

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**“ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO POTENCIAL DEL ECUADOR”**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA EN CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS**

**FANNY GABRIELA SANDOVAL MORENO**

[gabriela\\_sandoval\\_m@hotmail.com](mailto:gabriela_sandoval_m@hotmail.com)

**Directora: Diana Julieta Arias Urvina**

[dianaarias50@hotmail.com](mailto:dianaarias50@hotmail.com)

**Co Directora: Marcela Elizabeth Guachamín Guerra**

[marcelaely.guachamin@gmail.com](mailto:marcelaely.guachamin@gmail.com)

**Quito, Abril 2015**

## **DECLARACIÓN**

Yo, Fanny Gabriela Sandoval Moreno, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**Fanny Gabriela Sandoval Moreno**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por Fanny Gabriela Sandoval Moreno, bajo nuestra dirección y co - dirección respectivamente.

---

**Diana Julieta Arias Urvina**

**DIRECTORA**

---

**Marcela Elizabeth Guachamín Guerra**

**CO DIRECTORA**

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios por manifestarse con su amor en mi vida.*

*A mis padres, luz, guía y apoyo en cada momento.*

*A la Escuela Politécnica Nacional, la Facultad de Ciencias y mi directora de tesis, Eco. Diana Arias, por brindarme el apoyo necesario para realizar esta investigación.*

*A los amigos, compañeros de luchas y de vida.*

*Especial agradecimiento al Eco. Juan Pablo Erráez, por el tiempo y apoyo proporcionados en favor de la realización de este trabajo y por su valiosa amistad.*

*A todas las personas que coinciden en el camino para ayudar a materializar un sueño, a quienes han soportado lágrimas, alegrías, frustraciones y variadas emociones; a quienes con un abrazo, una sonrisa y su apoyo han formado parte de este tiempo de mi vida. A todos quienes acompañaron cada letra aquí plasmada, cada idea, cada duda y el tan ansiado aprendizaje.*

*Gracias a la vida por permitirme recorrer caminos nuevos y encontrar bellas personas en ellos.*

## DEDICATORIA

*A Dios por la fortaleza que me da en tiempos difíciles.*

*A mis padres por su esfuerzo, paciencia y amor.*

*A mis sobrinos, luz de mi vida y sonrisas sinceras.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	<i>i</i>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<i>ii</i>
<b>LISTA DE ANEXOS</b> .....	<i>iv</i>
<b>LISTA DE SIGLAS</b> .....	<i>v</i>
<b>RESUMEN</b> .....	<i>vi</i>
<b>ABSTRACT</b> .....	<i>vii</i>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>7</b>
<b>1.1. CONSIDERACIONES GENERALES</b> .....	<b>7</b>
<b>1.2. LA PRODUCCIÓN</b> .....	<b>8</b>
1.2.1. FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN.....	8
1.2.2. PROGRESO TECNOLÓGICO EN LA PRODUCCIÓN.....	12
1.2.3. EMPLEO Y RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN.....	13
1.2.4. CAPITAL Y RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN.....	15
<b>1.3. EL CRECIMIENTO ECONÓMICO</b> .....	<b>17</b>
1.3.1. TEORÍAS DE CRECIMIENTO ECONÓMICO.....	18
1.3.2. DETERMINANTES DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO.....	23
<b>1.4. OFERTA Y DEMANDA AGREGADA</b> .....	<b>26</b>
1.4.1. OFERTA AGREGADA.....	27
1.4.2. DEMANDA AGREGADA.....	30
<b>1.5. PIB POTENCIAL</b> .....	<b>30</b>
1.5.1. CRECIMIENTO POTENCIAL.....	33
1.5.2. ESTIMACIÓN DEL PIB POTENCIAL.....	34
1.5.3. BRECHA DE PRODUCCIÓN.....	35
<b>2. MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>37</b>
<b>2.1 VARIABLES CONSTRUCTO O LATENTES EN ECONOMÍA</b> .....	<b>37</b>
<b>2.2 METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN DEL PIB POTENCIAL</b> .....	<b>43</b>
2.2.1 FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN.....	43
2.2.2 MODELOS ESTADO – ESPACIO Y FILTRO DE KALMAN.....	58
2.2.3 FILTRO DE HODRICK - PRESCOT.....	62

<b>3. MARCO EMPÍRICO.....</b>	<b>65</b>
<b>3.1 ESTIMACIONES DEL PIB POTENCIAL PARA EL ECUADOR Y EXPERIENCIAS INTERNACIONALES.....</b>	<b>65</b>
3.1.1 ECUADOR.....	65
3.1.2 COLOMBIA .....	68
3.1.3 COSTA RICA .....	70
3.1.4 CHILE .....	73
3.1.5 PERÚ.....	75
3.1.6 ESPAÑA.....	76
<b>3.2 EVOLUCIÓN DE LA ECONOMÍA ECUATORIANA .....</b>	<b>77</b>
3.2.1 PERIODO 1965-1979.....	77
3.2.2 PERIODO 1980-1989.....	79
3.2.3 PERIODO 1990-1999.....	81
3.2.4 PERIODO 2000-2013.....	83
<b>3.3 ESTIMACIÓN MEDIANTE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN .....</b>	<b>86</b>
3.3.1 INFORMACIÓN UTILIZADA Y CONSTRUCCIÓN DE SERIES .....	86
3.3.2 PROCESO DE ESTIMACIÓN Y RESULTADOS .....	97
<b>3.4 ESTIMACIÓN MEDIANTE EL FILTRO DE KALMAN UNIVARIADO .....</b>	<b>108</b>
3.4.1 INFORMACIÓN UTILIZADA.....	108
3.4.2 PROCESO DE ESTIMACIÓN Y RESULTADOS .....	109
<b>3.5 ESTIMACIÓN MEDIANTE EL FILTRO DE HODRICK PRESCOTT .....</b>	<b>111</b>
3.5.1 INFORMACIÓN UTILIZADA.....	111
3.5.2 PROCESO DE ESTIMACIÓN Y RESULTADOS .....	112
<b>3.6 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>113</b>
3.6.1 PRINCIPALES HALLAZGOS .....	113
3.6.2 BRECHAS DE PRODUCCIÓN E INFLACIÓN .....	115
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>118</b>
4.1 CONCLUSIONES.....	118
4.2 RECOMENDACIONES .....	121
<b>5. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>123</b>
<b>6. ANEXOS.....</b>	<b>132</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1 Definición del PIB potencial según el enfoque económico .....	32
Tabla 1.2 Métodos de estimación para el PIB potencial de acuerdo al enfoque económico .....	34
Tabla 1.3 Brecha de producto .....	35
Tabla 2.1 Ventajas y desventajas en los métodos de estimación del PIB Potencial .....	38
Tabla 3.1 Tasa de crecimiento promedio de la PEA.....	88
Tabla 3.2 Vida útil de los productos sujetos a FBKF .....	92
Tabla 3.3 Relación Remuneraciones /VAB en el Ecuador 2007 - 2009 .....	98
Tabla 3.4 Tasas de variación promedio del PIB potencial .....	114
Tabla 3.5 Estadísticas de las brechas de producción .....	115
Tabla 3.6 Correlaciones entre las brechas de producción estimadas .....	115



## LISTA DE FIGURAS

Gráfico 1.1 Acumulación de capital con tecnología constante y función de producción agregada.....	24
Gráfico 1.2 Progreso tecnológico y función de producción agregada.....	26
Gráfico 1.3 Interrelaciones macroeconómicas.....	27
Gráfico 1.4 Curva de oferta agregada según enfoque y dimensión temporal .....	28
Gráfico 1.5 Curva de demanda agregada .....	30
Gráfico 1.6 PIB potencial y PIB real.....	33
Gráfico 2.1 Estimación del PIB potencial mediante el método de la función de producción.....	44
Gráfico 2.2 Estimación mediante series temporales.....	50
Gráfico 2.3 Estimación del PIB potencial mediante el filtro de Kalman .....	58
Gráfico 2.4 Algoritmo de Kalman .....	62
Gráfico 3.1 Índice de apertura comercial .....	79
Gráfico 3.2 Deuda externa Total .....	80
Gráfico 3.3 Producción nacional de petróleo .....	81
Gráfico 3.4 Exportaciones de camarón.....	82
Gráfico 3.5 Tipo de cambio promedio anual .....	83
Gráfico 3.6 Inflación promedio anual.....	84
Gráfico 3.7 Índices de la relación de precios del intercambio .....	85
Gráfico 3.8 Evolución del PIB y la inversión (FBKF).....	86
Gráfico 3.9 Población Económicamente Activa del Ecuador .....	89
Gráfico 3.10 Formación Bruta de Capital Fijo – FBKF del Ecuador 1965 – 2013..	90
Gráfico 3.11 Valor Agregado Bruto del Ecuador 1965 -2013 .....	91
Gráfico 3.12 Stock de Capital del Ecuador 1965 – 2013 .....	93
Gráfico 3.13 Relación capital / producto 1965 – 2013.....	94
Gráfico 3.14 PIB real del Ecuador 1965 – 2013 .....	95
Gráfico 3.15 Tasas de variación del PIB real y Stock de capital 1965 – 2013 .....	96
Gráfico 3.16 Productividad Total de los Factores 1965 - 2013 .....	101
Gráfico 3.17 PIB observado y PIB potencial (función de producción) .....	104

Gráfico 3.18 Brecha de producción (función de producción) .....	105
Gráfico 3.19 Brecha de producción e intervalo .....	106
Gráfico 3.20 Brecha de producción FP con $PTF_t$ y PTF promedio .....	107
Gráfico 3.21 Brecha de producción con cambio en las elasticidades producto – factores de producción .....	108
Gráfico 3.22 PIB observado y PIB potencial KU .....	110
Gráfico 3.23 Brecha de producción KU .....	111
Gráfico 3.24 PIB observado y PIB potencial HP .....	112
Gráfico 3.25 Brecha de producción HP .....	113
Gráfico 3.26 Inflación y tasas de variación del PIB observado y PIB potencial ...	116
Gráfico 3.27 Brecha de producción e inflación .....	117

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Cuadro resumen de las estimaciones del PIB potencial para Ecuador y experiencias internacionales.....	133
Anexo 2 Definiciones de población económicamente activa.....	142
Anexo 3 Series utilizadas en la función de producción .....	143
Anexo 4 Análisis de estacionariedad.....	146
Anexo 5 Análisis de cointegración .....	151
Anexo 6 PIB potencial, función de producción.....	152
Anexo 7 Filtro de Kalman en Eviews .....	155
Anexo 8 Glosario de términos.....	157

## LISTA DE SIGLAS

BCE	Banco Central del Ecuador
CELADE	Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía
DF	Test de Dickey Fuller
DFA	Test de Dickey Fuller Aumentado
ENEMDU	Encuesta Urbana de Empleo, Desempleo y Subempleo
FBKF	Formación Bruta de Capital Fijo
FLACSO	Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales
FP	Función de producción
HP	Filtro de Hodrick Prescott
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
IPC	Índice de Precios al Consumidor
KU	Filtro de Kalman Univariado
NAIRU	Tasa de desempleo no aceleradora de la inflación
PEA	Población Económicamente Activa
PIB	Producto Interno Bruto
PTF	Productividad Total de los Factores
PUCE	Pontificia Universidad Católica del Ecuador
SVAR	Vectores autorregresivos estructurales
VAB	Valor Agregado Bruto

## RESUMEN

La última medición oficial del PIB potencial realizada por el Banco Central del Ecuador, indicó que para el año 2002 la brecha de producción estimada con una función de producción fue de 1,4%. En los años posteriores se ha continuado con la dolarización como régimen monetario del Ecuador, y se ha llevado a cabo el cambio de año base de las Cuentas Nacionales del año 2000 al 2007; siendo oportuno contar con una estimación del PIB potencial actualizada.

Este trabajo tiene como objetivo estimar el PIB potencial y la correspondiente brecha de producción para el Ecuador en el periodo 1965-2013. Se utilizan las siguientes metodologías: función de producción, filtro de Kalman y filtro de Hodrick Prescott; además, se recopilan las relaciones teóricas que sustentan la aplicación de esta variable como indicador de presiones inflacionarias y se revisan los trabajos empíricos realizados sobre este tema en otros países.

Los resultados indican que para el año 2013 el crecimiento potencial en el Ecuador fue de 3,91% y la brecha de producción fue de 1,82% (resultados obtenidos mediante la estimación de una función de producción potencial). En cuanto a las metodologías, el filtro de Hodrick Prescott y la función de producción presentan resultados muy similares, que además reflejan las recesiones y expansiones históricas de la economía ecuatoriana; sin embargo, la función de producción presenta una alta sensibilidad ante cambios en sus parámetros; con lo cual, el filtro de Hodrick Prescott representa una alternativa adecuada para estimar las variables en cuestión.

Palabras clave: PIB potencial, brecha de producto, función de producción, Cobb Douglas, Hodrick Prescott, Filtro de Kalman.

## ABSTRACT

The last official measure of potential GDP by the Central Bank of Ecuador, said that by 2002 the output gap estimated with a production function was 1.4%. In the following years dollarization has continued as the monetary regime in Ecuador, and the base year of national accounts was changed from 2000 to 2007. This background sets the importance to have a current estimation of potential GDP.

This paper estimates the potential GDP and the output gap corresponding to Ecuador in the period 1965-2013. For this purpose, the following methodologies are used: production function, Kalman filter and Hodrick Prescott filter. In addition, theoretical relations are collected and studied to support the implementation of this variable as an indicator of inflationary pressures and empirical studies on this topic in other countries are reviewed.

The results indicate that by 2013 the potential growth in Ecuador was 3.91% and the output gap was 1.82% (results obtained by estimating a function of potential output). Regarding the methodologies applied, the Hodrick Prescott filter and the production function show very similar results. These results also reflect historical recessions and expansions of the Ecuadorian economy. However, the production function shows a high sensitivity to changes in the parameters; thus, the Hodrick Prescott represents a suitable alternative to estimate the variables in question.

Keywords: potential GDP, output gap, production function, Cobb Douglas, Hodrick Prescott, Kalman Filter.

## INTRODUCCIÓN

El alto nivel y el rápido crecimiento de la producción es uno de los objetivos de la economía, por lo cual, los temas ligados a la medición de la producción son de gran interés al momento de analizar el desenvolvimiento económico de un país. El Producto Interno Bruto (PIB) es el indicador convencional de la producción, por lo tanto, el crecimiento económico se medirá a través de la variación porcentual del PIB ajustando éste mediante la variación de precios, para así obtener la producción real<sup>1</sup>.

Otro indicador macroeconómico del desempeño real de la economía es el PIB potencial, el cual muestra cuánto produciría la economía si no hubiera trabajadores en situación de desempleo, la cantidad de horas extras se mantuviera en unos niveles normales, y las instalaciones y equipos se utilizaran con ritmos normales de uso. El PIB real descenderá por debajo del PIB potencial cuando la economía tenga unos niveles de recursos no empleados superiores a los normales (Stiglitz y Walsh, 2004:159).

El concepto de crecimiento potencial no sólo proporciona un indicio del desempeño relativo de una economía en un momento del tiempo, sino que también puede ser utilizado por las autoridades económicas para realizar evaluaciones de política a lo largo de distintos periodos (Astorga, 2003). Es importante señalar que existen varias definiciones de PIB potencial, las cuales dependen de la teoría económica que se use para describir este concepto. En el marco de la economía neoclásica se asume que las variables macroeconómicas presentan fluctuaciones (ciclo) alrededor de una tendencia de largo plazo; en los modelos neoclásicos, la plena flexibilidad de precios y salarios asegura que todos los posibles desequilibrios del producto real respecto de su valor de largo plazo se corrigen de forma instantánea, no admitiéndose la posibilidad de que el producto se aleje de su valor de máxima

---

<sup>1</sup>El PIB real es un indicador que se obtiene a partir del valor del PIB nominal y la variación del nivel general de precios, es decir, el PIB real refleja el valor monetario de todos los bienes y servicios finales, producidos para el mercado dentro de las fronteras de un país en un período de tiempo determinado, ajustado mediante el índice de precios.

capacidad, excepto en períodos muy breves. Estas proposiciones brindan la posibilidad de caracterizar el PIB observado o efectivo a través de su descomposición en ciclo y tendencia, asociando al PIB potencial con el componente tendencial del PIB efectivo (Mauro, 2010).

Por su parte, la Teoría Keynesiana focaliza su análisis en la demanda, es así que, el ciclo económico es producto de movimientos en la demanda agregada en relación a un movimiento pequeño en la oferta agregada [...] desde el punto de vista keynesiano es justificable la implementación de una política económica orientada a disminuir el desempleo a través del manejo de la demanda agregada, dado que un mayor nivel de producto implica un menor nivel de desempleo (Miller, 2003). Por lo tanto, el PIB potencial se define como el nivel de producción asociado a la tasa de desempleo que no produce una aceleración inflacionaria.

Posteriormente, y en el marco de la Síntesis Neoclásica-Keynesiana, se redefine el concepto de PIB potencial de una forma más restrictiva, como el máximo producto que una economía puede alcanzar sin generar presiones inflacionarias, es decir, el mayor nivel de producto posible y compatible con la estabilidad de precios. Dicha definición es la que generalmente se adopta en el análisis empírico (Mauro, 2010).

La importancia de realizar una estimación del PIB potencial radica en la necesidad de contar con un herramienta que, en el corto plazo permita detectar los desajustes que se producen en el crecimiento de una economía como consecuencia de las fluctuaciones cíclicas; y, en el largo plazo, defina la tendencia de crecimiento a la que puede aspirar una economía (Cuadrado Roura, 229-230). Además, a partir del cálculo del PIB potencial se puede obtener la brecha de producción, la misma que es igual a la diferencia entre el PIB efectivo y su valor potencial; esta brecha de producción mide el grado de utilización de los factores de producción en la economía y sirve como un indicador de presiones inflacionistas (Banco de España, 2011).

Teóricamente, según indica Marconi y Samaniego (1995) cuando el producto efectivo está por debajo del producto potencial, existe un problema de “mercado



insuficiente”: la fuerza de trabajo y la capacidad instalada en las fábricas no están plenamente utilizadas, porque la demanda de sus productos no es suficientemente alta; en el caso contrario, (producto efectivo mayor al producto potencial) se registrarán presiones inflacionistas. Es preciso señalar que la importancia empírica de actualizar la medición del PIB potencial del Ecuador radica en su utilidad como insumo en investigaciones relacionadas con la inflación<sup>2</sup>, pues en una economía dolarizada como la ecuatoriana es importante mantener un monitoreo de esta variable, debido a las limitaciones en cuanto a política monetaria que se tiene para enfrentar posibles problemas de liquidez.

Además, la estimación de la variable PIB potencial puede utilizarse en otros estudios; por ejemplo, Marconi y Samaniego (1995) indican que esta variable puede servir para sustentar el cálculo de la evasión fiscal, ya que representa la base imponible “teórica” sobre la que se aplicaría la tasa impositiva vigente, pues un indicador de evasión es la diferencia entre recaudación efectiva y potencial. Por otro lado, estos autores afirman que también se utiliza en finanzas públicas para examinar la relación entre la variación del ingreso y la del saldo de las cuentas fiscales, y establecer límites a las políticas fiscales expansivas orientadas al logro del pleno empleo; convirtiendo a este indicador en una importante herramienta para el análisis económico.

Una característica fundamental del PIB potencial es su carácter no observable, por lo que, es necesario deducirlo de datos existentes utilizando métodos econométricos y relaciones de la teoría económica, siendo el método de estimación un aspecto importante a contrastar. Según la literatura, tanto el PIB potencial como la brecha de producción pueden estimarse con varios métodos, sin embargo no existe ninguno que sea generalmente aceptado o calificado como el más indicado<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup>Torres (2007a) muestra las ventajas de utilizar una adecuada estimación de la brecha de producto al momento de hacer un pronóstico de inflación; su investigación emplea el cálculo de errores relativos de pronósticos fuera de muestra, para diferentes horizontes de la inflación trimestral básica de bienes no transables en Colombia; los pronósticos se realizaron mediante una curva de Phillips híbrida.

<sup>3</sup>Torres (2007b) indica que la estimación del producto potencial no sólo es una cuestión de técnica sino que además es un arte, en la medida en que en cada uno de los bancos centrales las estimaciones se

En este sentido, la presente investigación sugiere que una estimación del PIB potencial para el caso de Ecuador puede realizarse a través varias metodologías, las cuales han sido desarrolladas y aplicadas por diferentes bancos centrales e investigadores, y que además con esta estimación se obtiene la correspondiente brecha de producción, misma que posee una relación con la inflación registrada en el periodo de análisis. Según indica la teoría cuando la brecha de producción es positiva existirán presiones inflacionarias, mientras que cuando es negativa se presentan niveles de inflación más bajos.

Bajo la hipótesis planteada, el objetivo central de esta investigación es estimar el crecimiento potencial del Ecuador a través del PIB potencial para el período 1965-2013. Para alcanzar este objetivo se deberán analizar los diferentes métodos utilizados para la estimación del PIB potencial, empleando relaciones de teoría económica y herramientas econométricas, y asumiendo que las mismas son aplicables para el caso ecuatoriano bajo determinados limitantes de información y cuestiones metodológicas; para finalmente evidenciar la posibilidad de considerar a la brecha de producción como un indicador de presiones inflacionarias en el Ecuador.

Para el caso ecuatoriano existen dos estudios sobre la estimación del PIB potencial, los mismos que fueron realizados por especialistas del Banco Central del Ecuador (BCE); el primero se publicó en el año 1995 y fue realizado por Salvador Marconi y Pablo Samaniego; entre los hallazgos de esta investigación se muestra que la economía ecuatoriana había desperdiciado en promedio el 1,2% de su capacidad de producción en el período 1965-1994. El segundo análisis se publicó en el año 2003, sus autores: Alfredo Astorga y Angélica Valle, determinaron que en el año 2002 la brecha de producción fue de 1,4% (PIB potencial mayor que PIB efectivo).

Por otro lado, la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) estimó el PIB potencial de América Latina para el período 1980-2020; a pesar de no proporcionar

---

complementan con el juicio de los analistas. Además señala que en este tema hay incertidumbre knightiana, pues no existe un consenso sobre cuál es la mejor manera de estimar el producto potencial.

las estimaciones del PIB potencial para cada país, de los resultados gráficos presentados se deduce que el PIB potencial del Ecuador en la última década ha sido inferior al PIB efectivo excepto en los años 2008, 2009 y 2010<sup>4</sup>.

Si bien existen estimaciones del PIB potencial del Ecuador, los análisis se encuentran desactualizados, pues a partir del año 2002 no se tiene información de esta variable siendo oportuno y necesario conocer el comportamiento de la misma en los años subsiguientes, en los cuales, la dolarización ha continuado siendo el régimen monetario oficial, y se han suscitado cambios importantes en las estadísticas económicas como el cambio de año base del año 2000 al 2007 de las Cuentas Nacionales del país.

Por las razones expuestas, mediante la presente investigación se busca obtener una estimación actual del crecimiento potencial del Ecuador, con especial énfasis en la utilización de información económica con año base 2007, pues no existen análisis realizados con esta información, lo cual sin duda es un aporte, pues según el BCE, los cambios de año base permiten rectificar las distorsiones en las relaciones de producción, de precios relativos y sesgos en la estimación de las Cuentas Nacionales.

La presente investigación muestra un análisis de la evolución del PIB potencial estimado mediante varias metodologías, para lo cual, luego de esta sección introductoria se estudian los diferentes enfoques y conceptos que influyen al momento de definir el PIB potencial y seleccionar el método para su estimación, así como también, todas las definiciones necesarias para comprender el tema. Luego, se expone el marco metodológico con los pasos a seguir para realizar cada una de las estimaciones y los modelos que se emplean en las mismas. En el tercer capítulo se expone la revisión de la literatura con respecto a las estimaciones del PIB potencial realizadas en otros países y el Ecuador, se realiza un análisis de los datos y los hechos económicos suscitados en el periodo de análisis, se presentan también todos los limitantes de información y aspectos metodológicos relacionados con las

---

<sup>4</sup> Ver Aravena (2010).

series económicas que se emplean en la estimación del PIB potencial, y se presentan los resultados de la aplicación de las metodologías y herramientas estadísticas y econométricas, así como el análisis de la brecha de producción. Finalmente el cuarto capítulo presenta las conclusiones y recomendaciones del estudio.

El aporte de este trabajo de investigación es presentar una cifra actualizada del PIB potencial, empleando varios métodos que permitan una comparación y realizando una revisión del estado del arte del tema propuesto.

# 1. MARCO TEÓRICO

## 1.1. CONSIDERACIONES GENERALES

En este capítulo se hace una revisión de los aspectos teóricos relacionados con el crecimiento económico y el crecimiento potencial de una economía, mismos que sustentan la aplicabilidad de las diferentes metodologías.

El crecimiento económico se entiende, de forma generalizada, como un proceso en el que los niveles de actividad económica aumentan constantemente proporcionando un mayor bienestar<sup>5</sup> para los ciudadanos. Además, para obtener una medida más apropiada del crecimiento económico se debe considerar también el crecimiento de la población, por lo cual la tasa de variación del PIB real per cápita es un mejor indicador.

Sala-i-Martin (2000:5) señala que la historia de la teoría del crecimiento es tan larga como la historia del pensamiento económico, pues ya los primeros clásicos como Adam Smith, David Ricardo o Thomas Malthus estudiaron el tema e introdujeron conceptos fundamentales como los rendimientos decrecientes y su relación con la acumulación de capital físico o humano, la relación entre el progreso tecnológico y la especialización del trabajo, o el enfoque competitivo como instrumento de análisis del equilibrio dinámico. Asimismo, los clásicos de principios de siglo XX como Frank Ramsey, Allwyn Young, Frank Knight o Joseph Schumpeter contribuyeron al conocimiento de los determinantes de la tasa de crecimiento y del progreso tecnológico.

Con respecto al papel de la política económica en el crecimiento, el Banco de España (2011) señala que el marco jurídico y económico configura la capacidad de producción de una economía. Los cambios en el sistema tributario, la definición de las leyes sobre la propiedad, la eficiencia de los sistemas jurídico y educativo, las

---

<sup>5</sup> El bienestar que puede medirse mediante el cambio del nivel de Producto Interno Bruto real de un año a otro es carácter material, pues otros factores influyen al momento de determinar la satisfacción integral a la población.

regulaciones de los mercados de productos, trabajo y financiero, la existencia de un sistema monetario estable, creíble y eficiente pueden tener impacto sobre la capacidad de crecimiento de la economía. Además, otros factores como reformas económicas encaminadas a fomentar la competencia y minimizar los desincentivos a invertir en capital y recursos humanos; así como la innovación tecnológica son fundamentales para incrementar la capacidad productiva. Sin embargo, el impacto de estos factores sobre el crecimiento económico no puede medirse con certeza.

## **1.2. LA PRODUCCIÓN**

La producción, en su más amplio sentido económico, puede definirse como toda actividad cuyo resultado neto sea aumentar el grado de adaptación entre la cantidad, forma y distribución de las mercancías y unos patrones de referencia dados (Heathfield, 1974: 11-19). El nivel de producción en una economía consiste en los múltiples productos y servicios finales, contabilizados mediante su valor monetario; esta variable macroeconómica toma el nombre de Producto Interno Bruto.

Para llevar a cabo los procesos productivos se requiere de factores de producción, los mismos que pueden relacionarse de diferentes formas con el nivel de producto obtenido; para analizar estas relaciones se emplean funciones de producción.

### **1.2.1. FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN**

Una función de producción expresa la relación cuantitativa entre los factores y los niveles de producción, por lo tanto, ésta se convierte en una herramienta muy útil para estimar el crecimiento, relacionándolo con sus determinantes.

