, donde el valor del capital generaba una determinada distribución del ingreso, y viceversa. Bajo esta premisa, se precisaba que un modelo multisectorial con capitales heterogéneos o un modelo de dos sectores con una máquina (y diferentes técnicas disponibles) darían lugar a otras propiedades que las desprendidas del modelo de función de producción agregada.

ampliamente utilizado y representa una alternativa frente a otras metodologías, que pueden presentar mayores demoras en la obtención de los resultados.

Los datos disponibles de las Cuentas Nacionales desagregan la inversión en construcciones y en equipo durable de producción (este último incluye a maquinaria y equipo y a material de transporte), información que está disponible desde el año 1980. En principio, las series de inversión en construcciones y en equipo durable de producción corresponden a la base a precios de 2004. Los datos anteriores a esa fecha surgen de empalmar hacia atrás las series de inversión a precios de 2004, con las series a precios de 1993 y 1986, respectivamente, a partir de las correspondientes variaciones porcentuales.

La expresión del método del inventario perpetuo vincula al capital con la inversión y la tasa de amortización, a través de la siguiente ecuación:

$$K_t = (1 - \delta)K_{t-1} + I_t \quad (2.6)$$

Donde  $K_t$  representa el capital en el período  $t$ ;  $I_t$ , la inversión bruta interna fija a precios constantes del período; y  $\delta$ , la tasa de amortización.

Debe notarse que mientras la función de producción neoclásica considera una medida de los servicios del capital (flujo),  $sK_t$ , el método del inventario perpetuo muestra la evolución del stock de capital (existencias),  $K_t$ . Estos dos conceptos están fuertemente vinculados, pero podrían diferir a partir de los cambios en la composición de la inversión agregada si la expresión (2.6) se calculara para diferentes componentes de la inversión. De esta forma, en un esquema neoclásico simple, con un solo bien de inversión, los dos conceptos podrían considerarse idénticos, si se define un flujo promedio a partir del stock, pero en un esquema con varios tipos heterogéneos de bienes de capital ello no sería igualmente aceptable. Por ejemplo, las inversiones orientadas hacia equipos de alta tecnología, con un elevado producto marginal, podrían implicar tasas de crecimiento en los servicios del capital más altas que en el stock de capital. En este caso, la diferencia entre los flujos de servicios del capital y el stock de capital reflejaría la “calidad del capital”, o sea, los cambios en la composición de la inversión hacia los activos con un producto marginal más elevado.

El stock de capital al final del período inicial (1980) es estimado a partir de la ecuación (2.7). Esta expresión, que relaciona la tasa de crecimiento de la inversión en el estado estacionario ( $g$ ) y la tasa de amortización del capital ( $\delta$ ), se aplica tanto a las inversiones en construcciones, como en equipo durable, utilizando la misma  $g$  (3% anual), pero con diferentes supuestos, en cada caso, respecto de  $\delta$ :

$$\mu = (1 + g)/(g + \delta) \quad (2.7)$$

Donde  $\mu$  representa la relación capital/inversión en el período inicial. De esta forma, el cálculo del stock de capital inicial se realiza separadamente para las inversiones en construcciones y en equipo durable, considerando una tasa de crecimiento en el estado estacionario y diferentes tasas de amortización para estos bienes (las tasas están expresadas en tanto por uno).

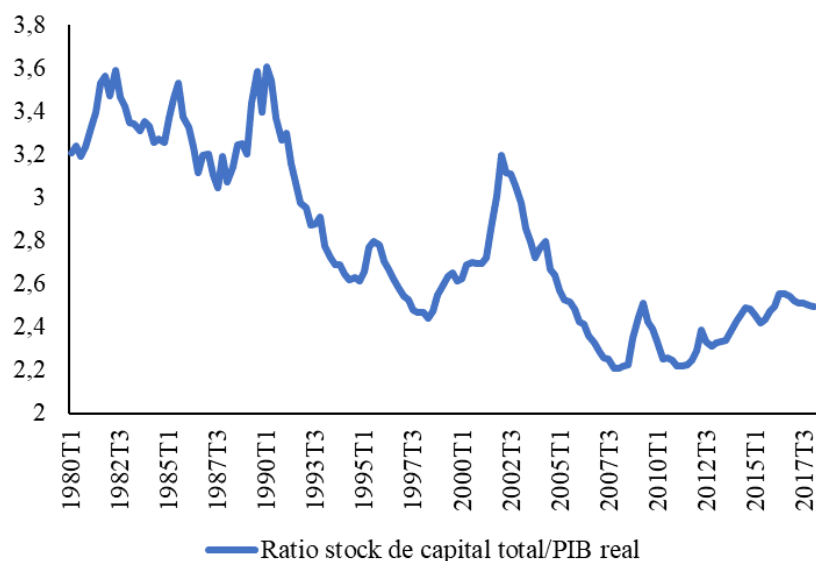
A efectos de la depreciación de los bienes de inversión, se empleó el método de amortización lineal (vida media). Con este método los activos van perdiendo una proporción constante de su valor inicial a través del tiempo, por lo que la tasa de amortización resulta inversamente proporcional a la vida útil de dichos bienes. En el presente trabajo se optó por suponer una vida útil promedio de alrededor de 25 años en construcciones y de alrededor de 10 años en equipo durable, lo que equivale aproximadamente a una tasa de amortización de 3,93% anual y del 9,75% anual, respectivamente<sup>16</sup>.