Se consideran tres factores de producción fundamentales: tierra ( $N$ ), trabajo ( $L$ ) y capital ( $K$ ) para llevar a cabo los procesos productivos. Tierra es el nombre que reciben, en la teoría económica clásica, los bienes cuya producción se lleva a cabo como resultado de procesos naturales sin la ayuda del hombre; es decir, lo que es dado al hombre por la naturaleza. El trabajo se verá reflejado en el esfuerzo e inteligencia humana aplicada al proceso productivo bajo diferentes formas,

conocidas como técnicas de producción. Finalmente, el capital por un lado se relaciona con el tiempo que transcurre durante el proceso de producción y por otro se lo identifica con el stock de bienes que pueden ser usados durante el proceso de producción<sup>6</sup>.

La teoría neoclásica sugiere que el factor tierra sea considerado como un recurso fijo, por lo cual los cambios en éste no afectan al nivel de producción ( $Y$ ); sin embargo, el conocimiento tecnológico, mismo que incrementa con el paso del tiempo ( $t$ ), permite aumentar la producción a pesar de que  $K$ ,  $L$  y  $N$  permanezcan constantes (J.E. Meade; 1976: 23).

Por consiguiente, el nivel de producción se expresa en función de los factores de producción.

$$Y = F(L, K, t) \quad (1.1)$$

Un tipo de función de producción ampliamente utilizado es del tipo Cobb Douglas, debido a sus implicaciones teóricas y la relativa facilidad que presenta al momento de realizar los cálculos.

### 1.2.1.1 Función de Producción de Cobb Douglas

La función de producción de Cobb Douglas se estructura a partir de una función de producción neoclásica, y se originó por la necesidad de conocer la forma en que las economías reales transformaban el capital y el trabajo en PIB. Paul Douglas observó que la distribución de la renta nacional entre el capital y trabajo se había mantenido más o menos constante en un largo período de tiempo y Charles Cobb determinó la forma funcional que cumplía estas propiedades.

Este método considera los factores económicos claves de la evolución del producto representando al proceso de producción a través de una función matemática, la cual brinda la posibilidad de relacionar el nivel de producción con los niveles de los factores productivos y con su productividad; con lo cual se pueden conocer también

---

<sup>6</sup> Los conceptos de este párrafo esta basados en el contenido de (Heathfield, 1974: 11-19).

los determinantes del crecimiento e identificar la forma en que contribuyen para el mismo.

La forma matemática de la función de producción de Cobb Douglas es:

$$Y = AK^{\beta}L^{\alpha} \quad (1.2)$$

Donde:

$Y$ : Nivel de producción

$K$ : Factor de producción capital.

$L$ : Factor de producción trabajo.

$A$ : Factor de Escala que mide la productividad total de los factores (PTF).

Las constantes  $\alpha$  y  $\beta$  representan las elasticidades del producto respecto a los factores trabajo y capital respectivamente.

Una función de producción puede caracterizarse bajo diferentes supuestos, entre los cuales se tienen los relacionados a: rendimientos de escala<sup>7</sup>, sustitución de factores y cambio tecnológico.

### 1.2.1.2 Productividad Total de los Factores (PTF)

La concepción más general sostiene que no es posible atribuir la PTF a una sola variable, pues la productividad total de los factores es aquella parte del crecimiento que no puede ser explicada por aumentos en la cantidad de los factores de la producción utilizados en el proceso de producción, sino que es producto de un incremento en la eficiencia con la que se utilizan o combinan dichos factores<sup>8</sup>.

---

<sup>7</sup> Los rendimientos de escala son:

- Constantes si un aumento proporcional en todos los factores conduce a un aumento en el producto de la misma proporción es decir  $\alpha + \beta = 1$
- Decrecientes si  $Y$  crece más proporcionalmente que  $K$  y  $L$ , es decir  $(\alpha + \beta) < 1$
- Crecientes si  $Y$  crece más proporcionalmente que  $K$  y  $L$ , es decir  $(\alpha + \beta) > 1$

<sup>8</sup> Tomado de la nota metodológica de indicadores sectoriales de productividad del Banco Central del Ecuador. <https://www.bce.fin.ec/docs.php?path=./documentos/PublicacionesNotas/Productividad/ProdSLCSector.htm>.



Según sostiene el BCE<sup>9</sup>, para algunos analistas la PTF recoge las variaciones del progreso tecnológico, otros le atribuyen el concepto de externalidades, o economías de escala. Sin embargo, la concepción más general sostiene que son varias las causas que provocan que el sector empresarial se encuentre en capacidad de realizar reducciones de costos, a través de la mejora de los métodos de producción.

En la función de producción de Cobb Douglas es posible obtener una serie de la PTF a través de la utilización del residuo de Solow<sup>10</sup>. Bellod (2011) señala que al obtener la PTF como un residuo en la función Cobb Douglas, *A* recoge en realidad los errores debido a la mala especificación del modelo, y por lo tanto no debe usarse para interpretar las causas del crecimiento; esta es una de las críticas que se realizan a la función de producción de Cobb Douglas, a continuación se detallan algunas de las observaciones realizadas por este autor<sup>11</sup>.

### 1.2.1.3 Críticas a la función de producción de Cobb Douglas

Dentro de las principales observaciones y/o críticas que se realizan a la función de producción de Cobb Douglas se tiene el carácter constante de la elasticidad producto – factores de producción en el tiempo, así como también las diferencias que presentan estas elasticidades entre sectores económicos; pues la intensidad de capital y de mano de obra difiere según la actividad que se realiza o producto que se elabora.

---

Además, Dornbusch (2004:58) indica que La Productividad Total de los Factores (PTF) es la cantidad en la que aumentaría la producción como consecuencia de las mejoras de los métodos de producción si no se altera la cantidad utilizada de ninguno de los factores.

<sup>9</sup> En nota metodológica sobre indicadores sectoriales de competitividad y productividad.

<sup>10</sup> Solow propuso cuantificar el progreso técnico en forma residual, como la diferencia entre el crecimiento observado del producto por trabajador y el crecimiento del capital por trabajador. A partir de la función de Cobb Douglas se obtiene de siguiente forma:  $A = \frac{Y}{K^\beta L^\alpha}$

<sup>11</sup> Bellod realiza una investigación empírica de la función Cobb Douglas para el caso español, con el fin de demostrar si la función refleja conexión entre producto y factores productivos

Otra de las observaciones es que la función Cobb Douglas se determinó como una respuesta funcional a un fenómeno observado (la distribución de la renta nacional entre el capital y trabajo se había mantenido más o menos constante en un largo período de tiempo) por lo cual, no se consideró aspectos de la producción relacionados con la gerencia de procesos. En este sentido, la función de producción de Cobb Douglas únicamente expresaría cómo la renta se reparte entre los factores productivos. Además, se han cuestionado las mediciones del capital y la compatibilidad en cuanto a unidades se refiere con la variable trabajo.

Finalmente, no se pueden dejar de lado las observaciones referentes a la imposibilidad de agregar funciones individuales de bienes heterogéneos, para obtener una función que represente al conjunto de la economía<sup>12</sup>. Sin embargo, a pesar de estas observaciones Bellod (2011) indica que la utilización de la función de producción Cobb –Douglas ha sido creciente en análisis que buscan determinar la posición cíclica de la economía.

### **1.2.2. PROGRESO TECNOLÓGICO EN LA PRODUCCIÓN**

El modelo neoclásico de Solow introdujo el progreso tecnológico al análisis del crecimiento de la producción, pues si bien los factores productivos capital y trabajo determinan en gran medida el ritmo de crecimiento económico, es evidente la existencia de otra variable que provoca tasas de crecimiento mayores, aun cuando los factores de producción hayan disminuido su rendimiento.

El cambio tecnológico ocasiona un desplazamiento en la función de producción agregada, mismo que se evidencia en las mejoras y avances de los procesos productivos y el incremento de la producción incluso con la misma cantidad de factores capital y trabajo.

---

<sup>12</sup> Para mayor detalle sobre las críticas realizadas a la función de Cobb Douglas se recomienda revisar: Bellod (2011).

Según señalan Birch y Whitta-Jacobsen (2008), el progreso tecnológico en una función de producción aparece como una variable creciente y se distinguen tres formas en que este influye en los factores de producción:

- Cuando se considera que el progreso tecnológico aumenta la eficiencia del trabajo se conoce como: progreso tecnológico neutral en el sentido de Harrod y se representa de la siguiente forma:  $F(K_t, A_t L_t)$ .
- Si el progreso tecnológico aumenta la eficiencia del capital se lo conoce como: progreso tecnológico neutral en el sentido de Solow  $F(A_t K_t, L_t)$ .
- Y finalmente, si el progreso tecnológico incrementa la eficiencia de ambos recursos se lo conoce como progreso tecnológico neutral en el sentido de Hicks  $A_t F(K_t, L_t)$ .

### 1.2.3. EMPLEO Y RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN

Según señala Larraín (2004:19) una de las particularidades empíricas más reconocidas es la estrecha relación existente entre el crecimiento del PIB y el empleo, pues claramente ambas variables están muy relacionadas. En las recesiones, la creación de empleo cae e incluso se torna negativa, mientras que en las expansiones la creación de empleo es positiva, de forma análoga se puede decir que las recesiones generan un aumento rápido e importante del desempleo, mientras que las expansiones tienden a disminuirlo.

#### 1.2.3.1 Ley de Okun

En su análisis de la economía norteamericana, Okun demostró que cuando la economía sale de una recesión, la producción aumenta en una proporción mayor que el empleo, y cuando entra en una recesión, la producción disminuye en una proporción mayor que aquella en la que disminuye el empleo. Las conclusiones del trabajo dieron nacimiento a lo que se conoce actualmente como la ley de Okun; que es en realidad una regularidad estadística, vinculada a un efecto cíclico sobre la productividad. En el estudio original, Okun encuentra que la producción aumentaba alrededor de un tres por ciento por cada uno por ciento de aumento del empleo (Elosegui et al, 2006). Las estimaciones actuales predicen en dos por ciento al

aumento de la producción en correspondencia a un incremento de uno por ciento del empleo. La importancia del descubrimiento de Okun radicó en la contradicción al supuesto de rendimientos decrecientes, según lo cual a un aumento del uno por ciento en el empleo le habría correspondido un aumento proporcionalmente inferior de la producción, este fenómeno se explica mediante el mantenimiento preceptivo de personal, lo que significa que en un periodo transitorio de calma en la demanda, las empresas no despiden a sus trabajadores por los costos que implica una nueva contratación y capacitación si no que éstos trabajan pero no a pleno rendimiento provocando una mayor disminución en la producción en comparación con la disminución del empleo. (Stiglitz y Walsh, 2004:170-171).

Además, Samuelson y Nordhaus (2002:576) señalan que una importante consecuencia de la ley de Okun es que el PIB efectivo debe crecer tan deprisa como el potencial simplemente para impedir que la tasa de desempleo aumente. En cierto sentido, el PIB debe crecer continuamente para mantener el desempleo en el mismo lugar. Por otra parte, si se quiere reducir la tasa de desempleo, el PIB efectivo debe crecer más deprisa que el potencial.

En resumen:

*La Ley de Okun establece que por cada 2 por 100 que desciende el PIB en relación con el potencial, la tasa de desempleo aumenta un punto porcentual (Mochón, 2005:252)*

Y se puede expresar de la siguiente manera:

$$\text{Brecha del PIB} = \frac{\text{PIB potencial} - \text{PIB real}}{\text{PIB potencial}} * 100 = a(u - u^*)$$

Donde:

$u$ : Tasa natural de desempleo

$u^*$ : Tasa de desempleo efectiva.

$a$ : Parámetro cuyo valor es aproximadamente igual a 2.

### **1.2.3.2 Tasa de desempleo no aceleradora de la inflación, NAIRU**

La tasa de desempleo no aceleradora de la inflación, NAIRU por sus siglas en inglés, corresponde a la tasa de desempleo generada por las fricciones normales existentes en el mercado de trabajo cuando éste se encuentra en equilibrio (Dornbusch; 2004:109).

Si el gobierno trata de mantener la producción por encima de su potencial (y la tasa de desempleo por debajo de la tasa natural), la inflación seguirá aumentando. En tanto las expectativas se adaptan a cada sucesivo incremento de la tasa de inflación, ésta aumenta cada vez más. Cuando el nivel de producción es igual a la producción potencial, el nivel de desempleo es igual a la NAIRU.

Cuando la producción se mantiene por encima de su potencial (la tasa de desempleo permanece por debajo de la NAIRU), la tasa de inflación aumenta; cuando se mantiene por debajo de su potencial (la tasa de desempleo permanece por encima de la NAIRU), la inflación disminuye. En consecuencia, una economía no puede mantener su tasa de desempleo por debajo de la NAIRU sin tener que afrontar unas tasas de inflación cada vez mayores (Stiglitz y Walsh, 2004:438).

### **1.2.4. CAPITAL Y RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN**

El capital físico de un país está constituido por el capital productivo<sup>13</sup> y por las infraestructuras<sup>14</sup> y debido a su contribución a la producción su incremento y acumulación son factores determinantes del crecimiento económico, según lo sugiere la teoría neoclásica.

---

<sup>13</sup> Hace referencia a maquinaria, equipo e instalaciones.

<sup>14</sup> Hace referencia a las carreteras, puertos, aeropuertos, redes de energía eléctrica y telecomunicaciones, infraestructura educativa, sanitaria

#### 1.2.4.1 Relación capital - producto

La interpretación de esta relación es de importancia, por cuanto involucra varias situaciones, a continuación se exponen algunas de ellas basadas en el trabajo de Grunwald (1959).

La relación descriptiva capital - producto determina el capital necesario para incrementar el producto en cierta cantidad. La magnitud del coeficiente sirve también como una manifestación del grado de utilización de capital en los procesos de producción, de manera que, una economía con un alto coeficiente tiene una producción con más alta utilización de capital que una economía donde el coeficiente es más bajo además esta relación puede indicar la escasez de capital en países en desarrollo.

Es importante recalcar que el coeficiente capital – producto no está directamente relacionado con la productividad de los factores de producción. Pues el coeficiente puede ser bajo debido a una alta productividad del capital o porque en los procesos productivos no se emplean grandes cantidades de capital.

Por ende, si un coeficiente bajo no significa forzosamente una alta productividad de capital, por otro, el traslado de un coeficiente bajo a un coeficiente alto tampoco significa una mejor técnica o eficiencia en la producción. Sin embargo una abundancia relativa (o la disminución de la escasez de capital) estimula la utilización de procesos de producción más intensos en capital, haciendo que el coeficiente tienda a incrementar.

El autor, cuatro etapas de desarrollo económico, relacionadas con el factor capital: en la primera etapa es natural que la relación capital – producto sea baja, puesto que el capital existe en bajas cantidades. En la segunda etapa, el coeficiente estará en ascenso debido a las inversiones realizadas; en la tercera etapa o etapa de despegue el coeficiente declinará, pues es la etapa cuando la escasez de capital ha sido disminuida y empiezan a incrementar los niveles de productividad. Finalmente en la cuarta etapa la tendencia del coeficiente dependerá de la naturaleza y rapidez del progreso técnico de la economía.

Por otro lado, es importante señalar que el recíproco de la relación capital – producto ha sido interpretada como una medida de productividad del capital, sin embargo por lo expuesto anteriormente se concluye que se debe tener mayor precaución al momento de interpretar estos conceptos.

### **1.3. EL CRECIMIENTO ECONÓMICO**

*La producción crece en el largo plazo porque aumenta la dotación y calidad de los factores productivos y porque mejora la tecnología. La teoría del crecimiento se ocupa de explicar esta tendencia creciente de la economía y de analizar sus características (Mochón; 2005:266).*

Mediante el estudio del crecimiento económico se pretende analizar la evolución de la producción y la riqueza de un país, lo cual es apenas una parte de todos los factores que influyen en el proceso de desarrollo de una sociedad; por ello, los supuestos en los que se incurre para su análisis son excesivamente simplificadores de la realidad. El crecimiento económico suele ser medido a través de la tasa de crecimiento del *PIB real*<sup>15</sup> y el nivel de *PIB real per cápita*; el primero se usa pues es una medida de la producción de un país que elimina la influencia de los precios sobre el PIB efectivo, y el segundo debido a que es una magnitud que considera la evolución del número de habitantes.

El análisis de los factores que inciden sobre la capacidad productiva de un país está directamente relacionado con el estudio del crecimiento económico (Marconi y Samaniego, 1995). Según Fernández et al (2006:318) mediante el estudio del crecimiento económico se trata de explicar la evolución experimentada en la renta per cápita de los distintos países, cómo se espera que continúe en el futuro esa evolución y si es posible afectarla o modificarla mediante algún tipo de medida de política económica, para obtener resultados más favorables. Para lo cual, cabe distinguir entre lo que se denomina la teoría clásica y la teoría moderna del

---

<sup>15</sup> Otras características asociadas al crecimiento económico son el hecho de que la tasa de rendimiento del capital, la razón capital-producto y la relación capital-trabajo permanezcan prácticamente constantes a lo largo del tiempo (Mochón; 2005:267)

crecimiento económico. Esta clasificación, tiene su origen en el tipo de equilibrio que plantean para la tasa de crecimiento a largo plazo. Así, aunque las dos teorías proponen que en situaciones de largo plazo la tasa de crecimiento de la renta per cápita permanece constante en el tiempo, para las aportaciones clásicas esa tasa de crecimiento es nula, mientras que en las teorías modernas toma valores positivos. Sin embargo, a partir de la segunda mitad del siglo XX, al menos las economías occidentales más desarrolladas, comenzaron a experimentar tasas de crecimiento positivas de manera sostenida, por lo que el postulado clásico de crecimiento económico nulo, quedó rebatido por la evidencia empírica, entrando entonces en juego las teorías modernas de crecimiento económico, que se centran, precisamente, en explicar en qué se sustenta dicho crecimiento positivo.

La publicación en 1986 de la tesis doctoral de Paul Romer hizo renacer la teoría del crecimiento como campo de investigación activo. Los nuevos investigadores tuvieron como objetivo crucial la construcción de modelos en los que, a diferencia de los modelos neoclásicos, la tasa de crecimiento a largo plazo fuera positiva sin la necesidad de suponer que alguna variable del modelo (como la tecnología) crecía de forma exógena. De ahí que a estas nuevas teorías se las bautizará con el nombre de teorías de crecimiento endógeno (Sala-i-Martin, 2000:6).

### **1.3.1. TEORÍAS DE CRECIMIENTO ECONÓMICO**

A continuación se realiza una revisión de los principales postulados relacionados con el crecimiento económico, diferenciando entre teoría clásica y moderna<sup>16</sup>.

#### **1.3.1.1 Teoría clásica de crecimiento económico**

Es factible considerar que la teoría clásica del crecimiento económico inicia con las aportaciones de Adam Smith (1723-1790), quien sostuvo que la riqueza de las naciones está determinada por el reparto que se haga del factor trabajo entre las actividades productivas e improductivas y del grado de eficacia de la actividad productiva. Además, según Smith, con el desarrollo económico, todas las

---

<sup>16</sup> Este apartado se elaboró en base a los libros de Fernández (2006) y Mochón (2005)



economías llegarán a un estado estacionario, ya que las oportunidades de inversión se van agotando y con ello el crecimiento. A esta visión se suma la de David Ricardo (1772-1823), quien introduce en el análisis de Smith la existencia de rendimientos decrecientes y con ello, la llegada al estado estacionario,

Por su parte, Thomas Robert Malthus (1766-1834) resaltó que los factores que afectan negativamente al crecimiento económico son el exceso de ahorro y la dinámica de la población que crea rendimientos decrecientes, pues la mano de obra cada vez más abundante agotaría el factor tierra, y al disminuir la productividad de este factor, los salarios irían disminuyendo hasta alcanzar el nivel de subsistencia, con lo cual la población dejaría de aumentar y la economía se estancaría.

Se planteó por lo tanto, que la llegada a este estado estacionario sólo podía retrasarse con la apertura de nuevos mercados y con innovaciones que creen nuevas posibilidades de inversión; introduciendo los conceptos de acumulación de capital y progreso técnico en los procesos productivos, lo que significa que el ahorro juega un papel importante en el crecimiento.

Dentro de la teoría clásica se considera también a las aportaciones de Marx (1818-1883), para quien el capitalismo evolucionaría al comunismo, en donde desaparece la pobreza y la lucha de clases, no existe inversión y por lo tanto tampoco habrá crecimiento económico; por lo tanto, la tasa de crecimiento de largo plazo de todas las economías sería tarde o temprano nula.

Es destacable también la aportación de Joseph Schumpeter (1883-1950), para quien, las innovaciones figuran como fuentes de acumulación de capital y crecimiento, pues la economía puede encontrarse en dos estados: el primero es el estado estacionario, en el que no existen avances tecnológicos, por lo tanto no hay crecimiento económico; el segundo es el estado de crecimiento, el cual, se produce por la introducción de ciertos cambios o innovaciones en el proceso productivo. De forma que, durante el estado de crecimiento se incorporan las innovaciones; y, cuando todos los agentes las han adoptado como parte de sus procesos productivos, el proceso de inversión se detiene y la economía entra de nuevo en

una fase de estado estacionario, al menos hasta que alguien introduzca otra innovación.

Según indica Fernández (2006:321) el punto de inflexión entre las teorías clásicas y modernas del crecimiento económico se encuentra en la figura de J. M. Keynes (1883-1946); para quien, el proceso de crecimiento tendencial a largo plazo no es más que el resultado de la dinámica a corto plazo, es decir, el resultado de la dinámica del ciclo, en la que con la disminución de la eficacia marginal del capital en las etapas recesivas, frenará el proceso inversor y por tanto el crecimiento. Para reducir estas situaciones de recesión será necesario introducir políticas económicas activas de expansión de la demanda agregada de bienes y servicios que intenten compensar la insuficiencia de demanda privada, reimpulsando de ese modo el proceso de inversión, creación de empleo y crecimiento económico.

#### **1.3.1.2 Teoría moderna de crecimiento económico**

El punto de partida de la teoría moderna del crecimiento se sitúa en los trabajos pioneros de Harrod (1939, 1948) y Domar (1946), estos modelos nacen del objetivo común de dinamizar el análisis económico de Keynes, tratando de expresar las condiciones que deben cumplirse en una economía de mercado, para que se genere el volumen de demanda agregada necesario y mantener una situación de crecimiento sostenido, equilibrado y de pleno empleo; por lo tanto es un análisis en el que el nivel de producción y su crecimiento vendrán determinados por el lado de la demanda. Este enfoque encuentra necesaria la intervención en la economía mediante políticas económicas estabilizadoras, debido a las inestabilidades que rodean al equilibrio y por las distintas rigideces existentes en los mercados. Sin embargo, este enfoque fue rechazado por los autores neoclásicos.

Los modelos neoclásicos parten del trabajo de Robert Solow (1924) y Trevor Swan (1918-1989) realizado por separado en 1956; más conocido como modelo de crecimiento de Solow, este modelo centra su atención en la acumulación de capital como factor clave del crecimiento, e introduce en el análisis el progreso tecnológico con el fin de explicar el crecimiento de la productividad.

A diferencia del modelo de Harrod-Domar, en el enfoque neoclásico, la estabilidad del equilibrio elimina cualquier necesidad de intervención en la economía mediante políticas estabilizadoras. Estas intervenciones resultan innecesarias para conducir a la economía a situaciones de crecimiento equilibrado con pleno empleo. Las únicas medidas posibles bajo el enfoque neoclásico de crecimiento exógeno son aquellas políticas de oferta que mejoran la productividad global de la economía.

Una crítica al modelo neoclásico de crecimiento exógeno es su limitada capacidad para establecer cuáles son los verdaderos determinantes del crecimiento a largo plazo, puesto que, si bien se supone que depende del progreso tecnológico no se dice nada sobre éste. Quizá esta fue la motivación para iniciar el estudio de las Teorías del Desarrollo Económico a partir de los años setenta, enfatizando en el análisis de las fluctuaciones de corto plazo.

A continuación se especifica algunos de los aspectos más importantes del modelo de Solow y del crecimiento endógeno, con la finalidad de tener conocimiento sobre estos dos aportes de gran importancia al momento de estudiar el crecimiento económico.

### **Modelo de crecimiento de Solow**

El modelo defiende que la intensificación de capital es clave para lograr una mayor producción, pues cuando aumenta la cantidad de capital por trabajador aumenta también la producción por trabajador; sin embargo, al mantenerse constante el progreso tecnológico el capital presentará rendimientos decrecientes y disminuirá su tasa de rendimiento con lo cual la producción por trabajador, las rentas y los salarios llegan a un momento de estancamiento.

En respuesta al fenómeno anteriormente señalado (estancamiento de producción, rentas y salarios) y debido a que en la realidad los salarios reales no se han estancado, se introduce en el modelo neoclásico el cambio tecnológico.

Solow determinó que la acumulación de capital explicaba una parte del crecimiento económico, adicionando en su modelo un factor que representa al conocimiento

técnico. Al no poder observarse directamente esta variable, el cambio tecnológico se calculó de forma residual como la diferencia entre el crecimiento observado del producto por trabajador y el crecimiento del capital por trabajador.

El modelo neoclásico de Solow (1956) se basa en los siguientes supuestos<sup>17</sup>:

- Se produce un bien homogéneo mediante el uso de dos factores de producción: capital y trabajo.
- El crecimiento del factor trabajo está determinado por fuerzas ajenas a la economía y no se ve afectado por variables económicas.
- La economía es competitiva y siempre se encuentra en el nivel de pleno empleo.
- Los planes de ahorro e inversión se cumplen de forma simultánea y generalmente el mercado se vacía.
- Existe una función de producción lineal y homogénea.
- Los factores de producción son sustituibles entre sí.

### **Crecimiento endógeno**

Posteriormente, se dio paso a teorías que estudian los procesos por los que las fuerzas del mercado y las decisiones de las administraciones públicas, generan diferentes patrones de cambio tecnológico, conocidas como teorías del crecimiento endógeno. Es decir, se considera que el principal factor del crecimiento económico es un conjunto de procesos generadores del progreso tecnológico; introduciendo la posibilidad de alcanzar un equilibrio con tasas de crecimiento positivas.

Entre los procesos generadores de progreso tecnológico se tendrá a la acumulación de capital humano<sup>18</sup> por parte de los trabajadores y a la investigación y desarrollo de nuevos productos y procesos productivos por parte de las empresas (Mochón, 2005:278).

---

<sup>17</sup> Tomado de Mochón (2005:276).

<sup>18</sup> Entiéndase capital humano como la preparación y formación de la fuerza de trabajo.

### **1.3.2. DETERMINANTES DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO**

El estudio de los determinantes del crecimiento permite implementar políticas que los promuevan, por lo tanto, el conocimiento de los factores que determinan el diferente ritmo de crecimiento de los países es de sumo interés para quienes se encuentran involucrados en las decisiones económicas de un país. De manera práctica, se relaciona el crecimiento de la producción con la calidad y cantidad de recursos productivos y con la mejora tecnológica, sin embargo, un diagnóstico equivocado de los determinantes del crecimiento puede representar efectos negativos en el bienestar de un país (Corbo y Vergara, 1992).

Weil (2006) expone de forma específica una clasificación de los determinantes del crecimiento económico indicando lo siguiente:

[...] por definición la acumulación de factores, la tecnología y la eficiencia son los determinantes inmediatos de la renta de una economía; y algunos de los determinantes fundamentales que subyacen a éstos son la conducta de los gobiernos (a través de la inversión en educación, inversión en investigación y desarrollo, legislación laboral), la desigualdad de la renta, la cultura y los factores geográficos.