Al aplicar la expresión (2.7), para ambas categorías de inversión, se observa que el stock de capital inicial resulta 14,9 veces mayor que la inversión del año 1980, en el caso de construcciones, y 8,1 veces mayor, en el caso de equipo durable de producción. Una vez estimadas separadamente las series de stock de capital en construcciones y en equipo durable, se las suma a fin de obtener una medida del stock de capital total. Sobre el particular, el gráfico 4 muestra la relación entre el stock de capital total y el PIB real, desde el año 1980. Este cociente muestra una tendencia decreciente hasta 2008 y a partir de 2011, una leve recuperación.

---

<sup>16</sup> Dado el menor tiempo de perdurabilidad de los bienes, que se ha ido dando a través del tiempo, se consideran menores períodos de vida útil para los componentes del stock de capital, respecto de los sugeridos en los trabajos de Goldberg et al. (1988), Coremberg (2001) e INDEC (2004).

**Gráfico 4. Relación Capital Total / PIB real (series en millones de \$ de 2004). Datos desestacionalizados. Período 1980T1-2018T1**



Fuente: elaboración propia con datos del INDEC.

Para estimar el producto potencial, el stock de capital se pondera por el uso promedio de la capacidad instalada (UCI). Los datos de UCI provienen del INDEC (1980T1-1993T4 y 2010T4-2017T3) y de FIEL (1994T1-2010T3). Esta última serie fue previamente ajustada por estacionalidad a través del programa X13-ARIMA.

### 3.3. Empleo natural

El cálculo de cantidad de ocupados y ocupación horaria equivalente se realizó, a partir de la EPH, considerando los datos de desocupación y de subempleo involuntario. Ésta última variable fue calculada teniendo en cuenta que en promedio los subocupados (que trabajan menos de 35 horas semanales) estarían desocupados el 51,8% de su tiempo.

El empleo ajustado por NAIRU corresponde al nivel de empleo consistente con una tasa de inflación constante y se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$L_t^* = FL_t(1 - U_t^N) \quad (2.8)$$

Donde  $L_t^*$  indica el empleo ajustado por NAIRU;  $FL_t$ , la fuerza laboral medida a través de la población económicamente activa (PEA), correspondiente al total de la economía; y  $U_t^N$ , la NAIRU. Ésta última variable indica el nivel de desempleo “equivalente” (ajustado por subempleo), que se considera compatible con una tasa de inflación estable. En la estimación se utilizó la tasa natural que surge de aplicar el filtro HP “one-sided” a la tasa de desempleo equivalente (la suma entre la tasa de desempleo y el 51,8% de la tasa de subempleo).

### 3.4. Índice de la calidad de la mano de obra

Algunos estudios fundacionales de contabilidad del crecimiento, como el de Solow (1956), tienen como supuesto que la fuerza de trabajo es homogénea, es decir, consideran una suma indiferenciada de clases de trabajos con distintas productividades. No obstante, si se ignoran atributos relacionados al trabajo (tales como el conjunto, o acervo de conocimientos, capacidades, habilidades, experiencia o educación) se estaría distorsionando la contribución de dicho factor al crecimiento total (Coremberg, 2009). Bajo esta premisa, estudios como los de Kendrick (1956) y Denison (1961) comienzan a incluir al capital humano que poseen los individuos que componen la fuerza laboral y que favorece la potencialidad productiva de la mano de obra. Algunas de las variables que estos trabajos y subsiguientes incluyen son la edad, género, experiencia, sector de actividad, región, categoría ocupacional y tipo de relación contractual<sup>17</sup>. Además, un común denominador es la educación, que es vista como un proceso implícito por el cual los trabajadores ganan conocimiento y habilidades para ser más productivos, a través de sus calificaciones. En este sentido, las remuneraciones relativas al trabajo estarían correlacionadas con el nivel de calificación.

Tomando como antecedentes los estudios de Gay (2009), Meloni (1999) y Roldós (1997), en este trabajo se optó por ajustar el empleo (ponderado por la tasa natural de desempleo) por un índice de calidad de la mano de obra construido a partir de la expresión (2.9):

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \sum_{i=1}^N \frac{w_i}{w} \left( \frac{\Delta L_i}{L} \right) \quad (2.9)$$

Donde  $\frac{\Delta Q}{Q}$  indica el crecimiento de la calidad del factor trabajo;  $\frac{\Delta L_i}{L}$ , el crecimiento anual de la participación de los trabajadores con cierto nivel de instrucción (o educación)  $i$ ; y  $\frac{w_i}{w}$ , el salario medio de los trabajadores con cierto nivel de instrucción  $i$ , relativo al salario medio de la economía.