#### **1.3.2.1 Acumulación de factores**

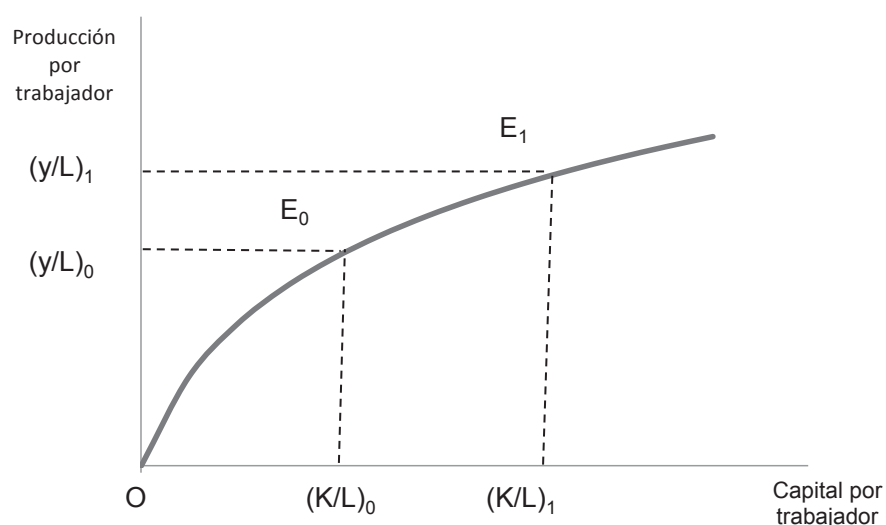
La explicación más sencilla de las diferencias en el nivel de renta de los países es la acumulación de factores de producción.

El capital físico tiene un carácter productivo, es decir, permite a los trabajadores producir más; por lo cual, es lógico tener en cuenta la cantidad de capital que posee un país al momento de analizar el nivel de producción. Por otro lado, la acumulación e influencia del capital humano en la producción son en muchos aspectos muy

parecidos al capital físico; ambos factores de producción forman parte de la explicación de la diferencia entre países ricos y pobres<sup>19</sup> (Weil, 2005).

La teoría neoclásica recalca la importancia del proceso de intensificación del capital, es decir, el aumento del capital por trabajador. En el gráfico 1.1 se observa que si el nivel tecnológico permanece dado y se genera un proceso de acumulación de capital, la cantidad de capital por trabajador (eje de ordenadas) incrementa y la economía experimenta un movimiento ascendente hacia la derecha, a lo largo de la función de producción agregada ( $E_0$  a  $E_1$ ); con lo cual se tiene un mayor nivel de producción por trabajador.

**Gráfico 1.1 Acumulación de capital con tecnología constante y función de producción agregada**



Fuente: Tomado de Mochón (2005,276)

Elaboración: autora

---

<sup>19</sup> Sin embargo, se debe considerar que las decisiones de invertir en educación y salud como parte del mejoramiento del capital humano, no solo son decisiones económicas sino que favorecen el bienestar de los trabajadores.

### 1.3.2.2 Productividad

La productividad hace referencia a la eficacia con la cual los factores de producción se convierten en productos, por lo tanto, involucra conceptos de tecnología y eficiencia.

La tecnología genera cambios en la estructura productiva que afectan al crecimiento económico, pues modifican los métodos de producción, permitiendo que los trabajadores produzcan mayores cantidades que antes e incluso poniendo a disposición de los consumidores mayor diversidad de bienes y servicios.

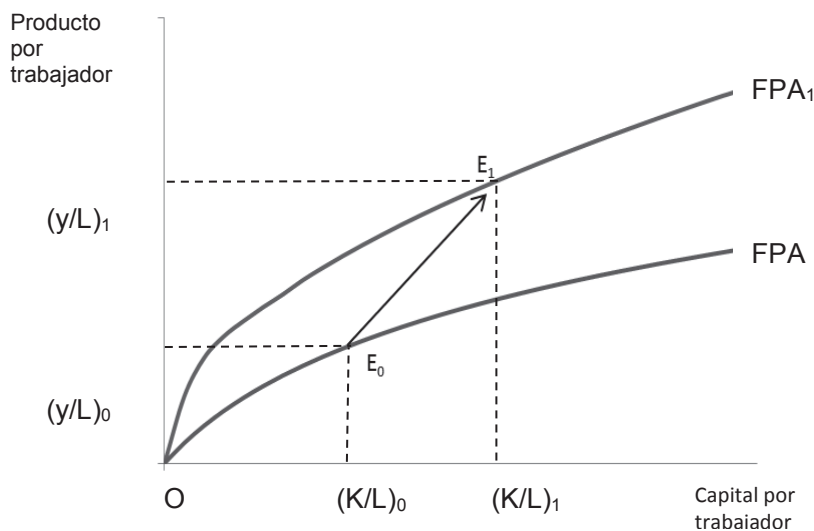
La eficiencia depende de las industrias e instituciones de la economía, éstas son las que determinan incentivos y oportunidades para la mano de obra e industrias en general. Por lo tanto, es necesario contar con una institucionalidad que favorezca al crecimiento<sup>20</sup>.

El cambio tecnológico permite a una economía superar las limitaciones que imponen los rendimientos decrecientes; si bien algunos factores de producción como el capital humano no puede crecer indefinidamente, las mejoras tecnológicas permitirán que la producción experimente incrementos, por lo tanto, el progreso tecnológico es el principal factor que explica el crecimiento de la productividad a largo plazo y requiere de gasto en investigación y desarrollo.

El progreso tecnológico provocará un desplazamiento de la función de producción agregada; sin embargo, si además de considerar la intensificación de capital se toma en cuenta el progreso tecnológico, se observa que la función de producción agregada se desplaza ascendentemente, según indica la flecha del gráfico 1.2, elevando la producción por trabajador de  $(y/L)_0$  a  $(y/L)_1$ .

---

<sup>20</sup> Por ende la productividad es una variable que recoge varios aspectos de difícil medición, sujeta a la información disponible y a una medición indirecta.

**Gráfico 1.2 Progreso tecnológico y función de producción agregada**

Fuente: Tomado de Mochón (2005,278)

Elaboración: autora

#### 1.4. OFERTA Y DEMANDA AGREGADA

Con el fin de contar con los recursos teóricos que permitan una adecuada comprensión e interpretación de las relaciones entre la producción y otros agregados económicos, a continuación se analizan las características de la oferta y demanda agregadas, tomando en cuenta los enfoques clásico y keynesiano, mismos que determinan diferentes formas de las curvas de oferta y demanda agregadas y su nivel de equilibrio.

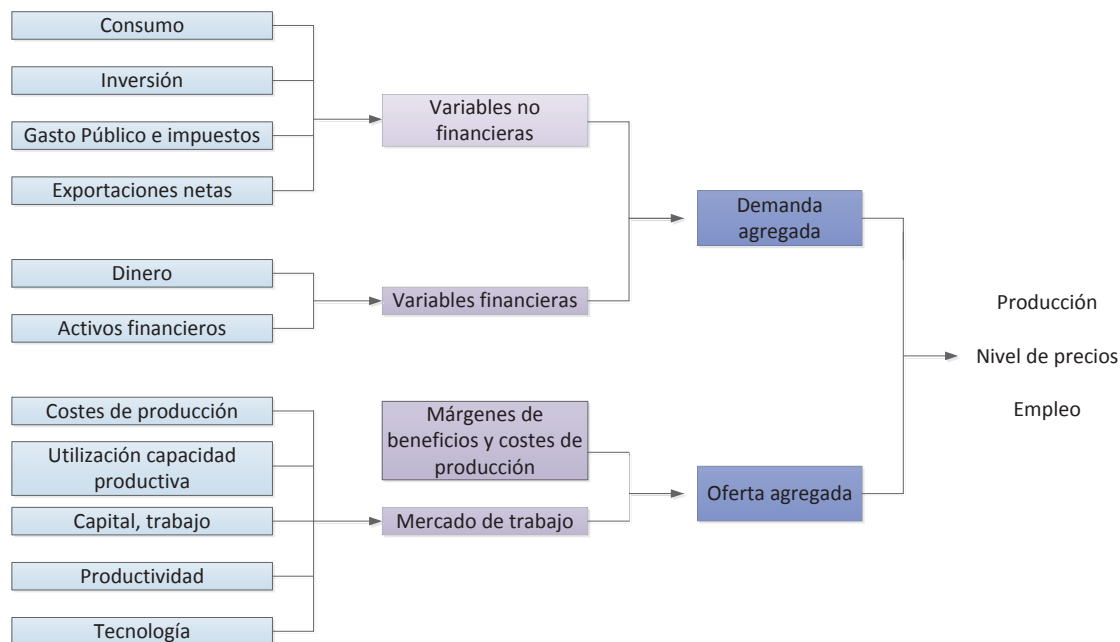
En el gráfico 1.3 se muestra la interrelación entre las variables que intervienen en la actividad económica y su agrupación según su influencia sobre la oferta o demanda agregada.

Dos tipos de variables inciden en la demanda agregada: las variables no financieras (consumo, inversión, gasto público y exportaciones) y las variables financieras (dinero y activos financieros); es decir aquellas relacionadas con el consumo y capacidad o deseo de gasto de los individuos. Por otro lado la oferta agregada está determinada por variables relacionadas con los márgenes de beneficios y costos



de producción y el mercado de trabajo, es decir, factores que influyen en la cantidad de bienes ofrecidos y producidos por las empresas, entre los cuales se tiene: costos de producción, utilización de la capacidad productiva, productividad, tecnología y cantidad de capital y trabajo.

**Gráfico 1.3 Interrelaciones macroeconómicas**



Fuente: Tomado de (Mochón, 2005)

Elaboración: Autora

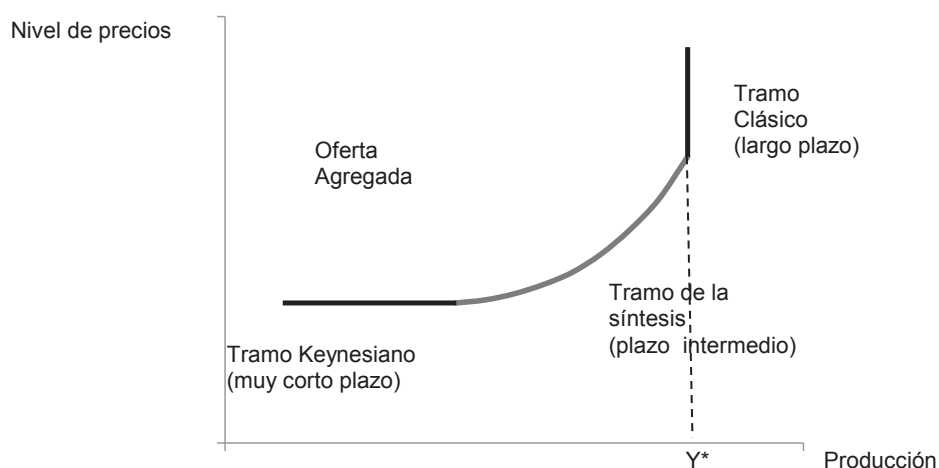
### 1.4.1. OFERTA AGREGADA

La oferta agregada está estrechamente relacionada con los factores productivos y analiza las variaciones de la producción que afectan al nivel de precios.

Por un lado, se tiene a la función de oferta agregada clásica, enfoque según el cual los salarios y precios son totalmente flexibles y el salario se ajusta para mantener permanentemente el pleno empleo en el mercado de trabajo; por lo tanto, el nivel de producción agregada en el modelo clásico es independiente de los precios, provocando que la función de oferta agregada sea una línea recta vertical al nivel de la producción de equilibrio o producción de pleno empleo.

Por otro lado se tiene a la función de oferta agregada keynesiana, la cual es una recta horizontal debido a la rigidez de los salarios nominales y los precios en el muy corto plazo, sin embargo, en un periodo de tiempo más amplio la función será creciente pues los salarios nominales ya no son rígidos al alza, aunque si a la baja. En el gráfico 1.4 se observa las posturas clásica y keynesiana respecto a la curva de oferta agregada y la dimensión temporal.

**Gráfico 1.4 Curva de oferta agregada según enfoque y dimensión temporal**



Fuente: Tomado de (Mochón, 2005:194)

Elaboración: Autora

La oferta agregada de una economía se diferencia de la producción potencial a corto plazo debido a las rigideces de los costes. A corto plazo, las empresas responden al aumento de la demanda elevando tanto la producción como los precios. A más largo plazo, cuando los costes responden a la subida del nivel de precios, la respuesta ante el aumento de demanda agregada se concreta con una subida de precios y poco o nada en un aumento en la producción. Por lo tanto, a corto plazo la curva de oferta agregada presenta una pendiente positiva, pero a largo plazo es vertical pues todos los costos terminan ajustándose (Mochón, 2005:193).

### 1.4.1.1 Curva de Phillips

Estudia la relación que existe entre la tasa de crecimiento de los precios y la tasa de desempleo, sugiriendo una relación inversa entre estas variables.

La Curva de Phillips tradicional se asocia al trabajo empírico de A. W. Phillips (1958) en la década del 50, quien postuló una relación funcional inversa entre los cambios en los salarios nominales ( $\hat{W}$ ) y la tasa de desempleo efectiva ( $U$ ), dando lugar a una Curva de Phillips de pendiente negativa<sup>21</sup>, según la siguiente ecuación:

$$\hat{W} = a - bU$$

Donde  $a$  es una constante y  $b$  es un coeficiente que recoge la respuesta de los cambios en el salario nominal a la tasa de desempleo corriente.

Laguna Reyes (2007) indica que la introducción de expectativas en la curva de Phillips se debió a la fuerte crítica de Friedman y Phelps, por ser una relación entre variables de distinta naturaleza (una nominal y una real). Además a los trabajadores no les interesaba su salario nominal sino su poder adquisitivo, de forma que, se introdujo la inflación futura tomando en cuenta la brecha del desempleo.

En los últimos años se ha investigado la nueva curva de Phillips Neokeynesiana de corto plazo, denominada también ecuación de oferta de corto plazo de la economía<sup>22</sup>, en la que se relaciona en el corto plazo la tasa de inflación corriente con la inflación esperada, con la brecha entre el producto corriente y el producto potencial y con un shock inflacionario (Torres, 2003).

---

<sup>21</sup> Cuando la demanda excede a la oferta, la tasa de desempleo cae y viceversa, por lo que se argumentó que el desempleo debía estar negativamente relacionado con los excesos de demanda de trabajo. Pero si estos últimos están a su vez relacionados positivamente con la tasa de inflación salarial, entonces ésta estará relacionada negativamente con la tasa de desempleo, sustentando así la pendiente negativa de la Curva de Phillips (Santomero y Seater, 1978) (Citado por Torres (2003))

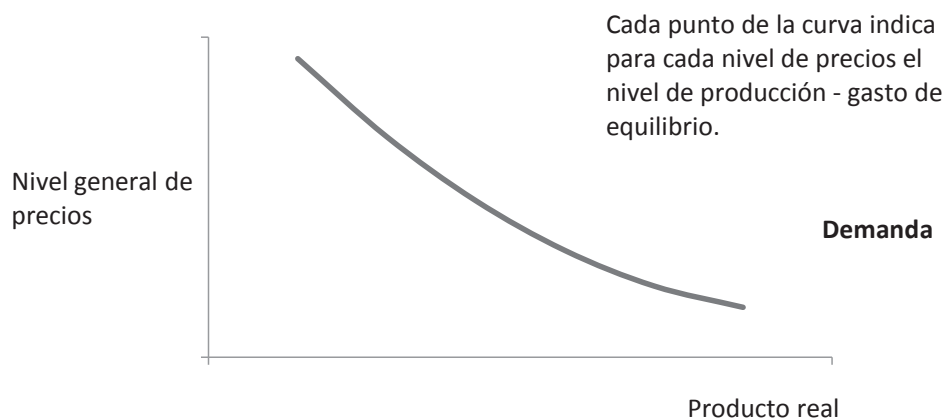
<sup>22</sup> La nueva curva de Phillips Neokeynesiana se define de la siguiente forma:  $\pi_t = \beta E_t\{\pi_{t-1}\} + k(y_t - y_t^*) + v_t$  Donde: se ha suprimido el término constante,  $k$  es una medida de rigidez de los precios y  $v_t$  un shock en el nivel de precios. Para mayor detalle ver Torres (2003)

### 1.4.2. DEMANDA AGREGADA

La demanda agregada se relaciona con la cantidad total de dinero que los diferentes sectores de la economía están dispuestos a gastar. Los componentes de la demanda agregada son: el consumo, la inversión, el gasto público y las exportaciones netas.

La función de producción agregada no solo es la agrupación de funciones de demanda individuales, sino una relación entre precios y renta real, de forma que en cada punto de ésta, el mercado de bienes y el mercado de dinero están en equilibrio (Mochón, 2005:214). Por lo cual, la curva de demanda agregada indica el PIB real de equilibrio (para el que el gasto total es igual a la producción total) para cada nivel general de precios.

**Gráfico 1.5 Curva de demanda agregada**



Fuente: Elaborado en base a (Mochón, 2005)

Elaboración: Autora

### 1.5. PIB POTENCIAL

Según el enfoque neoclásico, los ciclos económicos son producto del comportamiento del agente privado y no del manejo de la política fiscal o monetaria. Los neoclásicos suponen que los agentes son racionales por lo que los ciclos económicos son el resultado de la reacción de estos agentes ante choques

inesperados (en su mayoría provenientes del lado de la oferta agregada). Los agentes privados responden reordenando y reorganizando sus inversiones para así volver a coordinar su producción y de esta manera adaptarse a las nuevas condiciones del mercado. Por lo tanto la autoridad monetaria no debe intervenir a menos que sea para corregir alguna distorsión. De esta forma, la teoría neoclásica supone que el producto efectivo fluctúa alrededor de un nivel potencial o de tendencia. Dicha fluctuación es corta, de poca duración. Es así, que el PIB potencial es asociado con una tasa de crecimiento de la tendencia de la producción efectiva, es decir, aquel crecimiento que no corresponde a elementos coyunturales o transitorios. (Miller, 2003)

La definición del PIB potencial como el nivel de producción asociado a la tasa de desempleo que no produce una aceleración inflacionaria proviene del trabajo de Okun (1970), quien indica que el producto potencial es la cantidad máxima de producto que la economía podría generar bajo condiciones de pleno empleo de los recursos productivos, considerando a este último como aquel que permite alcanzar un nivel máximo de producción en ausencia de presiones inflacionarias, indicando así un nivel sostenible de producción (Elosegui et al, 2006). Esta definición tiene un enfoque keynesiano, pues es justificable la implementación de una política económica orientada a disminuir el desempleo a través del manejo de la demanda agregada, dado que un mayor nivel de producto implica un menor nivel de desempleo.

Por lo tanto, la producción potencial, puede medirse a través de una función de producción en la que los factores de producción también estén expresados en sus valores potenciales o de pleno empleo.

Resumiendo lo expuesto y acorde con el enfoque económico, la tabla 1.1 indica la definición de PIB potencial.

**Tabla 1.1 Definición del PIB potencial según el enfoque económico**

Enfoque	Definición de PIB potencial
<b>Keynesiano</b>	Nivel de producción asociado a la tasa de desempleo que no produce una aceleración inflacionaria.
<b>Neoclásico</b>	Nivel de producción de tendencia, el PIB potencial se obtiene mediante la descomposición del PIB efectivo en ciclo y tendencia.
<b>Síntesis Neoclásica-Keynesiana</b>	Máximo producto que una economía puede alcanzar sin generar presiones inflacionarias, es decir, el mayor nivel de producto posible compatible con la estabilidad de precios.

Fuente: elaborado a partir de (Mauro, 2010)

Elaboración: Autora

### **PIB real y PIB potencial**

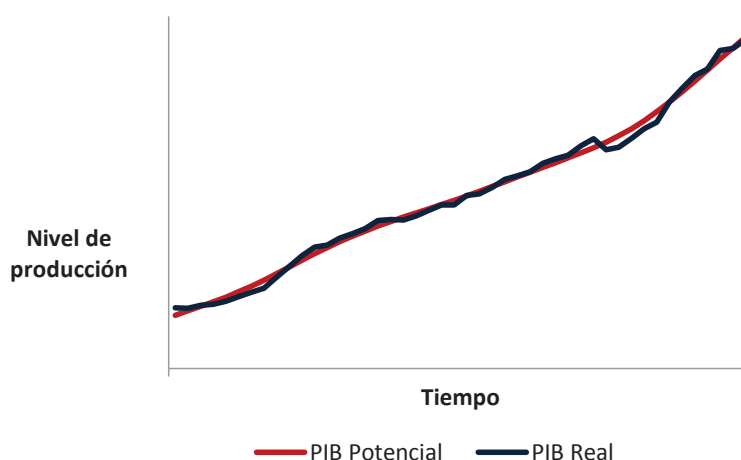
La diferencia entre estos dos indicadores radica en que el primero mide el valor de la producción efectiva, es decir, la producción observada en un periodo de tiempo<sup>23</sup>, y el segundo proporciona información sobre el nivel de la producción que la economía puede alcanzar mediante el pleno empleo de los factores de producción.

Obtener una estimación del PIB potencial adquiere mayor importancia al considerar que este concepto involucra el monitoreo de los tres objetivos de la política macroeconómica: rápido crecimiento económico, pleno empleo, y baja inflación.

En el gráfico 1.6 se ilustra la evolución de estos dos indicadores, como se observa el PIB real se encuentra alrededor de su valor tendencial (PIB potencial).

---

<sup>23</sup> Se usa el PIB real y no el nominal, para que las comparaciones entre los diferentes años sean correctas, pues el PIB real considera las variaciones del nivel general de precios; eso equivale a conocer el nivel de producción si los precios hubiesen permanecido invariables.

**Gráfico 1.6 PIB potencial y PIB real**

Elaboración: Autora

### 1.5.1. CRECIMIENTO POTENCIAL

El crecimiento potencial de la economía se verá reflejado en la tasa de crecimiento del PIB potencial. La importancia del crecimiento potencial según indica (Hernández de Cos et al, 2011) radica en su relevancia en el análisis económico, en particular, para la toma de decisiones de política económica; ya que, cuestiones como la posición cíclica de la economía o la valoración de la orientación de las políticas macroeconómicas, no pueden ser abordadas sin el conocimiento de esta variable.

Adicionalmente Escaith (2003) reflexiona sobre el alcance de esta variable, pues, por un lado el crecimiento potencial se determina en base a los factores de producción medidos en su nivel potencial y a la evolución de su productividad y esta perspectiva está estrechamente relacionada con la teoría neoclásica que se enfoca en la oferta; sin embargo, hay otros factores que influyen, entre ellos: la demanda efectiva y la capacidad de financiarla. El enfoque de oferta permite calcular la brecha entre producto potencial y su realización, pero no explica por qué una economía no logra aprovechar al pleno sus posibilidades de producción. Por otro lado, en el enfoque keynesiano, el análisis centra su atención en la inversión como motor de la demanda efectiva; en este punto es necesario considerar que los niveles potenciales de los países en desarrollo se encuentran sujetos a

restricciones estructurales y dependencia externa, por lo cual el mecanismo acelerador de la inversión será diferente al de países desarrollados.

### 1.5.2. ESTIMACIÓN DEL PIB POTENCIAL

En su investigación Miller (2003) relaciona los métodos de estimación con la teoría económica, como se sintetiza en la tabla 1.2.

**Tabla 1.2 Métodos de estimación para el PIB potencial de acuerdo al enfoque económico**

Enfoque	PBI potencial	Métodos de estimación
Keynesiano	Es el nivel de producción asociado a la tasa de desempleo que no produce una aceleración inflacionaria.	Básicamente modelos que incorporen relaciones estructurales y de los cuales se pueda inferir una relación entre producto potencial e inflación. Ej.: Vectores Autorregresivos Estructurales, Función de producción.
Neoclásico	Vinculado más con un concepto de producto de tendencia o una medida suave del producto efectivo. Donde el crecimiento no está afectado por aspectos coyunturales o transitorios.	Filtros estadísticos que permitan extraer la tendencia de largo plazo del producto. Ej.: Hodrick Prescott, Baxter y King.

Fuente y Elaboración: (Miller, 2003)

Al definir al PIB potencial desde un enfoque keynesiano como el nivel de producción asociado a la tasa de desempleo que no produce una aceleración inflacionaria; las herramientas que se recomienda usar deben incorporar relaciones estructurales, en los cuales se pueda inferir la relación entre PIB potencial e inflación.

Por otro lado, el enfoque neoclásico vincula al PIB potencial con un concepto de producto de tendencia, donde aspectos coyunturales o transitorios no tienen efecto en el crecimiento de la producción; por lo cual, la aplicación de filtros estadísticos permite obtener una estimación de éste.



A pesar de estas diferencias en cuanto a definiciones y métodos de estimación del PIB potencial, en la práctica éstos se combinan. Por ejemplo, una función de producción (enfoque keynesiano), requiere de filtros estadísticos (enfoque neoclásico) para su estimación.

### 1.5.3. BRECHA DE PRODUCCIÓN

Con el objetivo de conducir la política monetaria es necesario determinar si la economía está operando por debajo o sobre un nivel potencial (compatible con un la estabilidad de precios), con este objetivo se emplea la brecha de producción, la cual se define como la diferencia entre el PIB observado y el PIB potencial.

La brecha de producto o brecha de producción caracteriza las fluctuaciones económicas, mismas que se deben a shocks, que en general pueden ser de larga duración o transitorios, los primeros están asociados con el producto potencial, mientras que los segundos determinan la brecha de producción.

Cuando la brecha es positiva (PIB observado mayor que el PIB potencial) existen presencias inflacionarias por cuanto los mercados de bienes y factores se encuentran altamente demandados; mientras que, cuando la brecha es negativa (PIB observado menor que el PIB potencial) la inflación tiende a disminuir.

**Tabla 1.3 Brecha de producto**

Brecha de Producción positiva	Brecha de Producción negativa
PIB observado mayor que PIB potencial.	PIB observado menor que PIB potencial.
Se está produciendo sobre el nivel sostenido de la economía.	Nivel de producción se encuentra bajo el ideal.
Presencia de presiones inflacionarias, exceso de consumo e inversión.	Posibles bajos niveles de inflación e inclusive deflación.
Acción: instrumentos de ajuste.	Acción: estimular la economía

Fuente y elaboración: autora

La importancia de la brecha radica en su capacidad como indicador de presiones inflacionarias, por estar relacionada con la curva de Phillips de corto plazo; por lo tanto, representa un instrumento guía de decisiones de política económica.

Vega (2010:10) señala que:

La brecha de producción se popularizó a partir de la introducción de la regla de Taylor (1993) que se utilizó para describir de manera muy simple y directa el comportamiento de la política monetaria de la Reserva Federal de EE.UU. en los 80's. Esta regla indicaba que la FED tendía a elevar su tasa de interés de política cuando la inflación estaba por encima de su meta y cuando la brecha del producto era positiva. La literatura posterior de política monetaria incorporó la regla de Taylor y su vinculación con la inflación y la brecha de producto como un comportamiento ideal de un banco central estabilizador.

El concepto de brecha de producción de derivó del concepto de producto potencial, introducido por Okun (1962); sin embargo, es importante señalar que por definición la brecha de producto de Okun siempre era positiva, pues se consideraba al producto potencial como el máximo nivel de producción generado con la utilización de todos los recursos disponibles en la economía, siendo siempre mayor que el producto observado. Con el tiempo, ambos conceptos han evolucionado hasta lo expuesto anteriormente.

## 2. MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se busca en primer lugar analizar la naturaleza de la variable que es objeto de estudio (PIB potencial), para vincular esto con los métodos a utilizarse en el análisis empírico de la investigación, posteriormente se detalla el proceso metodológico a seguir.

### 2.1 VARIABLES CONSTRUCTO O LATENTES EN ECONOMÍA

En un inicio, el PIB potencial se definió con un carácter no observable, sin embargo, Millones y Bazán (2008) sugieren usar el término “constructo” en lugar de “no observable”; pues la no observabilidad posee varias interpretaciones en la literatura econométrica<sup>24</sup>. La definición de variable constructo – variables que se miden no directamente de los datos recolectados – tiene su origen en las áreas de estudio de Psicología y Sociología.