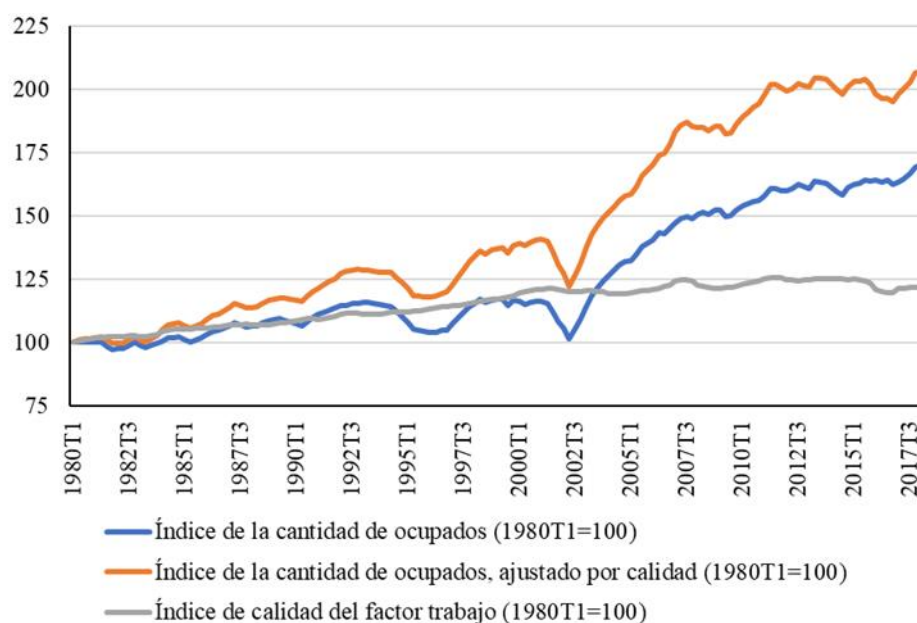
Bajo esta perspectiva, si el índice construido reflejara movimientos en la cantidad de trabajadores de distintas categorías y diferenciales en su remuneración, un aumento de la proporción de los ocupados que poseen alta calificación, o un crecimiento en su remuneración implicará un crecimiento del índice. Inversamente, el incremento de la proporción de trabajadores “poco calificados”, o un deterioro relativo en las remuneraciones de los más calificados, supondría una caída del índice.

---

<sup>17</sup> Cabe mencionar en este grupo a Connors y Franklin (2015) y Jorgenson, Galop y Fraumeni (1987).

En los cálculos llevados a cabo aquí, se utilizaron los datos provenientes de la EPH, considerando el universo de los ocupados asalariados del Gran Buenos Aires durante el tercer trimestre de cada año<sup>18</sup>. El índice anual así construido se trimestralizó considerando una tasa de crecimiento cuadrática. En el gráfico 5 puede observarse la evolución de la cantidad de ocupados (calculados a partir de la tasa de desempleo equivalente) y su ajuste por el índice de calidad de mano de obra:

**Gráfico 5. Ajuste del factor trabajo por el índice de calidad de la mano de obra. Período 1980T1-2018T1**



Fuente: elaboración propia con datos del INDEC.

De acuerdo con los cálculos realizados, entre 1980 y 2018, el índice de calidad del factor trabajo se habría incrementado en un 21%. No obstante, el crecimiento durante el período no fue lineal, sino que tuvo su pico máximo en 2011 (en que la medida alcanza un valor máximo de 124,6) y luego cae hasta un valor de 120,9 a fines de 2017.

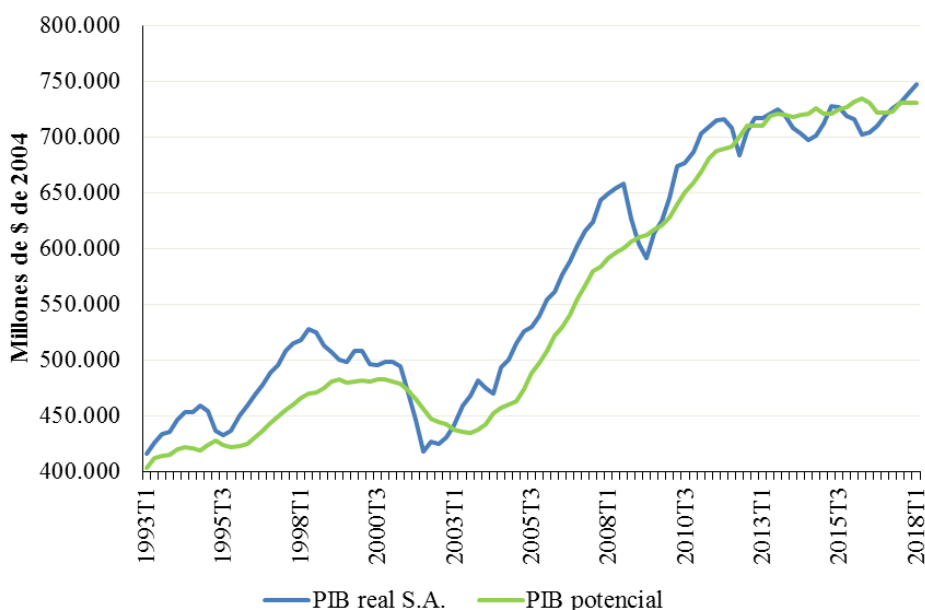
### 3.5. Resultados

<sup>18</sup> El crecimiento del índice en 2007 y 2008 se consideró según el cuarto trimestre de aquellos años. Una situación análoga se realizó para las variaciones de 2015 y 2016, que toman en cuenta las del segundo trimestre debido a la falta de disponibilidad de datos del tercer trimestre de 2015.

Dado que, con esta metodología –correspondiente a la función de producción– se obtiene una serie de producto potencial en tasas de variación, debe recuperarse posteriormente el nivel de esta variable, para lo cual se determina un valor inicial para el producto potencial<sup>19</sup>.

Teniendo en cuenta los aspectos descriptos, en el gráfico 6 se muestra la estimación para el período 1993T1-2018T1 de producto potencial en niveles (comparado con el PIB real ajustado por estacionalidad).

**Gráfico 6. PIB real desestacionalizado y Producto Potencial (en millones de \$ de 2004). Metodología de la Función de Producción. Período 1993T1-2018T1**



Fuente: elaboración propia con datos del INDEC.

Se pueden analizar entonces la periodización previamente propuesta de acuerdo con el crecimiento del producto tendencial. Al respecto, en la tabla 3 se exponen los principales resultados.

<sup>19</sup> A su vez, el cálculo requiere que ciertas variables sean proyectadas “hacia adelante” (por fuera de la muestra). Para ello se utilizan modelos AR(4), con la excepción del PIB real, que se completa a partir del REM.

**Tabla 3. Crecimiento potencial promedio de acuerdo con el método de la función de producción. Promedios submuestrales (en porcentaje).**

<b>Período</b>	<b>Crecimiento potencial (promedio)</b>
<i>1993T1-1998T2</i>	0,91
<i>1998T3-2002T4</i>	-0,33
<i>2003T1-2008T3</i>	1,33
<i>2008T4-2011T3</i>	1,14
<i>2011T4-2015T4</i>	0,32
<i>2016T1-2018T1</i>	0,06

Se desprende a primera vista una amplia heterogeneidad en el conjunto de la muestra. El intervalo comprendido entre el tercer trimestre de 1998 y el cuarto trimestre de 2004 marcan retroceso en cuanto a la capacidad de los factores productivos de motorizar el crecimiento sostenido. Se interrumpe así el quinquenio 1993T1-1998T2, en que el indicador de crecimiento potencial marcó un promedio de 0,91%. Este signo positivo se repite en los sucesivos 4 etapas, 2003T1-2008T3, 2008T4-2011T3, 2011T4-2015T4 y 2016T1-2018T1. En esos subperíodos, el indicador promedio fue de 1,33%, 1,14%, 0,32% y 0,06%, respectivamente.

Como se señaló previamente, otro uso del método de la función de producción consiste en el cálculo de la contabilidad del crecimiento. A continuación, se exponen los resultados de su aplicación para Argentina, considerando los promedios anuales:

**Tabla 4. Contabilidad del crecimiento (método de la función de producción). Promedios anuales submuestrales (en porcentaje).**

<b>Período</b>	<b>hl</b>	<b>uK</b>	<b>PTF</b>	<b>Y</b>
<i>1993-1997</i>	-0,08	2,21	2,62	4,75
<i>1998-2002</i>	-0,03	-1,49	-1,77	-3,30
<i>2003-2008</i>	3,18	1,83	1,97	6,98
<i>2009-2011</i>	1,40	0,42	1,31	3,12
<i>2012-2015</i>	0,16	-0,15	0,36	0,37
<i>2016-2017</i>	-0,15	1,98	-1,34	0,49

Como surge de la tabla 4, los subperíodos considerados se muestran muy distintos en cuanto a los factores productivos que impulsaron, desde la oferta, el crecimiento. El crecimiento del período 1993-1997 estuvo motorizado especialmente por el capital y el residuo (PTF). En tanto, el período de crisis 1998-2002 se caracteriza por una retracción en el uso de los factores productivos considerados. En tanto, entre 2003 y 2015 se evidencia, a través de los tres



subperíodos allí incluidos, una desaceleración en la economía con un punto en común: fue más intensivo en el uso del factor trabajo, en relación con el capital (cuya contribución llega a ser incluso negativa en el subperíodo 2012-2015). Finalmente, el último subperíodo presenta, en promedio, un crecimiento impulsado por el uso del factor capital.