En una variable constructo o variable latente se conoce el concepto, pero es imposible medirla directamente a partir de los datos, porque carece (tal vez, por ahora) de contrapartida empírica u operacionalidad empírica. Aun cuando existan los recursos para medirla, los constructos solo pueden ser derivados o inferidos a través de indicadores o de las propiedades medibles que envuelve el concepto (Millones y Bazán, 2008). Algunos ejemplos de variables constructo son: la pobreza, la productividad, y competitividad.

Por lo tanto, la naturaleza de la variable PIB potencial es la de una variable tipo constructo o variable latente; su medición puede realizarse a través de la aplicación de herramientas estadísticas y econométricas que unen la definición de PIB potencial con la teoría y la verificación empírica; pues no se puede obtener información de ella de manera directa con datos recolectados.

---

<sup>24</sup> Entre las interpretaciones econométricas se encuentran: la no observabilidad muestral, variables excluidas o no reveladas, variables no controladas experimentalmente, errores de medición, errores en las variables o regresores estocásticos.

No existe un consenso que determine la técnica más adecuada para la estimación del PIB potencial y la brecha de producto, habiéndose empleado varias metodologías para ese fin.

En el marco de la XII Reunión de la Red de Investigadores de Bancos Centrales del Continente Americano, Torres (2007b) presentó una síntesis de los principales métodos utilizados de acuerdo a las diferentes definiciones de PIB potencial, los cuales se pueden observar en la tabla 2.1. Cada uno de estos métodos presenta ventajas y desventajas, las mismas que concluyen en que cualquier tipo de estimación tiene un alto grado de incertidumbre; sin embargo, a pesar de estos problemas contar con una estimación adecuada del PIB potencial es muy importante para evaluar el desempeño de una economía.

**Tabla 2.1 Ventajas y desventajas en los métodos de estimación del PIB Potencial**

Definición del PIB potencial	Método de estimación	Ventaja	Desventaja
Nivel de producto de tendencia de largo plazo.	Filtro univariado para separar las fluctuaciones de corto plazo de la tendencia de largo plazo (Hodrick Prescott, Kalman univariado y el band pass).	Son sencillos de estimar.	Requieren de decisiones estadísticas que tienen muy poco que ver con la teoría económica. Estas medidas tienden a ser sensibles a las revisiones en los datos.
	Filtros multivariados	Involucran relaciones económicas.	Las estimaciones suelen ser dependientes de la estimación que se haga de las relaciones económicas.
Componente que responde a choques de oferta, es decir, choques con efectos en el largo plazo.	Vectores Autorregresivos.	Utiliza teoría económica para imponer las restricciones tanto en el corto como en el largo plazo.	La estimación es dependiente de las restricciones.

Definición del PIB potencial	Método de estimación	Ventaja	Desventaja
Nivel de producción consistente con una inflación estable	Función de producción	Permite utilizar mayor cantidad de información	Es dependiente de la utilización de otras técnicas estadísticas (filtros)

Fuente: Torres (2007b)

Elaboración: Autora

Al definir el PIB como producto de tendencia, lo recomendable es usar filtros estadísticos para su estimación, ya sean éstos univariados o multivariados. Los filtros multivariados incluyen relaciones económicas, por lo cual, la estimación dependerá de las relaciones económicas que se empleen. Por otro lado, los filtros univariados tienden a ser más fáciles de estimar, sin embargo, la estimación estará sujeta a los criterios estadísticos que se usen.

Cuando se define al PIB potencial como el componente que responde a choques de oferta (choques con efectos en el largo plazo), la herramienta recomendada son los vectores autorregresivos. En este caso, la ventaja radica en la utilización de teoría económica para imponer las restricciones, sin embargo, esta estimación estará sujeta a las restricciones que se establezcan.

Finalmente, la función de producción es el método utilizado cuando se define al PIB potencial como el nivel de producción consistente con una inflación estable; en esta metodología se emplea mayor cantidad de información y su desventaja radica en que las series requeridas dependen en algunos casos de técnicas estadísticas como filtros estadísticos para su estimación.

Fuentes, Gredíg y Larrain (2008) al igual que Astorga (2003) señalan dos alternativas básicas para estimar el producto potencial: la una está relacionada con la estimación de relaciones estructurales y la otra con la utilización de filtros estadísticos. El primer enfoque intenta aislar los efectos de las influencias estructurales y cíclicas sobre el producto, empleando las relaciones que se derivan de la teoría económica; mientras que el segundo, emplea el análisis de la dinámica entre los componentes permanentes y cíclicos de una serie de tiempo.

**Métodos Estructurales:** se caracterizan por la utilización de relaciones teóricas entre variables económicas. Entre los métodos que utilizan las relaciones propuestas por la teoría económica y se basan en un modelo estructural se tiene a los vectores autorregresivos estructurales (SVAR)<sup>25</sup>, función de producción y la relación producto / capital.

Respecto al SVAR, su principal limitación es la posibilidad de omitir variables relevantes, lo cual puede llevar a encontrar choques no identificados nominales o de demanda.

Como método teórico-estructural para calcular el PIB potencial se cuenta también con la función de producción para la economía agregada, cuyos parámetros son usados para calcular el nivel potencial correspondiente a la máxima utilización de los insumos de producción (Muñoz et al, 2004). La función de producción es un método de estimación del PIB potencial aplicado por organismos económicos internacionales como Fondo Monetario Internacional (FMI), Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y la Comisión Europea<sup>26</sup>. La estimación del crecimiento del PIB potencial de una economía utilizando funciones de producción exige la especificación de su forma funcional; la más sencilla y probablemente más recurrente en la literatura es la de Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala (Aravena, 2010), la cual representa la relación entre la producción y los insumos tales como: tecnología, trabajo y capital. La función de producción de tipo Cobb Douglas es la más utilizada debido a que sus implicaciones teóricas son conocidas y su estimación empírica es relativamente fácil.

---

<sup>25</sup>Algunos autores consideran a este método como estadísticos por ejemplo Astorga y Valle (2003); sin embargo, en esta investigación se lo considerará como un método estructural como lo señala Fuentes et al (2008).

<sup>26</sup> La función de producción es el método preferido por organismos internacionales y bancos centrales debido a la posibilidad de descomponer el producto potencial entre sus determinantes y a la utilización de mayor información.

Para estimar el PIB potencial mediante la función de producción se requiere de una cantidad considerable de información, lo cual representa una ventaja; sin embargo, se convierte en su principal debilidad debido a que esto incrementa la incertidumbre. En este método se deben estimar el desempleo que no acelera la inflación, el nivel de utilización de la capacidad instalada que no acelera la inflación y el crecimiento de la productividad sostenible en el largo plazo. Al final la metodología recurre al uso de filtros univariados o multivariados que permitan estimar las variables necesarias; pues como expone Astorga y Valle (2003) cuando los insumos se miden en términos corrientes, el valor de la función de producción es el PIB corriente; si todos los factores se evalúan en sus niveles de utilización ajenos al estado del ciclo económico, el resultado de la función es el producto potencial.

La relación producto - capital es otro método utilizado con el fin de obtener una estimación del PIB potencial. El primer paso consiste en encontrar la relación producto/capital (PIB/Stock final de capital) máxima para el período analizado, esa relación máxima supone la mayor utilización de la capacidad de producción de la economía o situación de pleno empleo. El PIB potencial será el resultado de multiplicar la relación máxima de producto/ capital obtenida, por el stock final de capital para cada año (Marconi, 1995). Astorga y Valle (2003) recalcan que este método supone la existencia de una relación producto/ capital máxima constante, lo cual se abstrae de cambios en la productividad media del capital y de la trayectoria del progreso técnico incorporado.

**Métodos estadísticos:** definen al crecimiento potencial calculando una tendencia pasada de la producción, asumiendo que el PIB observado fluctúa en torno al PIB potencial, el cual puede ser evaluado como la tendencia del PIB observado (Martner, 1999); lo común es utilizar un filtro para separar las fluctuaciones de corto plazo de la tendencia de largo plazo y así obtener el PIB potencial. El filtro más conocido por su frecuente utilización para la estimación del PIB potencial es el de Hodrick Prescott.

La principal crítica en torno a estos métodos es la falta de fundamento teórico, con el fin de resolver este inconveniente se incorpora teoría económica para desarrollar los filtros multivariados utilizando ecuaciones auxiliares. Las ecuaciones usualmente utilizadas son: la curva de Phillips, la curva IS y la ley de Okun. Torres (2007b) indica que estas estimaciones tienen mayor sentido económico, sin embargo, las estimaciones suelen ser poco robustas ante variaciones en la especificación de las ecuaciones del modelo.

El filtro de Kalman es un algoritmo cuyas aplicaciones en el campo económico están orientadas a la extracción de componentes no observables de series económicas, así como la estimación de modelos econométricos con parámetros dinámicos. Esquivel y Rojas (2007) y Fuentes et al (2008) utilizaron esta herramienta para la estimación del producto potencial de Costa Rica y Chile respectivamente. Si bien su uso está sujeto a las desventajas que presentan los métodos estadísticos, es frecuente su utilización basada en el supuesto de que las variables no observables afectan la evolución de las variables observadas y a su estructura estado – tiempo.

En resumen; y, como se menciona en Fuentes et al (2008), el PIB (desestacionalizado) se descompone en dos componentes no observables: el componente de tendencia (el producto potencial) y el componente cíclico (la brecha de producto); suponiendo que los componentes tanto de tendencia como cíclico evolucionan de manera subyacente como un proceso autorregresivo o como un camino aleatorio se pueden obtener estimaciones para ambos componentes no observados.

No existe una medición objetiva de la brecha del producto y no existe un consenso que califique cual es la mejor metodología a utilizar<sup>27</sup>. Lo óptimo es contar con una variedad de medidas, sin embargo, éstas pueden proporcionar resultados diferentes, dificultando las recomendaciones de política. Sobre esa base, debe emplearse un método para verificar la validez de las diferentes mediciones. Por

---

<sup>27</sup> indica que la importancia de una buena estimación de la brecha de producto radica en que da los indicios sobre posibles excesos de demanda que puedan presionar a los precios (Torres, 2007b)



ejemplo, en Colombia (Torres, 2007a) realiza una evaluación de pronósticos fuera de muestra de la inflación básica obtenidos con una Curva de Phillips híbrida. En la presente investigación no se realizará una verificación por esta vía; pero si una comparación entre las estimaciones obtenidas con los diferentes métodos.

## **2.2 METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN DEL PIB POTENCIAL**

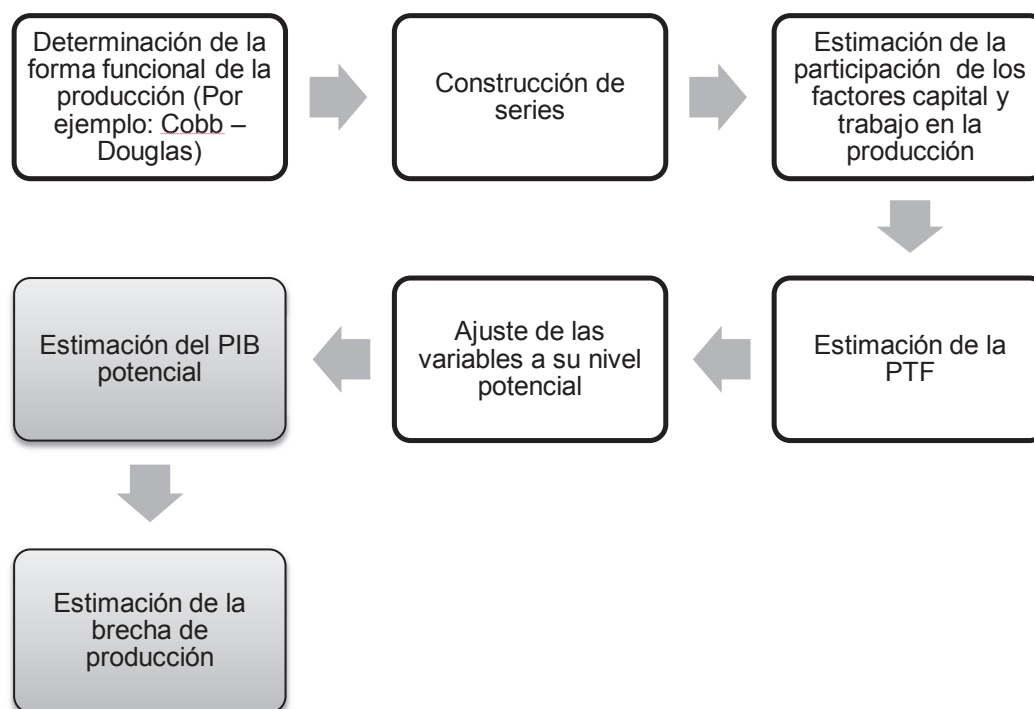
*Si un modelo construido a partir de grandes simplificaciones realiza predicciones que son acordes con las variaciones observadas de algunas variables económicas, ese modelo parece útil para comprender los determinantes de esas variables. Probablemente, también será útil entonces para evaluar los efectos de las medidas económicas que pretenden influir en las variables examinadas (Birch, 2008).*

### **2.2.1 FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN**

Para estimar el PIB potencial a través de una función de producción de Cobb Douglas, en primer lugar se requiere contar con información de los factores de producción (capital y trabajo), con lo cual se procede a la estimación de las elasticidades correspondientes y de la PTF. Posteriormente, se construyen series de los factores de producción con valores de pleno empleo, con estas series se determina el nivel de producción potencial y la brecha de producción.

El proceso de la estimación del PIB potencial mediante la función de producción se puede esquematizar y resumir de la siguiente forma:

**Gráfico 2.1 Estimación del PIB potencial mediante el método de la función de producción**



Fuente y elaboración: autora

### 2.2.1.1 Función de Producción Cobb Douglas

La formulación matemática de la función de producción de Cobb Douglas (donde  $e_t$  es un término de error no predecible) expresada en la ecuación (2.1), impide la utilización de técnicas de regresión lineal para estimar los parámetros requeridos; por lo cual conviene la aplicación de logaritmos.

$$Y_t = A_t K_t^{(\beta)} L_t^{\alpha} \exp(e_t) \quad (2.1)$$

$$\ln(Y) = \ln A + (\beta) \ln(K) + \alpha \ln(L) + e_t \quad (2.2)$$

### 2.2.1.2 Supuestos de la función de producción

El primer supuesto es rendimientos constantes a escala<sup>28</sup>, lo cual implica que los coeficientes  $\alpha$  y  $\beta$  suman la unidad; es decir:  $\beta = (1 - \alpha)$ . Esto quiere decir que un aumento proporcional en todos los factores conducirá a un aumento en el producto de la misma proporción, considerando la tecnología constante ( $A_t = A_{t-1}$ ).

Otro supuesto es la capacidad de sustitución entre factores, es decir, con diferentes combinaciones de factores se puede obtener una misma cantidad de producto. Además, cabe indicar que la elasticidad de sustitución entre el capital y el trabajo es unitaria; esto significa que un cambio del 1% en los precios relativos de los factores dará lugar a un cambio de un 1% en la proporción de factores. Esto se mantiene independientemente de los valores dados a las constantes  $\alpha$  y  $\beta$ . (Heathfield; 1974:36).

El cambio tecnológico neutral en el sentido de Hicks es otro de los supuestos, el cual establece que ambos factores de producción (capital y trabajo) se ven afectados ante el progreso tecnológico, provocando aumento en la eficiencia y productividad de los mismos y disminuyendo la cantidad de factores utilizados.

### 2.2.1.3 Factores de producción

#### Factor Trabajo

El capital humano consiste en la cantidad y cualificación de los trabajadores con los que cuenta un país.

---

<sup>28</sup>El argumento de la duplicación justifica la consideración de rendimientos constantes a escala para la función Cobb Douglas. Si una fábrica que utiliza X trabajadores, produce Y, dos fábricas que utilicen cada una X trabajadores deberían producir 2Y, la evidencia empírica sugiere que los rendimientos de escala son más o menos constantes (Dornbusch; 2004). Expresando de forma matemática lo indicado se tiene:

$$A(cL)^\alpha (cK)^{1-\alpha} = A(c^\alpha L^\alpha)(c^{(1-\alpha)} K^{1-\alpha}) = c^\alpha c^{(1-\alpha)} A L^\alpha K^{(1-\alpha)} = cY$$

El factor de producción trabajo está representado por la población económicamente activa (PEA), la misma que comprende, según la resolución de la 13ª Conferencia Internacional de Estadísticos del Trabajo (CIET), a todas las personas mayores de cierta edad especificada que satisfagan las condiciones necesarias para su inclusión entre las personas empleadas o desempleadas. La Organización Internacional de Trabajo no fija la edad límite inferior de la PEA, son los países los que la definen en función de las circunstancias nacionales.

### **Factor Capital**

El factor capital es representado por la variable stock de capital, misma que se define como un conjunto de bienes durables empleados en la producción<sup>29</sup>. El stock de capital fijo constituye una tenencia de los activos fijos producidos en un momento dado, están ligados a los flujos y son el resultado de la acumulación de las transacciones y otros flujos anteriores que se modifican por la incorporación de nuevos flujos durante el periodo (Córdova, 2005). Pueden calcularse dos tipos de stock de capital:

*Stock de capital bruto:* es el valor en un punto del tiempo de los activos mantenidos para el proceso productivo con cada activo valorado como si fuese nuevo (OCDE, 2001), es decir, no considera la disminución de la eficiencia productiva de los activos y es el punto de partida para el cálculo del consumo de capital fijo y el stock de capital neto.

*Stock de capital neto:* El stock neto es valuado como si el bien de capital (usado o nuevo) fuese adquirido en la fecha en la cual el balance se refiere. El capital neto mide el valor (de mercado) del capital y es una medida de la riqueza; (OCDE, 2001).

El stock bruto se utiliza para medir la contribución de los activos fijos en la producción, mientras que el stock neto mide la riqueza de los dueños de los medios de producción (Córdova, 2005). La principal diferencia entre éstos es el consumo

---

<sup>29</sup>Son bienes no homogéneos entre los cuales se tiene: maquinaria, equipos, equipo de transporte, edificios. No comprende: tierras, terrenos, y bienes inmateriales (patentes, licencias, marcas registradas).

de capital fijo CCF; esta variable representa la depreciación o pérdida en valor de un activo o clase de activos conforme envejecen. Económicamente, la depreciación es descrita como una deducción del ingreso para contabilizar la pérdida de valor del capital, debido al uso de los bienes de capital en la producción.

Otro concepto importante es el *stock de capital productivo*, la OCDE (2009) señala que éste representa un stock de activos sobrevivientes de periodos pasados y corregidos por su pérdida en eficiencia productiva; los stocks productivos están directamente relacionados con la cantidad y aspecto productivo del capital, miden el stock de activos corregido por la pérdida de eficiencia y retiro. Los stocks productivos son vistos como los stocks que generan los flujos de los servicios de capital, es decir, el insumo de capital en la producción.

El carácter heterogéneo de los bienes que conforman el stock de capital ha implicado varias críticas a su forma de estimación; por lo tanto, existen varios métodos que permiten obtener una medición de éste. El principal método de estimación, debido a su recurrente aplicación por parte de los bancos centrales, es el de inventario permanente, para aplicar este método es necesario contar con una serie histórica de la formación bruta de capital por productos. Existen otros métodos, entre ellos, inventario de activos físicos, índices físicos compuestos, entre otros<sup>30</sup>; sin embargo, un método muy práctico utilizado en la literatura es el de Harberger, el cual requiere de series agregadas de FBKF, una tasa promedio de depreciación de los activos, y una tasa de crecimiento promedio del stock.

#### Formación Bruta de Capital Fijo - FBKF

Pérez (2003) indica lo siguiente:

La formación de capital es aquella parte de la producción que no es consumida en un período. Está constituida por tres clases de bienes distintos según su utilización en el proceso productivo (Naciones Unidas y otros, 1993, Capítulo 10.B): activos fijos, referidos a bienes que se utilizan para producir

---

<sup>30</sup> Revisar Henríquez, 2008 y Pérez, 2003.

otros bienes (edificios, obras de ingeniería, maquinarias, vehículos, muebles y otros equipos); existencias de productos que serán utilizados en un período posterior, constituidas por materias primas, productos terminados y en proceso; objetos valiosos referidos a bienes que no se utilizan en el proceso productivo pero constituyen depósitos de valor (joyas, obras de arte, antigüedades, entre otros) (pág. 2)

Según lo señalado anteriormente, la FBKF corresponde a los bienes que se utilizan para producir otros bienes; es decir, representa el valor de los bienes durables adquiridos por las unidades de producción residentes para ser utilizadas por lo menos durante un año en el proceso productivo. Esa definición incluye los bienes inmuebles de capital fijo (vivienda, edificios civiles no residenciales, otras obras públicas); bienes muebles de capital fijo (material de transporte, maquinaria y otros bienes de equipo); la variación del hato ganadero; los muebles de madera y de metal adquiridos por las empresas, etc.

Marconi y Salcedo (1995) indican que la formación bruta de capital fijo se mide por el valor de las adquisiciones del productor menos las disposiciones (ventas) en un período contable y más ciertos aumentos de valor de los activos no producidos. En conclusión, este agregado macroeconómico contabiliza el valor de los bienes durables destinados a ser utilizados en la fase productiva y forma parte de las Cuentas Nacionales, cuyos resultados se publican con periodicidad anual y trimestral.

#### Método de Harberger

El método de Harberger (Harberger, 1972) acumula la inversión y descuenta la depreciación a un stock inicial de capital. El stock inicial se calcula como el valor actual de una perpetuidad anclada en la inversión “normal” en el año base (corregida de modo que no afecta a las condiciones particulares de ese momento o ciclo económico), utilizando como tasa de descuento la depreciación y suponiendo una determinada tasa de crecimiento histórica del stock, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$SCN_t = \frac{FBKF_t}{(\gamma + \delta)} \quad (2.3)$$

Donde:

*SCN*: Stock de capital neto

*FBKF*: Formación bruta de capital fijo

$\gamma$ : Crecimiento promedio estimado del stock de capital neto

$\delta$ : Tasa de depreciación promedio de los activos que conforman la FBKF

Harberger estima el parámetro  $\gamma$  a partir del crecimiento del valor agregado, esto es, supone un estado estacionario en el cual tanto el capital como el producto crecen a una misma tasa (relación capital - producto constante). Por otra parte, el parámetro  $\delta$  está relacionado con la vida útil promedio de los activos.

Una vez determinado el stock inicial, la serie se construye a través de la ecuación:

$$SCN_t = (1 - \delta)SCN_{t-1} + FBKF_t \quad (2.4)$$

#### *Vida útil*

Respecto a la vida útil Pérez (2003:16) es muy claro al indicar que se refiere al periodo de tiempo durante el cual se espera que el bien de capital permanezca incorporado en el stock y no necesariamente aquel periodo de tiempo que se considera contablemente por razones financieras o fiscales; pues, influyen aspectos como: las características técnicas, condiciones de funcionamiento o mantenimiento; ocasionando que la vida útil y por ende la depreciación económica sea diferente en varios países para un mismo activo, por ejemplo las carreteras.

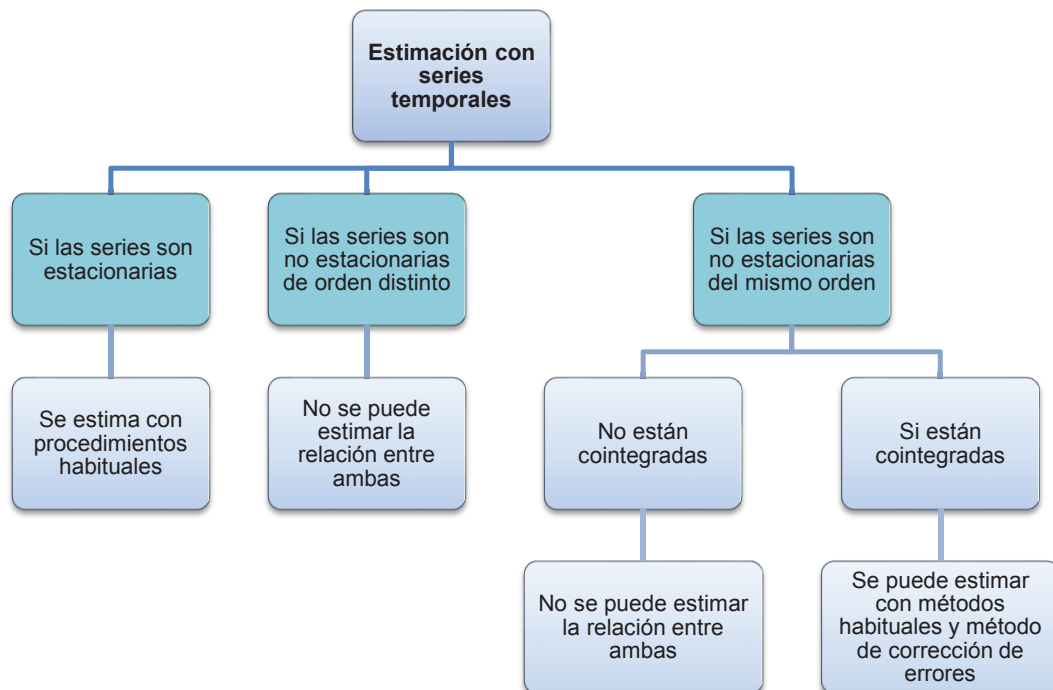
Un supuesto de vida útil elevada, implica que la tasa de depreciación será menor y por lo tanto, los niveles de stock de capital sean mayores; siempre y cuando la FBKF presente una tendencia de crecimiento sostenida. La tasa de depreciación se calcula de la siguiente forma:

$$\delta = \frac{1}{\text{Vida útil}} \quad (2.5)$$

### 2.2.1.4 Elasticidad de los factores de producción

Los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$  se estiman a partir de la ecuación (2.2), donde  $\beta$  es igual a  $(1-\alpha)$  debido al supuesto de rendimientos constantes a escala; al ser una regresión en la que intervienen series temporales es necesario considerar los siguientes aspectos:

**Gráfico 2.2 Estimación mediante series temporales**



Fuente: Elaborado en base a (Montero, 2013)

Elaboración: autora

### Series Temporales

Una serie temporal en general tiene un componente estocástico, describe la evolución de una variable en el tiempo y se considera como una realización de un proceso estocástico definido según (2.6)

$$(Y_t)_{t \in I} \quad (2.6)$$



Donde los elementos de  $I$  están ordenados y corresponden a instantes equidistantes del tiempo; un proceso estocástico posee las siguientes características:

- Función de medias

$$\mu_t = E(Y_t) \quad (2.7)$$

- Función de varianzas

$$\sigma_t^2 = Var(Y_t) = E(Y_t - \mu_t)^2 \quad (2.8)$$

- Función de auto covarianzas

$$Cov(t, s) = Cov(s, t) = Cov(Y_t, Y_s) = E(Y_t - \mu_t)(Y_s - \mu_s) \quad (2.9)$$

- Función de auto correlación

$$\rho_{t,s} = \frac{Cov(t,s)}{\sqrt{var(Y_t)var(Y_s)}} \quad (2.10)$$

### **Series estacionarias**

Un proceso de series de tiempo estacionario es aquel en el que sus distribuciones de probabilidad se mantienen estables con el paso del tiempo, en el siguiente sentido: si se toma cualquier colección de variables aleatorias de la secuencia y se las desplaza  $h$  periodos, la distribución de probabilidad conjunta debe permanecer inalterada [...] La estacionariedad exige que la naturaleza de cualquier correlación entre términos adyacentes sea la misma en todos los periodos (Wooldridge; 2010: 377).

Es decir, un proceso estocástico es estacionario si tiene un comportamiento constante a lo largo del tiempo cumpliendo las siguientes condiciones:

$$\begin{aligned} E(Y_t) &= \mu = cte \forall t \\ Var(Y_t) &= \sigma^2 = cte \forall t \\ Cov(Y_t, Y_{t+k}) &= \gamma_k = cte \forall t y k \end{aligned} \quad (2.11)$$

### Raíz unitaria y pruebas estadísticas

Pérez (2008:89) indica que el primer paso que se debe realizar al emplear series temporales en un modelo es analizar el orden de integración de éstas. Si las series son estacionarias se pueden utilizar sin problema en el análisis de regresión, mientras que, si no son estacionarias puede presentarse una relación espuria (ver gráfico 2.2).