#### **4. Reflexiones finales**

En este trabajo, se aplican tres metodologías respecto del producto potencial en Argentina en el período 1993T1-2018T1. La primera de ellas, que descansa en la estimación de un filtro semi-estructural multivariado basado en el estudio seminal de Benes et al. (2010), hace hincapié en el comportamiento cíclico del producto, de corto plazo, consistente con una tasa de inflación estable. Con el mismo sentido, se emplean también filtros univariados, como los de Hodrick-Prescott y Band Pass en las versiones Baxter-King (BK) y Christiano-Fitzgerald (CF). Las dos técnicas señaladas (FMV y filtros univariados) se muestran más apropiadas a los fines del seguimiento de la política monetaria. Los resultados obtenidos bajo esta óptica muestran que la mayoría de las estimaciones presentan cierta robustez entre sí y respecto a los hechos estilizados de la economía durante las últimas dos décadas.

La tercera de las metodologías consideradas se basa en la estimación de una función de producción de tipo neoclásica, que pone mayor énfasis en la obtención del componente tendencial del producto, dentro de un horizonte de largo plazo. Bajo esta técnica, el ejercicio de contabilidad del crecimiento expuesto da cuenta de la heterogeneidad en cuanto a los factores productivos que impulsan la economía argentina. Así, se puede dividir en dos subconjuntos los subperíodos donde el crecimiento promedio fue positivo: aquellos en que el factor trabajo fue el principal motor, y aquellas etapas en que el capital tuvo un rol central. Dentro del primer grupo se ubican los subperíodos 2003-2008 y 2012-2015, mientras que en el segundo se encuentran los subperíodos 1993-1998 y 2016-2017. En un tercer subconjunto se encuentra el período 2012-2015, en que la PTF dio cuenta de la mayor parte del escaso crecimiento alcanzado.

Finalmente, cabe señalar que el conjunto de aproximaciones metodológicas a la temática debe emplearse con recaudo (principalmente si se utilizan en tiempo real), debido a los problemas de final de muestra en las series y a la propia incerteza que se desprende de la naturaleza inobservable de las variables en cuestión. A propósito, no hay una validación empírica acerca de la precisión de cada una de las estimaciones. No obstante, se aspira a futuro evaluar el desempeño relativo de las brechas de producto obtenidas por los filtros univariados y multivariado, a partir de su incorporación, como variable explicativa de la inflación, en diferentes modelos. Así también, por medio de la metodología del filtro multivariado se pretende estimar la brecha de producto incorporando intervalos de confianza.

## Referencias

**Albagli, E. y A. Naudon** (2015). “¿De Qué Hablamos Cuando Hablamos de Producto Potencial?”. Banco Central de Chile. Mimeo.

**Albagli, E., J. Fornero, A. Gatty, M. Kirchner, E. Luttini, A. Naudon, R. Tranamil y A. Yany** (2015). “Producto Potencial Relevante para la Inflación”. Banco Central de Chile. Mimeo.

**Banco Central del Uruguay (BCU)** (octubre, 2015). “Brecha del Producto. Marco conceptual, estimación y su uso para la toma de decisiones en tiempo real”. 30° Reunión de Presidentes de Bancos Centrales de América del Sur. Asunción.

**Baumann Fonay, I. y L. Cohan** (2018). “Crecimiento económico, PTF y PIB potencial en Argentina”. Subsecretaría de Programación Macroeconómica, Ministerio de Hacienda.

**Baxter, M. y R. King** (1999). “Measuring Business Cycles: Approximate Band-Pass Filters for Economic Time Series”. *The Review of Economics and Statistics*, 81 (4), 575-593.

**Benes, J., K. Clinton, R. García-Saltos, M. Johnson, D. Laxton, P. Manchev, y T. Mathenson** (2010). “Estimating Potential Output with a Multivariate Filter”. *IMF Working Paper* WP 10/285.

**Blagrove, P., R. García-Saltos, D. Laxton, y F. Zhang** (2015). “A Simple Multivariate Filter for Estimating Potential Output”. *IMF Working Paper* WP/15/79.

**Blanchard, O., E. Cerutti y L. Summers** (2015). “Inflation and Activity – Two Explorations and their Monetary Policy Implications”. *IMF Working Paper* WP/15/230.

**Borio, C., P. Disyatat, y M. Juselius** (2013). “Rethinking Potential Output: Embedding Information about the Financial Cycle”. *BIS Working Papers* N° 404.

**Calvo, G. A.** (1983). “Staggered prices in a utility maximizing framework”. *Journal of Monetary Economics*, 12, 383-398.

**Carlin, W. y D. Soskice** (2014). *Macroeconomics: Institutions, instability and the financial system*. USA: Oxford University Press.

**CEPAL** (1958). “El desarrollo económico de la Argentina”. Santiago de Chile.

**Cerra, V. y S. C. Saxena** (2005). “Growth Dynamics: The Myth of Economic Recovery”. *IMF Working Paper* WP/05/147.

**Cerra, V. y S. C. Saxena** (2017) “Booms, Crises, and Recoveries: A New Paradigm of the Business Cycle and Its Policy Implications”. *IMF Working Paper* WP/17/250.

**Chan, J. C. C., T. Clark y G. Koop** (2017) “A New Model of Inflation, Trend Inflation, and Long-Run Inflation Expectations”. *Journal of Money, Credit and Banking*. ISSN 0022-2879 (In Press).

**Christiano, L. y T. Fitzgerald** (1999). “The Band Pass Filter”. *International Economic Review*, 44 (2), 435-465.

**Citu, F., y J. Twaddle** (2003). “The Output Gap and its role in Monetary Policy Decision-making”. Reserve Bank of New Zeland. Reserve Bank Bulletin. (66). N° 1.

**Cogley, T. and T. J. Sargent** (2005). “Drifts and Volatilities: Monetary Policies and Outcomes in the Post War U.S.”. *Review of Economic Dynamics* 8, 262-302.

**Cogley, T. y A. M. Sbordone** (2008). “Trend inflation, indexation, and inflation persistence in the New Keynesian Phillips curve”. *American Economic Review* 98, 2101–2126.

**Cogley, T., G. Primiceri y T. J. Sargent** (2010). “Inflation-gap persistence in the US”. *American Economic Journal: Macroeconomics* 2, 43–69.

**Connors, E. y M. Franklin** (2015). “Quality Adjusted Labour Input: Estimates to 2014”. Office for National Statistics. Reino Unido.

**Coremberg, A.** (2001). “El crecimiento de la productividad y de la riqueza producida de la Economía Argentina durante la década de los noventa: mito o realidad”. Mimeo.

**Coremberg, A.** (2009). “Midiendo las fuentes del crecimiento en una economía inestable: Argentina. Productividad y factores productivos por sector de actividad económica y por tipo de activo”. En Serie *Estudios y Perspectivas*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago de Chile. Junio.

**D’Amato, L. y M. L. Garegnani** (2009). “La dinámica de corto plazo de la inflación: estimando una curva de Phillips híbrida nekeynesiana para Argentina (1993-2007)”. *Ensayos Económicos* 55. Banco Central de la República Argentina, 33-56.

**Denison, E.** (1961). "Measurement of Labor Input: Some Questions of Definition and the Adequacy of Data". En *Output, Input, and Productivity Measurement*. NBER Studies in Income and Wealth. Princeton, N.J.: Princeton University Press. 347-72.

**Elosegui, P., L. Garegnani, L. Lanteri, F. Lepone, y J. Sotes Paladino** (2006). "Estimaciones alternativas de la brecha del producto para la economía argentina". *Ensayos Económicos del BCRA N°45*.

**Escudé, G, F. Gabrielli, L. Lanteri, y M. J. Rouillet** (2004). 'Estimating Potential Output for Argentina'. Gerencia de Investigaciones Económicas. BCRA.

**Faust, J. y J. H. Wright** (2013). Chapter 1 - forecasting inflation. In Elliott, G. and Timmermann, A., editors, *Handbook of Economic Forecasting*, volume 2, Part A of *Handbook of Economic Forecasting*, pages 2 - 56. Elsevier.

**Galí, J. y M. Gertler** (1999). "Inflation Dynamics: A Structural Econometric Analysis". *Journal of Monetary Economics*, 44, 195-222.

**Gay, A.** (noviembre, 2009). "Productividad total de los factores y producto potencial: Argentina (1900-2008)". XLIV Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Política (AAEP).

**Goldberg, S. y B. Ianchilovici** (1988). "El stock de capital en la Argentina". Secretaría de Planificación. Enero.

**Greenwood, J., y B. Jovanovic** (2001). "Accounting for Growth". *New Developments in Productivity Analysis*, NBER Chapters. National Bureau of Economic Research, Inc. 179-224.

**Hodrick, R. y E. Prescott** (1997). "Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation". *Journal of Money, Credit and Banking*, 29(1), 1-16.

**Halka, A. y J. Kotlowski** (2014). "Does the Domestic Output Gap matter for Inflation in a Small Open Economy?". *Eastern European Economics*, 52, 89-107.