Una serie temporal no estacionaria  $Y_t$  tiene raíz de orden  $d$  cuando  $Y_t$  se transforma en estacionaria al ser diferenciada  $d$  veces ( $Y_t \sim I(d)$ ) y presenta al menos una raíz unitaria. Si la serie es estacionaria, entonces es integrada de orden cero  $I(0)$ .

Existen varias pruebas para investigar la presencia de raíces unitarias en una serie, sin embargo, los test más utilizados al momento de identificar la estacionariedad de las series son: el test de Dickey – Fuller y el test de Dickey – Fuller aumentado.

### Dickey – Fuller (DF)

En el contraste de DF se parte de una serie  $Y_t$  generada mediante el siguiente proceso:

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t \quad (2.12)$$

Donde  $u_t$  se asume como un ruido blanco. Cuando  $\rho = 1$ , la serie posee raíz unitaria y por lo tanto no es estacionaria;  $\rho$  es el coeficiente de autocorrelación, por lo cual generalmente tomará valores entre -1 y 1. Las hipótesis a contrastar son las siguientes:

$$H_0: \rho = 1 \text{ (La serie tiene raíz unitaria y es no estacionaria)}$$

$$H_1: \rho < 1 \text{ (La serie no tiene raíz unitaria y es estacionaria)}$$

Es importante considerar también que restando  $Y_{t-1}$  en ambos lados de la ecuación (2.12) se tiene:

$$Y_t - Y_{t-1} = \rho Y_{t-1} - Y_{t-1} + u_t \quad (2.13)$$

$$\Delta Y_t = (\rho - 1)Y_{t-1} + u_t \quad (2.14)$$

$$\Delta Y_t = \gamma Y_{t-1} + u_t$$

Por lo tanto, la hipótesis nula e hipótesis alternativa se definen de la siguiente manera:

$$H_0: \gamma = 0 \text{ (La serie tiene raíz unitaria y es no estacionaria)}$$

$$H_1: \gamma \neq 0 \text{ (La serie no tiene raíz unitaria y es estacionaria)}$$

Se puede aplicar esta prueba a tres modelos generadores de las series: el modelo sin constante, modelo con constante y modelo con constante y tendencia

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t \quad (2.15)$$

$$Y_t = \mu + \rho Y_{t-1} + u_t \quad (2.16)$$

$$Y_t = \mu + \gamma t + \rho Y_{t-1} + u_t \quad (2.17)$$

Al contrastar las hipótesis de estacionariedad se considera que los valores críticos para el estadístico han sido simulados y tabulados por Dickey y Fuller (1976) y esas son las tablas que se utilizan para determinar los valores críticos en un test de DF. La hipótesis nula se acepta; es decir, la serie es no estacionaria, cuando el estadístico t calculado es mayor que el valor crítico de la tabla.

#### Dickey – Fuller Aumentado (DFA)

El test de DF simple esta formulado bajo el supuesto de que la serie sigue un proceso AR (1), de no ser ese el proceso adecuado, la hipótesis de ruido blanco para los residuos no se cumplirá. En estos casos se emplea el test DFA.

En este test se asume que  $Y_t$  sigue un proceso AR (p) de la siguiente forma

$$Y_t = \sum_{i=1}^p \rho_i Y_{t-i} + u_t \quad (2.18)$$

Puede escribirse también:

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (2.19)$$

Donde  $u_t$  ya no es un ruido blanco.

Al igual que en el DF, la versión aumentada de este test permite analizar los casos en que la serie posee una constante, un término de tendencia o ambas. En este sentido, si la serie original presenta tendencia se deberían incluir en la regresión una constante y un término de tendencia; pero, si la serie no parece presentar tendencia y tiene un valor medio distinto de cero se debe incluir solo el término constante. Finalmente, si la serie parece fluctuar en torno a una media cero, se emplea el modelo sencillo (sin constante, ni término de tendencia).

- Modelo con constante y tendencia (paseo aleatorio con deriva y tendencia)

$$Y_t = \alpha + \delta t + \rho Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (2.20)$$

- Modelo con constante (paseo aleatorio con deriva)

$$Y_t = \alpha + \rho Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (2.21)$$

- Modelo sin constante y sin tendencia (paseo aleatorio)

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (2.22)$$

La hipótesis nula e hipótesis alternativa se definen de la siguiente forma:

$H_0: \rho = 0$  (La serie tiene raíz unitaria y es no estacionaria)

$H_1: \rho \neq 0$  (La serie no tiene raíz unitaria y es estacionaria)

Nuevamente se comparan los estadísticos calculados con los valores críticos proporcionados por la tabla.

## Regresiones Espurias

Una regresión espuria se obtiene cuando los estadísticos de un modelo expresan que el modelo es correcto aunque no exista una verdadera relación entre las variables investigadas, mismas que generalmente son series de tiempo.

Esta situación se hace presente frecuentemente cuando las variables del modelo son integradas, es decir, no estacionarias; puesto que, el origen de la alta correlación observada entre las variables radica en la posibilidad de poseer una tendencia temporal similar.

Sean las series  $X_t$  y  $Y_t$  generadas mediante los procesos:

$$X_t = X_{t-1} + \mu_t \quad (2.23)$$

$$Y_t = Y_{t-1} + \omega_t$$

Donde:  $\mu_t$  y  $\omega_t$  son ruidos blancos y son independientes, por lo tanto  $X_t$  y  $Y_t$  también son independientes. Se analiza la relación entre estas series mediante la regresión

$$\hat{Y}_t = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_t \quad (2.24)$$

Dada la independencia entre  $X_t$  y  $Y_t$  se esperaría que  $\hat{\beta}_1$  no sea significativo, sin embargo, Granger y Newbold (1974) demostraron que aunque estas series sean independientes, la regresión (2.24) presentaba estadísticos significativos en un gran porcentaje de veces y denominaron a este fenómeno como regresión espuria.

## Cointegración

Como se indicó en el gráfico (2.2) es posible estimar la relación entre variables no estacionarias si éstas están cointegradas y así evitar las relaciones espurias. Al respecto Pérez (2008:91) indica lo siguiente:

El concepto de cointegración es la noción estadística equivalente a la idea de equilibrio estable, en el sentido de que cuando existe una relación de este tipo entre variables económicas, las desviaciones de la citada relación no

pueden ser fuertes ni crecer ilimitadamente. De esta forma, la cointegración de las variables de un modelo da validez al mismo a largo plazo.

Para definir la cointegración entre variables estas deben ser estacionarias del mismo orden y su relación expresada mediante la ecuación (2.25) debe presentar residuos estacionarios ( $\hat{\mu}$ ) de orden 0.

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + \mu_t \quad (2.25)$$

### Modelo de Corrección del error

Es un método alternativo al momento de estimar relaciones entre series temporales que no son estacionarias en sus niveles, pero están cointegradas.

Si dos series  $X_t$  y  $Y_t$  están cointegradas mediante la relación (2.25) su modelo de corrección del error asociado es:

$$\Delta Y_t = \alpha + \delta \Delta X_t + \gamma(Y_{t-1} - \widehat{\beta}_1 - \widehat{\beta}_2 X_{t-1}) + \varepsilon_t = \alpha + \delta \Delta X_t + \gamma \widehat{u}_t + \varepsilon_t \quad (2.26)$$

En donde, el término  $\gamma(Y_{t-1} - \widehat{\beta}_1 - \widehat{\beta}_2 X_{t-1})$  de (2.26) se conoce como término de corrección del error. Se pueden analizar los siguientes aspectos: las variaciones de  $Y_t$  ( $\Delta Y_t$ ) depende de las variaciones en  $X_1$  ( $\delta \Delta X_1$ ) y del equilibrio producido en el periodo anterior ( $Y_{t-1} - \widehat{\beta}_1 - \widehat{\beta}_2 X_{t-1}$ ); además, el coeficiente  $\gamma$  representa la velocidad de convergencia entre el corto y el largo plazo.

#### 2.2.1.5 Productividad Total de los Factores PTF

Una vez estimadas las elasticidades producto de los factores de producción, el siguiente paso es estimar la PTF por residuo. Se parte de la forma funcional de Cobb Douglas expresada en logaritmos:

$$\ln(Y_t) = \ln(A_t) + \beta \ln(K_t) + \alpha \ln(L_t) + e_t \quad (2.27)$$

Donde  $\ln(A_t)$  representa el logaritmo natural de la productividad total de los factores en el periodo  $t$  y por lo tanto se calcula de la siguiente forma:

$$\ln(A_t) + e_t = \ln(Y_t) - \beta \ln(K_t) - \alpha \ln(L_t) \quad (2.28)$$

Como puede observarse, el lado izquierdo de (2.28) incluye la productividad total de los factores y una perturbación estocástica, por lo cual la PTF estimada se obtiene mediante la aplicación de un filtro de Hodrick – Prescott<sup>31</sup> para separar estos dos componentes.

### 2.2.1.6 Nivel potencial de la PTF y los factores de producción

Existen diversos criterios respecto a la estimación de los niveles potenciales de estas variables, mismos que estarán sujetos a la información disponible; sin embargo, de forma general se deben considerar los siguientes aspectos:

- La NAIRU puede intervenir en el cálculo del nivel potencial del factor trabajo

$$L_t^* = PET_t TGP_t^*(1 - NAIRU_t) \quad (2.29)$$

Donde:

$PET_t$ : Población en edad de trabajar

$TGP_t^*$  Tasa global de participación en su nivel no inflacionario<sup>32</sup>

- Respecto al factor capital, el stock de capital observado puede considerarse igual al stock de capital en su nivel potencial ( $k = k^*$ ), bajo el supuesto de que el capital siempre está disponible para su uso. Sin embargo, el stock de capital en su nivel potencial puede ajustarse con la tasa de utilización de la capacidad instalada.
- Cuando se considera la utilización del stock de capital, no es necesario tomar en cuenta la diferencia entre PTF y el nivel potencial de PTF.

---

<sup>31</sup> Ver sección 2.2.3

<sup>32</sup> Generalmente se aplica un filtro estadístico para obtener el nivel no inflacionario de esta variable.

- Los niveles de utilización de largo plazo de los factores de producción (nivel potencial) pueden calcularse con la aplicación de un filtro de Hodrick Prescott a las series construidas para estas variables en su nivel observado.

### 2.2.1.7 Estimación del PIB potencial

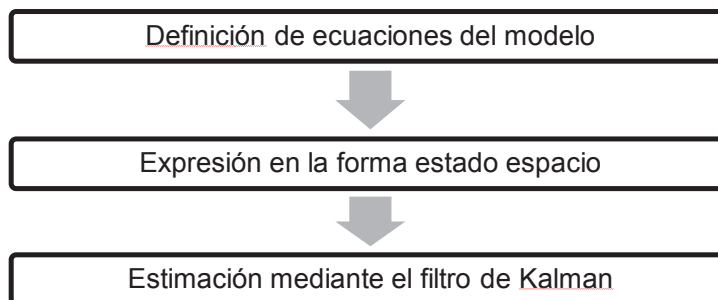
Una vez realizado el procedimiento indicado en los puntos anteriores, finalmente el PIB potencial se estima mediante la función de producción con factores de producción medidos en su nivel potencial<sup>33</sup>:

$$Y_t^* = A_t^* + \alpha \ln(L_t^*) + \beta \ln(K_t^*) \quad (2.30)$$

### 2.2.2 MODELOS ESTADO – ESPACIO Y FILTRO DE KALMAN

Para emplear esta herramienta en la estimación del PIB potencial es necesario reconocer el siguiente proceso:

**Gráfico 2.3 Estimación del PIB potencial mediante el filtro de Kalman**



Fuente y elaboración: autora

Si bien el filtro de Kalman es el principal algoritmo para estimar modelos especificados en la forma estado - espacio, es importante indicar que éstos no son sinónimos, pues los modelos estado - espacio son una notación conveniente para abordar el manejo de un amplio rango de modelos de series de tiempo, mismos que son estimados mediante el mencionado algoritmo (Solera, 2013:12).

Un *modelo estado espacio* está formado por dos tipos de ecuaciones:

<sup>33</sup> El signo (\*) indica que las variables están medidas en su nivel potencial.



- **Ecuación de estado o ecuación de transición:** describe la dinámica de las variables no observadas, cuya expresión matemática es la siguiente:

$$X_t = A_t X_{t-1} + w_{t-1}, \quad w_t \sim N(0, Q_t), \quad (2.31)$$

Donde:

$A$ : Matriz de estado

$X_t$ : Vector de la variable no observable o vector de estado

$w_t$ : Término de error

- **Ecuación de observación:** describe la relación entre las variables observadas y las no observadas y se expresa como indica (2.32).

$$Z_t = H_t X_t + v_t \quad v_t \sim N(0, R_t) \quad t = 1, \dots, n, \quad (2.32)$$

Donde:

$H$ : Matriz de salidas

$X_t$ : Vector de la variable no observable o vector de estado

$Z_t$ : Vector de variables observadas

$v_t$ : Término de error

El objetivo de un análisis expresado en forma de estado – espacio es estimar el componente no observado ( $X_t$ ) desde un conjunto de datos observado [ $Z_s = (z_1, z_2, \dots, z_s)$ ] hasta el período  $s$ .

Cuando  $s < t$  el problema se conoce como pronóstico o predicción, mientras que  $s = t$  implica un proceso de filtro y si  $s > t$  corresponde a un suavizado.

Tal como se ha planteado el modelo básico estado – espacio posee los siguientes supuestos:

- Los términos de error  $w_t, v_t$  son serialmente independientes e independientes entre sí.

- Las matrices características del sistema:  $A$ ,  $H$ ,  $Q$  y  $R$  se suponen inicialmente conocidas
- $x_0$  sigue una distribución normal, cuyo valor inicial de media y varianza son conocidos

### 2.2.2.1 Filtro de Kalman

El Filtro tiene su origen en el documento de Kalman (1960), inicialmente su aplicación estaba orientada a la ingeniería, sin embargo luego tuvieron acogida las aplicaciones econométricas, por ser una herramienta útil al momento de estimar sistemas dinámicos representados en la forma de estado - espacio, y; particularmente la estimación de modelos con componentes no observables.

Esta sección se apoya en el trabajo de Solera (2003) quien define al filtro de Kalman de la siguiente forma:

Es un conjunto de ecuaciones matemáticas que proveen una solución recursiva eficiente del método de mínimos cuadrados. Esta solución permite calcular un estimador lineal, insesgado y óptimo del estado de un proceso en cada momento del tiempo con base en la información disponible en el momento  $t-1$ , y actualizar, con la información adicional disponible en el momento  $t$ , dichas estimaciones.

Una vez que el modelo ha sido expresado en la forma estado espacio, el filtro es un procedimiento recursivo para computar el estimador óptimo del vector de estado ( $X_t$ ) en el momento  $t$ , con base en la información disponible hasta ese momento ( $Z_t$ ). Para lo cual se reconocen dos grupos de ecuaciones: las que actualizan las ecuaciones de predicción (ecuaciones de pronóstico) y las que actualizan los datos observados (ecuaciones de corrección); definiendo así al filtro de Kalman como un algoritmo de pronóstico – corrección.

- **Las ecuaciones de pronóstico:** generan un pronóstico del estado hacia adelante en el tiempo tomando en cuenta toda la información disponible en

ese momento. Las ecuaciones (2.33) y (2.34) pronostican las estimaciones del estado y la covarianza, desde  $t - 1$  a  $t$ .

$$\hat{X}_t^* = A\hat{X}_{t-1} \quad (2.33)$$

$$P_t^* = AP_{t-1}A^T + Q \quad (2.34)$$

Donde:

$\hat{X}_t^*$ : Pronóstico del estado

$P_t^*$ : Pronóstico de la covarianza del error

$Q$ : Covarianza de la perturbación aleatoria del proceso que trata de estimar el estado.

$A$ : Matriz de estado, relaciona el estado en el momento previo  $t - 1$  con el estado actual  $t$

- **Las ecuaciones de corrección:** generan un pronóstico mejorado el estado, de tal manera que el error es minimizado estadísticamente. Este proceso de corrección se lleva a cabo en 3 pasos: el primero es la corrección de la proyección del estado, con el cálculo de la ganancia de Kalman ( $K_t$ ) (2.35), luego se mide el proceso para obtener  $Z_t$  y se genera una nueva estimación del estado (2.36), finalmente se obtiene una nueva estimación de la covarianza del error (2.37)

$$K_t = P_t^*H^T(HP_t^*H^T + R)^{-1} \quad (2.35)$$

$$\hat{X}_t = \hat{X}_t^* + K_t(Z_t - H\hat{X}_t^*) \quad (2.36)$$

$$P_t = (I - K_tH)P_t^* \quad (2.37)$$

Donde:

$K_t$ : Ganancia de Kalman

$\hat{X}_t$ : Estimación del estado

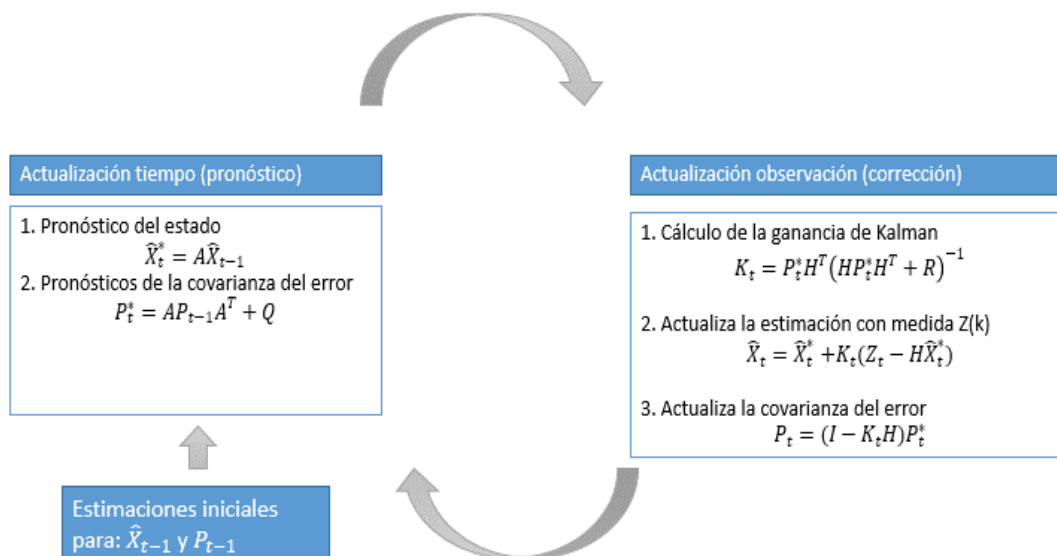
$Z_t$ : Vector de variables observadas

$P_t$ : Estimación de la covarianza del error

$H$ : Matriz de salidas, relaciona el vector de estado con el vector observado

Después de cada par de actualizaciones de tiempo y observación (ver gráfico 2.4), el proceso se repite tomando como punto de partida las nuevas estimaciones del estado y de la covarianza del error.

**Gráfico 2.4 Algoritmo de Kalman**



Fuente: Elaborado en base a: Solera (2008:7)

Elaboración: autora

Una de las ventajas del filtro de Kalman es su habilidad para predecir el estado de un modelo en el pasado, presente y futuro, aun cuando la naturaleza precisa del sistema modelado es desconocida. Por otro lado, evidentemente una de las desventajas al aplicar el filtro de Kalman es que se debe contar con valores iniciales para la variable no observada y para su covarianza (ver gráfico 2.4); al respecto, Solera (2003) indica que se puede obtener esa información a partir de la estimación de un modelo similar al deseado.

### 2.2.3 FILTRO DE HODRICK - PRESCOT

El filtro de Hodrick – Prescott no solo representa un método de estimación del PIB potencial, sino que además interviene en otras metodologías al permitir el suavizamiento de las series, especialmente en el método de la función de producción.

Este filtro lineal se aplica a procesos discretos, este procedimiento parte del supuesto de que una serie de tiempo observada  $y_t$  puede descomponerse en tendencia y ciclo ( $m_t$  y  $c_t$ ).

$$y_t = m_t + c_t \quad (3.38)$$

Según indica Segura y Vásquez (2011:2) el filtro de Hodrick Prescott minimiza la suma de los cuadrados de las desviaciones de la tendencia, ponderando los cambios en la aceleración de la tendencia de la serie mediante un parámetro  $\lambda$ ; por lo tanto, la tendencia calculada con el filtro de Hodrick Prescott se obtiene como solución del siguiente problema de optimización:

$$\min_{\{m_t\}_{t=1}^T} \{ \sum_{t=1}^T (y_t - m_t)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} [(m_{t+1} - m_t) - (m_t - m_{t-1})]^2 \} \quad \text{Con } \lambda > 0 \quad (3.39)$$

Donde:

$\lambda$ : modula la suavidad de la tendencia  $m_t$  (se establece a priori)

El primer término es una medida de ajuste de la tendencia a la serie original, en otras palabras es la suma de las desviaciones de la serie respecto a la tendencia al cuadrado. El segundo término busca minimizar los cambios en la curvatura de la tendencia. El parámetro  $\lambda$  es de gran importancia, puesto que la tendencia se vuelve más suave si este parámetro es alto; en el caso extremo, si  $\lambda$  tiende a infinito la tendencia estimada se convierte en una tendencia lineal, por otro lado, si tiende a cero, la tendencia se vuelve equivalente a la serie original reduciendo el componente cíclico a cero.

La solución al problema de optimización planteado puede expresarse en forma matricial de la siguiente manera:

$$\hat{m}_{Tx1} = M_{TxT}^{-1} Y_{Tx1} \quad (3.40)$$

Con lo cual el componente cíclico quedará determinado por (3.41)

$$\hat{c}_{Tx1} = Y_{Tx1} - \hat{m}_{Tx1} \quad (3.41)$$

Donde:

$$M_{T \times T} = [I + \lambda K] \quad (3.42)$$

$$K_{T-2 \times T} = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -2 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -2 & 1 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & -2 & 1 \end{pmatrix} \quad (3.43)$$

La matriz  $M^{-1}$ , determina los coeficientes que se aplican a la serie original  $y$ , para obtener la tendencia  $m$ .

Respecto a la elección del parámetro de suavizamiento  $\lambda$ , Hodrick y Prescott (1980) determinaron un parámetro  $\lambda = 1600$  para series trimestrales<sup>34</sup>, sin embargo para series anuales y mensuales existe arbitrariedad respecto al  $\lambda$  a utilizarse. De forma general, los desarrollos empíricos sugieren que el parámetro  $\lambda$  varía dependiendo de la periodicidad de la serie, de tal modo que se sugiere utilizar 14400 si las series son mensuales, 1600 si son trimestrales y 100 si son anuales.

El parámetro de suavizamiento es la principal crítica a este método de descomposición de series de tiempo, varios autores (Véase Melo y Riascos, 1997) emplean parámetros de suavizamiento variables; para lo cual se considera que  $\lambda_t = \left(\frac{\sigma_c^2}{\sigma_t^2}\right)$ , donde  $\lambda_t$  representa la razón entre la varianza del componente cíclico en el periodo  $t$  y la varianza de las segundas diferencias de la componente tendencial en  $t$ .

---

<sup>34</sup> Según Hodrick y Prescott para series trimestrales, un cinco por ciento de variabilidad en la tasa de crecimiento de la componente cíclica es intuitivamente de orden de 1/8 de un uno por ciento de variabilidad en la variación de la tasa de crecimiento de la componente permanente. Es decir, ellos proponen utilizar  $\sqrt{\lambda} = \frac{5}{1/8}$  o  $\lambda = 1600$ . (Melo y Riascos, 1997:5).

### **3. MARCO EMPÍRICO**

#### **3.1 ESTIMACIONES DEL PIB POTENCIAL PARA EL ECUADOR Y EXPERIENCIAS INTERNACIONALES**

El objetivo de esta sección es presentar las metodologías, resultados y hallazgos de los trabajos relacionados con la estimación del PIB potencial en varios países, entre ellos el Ecuador. Se pone especial atención en las metodologías función de producción, filtros estadísticos y VAR estructural, por ser las más utilizadas. En el anexo 1 puede observarse un cuadro resumen de los trabajos revisados, metodologías utilizadas en cada investigación, las respectivas variables y resultados y limitaciones encontradas.

##### **3.1.1 ECUADOR**

Entre los trabajos de investigación que buscan estimar el PIB potencial para el caso de Ecuador se tiene al de Salvador Marconi y Pablo Samaniego, mismo que se publicó en el año 1995; su trabajo de carácter empírico utilizó los métodos de picos, Harrod-Domar y el método heterodoxo. Los resultados obtenidos con el primer método, el cual no posee fundamentos económicos, evidenciaron que la economía habría estado permanentemente en situación de pleno empleo, a excepción de los años 1983 y 1987 en los que se produjeron shocks adversos externos. Según el método de Harrod-Domar, la economía había desperdiciado en promedio el 1,2% de su capacidad de producción en el período 1965 – 1994. Cabe recalcar que para este cálculo se utilizaron series anuales expresadas en valores constantes a precios de 1975. Por su parte, el método heterodoxo proporcionó resultados que no estaban acorde con la realidad de la economía ecuatoriana.

En el año 2002, Alfredo Astorga y Angélica Valle, entonces funcionarios del BCE, realizaron una nueva estimación del PIB potencial utilizando nueve metodologías entre las cuales se tiene: método de picos, filtro de Hodrick Prescott, tres modelos con componentes no observables, VAR estructural, relación producto / capital, método de Berg, y enfoque de la función de producción. Luego de analizar los

distintos modelos, los autores concluyen que la economía habría operado por debajo de su nivel potencial en los años 1950 – 1970, situación que cambia desde la década de los setenta a causa del boom petrolero; desde los años ochenta la brecha se vuelve negativa y se ensancha en 1999 debido a la crisis financiera, posteriormente la brecha se cierra desde el año 2000 conservando el signo negativo (PIB potencial mayor que el PIB efectivo) con excepción del enfoque de función de producción, método con el cual se obtuvo una brecha de 1,4% para el año 2002.

### **3.1.1.1 Función de Producción**

Astorga y Valle (2003) emplean una función del tipo Cobb – Douglas con dos factores de producción, en donde se supone una tecnología constante. Además indican que el parámetro  $\alpha$  (participación del factor trabajo en la producción) es estimado a través de un modelo de corrección de errores; y se consideran rendimientos constantes a escala.

En lo referente a las series económicas utilizadas, el factor trabajo está representado por la PEA y el cálculo del nivel potencial del factor trabajo asume una tasa natural de desempleo igual a cero. El stock de capital (estimado por los autores) representa el factor de producción del capital y la PTF se calcula suavizando el residuo entre el producto observado y las contribuciones del trabajo y capital.

Respecto a los resultados, éstos presentan una brecha negativa para el periodo 1988-2001, en el año 2002 hay una recuperación que se refleja en una brecha positiva de 1,4%.

### **3.1.1.2 Filtros Estadísticos**

Entre los métodos utilizados por Astorga y Valle (2003) está el filtro de Hodrick Prescott, descomposición de Beveridge – Nelson, modelo univariado de componente no observables y modelo bivariado de componentes comunes y no



observables; los dos últimos métodos fueron estimados mediante el algoritmo de Kalman.

De los resultados obtenidos en este estudio mediante filtros estadísticos se puede concluir que el filtro de Hodrick Prescott refleja los hechos que intuitivamente afectan a la brecha del producto, mientras que, con las estimaciones realizadas mediante el filtro de Kalman y descomposición de Beveridge - Nelson la brecha tiene una tendencia crecientemente negativa desde la década de los 90 y no muestra recuperación luego de la crisis de 1999.