**INDEC** (2004). Estimación del stock de capital fijo de la República Argentina, 1990-2003. Estudios N° 39.

**INDEC** (2018). "Cuenta de Generación del Ingreso e Insumo de la Mano de Obra. Estimación provisoria del cuarto trimestre de 2017". *Informes Técnicos Vol. 2, N°6. Cuentas Nacionales. Vol. 2, N° 6. ISSN 2545-6636*.

**Jorgenson, D., F. Galop y B. Fraumeni** (1987). "Productivity and U.S. Economic Growth". Cambridge Massachusetts: Harvard University Press.

**Kendrick, J.** (1956). "Productivity Trends: Capital and Labor". *Review of Economics and Statistics* (38), 248-57.

**Kiley, M.** (2013). "Output gaps". *Journal of Macroeconomics*, Elsevier, vol. 37, pages 1-18.

**Kuttner, K.** (1994). "Estimating Potential Output as a Latent Variable ". *Journal of Business & Economic Statistics*, 12 (3), 361-368.

**Ljung, L.** (1999). *System Identification: Theory for the User* (2da ed.). Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.

**Melolinná, M. y M. Tóth** (2016). Output Gaps, Inflation and Financial Cycles in the United Kingdom. *Bank of England Staff Working Paper N° 585*.

**Meloni, O.** (1999). "Crecimiento Potencial y Productividad en la Argentina: 1980-1997". Secretaría de Programación Económica y Regional, Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos, Buenos Aires.

**Mishkin, F. S.** (2007). "Estimating Potential Output". Speech, May 24, 2007.

**Modigliani, F., y L. Papademos** (1975). "Targets for Monetary Policy in the Coming Year". *Brookings Papers on Economic Activity*, 6 (1), 141-166.

**Nelson, R. R.** (1981). "Research on Productivity Growth and Productivity Differences: Dead Ends and New Departures". *Journal of Economic Literature*, 19 (3), 1029-1064.

**Okun, A. M.** (1970). "The Political Economy of Prosperity". Washington, DC: The Brookings Institution.

**Orphanides, A., y J. Williams** (2002). "Robust Monetary Policy Rules with Unknown Natural Rates". *Brookings Papers on Economic Activity*, 33 (2), 63-146.

**Roldós, J.** (1997). "Potential Output Growth in Emerging Markets Countries: the Case of Chile". IMF Working Paper 97/104.

**Secretaría de Industria, Comercio y Minería** (1997). “Evolución del stock de capital en la Argentina. El proceso de acumulación en las últimas tres décadas”. *Estudios de la Economía Real*. N° 1.

**Secretaría de Política Económica** (2001). “El stock de capital y la productividad total de los factores en la Argentina”. Dirección Nacional de Coordinación de Políticas Macroeconómicas. Octubre.

**Solow, R.** (1956). “A Contribution to the Theory of Economic Growth”. *Quarterly Journal of Economics*, 70, 65-94.

**Solow, R.** (1957). “Technical Change and the Aggregate Production Function”. *Review of Economics and Statistics*, 39, 313-30.

**Solow, R.** (1960). Investment and technological progress. *Mathematical methods in the social sciences 1959*, ed. Kenneth Arrow, Samuel Karlin, and Patrick Suppes. Stanford, Calif.: Stanford University Press. 89–104.

**Stock, J. H. y M. W. Watson** (2007) “Why has U.S. inflation become harder to forecast?”. *Journal of Money, Credit and Banking*, 39, 3–33.

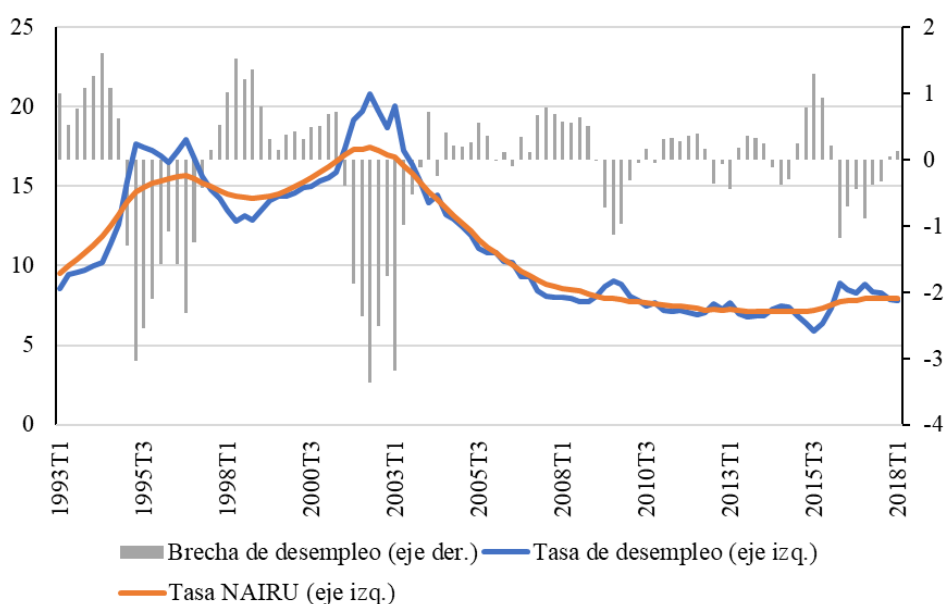
**Stock, J. H. y M. W. Watson** (2010). “Modeling inflation after the crisis. Macroeconomic challenges: the decade ahead”. Federal Reserve Bank of Kansas City Economic Policy Symposium.