### **3.1.1.3 Relación Producto – Capital**

Tanto Marconi (1995), como Astorga y Valle (2003) utilizaron la relación producto/capital para estimar el PIB potencial. En el caso del primer estudio se indica que la utilización de la relación producto/ capital proporcionó resultados inconsistentes y apartados de una explicación realista de la situación y evolución de la economía ecuatoriana. Por otro lado, cuando Astorga y Valle (2003) utilizaron la relación producto/ capital para estimar el PIB potencial no existían estadísticas oficiales en dólares para el stock de capital, solo se disponía de esta variable en sucres de 1975. Por lo cual, el stock de capital en dólares para 1969 se estimó en base a la multiplicación del PIB en dólares con el promedio de la relación capital/producto (ambos en sucres de 1975) del período 1965 – 1969. A partir de este stock de capital inicial en dólares, el resto de la serie se obtuvo considerando la tasa de depreciación y la formación bruta de capital. Los resultados obtenidos con este método reflejaron que el producto potencial se encontró siempre sobre el PIB observado, por lo cual la brecha de producto fue negativa para el período de análisis 1970-2002.

### **3.1.1.4 VAR Estructural**

Astorga y Valle (2003) construyeron un SVAR para estimar el PIB potencial del Ecuador con las variables: PIB, demanda de dinero e inflación; apelando a la síntesis keynesiano-neoclásica para identificar los errores estructurales con el supuesto que los shocks de oferta son los únicos capaces de generar un efecto

permanente en el producto, mientras que los shocks de demanda y puramente nominales tan solo tienen un efecto temporal.

Los resultados muestran una brecha crecientemente negativa desde 1983, sin embargo, se destaca una recuperación a partir del año 2000; para el año 2002 la brecha de producción se estimó en 21,9%.

### **3.1.2 COLOMBIA**

En el caso colombiano se encuentran varios estudios sobre el PIB potencial, además es una variable ampliamente utilizada en el análisis de política económica.

Sobresalen los trabajos de Misas y López (2001), Rodríguez, Perilla y Reyes (2004), Campos (2006) y Torres (2007a), quienes emplean varias metodologías cada una con sus respectivos hallazgos.

#### **3.1.2.1 Función de producción**

Rodríguez, Perilla y Reyes (2004) trabajan con esta metodología utilizando funciones del tipo Cobb – Douglas y CES. Para ambas funciones de producción se introduce el concepto de utilización de la capacidad instalada (UCI) para corregir el factor capital y se incluye una variable que captura los efectos del comercio internacional (Bienes intermedios importados, BMI) además el factor trabajo en su nivel potencial se calcula en dos escenarios: uno considerando la NAIRU y otro asumiendo que el mercado laboral presenta fenómenos de persistencia ante los choques exógenos (NAIRU cambiante en el tiempo)<sup>35</sup>.

Los resultados concluyen que la economía colombiana tiene evidencia de rendimientos constantes a escala, con un PIB real que se encontraba por debajo del potencial para el año 2004.

Torres (2007a) utiliza la función de producción de Cobb – Douglas con dos factores de producción para estimar el PIB no inflacionario. Para obtener la serie de la

---

<sup>35</sup> Estos supuestos se basan en otros estudios y estimaciones realizados para la economía colombiana.

población ocupada o factor trabajo (L) el autor considera las variables: población en edad de trabajar (PET), tasa global de participación y la tasa de desempleo (U), relacionadas de la siguiente forma  $L_t = PET_t * TGP_t * (1 - U_t)$ .

El factor capital (K) también es ajustado mediante la tasa de utilización de la capacidad instalada; mientras que la productividad total de los factores es estimada a través del residuo de Solow.

Finalmente, el producto no inflacionario se estima utilizando los factores de producción calculados para su nivel no inflacionario<sup>36</sup>, es decir, se utilizan los valores no inflacionarios de la utilización de la capacidad instalada (NAICU), tasa de desempleo (NAIRU), tasa global de participación (TGP\*) y productividad multifactorial (A\*).

Partiendo de la definición de brecha de producción, dada por el autor y los conceptos y variables considerados en su análisis, se tiene la siguiente ecuación que expresa la composición de la brecha de producción:

$$GAP = \frac{Y}{Y^*} - 1 \quad (3.1)$$

$$GAP_t = \frac{A_t}{A_t^*} \left( \frac{UCI}{NAICU} \right)^\alpha \left[ \frac{TGP(1-U)}{TGP^*(1-NAIRU)} \right]^{1-\alpha} \quad (3.2)$$

### 3.1.2.2 Filtros estadísticos

Torres (2007a) realiza la estimación mediante el filtro de Kalman y Kalman Bayesiano en los que involucra a la curva IS, curva de Phillips, ecuación de la paridad descubierta de las tasas de interés y la regla de Taylor y estima de manera simultánea la brecha de producto, de empleo, de tasa de interés y de tasa de cambio. Este autor considera también el filtro Hodrick Prescott y utiliza una curva de Phillips para realizar una evaluación de pronósticos de las diferentes metodologías empleadas, donde concluye que Hodrick Prescott es la metodología

---

<sup>36</sup> El autor indica que “la metodología tiene serios problemas de fin de muestra ya que es muy sensible a las revisiones en los datos y a nuevas publicaciones. Torres (2007:106)

más débil frente a las demás al momento de realizar pronósticos con la brecha estimada.

### **3.1.2.3 VAR Estructural**

Las variables utilizadas en Torres (2007a) fueron: inflación, crecimiento del producto, tasa de desempleo y tasa de utilización de la capacidad instalada. En este estudio se buscó identificar cuatro choques estructurales: choques IS que pueden reflejar movimientos en las preferencias o en la política fiscal, choques tecnológicos asociados a cambios en la productividad de los factores de la producción, choques de desempleo que reflejan cambios en los factores de producción y que pueden conducir a movimientos de largo plazo en el desempleo y choques monetarios asociados a cambios en la demanda o en la oferta de dinero. Para el efecto se emplearon seis restricciones de largo plazo: la inflación es neutral en el largo plazo a los choques IS, el producto es neutral en el largo plazo a los choques IS y LM, el desempleo es neutral en el largo plazo a los choques IS, LM y tecnológicos.

El trabajo de Campos (2006) estima el PIB potencial mediante las siguientes variables: PIB, índice de precios al consumidor, tasa de utilización de la capacidad instalada y tasa de desempleo; basándose en el trabajo de Blanchard y Quah (1989). El autor señala que los resultados obtenidos con esta metodología, si reflejan los diferentes acontecimientos de la economía colombiana, aunque algunas relaciones no muestran situaciones esperadas, por ejemplo: los choques de demanda permanente sobre el desempleo fueron positivos, cuando se esperaba un efecto negativo.

### **3.1.3 COSTA RICA**

En Costa Rica sobresalen los trabajos de Esquivel y Rojas (2007) y Muñoz y Rojas (2005).

### 3.1.3.1 Función de Producción

Basándose en el estudio de Azofeifa y Villanueva (1996), quienes concluyen que la especificación de una función de producción del tipo Cobb – Douglas es la más adecuada para describir el comportamiento de la estructura productiva de Costa Rica; los autores Esquivel y Rojas (2007) toman como referencia esta forma funcional con el supuesto de rendimientos constantes a escala. La participación del factor capital es tomada de un estudio anterior de los mismos autores<sup>37</sup>, el factor capital corresponde al acervo de capital y el factor trabajo se mide a través del número de ocupados por horas promedio semanales; con esta información se procede a estimar la PTF mediante el residuo de Solow. El nivel de utilización de largo plazo de los factores para calcular el producto potencial se estima mediante la aplicación de un filtro de Hodrick Prescott a las series de capital, trabajo y PTF.

En la investigación de Muñoz y Rojas (2005) se identifican dos problemas: el primero es la endogeneidad de los regresores (factores de producción), pues se determinan simultáneamente; el segundo problema está relacionado con la ausencia de una medida de utilización del capital instalado, con lo cual el factor capital estaría determinado por la totalidad del capital instalado, provocando un problema de correlación entre el término de error y los regresores. Los autores excluyen también del análisis la producción de la industria electrónica de alta tecnología (INTEL)<sup>38</sup>.

### 3.1.3.2 Filtros estadísticos

Los dos trabajos estudiados para el caso del PIB potencial de Costa Rica emplean varios filtros estadísticos entre ellos: Hodrick Prescott, Baxter King, y Kalman.

Esquivel y Rojas (2007) utilizan diferentes parámetros de suavizamiento para la estimación mediante Hodrick Prescott e incluso divide en dos partes la serie para

---

<sup>37</sup> *Estimación de una función de producción para Costa Rica con datos trimestrales 1991 a 2006.* Esquivel y Rojas (2007a)

<sup>38</sup> Los autores retiran esta variable debido a que la multinacional opera bajo factores asociados al mercado mundial y su casa matriz.

aplicar parámetros diferentes. También se realiza un filtro Hodrick Prescott modificado, basado principalmente en la necesidad de utilizar un parámetro de suavizamiento de acuerdo a las características y momentos de las series de Costa Rica, para lo cual se utiliza como referencia una investigación anterior de estos autores en donde se determina que el parámetro para series trimestrales es igual a 1311. Estas estimaciones no presentan grandes diferencias con la brecha de producción estimada mediante la función de producción y mediante el filtro de band pass.

Por otro lado, al emplear el filtro de Kalman univariado la brecha presenta ciclos de menor magnitud comparando con la brecha estimada con la función de producción en el mismo trabajo y presenta una correlación negativa con las demás brechas estimadas.

Muñoz y Rojas (2005) estiman por su parte un filtro de Kalman en sus versiones univariado y multivariado y el filtro de Baxter y King, siendo la brecha estimada con este último, la que posee una mayor capacidad de pronóstico de la inflación frente a las demás técnicas utilizadas en la investigación de los autores.

### **3.1.3.3 VAR Estructural**

Esquivel y Rojas (2007) se basan en la metodología presentada por Blanchard y Quah (1989) incluyendo en el modelo las variables: PIB, tipo de cambio real e Índice de precios al consumidor (IPC); siendo las perturbaciones estructurales exógenas: el choque de la oferta agregada, el choque de la demanda agregada, y el choque nominal agregado. Y las restricciones de largo plazo fueron: el producto se ve afectado únicamente por los choques de oferta y los precios se ven afectados por el choque nominal. La brecha obtenida por medio del VAR estructural no difiere mayormente de la brecha estimada con la función de producción.

Esquivel y Rojas (2007) estiman la curva de Phillips con las diferentes brechas obtenidas, para analizar cuál de ellas provee un modelo de mejor ajuste al momento de explicar el comportamiento de la tasa de inflación. Además analizan la capacidad de pronóstico de inflación de las brechas estimadas y evalúa la tasa de crecimiento

del PIB observado como medida de presiones de demanda. De este análisis se concluye que las brechas estimadas mediante el filtro de Hodrick Prescott Modificado proporcionan un mejor pronóstico que las brechas estimadas mediante la función de producción y el VAR estructural, además se evidencia empíricamente que la brecha de producción es mejor indicador de presiones de demanda que la tasa de crecimiento del PIB observado. Sin embargo cuando la inflación esta medida con un indicador subyacente la brecha de producción de la función de producción presenta la mejor capacidad de pronóstico.

### 3.1.4 CHILE

Para el caso de la estimación del PIB potencial de la economía chilena se toma en consideración el trabajo de Fuentes et al (2008).

#### 3.1.4.1 Función de producción

La función de producción estimada por estos autores se deriva de la función Cobb – Douglas y expresa la brecha de producto como la brecha entre las tasas de utilización de trabajo y capital; la elasticidad capital – producto se estima como el promedio entre la participación del capital en el ingreso nacional y la tasa de participación del capital en el ingreso de los países en desarrollo. La función de producción y producción potencial se representan en (1) y (2) respectivamente:

$$y_t = a_t + \alpha(v_t + k_t) + (1 - \alpha)(l_t - l_t^*) \quad (3.3)$$

$$y_t^* = a_t^* + \alpha(v_t^* + k_t^*) + (1 - \alpha)l_t^* \quad (3.4)$$

Restando 2 de 1 se tiene:

$$y_t - y_t^* = a_t - a_t^* + \alpha(v_t - v_t^*) + \alpha(k_t - k_t^*) + (1 - \alpha)(l_t - l_t^*) \quad (3.5)$$

Donde:

$y$ : Logaritmo del producto,

$k$ : Stock de capital,

$l$ : Factor trabajo,

$v$ : Índice de utilización del stock de capital

$\alpha$ : Productividad total de los factores PTF

$\alpha$ : Elasticidad capital - producto

Las variables con asterisco representan su nivel de pleno empleo. Los autores consideran los siguientes supuestos:

- El capital siempre está disponible para su uso, por lo tanto  $k = k^*$ .
- La diferencia entre PTF y el nivel potencial de PTF representa el lado de la oferta, si ya se incluye la utilización del stock de capital no es necesario tomar en cuenta esta diferencia.
- La tasa de utilización del capital es estimada a través del componente cíclico de la serie del consumo de energía.
- La diferencia de empleo se estima como la diferencia entre la tasa de empleo obtenida a través de la tasa de desempleo efectiva y la tasa de desempleo obtenida a partir de la tasa natural de desempleo.

Finalmente la función de producción a estimar es:

$$y_t - y_t^* = \alpha(v_t - v_t^*) + (1 - \alpha)(l_t - l_t^*) \quad (3.6)$$

### 3.1.4.2 Filtros estadísticos

En este trabajo se emplean modelos de filtros que son estimados mediante el algoritmo de Kalman, el primero corresponde a un filtro de Hodrick Prescott univariado, el segundo es un filtro multivariado que incluye una curva de Phillips, el tercero y cuarto incluye además de la curva de Phillips a una curva IS y la Ley de Okun respectivamente.

### 3.1.4.3 VAR Estructural

El VAR estructural estimado por Fuentes et al (2008) se basa en el trabajo de Blanchard y Quah (1989), el cual, como se explicó anteriormente considera que el



producto real es impactado por choque de oferta y demanda, los primeros tienen un efecto a largo plazo, mientras que los choques de demanda solo pueden tener efectos transitorios en el producto real.

Todas las estimaciones realizadas en esta investigación presentan coherencia con la evolución de la economía chilena, sin embargo tienen diferentes niveles; los autores realizan una evaluación de las brechas estimadas, en donde se determina que el método de la función de producción se desempeña bien en términos de precisión en tiempo real, y la brecha estimada mediante el cuarto modelo con el algoritmo de Kalman (Curva de Phillips más Ley de Okun) es el que tiene una mejor capacidad predictiva del nivel de inflación.

### **3.1.5 PERÚ**

La investigación de Miller (2003) se enfoca en la estimación del PIB potencial, realizando una revisión teórica y metodológica y emplea siete métodos para obtener la brecha de producción en la economía peruana.

#### **3.1.5.1 Función de producción**

Para utilizar este método de estimación se recurre a una estimación previa del stock de capital, con una tasa de depreciación del capital del 5 por ciento y el factor trabajo es representado por la PEA. Además la participación del trabajo en la producción es estimada a través del promedio de las participaciones según las Cuentas Nacionales.

#### **3.1.5.2 Filtros estadísticos**

Se aplica un filtro de Hodrick Prescott, con varios parámetros de suavizamiento (1000, 100 y 7) y un filtro de Baxter y King para el cual se asumen componentes cíclicos de duración entre 3 y 8 años, además de una descomposición de Beveridge – Nelson y un método univariado de componentes no observados, estimado mediante un filtro de Kalman.

Los métodos de HP y Baxter y King presentan fluctuaciones más suaves del crecimiento potencial. Los métodos más volátiles, en cuanto a la estimación de la brecha de producción, son Beveridge - Nelson y el método de suavización no paramétrica.

### **3.1.5.3 VAR Estructural**

Miller (2003) trabajó con dos modelos diferentes para estimar el producto potencial peruano mediante SVAR; el primero consideró sólo dos variables: el producto y el Índice de Precios al Consumidor (IPC). El segundo modelo utilizó el producto, la PEA total y la inversión bruta fija, siendo el último el que guarda mayor relación con la evolución de la economía peruana y las demás estimaciones.

La autora de esta investigación determina que las brechas estimadas están correlacionadas y presentan concordancia, sin embargo, cada una representan una historia particular, con diferencias en los resultados de hasta un cinco por ciento. Concluye que la incertidumbre sobre la brecha está relacionada con su magnitud y no con el estado (brecha positiva o negativa).

### **3.1.6 ESPAÑA**

#### **3.1.6.1 Función de producción**

Hernández de Cos (2011) analiza el crecimiento potencial de la economía española mediante la función de producción, para lo cual utiliza una función de tipo Cobb Douglas para dos factores. La elasticidad del producto al factor trabajo (participación del factor trabajo en la producción) se calcula con información de las Cuentas Nacionales del país y se asumen rendimientos constantes a escala. Al construir la serie del factor trabajo en su nivel potencial se consideran aspectos como: los flujos migratorios y la influencia de los ciclos en las variables relacionadas con el empleo. Respecto al factor capital de nivel potencial, éste no se considera igual al observado (como lo hacen algunos autores), pues se realiza una corrección de los niveles de stock de capital de acuerdo a su productividad, por lo tanto, se suaviza esta serie mediante el filtro Hodrick Prescott al igual que la serie de

productividad total de los factores, obtenida de forma residual. El producto potencial del conjunto de la economía se obtiene mediante la suma del producto potencial de mercado, el producto del sector público y los impuestos indirectos netos.

Adicionalmente se consideró la investigación de Bellod (2010), quien analiza la validez de cada uno de los supuestos al estimar una función Cobb Douglas en la economía española y sus relaciones; documento que se utilizó principalmente para identificar las críticas al método expuestas en la sección 1.2.1.

## **3.2 EVOLUCIÓN DE LA ECONOMÍA ECUATORIANA**

En esta sección se realiza una breve revisión de los principales hechos económicos, políticos, sociales y naturales suscitados en el periodo de análisis 1965 – 2013.

### **3.2.1 PERIODO 1965-1979**

Ecuador, con un perfil económico agro exportador y poco industrializado, atraviesa en este periodo múltiples cambios y decisiones que re-definirían su perfil económico para los próximos años; esta etapa es marcada en un inicio con la expedición de la primera Ley de Reforma Agraria en 1964, la cual generó grandes olas de migración de la población rural hacia las ciudades más grandes.

Éste representa el periodo post auge bananero, y en este contexto le siguió una época de dictaduras y el “boom petrolero”. El General Rodríguez Lara fue el representante máximo del poder político desde 1972 a 1976, le sucedió en el poder el Consejo Supremo de Gobierno, conocido como Triunvirato Militar y presidido por el Almirante Alfredo Poveda.

Entre los problemas que enfrentaba el sector productivo se encontraba una deficiente infraestructura y la escasez de mano de obra calificada; además de un proteccionismo por parte del estado que posteriormente evidenció la debilidad del sector industrial y el fallido modelo de sustitución de importaciones.

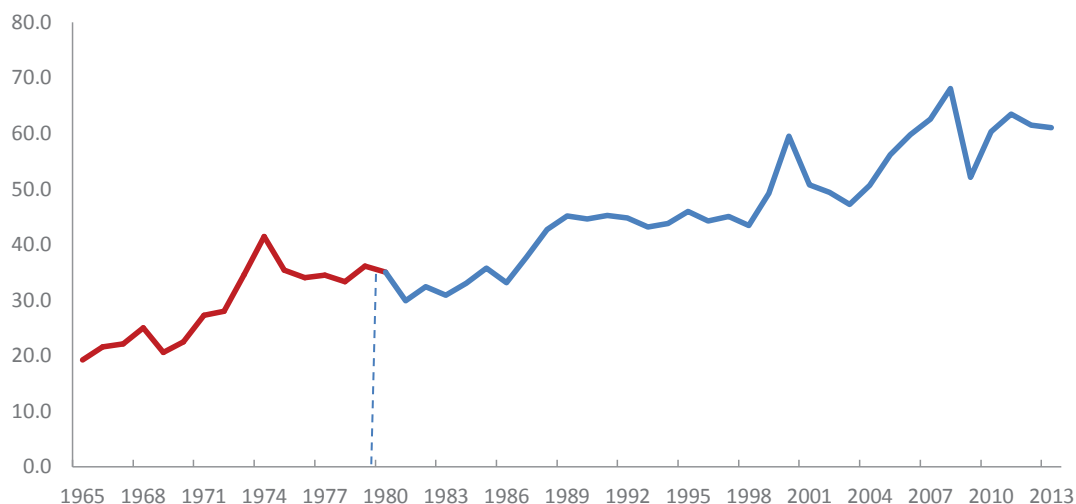
La evolución de los precios internacionales del crudo fueron evidentes; como señala Naranjo (2006) éstos se incrementaron para el caso del petróleo ecuatoriano de 2,50 dólares por barril en 1972 a 4,20 en 1973 y 13,70 en 1974 y llegó a valer 35,26 dólares en 1980. Los puntos máximos del auge fueron 1972 y 1973.

Cuando las exportaciones de petróleo disminuyeron en precio y/o cantidades se recurrió al endeudamiento externo, con el fin de compensar y sostener el modelo de crecimiento adoptado de industrialización sustitutiva de importaciones. Es así que el saldo final de la deuda más los atrasos por intereses, al 31 de diciembre de 1970 llegó a US\$ 241,5 millones, mientras que al 31 de diciembre de 1979 se registró un saldo de 3.554,1 millones de dólares. (Posso, 2004).

Una de las características de este periodo es el incremento de las importaciones y exportaciones; en el gráfico 3.1 se observa el índice de apertura comercial<sup>39</sup>, su incremento en los años 70 es notorio, principalmente en 1974, año en que se registraron altos precios de petróleo. Entre los factores que influyeron en la evolución de este indicador se tiene: el modelo de sustitución de importaciones, incremento de bienes de capital, además de la expansión del mercado interno y un exagerado incremento de las importaciones.

---

<sup>39</sup> Se calcula la apertura del intercambio comercial  $\frac{Exportaciones + Importaciones}{PIB}$ , con las series en valores corrientes.

**Gráfico 3.1 Índice de apertura comercial**

Fuente: Banco Central del Ecuador

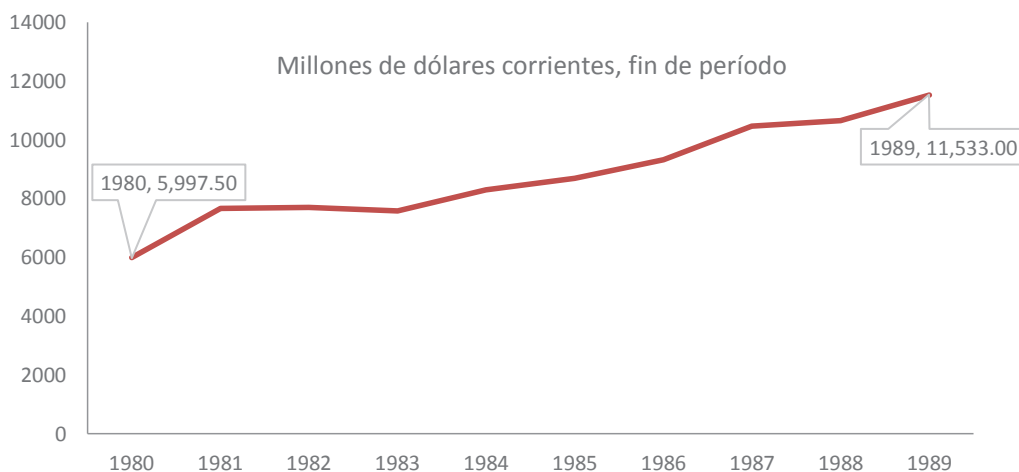
Elaboración: autora

En la década sucesiva se dio fin a las dictaduras y Jaime Roldós Aguilera fue electo como el nuevo presidente del Ecuador en 1979.

### 3.2.2 PERIODO 1980-1989

En los primeros años de la década de los ochenta se enfrenta una crisis económica, producto del excesivo endeudamiento externo, conocida como “Crisis de la Deuda”, además de otros factores como la disminución de la producción petrolera, la guerra del Falso Paquisha de 1981 y el fenómeno de El Niño en 1982 – 1983.

El presidente, Jaime Roldós, fallece en un accidente el 24 de mayo de 1981 y le sucede en el poder Osvaldo Hurtado, en su gobierno se suscita la sucretización de la deuda privada (1983), medida controversial, pues representó una gran transferencia de los recursos del Estado al sector privado en medio de una crisis económica. En el gráfico 3.2 se observa como la deuda externa se duplica entre los años 1980 y 1989.

**Gráfico 3.2 Deuda externa Total**

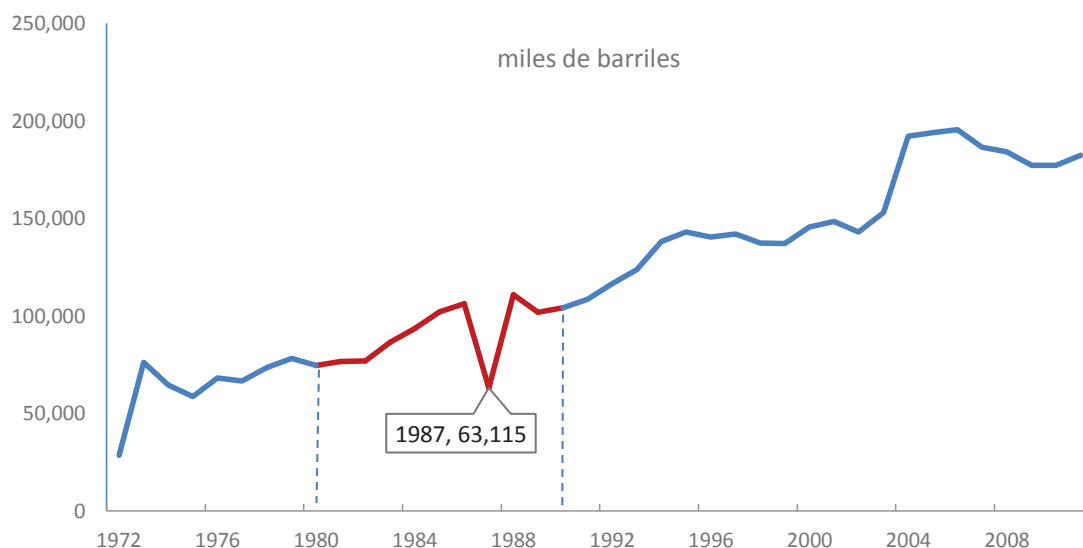
Fuente: CEPAL

Elaboración: autora

Los siguientes años, con León Febres Cordero en el poder (1984 - 1988), las medidas económicas de corte neoliberal fueron predominantes; los sucesos más destacados de esta década fueron la baja del precio del petróleo en 1986 y el terremoto de 1987 que ocasionó la ruptura del oleoducto (ver gráfico 3.3). En el aspecto político destacan los levantamientos militares y la formación de grupos guerrilleros.

Según señala Orellana (2011) en el año 1986 un shock negativo de precios del petróleo golpeó la economía ecuatoriana, provocando una disminución de 24% en los términos de intercambio, la crisis del sector externo se hizo evidente para 1987, lo que provocó una disminución de 28,45% en las exportaciones.

En el gráfico 3.3 se aprecia la evolución de la producción nacional de petróleo, cuya disminución de 1987 se debió al terremoto que ocasionó la irregularidad en producción y exportaciones del crudo durante varios meses.

**Gráfico 3.3 Producción nacional de petróleo**

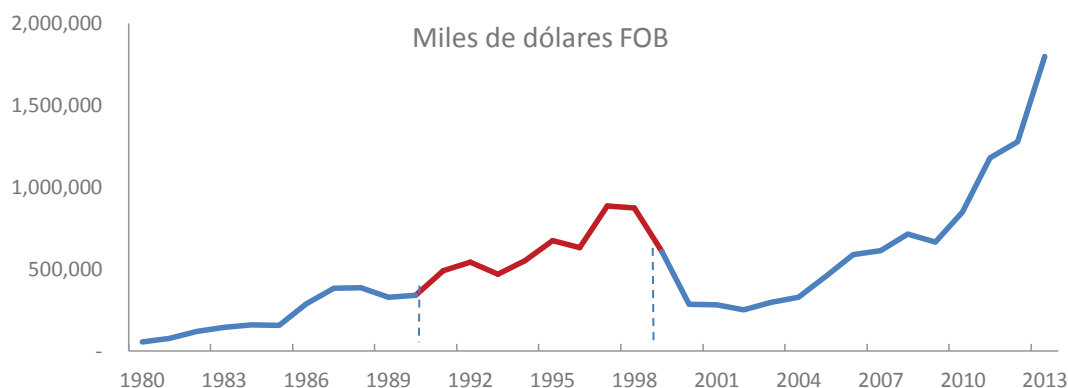
Fuente: Banco Central del Ecuador

Elaboración: autora

### 3.2.3 PERIODO 1990-1999

Esta década inicia con un mejor control económico, mejores precios del petróleo, se da paso a las exportaciones de flores<sup>40</sup> y se experimenta un auge de la producción de camarón como se aprecia en el gráfico 3.4. Si bien existe un mayor incentivo para el sector privado y se estructura la deuda a través del Plan Brady (Gachet et al, 2010), se presentan eventos como el levantamiento indígena de 1990, desastre de La Josefina en 1993 y la guerra con Perú en 1995 que afectaron los niveles de producción.

<sup>40</sup> Ecuador ocupó el cuarto puesto en las exportaciones mundiales de flores cortadas para 1998 (Kouzmine; 2000).

**Gráfico 3.4 Exportaciones de camarón**

Fuente: Banco Central del Ecuador

Elaboración: autora

En la segunda mitad de esta década se dio mayor inestabilidad política<sup>41</sup> y la crisis que marcó un nuevo modelo monetario para el Ecuador. Además, nuevamente se enfrenta un fenómeno de El Niño en 1997- 1998.

El feriado bancario y el congelamiento de depósitos en 1999 fueron detonantes de una crisis económica y social que provocaría la migración de miles de ecuatorianos.

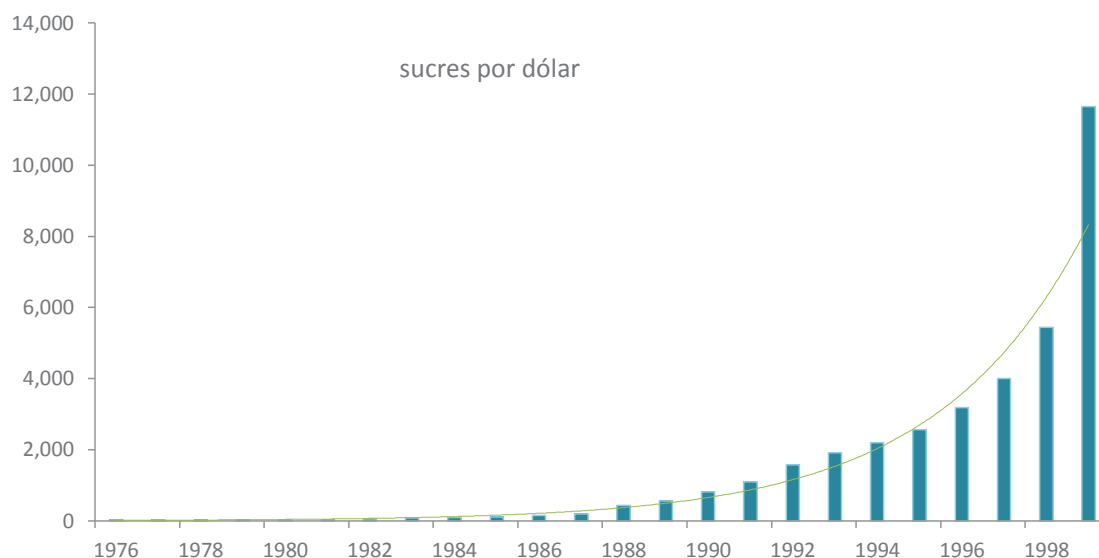
Orellana (2011:58) indica que para finales de 1999, la economía se contrajo alrededor de 7,3% la inflación subió hasta un 60% (ver gráfico 3.6), la emisión alrededor de un 150% y la depreciación del sucre aumentó más de un 190%. La demanda interna disminuyó un 10% lo que se tradujo en un aumento de desempleo (16%) y subempleo (57%); situación que llevó al Ecuador a dejar de pagar los bonos Brady. Por su lado, los niveles salariales se encontraban fuertemente afectados, Naranjo (2005:192) señala que el 50% percibía salarios inferiores al mínimo; además la devaluación acelerada del sucre ocasionaba que el salario vital que en enero alcanzaba los 134,18 dólares, en diciembre equivalía a 50 dólares. En el siguiente gráfico se observa la evolución del tipo de cambio, que alcanza su límite

<sup>41</sup> Tres presidentes: Abdalá Bucaram (1996-1997), Fabián Alarcón (1997 – 1998), Jamil Mahuad (1998-2000)



en 1999, año en el cual además, se registraba una deuda externa correspondiente al 95% del PIB.

**Gráfico 3.5 Tipo de cambio promedio anual**



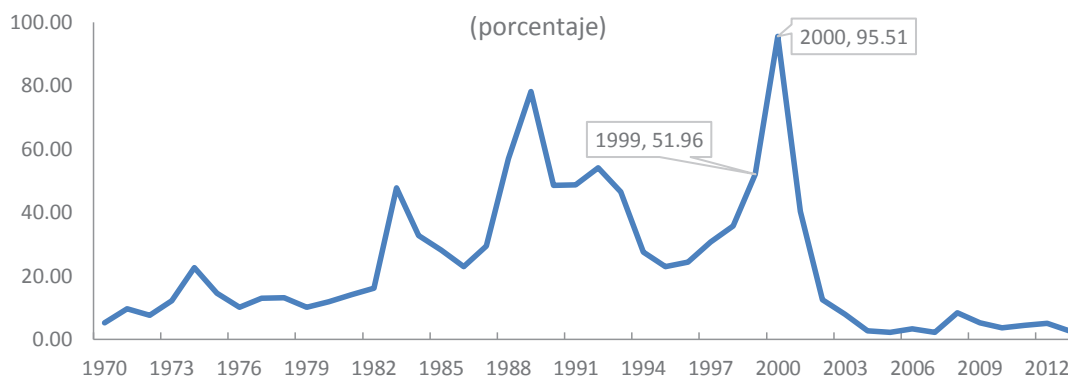
Fuente: BCE

Elaboración: Autora

### 3.2.4 PERIODO 2000-2013

La decisión de adoptar el dólar americano como moneda oficial se anuncia el 10 de enero del 2000, con un tipo de cambio de 25.000 sucres por dólar. Días después es derrocado el presidente Mahuad, sin embargo, el proyecto de dolarización continúa y posteriormente se inicia el canje de sucres por dólares.

Durante este año se experimentan elevadas tasas de inflación; en el año 200 se registra una inflación de 95,5% (ver gráfico 3.6), sin embargo, la producción nacional creció un 2,8%. La inflación, así como también los niveles de desempleo y subempleo, fueron descendiendo en la economía dolarizada logrando una inflación de un dígito en el 2003, como se observa en el siguiente gráfico.

**Gráfico 3.6 Inflación promedio anual**

Fuente: INEC

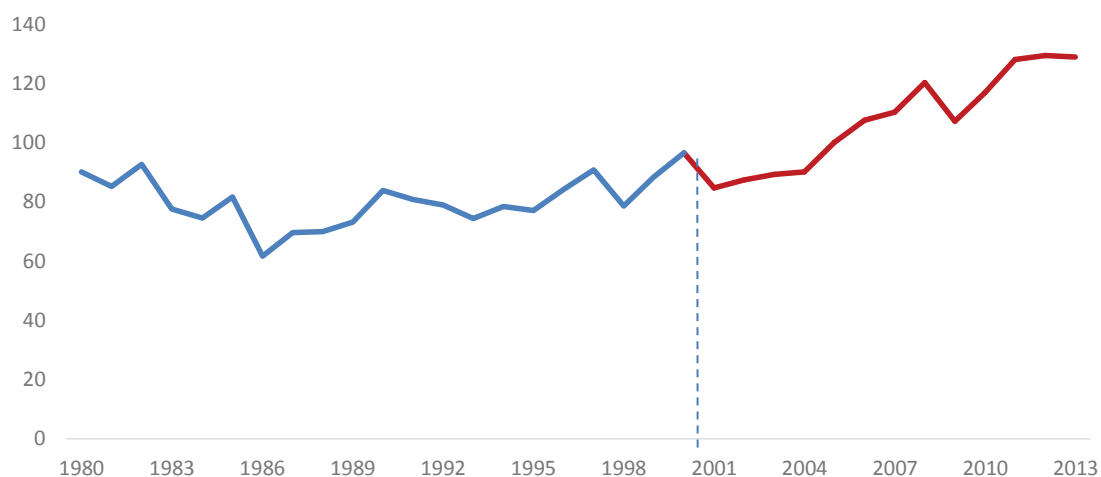
Elaboración: Autora

El 20 de abril de 2005 es derrocado el presidente Lucio Gutiérrez y le sucede en el poder Alfredo Palacio hasta el 2007; año en el que asume el cargo presidencial el Eco. Rafael Correa que se mantiene en el poder hasta la fecha (2014), luego de tres elecciones presidenciales.

Esta década representa para el Ecuador una etapa de cambios estructurales y progreso económico y social; sin embargo, la dependencia del sector externo, a través de la volatilidad de los precios del petróleo y las remesas de los emigrantes, provocó que la crisis financiera mundial de 2008 tuviera repercusiones en el Ecuador.

En este periodo no se registran fenómenos naturales graves como los sucedidos en periodos anteriores, tampoco guerras que comprometan la estabilidad del país y políticamente se ha vivido un periodo de calma. Además, los términos de intercambio en este periodo han sido favorables (ver gráfico 3.7); estos factores han influenciado sin duda en la recuperación y fortalecimientos de la economía (ver gráfico 3.6), luego de la conflictiva década de los noventa.

**Gráfico 3.7 Índices de la relación de precios del intercambio<sup>42</sup>**

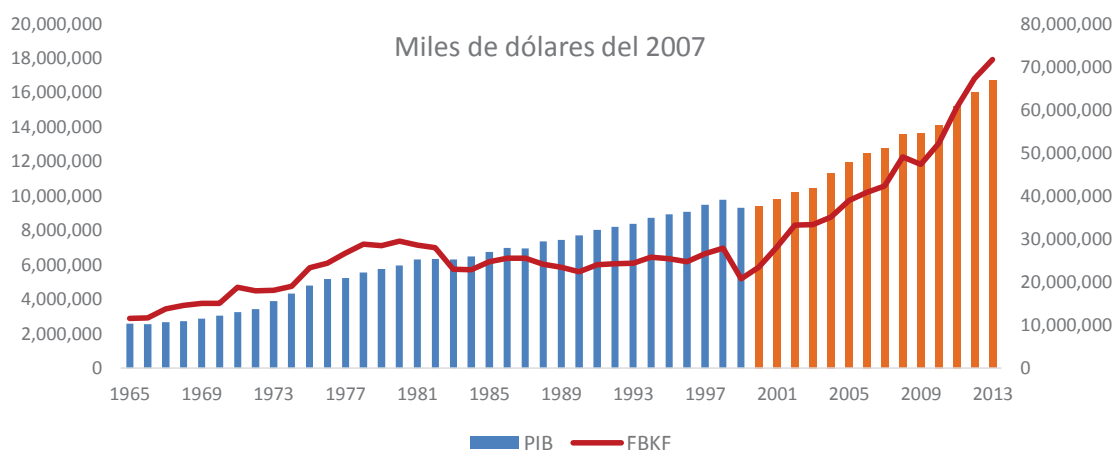


Fuente: CEPAL

Elaboración: autora

Finalmente, en el gráfico 3.8 se observa la evolución del PIB y la inversión (medida a través de la Formación Bruta de Capital Fijo - FBKF), para el período de análisis 1965 – 2013, en el que se aprecia la tendencia creciente de la FBKF especialmente en los últimos años, misma que es acompañada de una mayor producción; al respecto, es posible acotar que de un mayor nivel de ingresos (producción) se deriva una la mayor inversión en infraestructura (FBKF), por lo tanto, se observa una correlación positiva entre estas dos variable. En la evolución de la FBKF se reflejan los diferentes acontecimientos que han afectado a los niveles de producción, por ejemplo: el boom petrolero de los años 70, disminución de los precios de petróleo en los primeros años de la década de los 80 y Fenómeno del Niño en 1983; auge de la actividad florícola y camaronera de los años 90; crisis financiera de 1999 y finalmente, en los años posteriores a la dolarización, el crecimiento de esta variable (FBKF) se sustenta en un mayor nivel de ingresos de fuentes diversas.

<sup>42</sup> Índice 2005=100, la División de Estadística de la CEPAL se estiman índices del comercio internacional de bienes y servicios, utilizando información de instituciones nacionales y organismos especializados; representa las variaciones en la capacidad de compra de un volumen de exportaciones.

**Gráfico 3.8 Evolución del PIB y la inversión (FBKF)**

Fuente: BCE

Elaboración: autora

### 3.3 ESTIMACIÓN MEDIANTE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN

#### 3.3.1 INFORMACIÓN UTILIZADA Y CONSTRUCCIÓN DE SERIES

##### 3.3.1.1 Factor Trabajo

##### Población Económicamente Activa - PEA

Una fuente de información de la PEA del Ecuador es la Encuesta Urbana de Empleo, Desempleo y Subempleo - ENEMDU, realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos - INEC; misma que tiene una periodicidad mensual, trimestral y semestral de acuerdo con la muestra y su alcance (urbano o urbano y rural). Lastimosamente, según la información proporcionada por la institución responsable de esta encuesta, existe información a partir del año 1993; lo cual no cubre el período de análisis de esta investigación; siendo necesario buscar otra fuente de información para el factor de producción trabajo.

Se identifica como fuente alternativa de información, a los censos de población realizados en 1962, 1974, 1982, 1990, 2001 y 2010; pues proporcionan el nivel y tasa de crecimiento de la PEA.

Para construir una serie de la PEA es necesario conocer las características con las cuales se define a esta variable en cada uno de los censos (Ver anexo 2), así como también el límite inferior de edad investigado. En los censos de población de 1962, 1974 y 1982 se investigó la PEA desde los 12 años de edad, mientras que en 1990, el rango de edad considerado fue desde los 8 años en adelante. En los dos últimos censos el límite inferior para el análisis de la PEA ha sido los 5 años<sup>43</sup>.

Con la finalidad de permitir la comparabilidad de los datos y debido a la disponibilidad de información, el presente análisis considera la PEA a partir de los 12 años de edad.

Una vez obtenidas las cifras censales<sup>44</sup> es necesario realizar una interpolación de datos (observaciones inter censales), para lo cual se aplica el concepto de la tasa de crecimiento anual de la población<sup>45</sup> expresado en la siguiente ecuación:

$$r = \ln \left( \frac{N_t}{N_0} \right) * \left( \frac{1}{t} \right) * 100 \quad (3.7)$$

Donde:

$r$ : Tasa de crecimiento promedio anual. (Incremento anual por cada 100 habitantes)

$N_t$ : Población en el año  $t$ ;

$N_0$ : Población en el año base;

$t$ : Tiempo en años.

Las tasas de crecimiento promedio anual a nivel nacional para los censos considerados son:

---

<sup>43</sup>El límite inferior de la edad se ha reducido con el fin de investigar el trabajo infantil. En el Censo de Población 2001 se determinó que 31.829 niños del rango de edad 5-12 años participaba de procesos productivos; esta cifra se redujo a 25.618 en el Censo de Población 2010.

<sup>44</sup>Es decir, solo se cuenta con las observaciones provenientes de los censos.; debiendo emplear otros métodos para obtener una serie completa del período 1965-2013.

<sup>45</sup>Es importante aclarar que metodológicamente pueden realizarse críticas a la construcción de esta serie de la PEA, sin embargo, por tratarse de un ejercicio académico, se usa la información disponible para efecto de la estimación del PIB potencial.

**Tabla 3.1 Tasa de crecimiento promedio de la PEA**

Censos	Tasa de crecimiento promedio anual (%)
1962-1974	2,47
1974-1982	2,37
1982-1990	4,37
1990-2001	2,85
2001-2010	3,21

Fuente: Censos 1962, 1974, 1984, 1990, 2001, 2010

Elaboración: autora

Por otro lado, se identificaron dos fuentes de información adicionales: CEPAL<sup>46</sup> y The Conference Board<sup>47</sup>. Luego de realizar una comparación de las series de la PEA disponibles se concluyó que la serie construida a partir de información censal es la más apropiada, por cuanto se tiene conocimiento de la definición utilizada y porque refleja adecuadamente la evolución de la variable<sup>48</sup>.

Para el año 2013 la PEA estimada asciende a 6.686 miles de personas, el valor calculado mediante la ENEMDU de ese año es de 7.028 miles de personas; guardando coherencia con el dato calculado a partir de la información censal.

En el gráfico 3.9 se presenta la evolución de esta variable según las diferentes fuentes. Se observa que la información capturada por la ENEMDU y por The Conference Board presenta similares características en su evolución, por ejemplo:

<sup>46</sup>CEPAL cita como fuente a: OIT, Base de datos en línea: Estimaciones y proyecciones de la población económicamente activa 1980-2020 (EPPEA).

<sup>47</sup>Esta fuente no especifica el rango de edad considerado para la variable; sin embargo aclara lo siguiente: las cifras de empleo abarcan a todas las personas que participan en alguna actividad productiva que cae dentro de la frontera de la producción del sistema. Este grupo incluye a los empleados, los trabajadores por cuenta propia, los miembros familiares no remunerados que participan económicamente, aprendices, y los militares. La frontera de la producción sigue el mismo concepto interior como el PIB, el cual incluye a todos los trabajadores empleados en el país, pero no los nacionales que trabajan en el extranjero. Más información en el link <http://www.conference-board.org/data/economydatabase/>

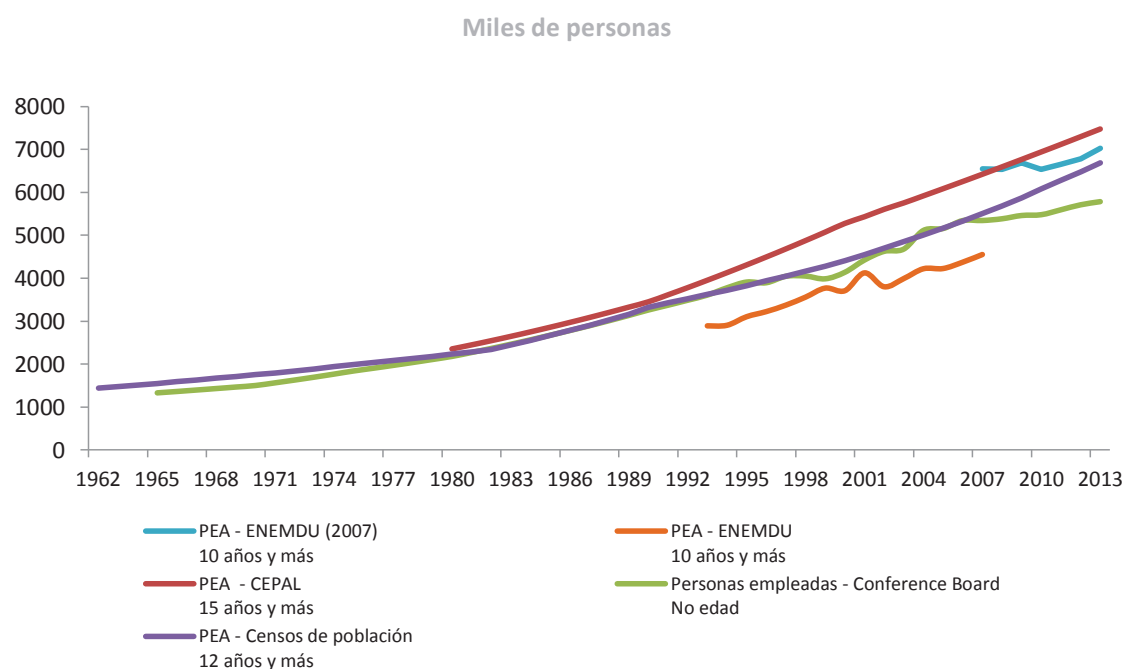
<sup>48</sup>La serie construida presenta una alta correlación con la tendencia de las series proporcionadas por la ENEMDU y la base de The Conference Board.

reflejan hechos como la disminución de la PEA a partir de la crisis financiera del año 1999. Es importante indicar que la serie de fuente ENEMDU presenta un quiebre en el año 2007, debido a un cambio de metodología en su cálculo.

Respecto a la serie proporcionada por la CEPAL, las estimaciones y proyecciones de población económicamente activa, fueron elaboradas por el Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía - CELADE, utilizando el método de los componentes demográficos, en base a estimaciones realizadas conjuntamente con los países<sup>49</sup>.

Finalmente, la serie construida a partir de los datos censales muestra una evolución con tendencia creciente sin aumentos o disminuciones puntuales.

**Gráfico 3.9 Población Económicamente Activa del Ecuador**



Fuente: INEC-ENEMDU, The Conference Board, CELADE, Censos 1962, 1974, 1982, 1990, 2001, 2010.

Elaboración: autora

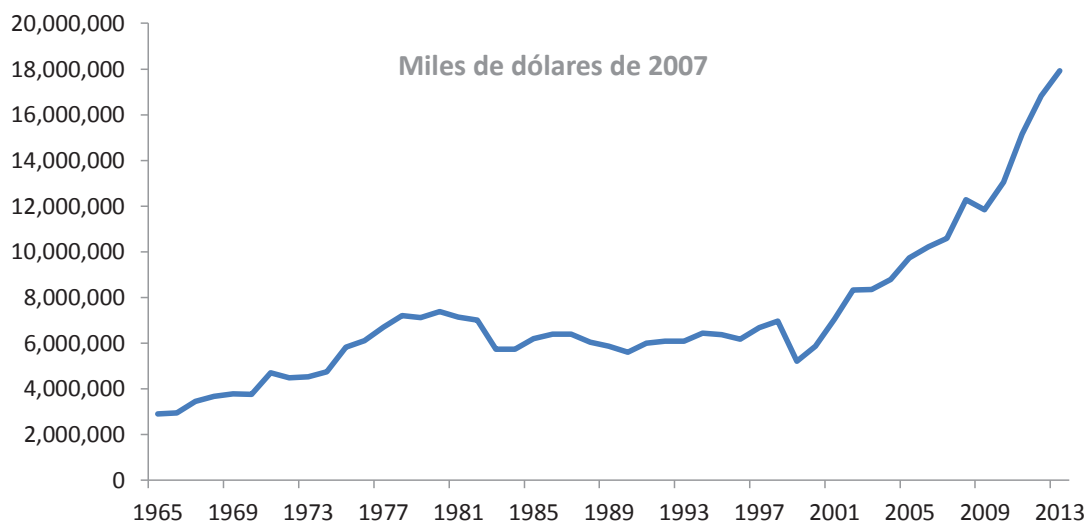
<sup>49</sup> Para mayor información, revisar [http://www.cepal.org/celade/proyecciones/basedatos\\_BD.htm](http://www.cepal.org/celade/proyecciones/basedatos_BD.htm)

### 3.3.1.2 Factor Capital

El stock de capital puede construirse a través del método de inventario permanente, sin embargo, se requiere de una gran cantidad de información; por lo cual, se usa la serie de formación bruta de capital fijo - FBKF para estimar el stock de capital mediante el método de Harberger (expuesto en el marco metodológico sección 2.2.1.3). La serie de FBKF se obtuvo directamente de la web del BCE.

En el gráfico 3.10 se observa la evolución de la FBKF, esta variable presenta periodos en los cuales crece a un ritmo más acelerado, específicamente, luego del auge petrolero y durante la última década del periodo de estudio. En el caso contrario, muestra una importante disminución luego de la crisis de 1999, misma que empieza a superarse en el año 2003.

**Gráfico 3.10 Formación Bruta de Capital Fijo – FBKF del Ecuador 1965 – 2013**



Fuente: BCE

Elaboración: Autora

Para continuar con el método de Harberger es necesario determinar los siguientes parámetros:

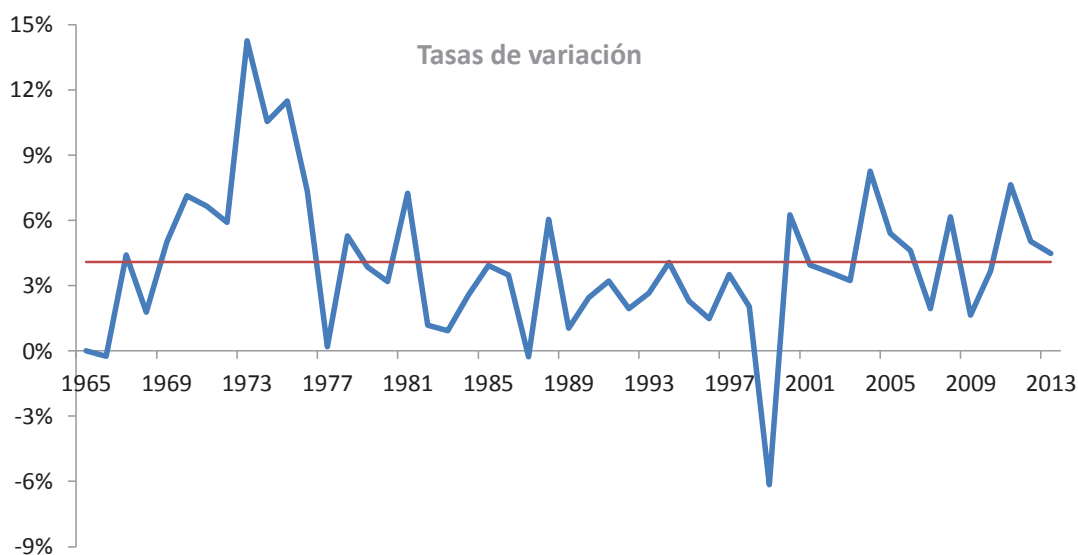
- Tasa de crecimiento promedio estimado del stock de capital neto ( $\gamma$ )
- Tasa de depreciación promedio de los activos que conforman la FBKF ( $\delta$ ).



### Tasa de crecimiento promedio estimado del stock de capital

La metodología requiere de una tasa que exprese el crecimiento promedio del stock de capital, la cual puede aproximarse también con la tasa de crecimiento promedio del Valor Agregado Bruto<sup>50</sup>. Utilizando información de año base 2007 del BCE se determinó el crecimiento promedio de esta variable en 4,08% para el período 1965-2013.

**Gráfico 3.11 Valor Agregado Bruto del Ecuador 1965 -2013**



Fuente: BCE

Elaboración: autora

Por lo tanto, la tasa de crecimiento promedio estimado del stock de capital neto ( $\gamma$ ) considerada para estimar el stock de capital en este trabajo es 4,08%.

Con el fin de validar y/o contrastar esta información se calculó la tasa de crecimiento del stock de capital neto estimado por Marconi y Salcedo (1995), la cual fue de 4,9% para el período 1965 – 1993; consecuentemente, se considera que  $\gamma = 4,08\%$  es un valor razonable.

<sup>50</sup> Adicionalmente, es importante indicar que las tasas de crecimiento promedio de la FBKF y del PIB fueron 4,23% y 4,02% respectivamente.