**Stock, J. H. y M. W. Watson** (2015). "Core Inflation and Trend Inflation". *NBER Working Papers 21282*, National Bureau of Economic Research, Inc.

## Anexo A. Mercado de trabajo y ciclo, según el filtro multivariado (FMV).

En el gráfico 7 se presentan la NAIRU, la brecha de desempleo (estimadas a partir del FMV) y la tasa de desempleo (ajustada por estacionalidad). Ésta segunda variable se define como la diferencia entre la primera y la tercera, y debe interpretarse de tal forma que, al igual que la brecha de producto, un valor positivo (negativo) se corresponde con una mayor (menor) presión inflacionaria.

**Gráfico 7. Tasas del mercado de trabajo según el FMV: desempleo, NAIRU y brecha de desempleo. En porcentaje. Período 1993T1-2018T1**



Fuente: BCRA, INDEC, DGEyC GCBA y DPEyC San Luis

La evolución de la tasa de desempleo desestacionalizada y la NAIRU se puede dividir en, por lo menos, dos períodos diferenciados. Por un lado, desde 1993 hasta 2002, la proporción de la población activa sin ocupación se incrementó, en promedio anual desde un 7,7% hasta un 17,2%. Esta dinámica fue sólo interrumpido durante el bienio 1996-1997. A partir de 2003, en cambio, la desocupación disminuyó casi ininterrumpidamente (excepto en el año 2009) hasta 2015, cuando alcanza un valor de 6,4%. Esta mejora se vio acompañado por la tasa NAIRU, que habría caído desde un 17,63% en 2002T2 a un 7,3% en 2015T4.

Como resultado de la interacción de la tasa de desempleo y la NAIRU, la brecha de desempleo inicialmente alternó durante cuatro períodos hasta 2003 (1993T1-1994T4; 1995T1-1997T2; 1997T3-2001T2; 2001T3-2003T3). Posteriormente, tiene lugar un período caracterizado por un signo casi sistemáticamente positivo en un promedio de 1,6% hasta 2016T1. A partir de entonces, se retorna a un promedio negativo (-0,4%).

**Anexo B. Distribuciones de los parámetros estimados.**

**Tabla 5. Priors empleados en la estimación del producto potencial a partir del FMV**

Parámetro	Distribución	Media	D.E.
$\beta$	Normal	0,20	0,10
$\lambda$	Normal	0,60	0,10
$\lambda_1$	Normal	0,4	0,10
$\phi$	Normal	0,60	0,10
$\theta$	Normal	0,50	0,10
$\tau_1$	Normal	0,25	0,10
$\tau_2$	Normal	0,25	0,10
$\tau_3$	Normal	0,10	0,01
$\tau_4$	Normal	0,10	0,01
$\tau_5$	Beta	0,75	0,10
$\gamma$	Beta	0,075	0,10
$\text{desv}_{\varepsilon_t^V}$	Normal	0,10	0,01
$\text{desv}_{\varepsilon_t^G}$	Normal	0,50	0,01
$\text{desv}_{\varepsilon_t^Y}$	Normal	0,80	0,01
$\text{desv}_{\varepsilon_t^{\pi^{\text{trend}}}}$	Normal	0,50	0,01
$\text{desv}_{\varepsilon_t^{\pi^{\text{gap}}}}$	Normal	0,15	0,10
$\text{desv}_{\varepsilon_t^{\text{TCR}^{\text{trend}}}}$	Normal	0,10	0,01
$\text{desv}_{\varepsilon_t^{\text{TCR}^{\text{gap}}}}$	Normal	0,30	0,01

**Tabla 6. Parámetros estimados (moda de los *posteriors*)**

Parámetro	Moda
$\beta$	0,001
$\lambda_1$	0,61
$\lambda_2$	0,36
$\phi$	0,66
$\theta$	0,18
$\tau_1$	0,26
$\tau_2$	0,59
$\tau_3$	0,09
$\tau_4$	0,09
$\tau_5$	0,90
$\gamma$	0,29



Reconquista 266, C1003ABF  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina  
Phone | 54 11 4348-3582  
E-mail | [investig@bcra.gob.ar](mailto:investig@bcra.gob.ar)  
Web | [www.bcra.gob.ar](http://www.bcra.gob.ar)



*ie* | BCRA  
INVESTIGACIONES ECONÓMICAS