### Tasa de depreciación promedio de los activos que conforman la FBKF

Para determinar esta tasa se cuenta con información de la vida útil de los activos proporcionada por Córdova (2005), quien señala los productos sujetos a FBKF y su vida útil como se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 3.2 Vida útil de los productos sujetos a FBKF**

Nombre del Producto	Vida Útil (años)
Plantas de banano	30
Plantas de cacao	15
Plantas de café	70
Plantas de rosas	7
Plantas de claveles	3
Plantas de ghipsophilas	3
Plantas de naranja	25
Plantas de limón	25
Plantas de naranjilla	3
Plantas de mango	20
Plantas de tomate de árbol	3
Plantas de babaco	2
Plantas de manzana	40
Plantas de pera	20
Plantas de durazno	20
Plantas de claudia	20
Plantas de aguacate	40
Plantas de palma africana	25
Plantas de caña de azúcar	9
Plantas de té	70
Plantas de caucho	25
Ganado, animales vivos	8
Productos metálicos elaborados	15
Maquinaria, equipo	10
Equipo de transporte	10
Otros productos manufacturados	15
Edificios residenciales	50
Edificios no residenciales	30
Construcciones civiles	30

Fuente: Córdova (2005) en base a Oleas y Salcedo (1998)

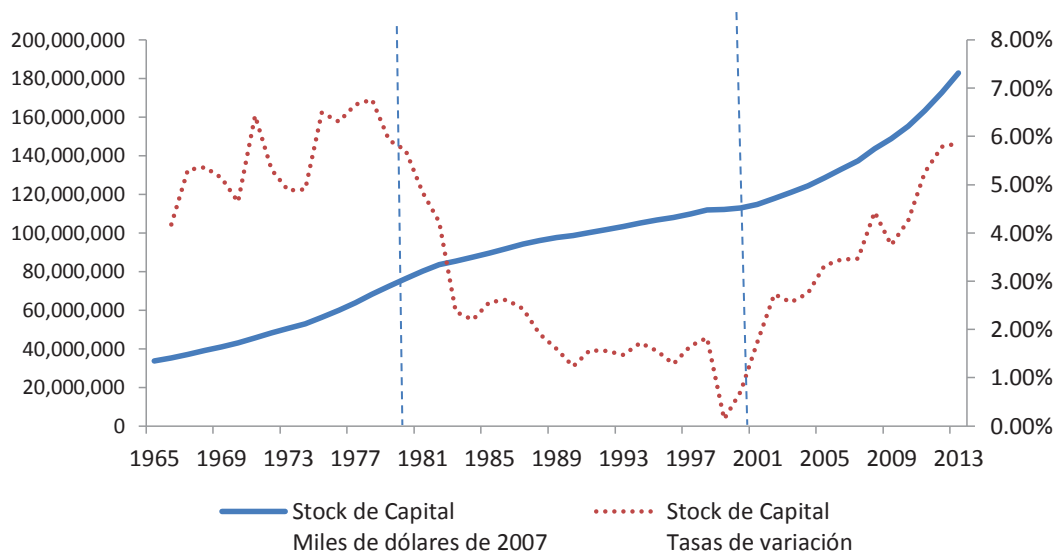
Elaboración:

La tasa promedio se calcula considerando los años de vida útil, por lo tanto la vida útil promedio es de 22 y la tasa de depreciación ( $\delta = 1/\text{vida útil}$ ) es igual a 4,51%.

Finalmente, luego de aplicar el método de Harberger se obtiene la serie del stock de capital para el periodo 1965-2013. El stock inicial (año 1965) es de 33.754.755 miles de dólares de 2007 (ver anexo 3) y para el año 2013 el stock de capital alcanza los 182.944.859 miles de dólares de 2007. La tasa de crecimiento promedio del stock de capital estimado es de 3,6% para el periodo de análisis.

En el grafico 3.12 se observa la evolución de esta variable, misma que durante la década de los 80 evidenció altas tasas de crecimiento, alcanzado una máxima de 6,76% en el año 1978. Posteriormente se registran tasas pequeñas de variación, la mínima corresponde a 0,14% en el año 1999, atribuida a la inestabilidad económica y crisis financiera de ese año. Sin embargo, en la última década se observa un importante crecimiento de las tasas de variación de esta variable.

**Gráfico 3.12 Stock de Capital del Ecuador 1965 – 2013**



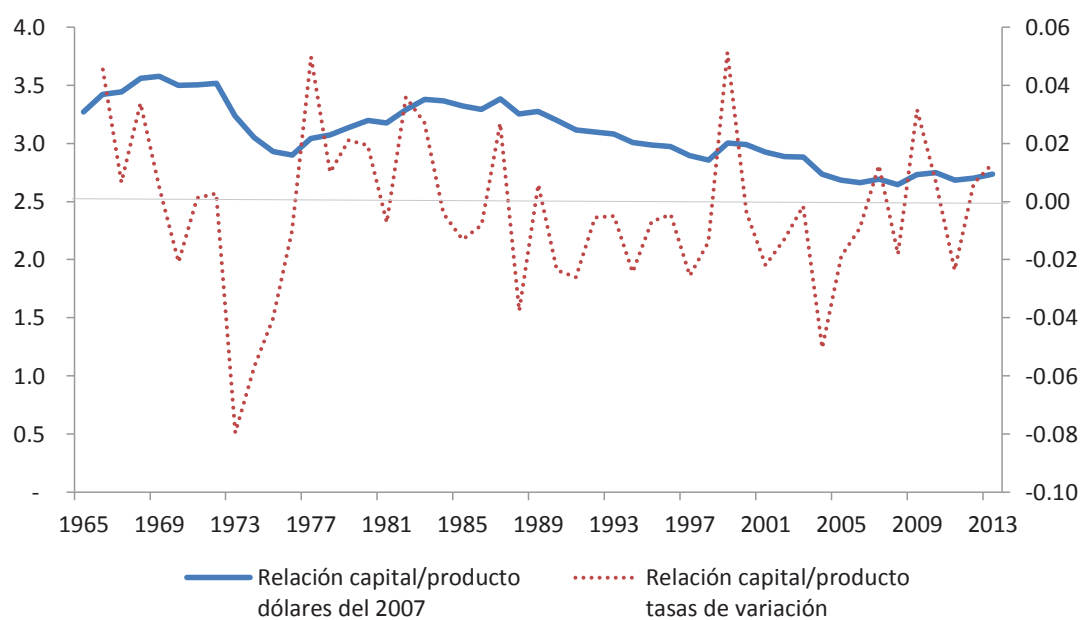
Fuente: Elaborado a partir de información del BCE

Elaboración: autora

Respecto a la relación capital – producto (stock de capital/PIB) ésta ha alcanzado un valor promedio de 3,08 en el periodo 1965 – 2013, en la última década el valor

promedio es 2,70. Lamentablemente, por cuestiones metodológicas no es posible comparar esta relación con otros países, sin embargo, es importante notar que en Colombia la relación capital – producto alcanza valores entre 9 y 11<sup>51</sup>. Como se observa en el gráfico 3.13 la serie de la relación capital / producto tiende a disminuir en el período de análisis; la tasa de variación promedio del período es de -0,3%. Se deduce que el PIB ha experimentado un crecimiento más acelerado que el stock de capital en la economía ecuatoriana.

**Gráfico 3.13 Relación capital / producto 1965 – 2013**



Fuente: Elaborado a partir de información del BCE

Elaboración: autora

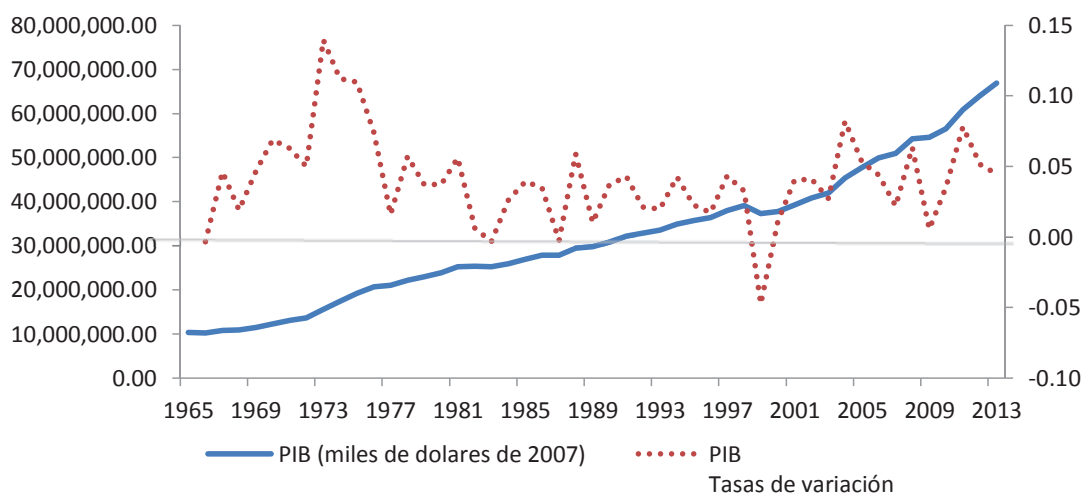
### 3.3.1.3 Producción

Otra variable a utilizar es el producto real observado con año base 2007, esta serie se obtuvo del boletín de Cuentas Nacionales que contiene la retropolación de la series con el cambio de año base 2007. Su crecimiento promedio es 4,02% en el periodo 1965 – 2013; alcanzando para el año 2013 un valor de 66.879.415 miles de dólares de 2007.

<sup>51</sup> Valores tomados de Rodríguez et al (2004)

En el gráfico 3.14 se observa la evolución de esta variable, la cual presenta una tendencia creciente y sus tasas de variación reflejan los hechos expuestos en la sección 3.2.

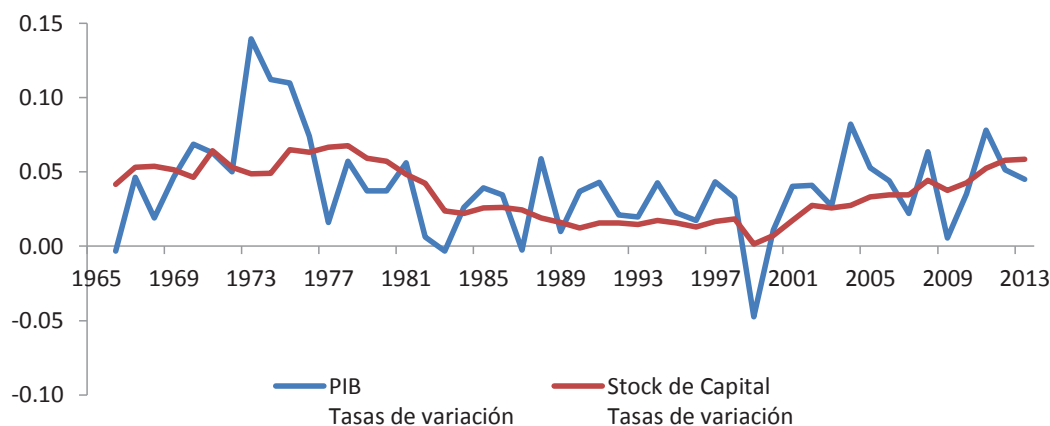
**Gráfico 3.14 PIB real del Ecuador 1965 – 2013**



Fuente: BCE

Elaborado: autora

En el gráfico 3.15 se observan las tasas de variación del PIB real y del stock de capital, dada la naturaleza de esta última variable no experimentará nunca variaciones negativas; por su parte el PIB si tiene variaciones negativas, pues es una variable de flujo. La mínima variación registrada para el PIB fue de -4,74% en el año 1999; sin embargo como se manifestó anteriormente, el PIB real presenta un ritmo de crecimiento mayor que el stock de capital.

**Gráfico 3.15 Tasas de variación del PIB real y Stock de capital 1965 – 2013**

Fuente: BCE y Stock calculado a partir de datos del BCE

Elaborado: autora

### 3.3.1.4 Limitaciones de información

Respecto a la información sobre indicadores de empleo cabe recalcar las diversas dificultades que se presentan al momento de construir una serie histórica, principalmente por los cambios metodológicos realizados<sup>52</sup>.

Hasta el año 2007 dos instituciones emitían información sobre indicadores de coyuntura del mercado laboral, esta información en algunos casos era diferente. Por un lado se tenía a la ENEMDU, encuesta que fue realizada por el Instituto Nacional de Empleo - INEM desde 1987 hasta 1992 y posteriormente ha sido aplicada por el INEC; por otro lado, el BCE realizaba una encuesta con cobertura sobre Quito, Guayaquil y Cuenca, misma que contó con el apoyo metodológico de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) en el período 1988-2003 y de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) en el período 2003-2006.

<sup>52</sup>Capa Holger (2008) cita los siguientes cambios metodológicos:

- Variaciones en los marcos muestrales
- Bases de datos a veces imputadas (sin que se conozca la metodología aplicada) y otras no.
- Cambios en el número de ciudades investigadas.
- Cambios de definiciones con respecto a centros urbanos.
- Cambios metodológicos con respecto al deseo y disponibilidad de trabajar.
- Posible influencia de aspectos políticos en la contratación de personal.
- Falta de verificación exhaustiva en los cálculos sobre las bases de datos

Atendiendo a la necesidad de tener una única fuente confiable de información; y, luego de un consenso metodológico entre las instituciones pertinentes en la temática de empleo; el INEC es la institución encargada oficialmente de realizar estas mediciones a partir del año 2007. Este cambio metodológico causó un quiebre en las series del mercado laboral, el cual según el BCE es principalmente explicado por cambios en la definición de los indicadores, cambio en el marco muestral y cambios en los procedimientos operativos de campo.

Respecto a la forma de estimar la serie de la PEA para el presente estudio es importante resaltar que aunque los censos proporcionan información sobre varios indicadores de empleo; ese no es el fin principal de esta fuente de información. Todos los motivos expresados constituyen un fuerte limitante para disponer de una serie histórica que refleje la evolución de la PEA en el período 1965 – 2013.

La variable stock de capital presenta también un limitante, pues el BCE aún no publica, hasta el momento, información oficial de esta variable con el cambio de año base 2007. Por lo cual, se debió recurrir a su estimación a través de un método indirecto, suponiendo una tasa de depreciación promedio y una tasa de crecimiento para el stock.

### **3.3.2 PROCESO DE ESTIMACIÓN Y RESULTADOS**

Dado que se ha considerado la función de producción de Cobb Douglas como referencia para modelar la relación entre factores de producción y el nivel de producción, el punto de partida es la siguiente expresión:

$$Y_t = A_t L_t^\alpha K_t^\beta \quad (3.8)$$

#### **3.3.2.1 Estimación de la participación de los factores capital y trabajo en la producción**

Para estimar el producto potencial mediante la función de producción, el primer requerimiento es obtener los coeficientes que indican la participación de los factores

trabajo y capital en la producción ( $\alpha$  y  $\beta$ ) conocidos también como elasticidad producto – empleo y elasticidad producto – capital respectivamente.

Una forma de estimar  $\alpha$  es a través de la participación laboral en el ingreso (remuneraciones divididas por el valor agregado bruto). Bajo los supuestos de mercados de bienes y trabajo altamente competitivos en el entorno económico y rendimientos constantes a escala se obtiene  $\beta$  por diferencia ( $\beta=1-\alpha$ ).

### Remuneraciones y el Valor Agregado Bruto

De la tabla oferta utilización TOU, presentada por el BCE para los años 2007, 2008, 2009, 2010 se pueden obtener la siguiente información:

**Tabla 3.3 Relación Remuneraciones /VAB en el Ecuador 2007 - 2009**

Año	Remuneraciones Miles de dólares	Valor Agregado Bruto – VAB Miles de dólares	Remuneraciones / VAB %
2007	16.106.689	51.007.777	31,6%
2008	19.119.405	61.762.635	31,0%
2009	21.864.162	62.519.686	35,0%
2010	23.238.230	69.555.367	33,4%

Fuente: BCE  
Elaboración: autora

El valor de  $\alpha$  se establece en 0,327 y corresponde al promedio de la relación remuneraciones / VAB de los años 2007, 2008, 2009 y 2010. El valor de  $\beta$  bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala es de 0.673.

Otra opción para estimar  $\alpha$  es mediante un modelo econométrico, para lo cual se toman los logaritmos en la expresión (3.1) y se tiene el siguiente modelo lineal:

$$\ln(Y) = \ln(A) + \alpha \ln(L) + (\beta)\ln(K) \quad (3.9)$$

Puesto que, se trata de series de tiempo, es imprescindible analizar la estacionariedad de las mismas; por inspección gráfica se observa que las series no son estacionarias.



Se aplican los test de estacionariedad (ver anexos 4 y 5) y se obtienen los siguientes resultados:

- Logaritmo natural del nivel de PIB  $\ln(Y)$ : esta serie no es estacionaria y requiere de una diferencia para serlo. Es integrada de orden 1,  $I(1)$
- Logaritmo natural del stock de capital  $\ln(K)$ : esta serie no es estacionaria y requiere de dos diferencias para serlo. Es integrada de orden 2,  $I(2)$
- Logaritmo natural de PEA  $\ln(L)$ : esta serie no es estacionaria y requiere también de dos diferencias para volverse estacionaria.

Se observa que las variables no son estacionarias y además son integradas de diferente orden (por lo tanto no son cointegradas); lo cual sugiere que no puede analizarse la relación entre ellas (ver anexo 5). Se estima el modelo (3.9) y se obtiene evidencia de una relación espuria<sup>53</sup> pues todos los parámetros estimados son significativos, el valor de Durbin – Watson es 0.32, mientras que el  $R^2$  es 0.99.

No se puede concluir si la forma de estimación de las series de stock de capital y población económicamente activa para el periodo de análisis, son las causantes de la no cointegración de las series. A pesar de esta situación y para poder continuar con la estimación del PIB potencial se utilizan el valor de  $\alpha$  obtenido mediante la participación de las remuneraciones en el valor agregado bruto de los años 2007, 2008, 2009 y 2010.

$$\alpha=0,327$$

$$\beta= 0,673$$

Es importante notar lo siguiente: según se indicó en la revisión de las estimaciones del PIB potencial para el Ecuador, Astorga y Valle (2003) emplearon el método de la función de producción y determinan, a través de un método de corrección de errores, un valor de 0,39 (significativa) para la relación a largo plazo entre PIB y el

---

<sup>53</sup> Una posible solución para evitar los problemas de regresiones espurias es diferenciar las series para convertirlas en estacionarias y después aplicar los métodos de regresión dinámica entre variables, no obstante el modelo diferenciado es más ineficiente que el modelo con las variables en niveles (Marín, 2012).

factor trabajo y un valor de 0,20 (no significativa) para la relación a corto plazo. El primer valor fue el que utilizaron los autores para cálculos posteriores.

### 3.3.2.2 Estimación de la Productividad total de los factores PTF

Una vez establecidos los valores de  $\alpha$  y  $\beta$  es posible calcular el valor estimado de la PTF, para esto se genera la variable  $e_t$  como se indica a continuación:

$$e_t = (\ln(Y_t) - 0,327\ln(L_t) - 0,673\ln(K_t)) \quad (3.10)$$

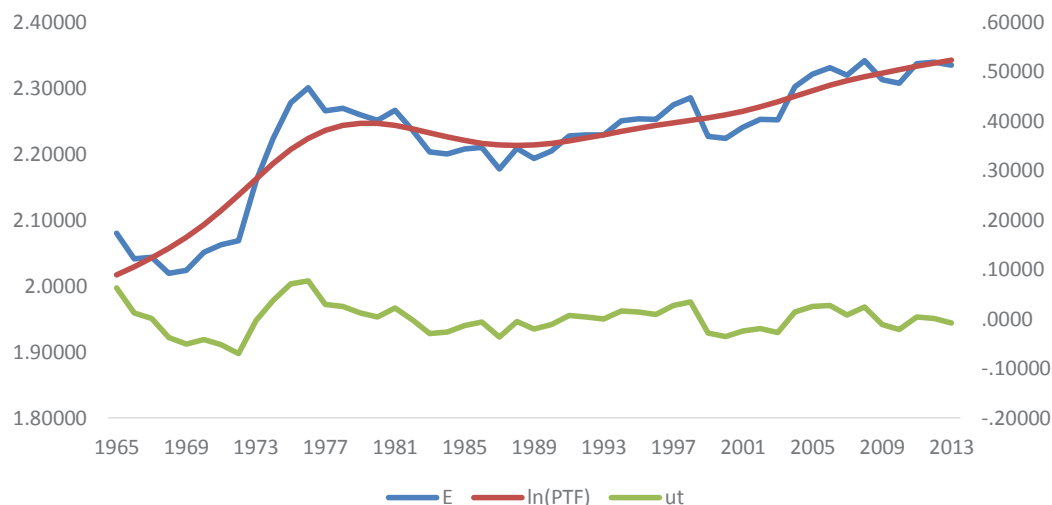
La variable  $e_t$ , en teoría está conformada por el logaritmo natural de la productividad total de los factores y una perturbación estocástica, por lo cual la PTF estimada se obtiene mediante el suavizamiento de  $e_t$  (se utiliza un filtro de Hodrick Prescott), como se expresa en la ecuación (3.11).

$$\ln(\widehat{PTF}) + u_t = HP (\ln(Y_t) - 0,327\ln(L_t) - 0,673\ln(K_t)) \quad (3.11)$$

El gráfico 3.16 presenta los resultados obtenidos al calcular los componentes de la variable  $e_t$ . Por un lado, su componente tendencial muestra un periodo de mayor crecimiento en los años 70; a partir de esta década la tendencia es ligeramente creciente, lo cual sugiere que no han existido cambios sustanciales en las variables contenidas en la PTF (por ejemplo: el progreso tecnológico<sup>54</sup>). Por su parte, el componente estocástico si refleja los acontecimientos que provocaron shocks en los niveles de producción, ya sean estos de carácter natural, político o social.

---

<sup>54</sup> Dentro de las críticas realizadas a la función de producción de Cobb Douglas se señala que esta variable recoge los errores de la mala especificación del modelo, por lo cual, se podría considerar que el periodo en que la tendencia es mayor, los errores son mayores. Sin embargo, de acuerdo a la evolución de la economía ecuatoriana, este periodo corresponde al inicio y auge de la explotación petrolera; significando esto un cambio en el perfil económico del país.

**Gráfico 3.16 Productividad Total de los Factores 1965 - 2013**

Fuente y elaboración: autora

Una vez calculada la PTF, la función de producción con factores de producción en niveles observables<sup>55</sup> queda definida de la siguiente forma:

$$\ln(Y) = 2,22 + 0,327\ln(L) + 0,673\ln(K) + u \quad (3.12)$$

### 3.3.2.3 Factores de producción en nivel potencial

#### Factor capital

El nivel potencial del factor capital se aproxima con el valor de tendencia de la serie de stock de capital; con esto se considera que hay periodos breves en que el valor del stock de capital se aleja de su valor máximo o potencial. Si bien algunos autores sugieren que se emplee el valor observado, basándose en que el capital está siempre disponible para su utilización, hay otros autores que aplican tasas de utilización de la capacidad instalada<sup>56</sup>, evidentemente esta opción está sujeta a la disponibilidad de la información para el periodo de análisis.

<sup>55</sup> El valor 2,22 corresponde al promedio del  $\ln(\text{PTF})$  del período 1965-2013

<sup>56</sup> Esto se indicó con mayor detalle en la sección 3.1

## Factor trabajo

Para ajustar el factor trabajo a su nivel potencial se identifican también varios criterios, el más general es estimarlo mediante la siguiente expresión:

$$L_t^* = PEA_t * (1 - NAIRU_t) \quad (3.13)$$

Para lo cual se requiere contar con una estimación confiable de la NAIRU. Por otro lado, hay estimaciones en las que se usa la simplificación de suponer una NAIRU igual a cero<sup>57</sup>, lo cual implica, que el factor trabajo en su nivel potencial no considera necesariamente a la evolución de la inflación.

Para estimar el nivel potencial del factor trabajo, utilizando la NAIRU, el período de análisis se reduciría a: 1980-2007, con datos anuales, debido a los problemas metodológicos para obtener una serie histórica de indicadores de empleo, expuestos anteriormente<sup>58</sup>.

Además, la estimación de la NAIRU conlleva una serie de supuestos, pues se trata de una variable no observable que se obtiene a partir de información disponible, por lo cual puede aplicarse, entre otro métodos, un filtro estadístico en la serie de desempleo, cuyo valor tendencial es una aproximación de la NAIRU.

Una opción adicional es considerar los niveles de tendencia del factor trabajo, es decir, suavizar la serie mediante un filtro estadístico. Bajo este supuesto se define al factor trabajo de nivel potencial como el valor tendencial del número de personas económicamente activas, suponiendo que su valor observado se aleja de su máximo solo por períodos transitorios. Para esta investigación se consideran dos opciones, la primera es utilizar la serie de la PEA construida como se indica en la sección 3.3.1.1, sin ninguna modificación, puesto que ya se obtiene una serie sin variabilidad; lo cual implicaría el supuesto de que la mano de obra en el nivel potencial no presenta una relación con la inflación. La segunda opción es aplicar un filtro a la serie de la PEA.

---

<sup>57</sup>Es el caso de la estimación de Astorga y Valle.

<sup>58</sup> Ver numeral 3.3.1.4 del presente capítulo.

Al aplicar un filtro de Hodrick Prescott a la serie de la PEA se obtiene una serie muy similar. Se decide utilizar la serie de la PEA originalmente construida, con lo cual se asume que  $L^* = L$ .

### 3.3.2.4 Resultados

Se calcula el nivel de producción potencial, empleando las variables construidas y los supuestos considerados, la función de producción potencial queda definida de la siguiente forma:

$$\ln(Y_t^*) = \ln(\widehat{PTF}_t) + 0,327 \ln(L_t^*) + 0,673 \ln(K_t^*) \quad (3.14)$$

Escrita en la forma funcional de Cobb – Douglas se tiene:

$$Y_t^* = \widehat{PTF}_t L_t^{*0,327} K_t^{*0,673} \quad (3.15)$$

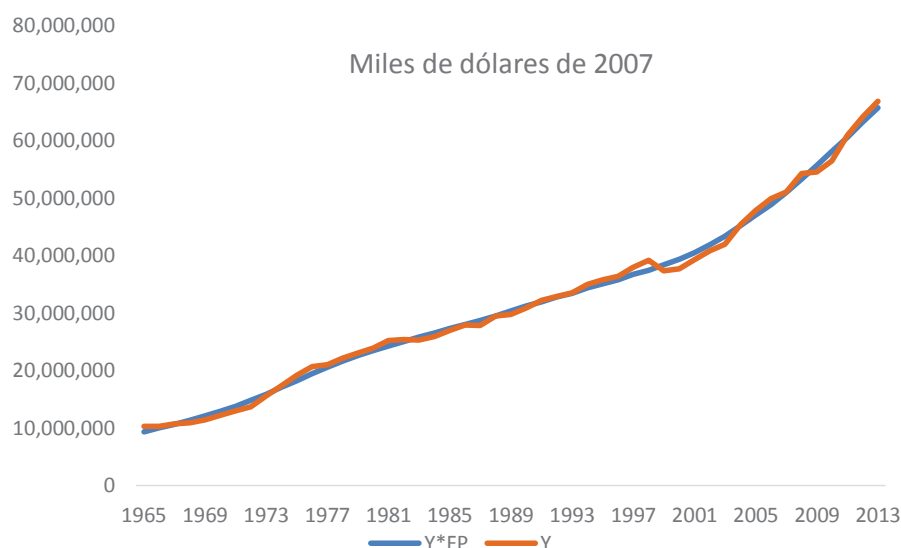
Una vez calculado el PIB potencial se obtiene la brecha de producción de la siguiente forma:

$$\text{Brecha de producción} = \frac{\text{PIB observado}}{\text{PIB potencial}} - 1 \quad (3.16)$$

En el gráfico 3.17 se presenta la estimación del PIB potencial, calculada mediante la función de producción ( $Y^*FP$ ), y se observa la incidencia que han tenido las fluctuaciones cíclicas en el crecimiento de la economía; pues, el PIB observado se aleja del potencial en periodos específicos, por ejemplo el boom petrolero de los años setenta, en donde el nivel de PIB potencial es menor que el observado; indicando que en este periodo la producción superaba el nivel sostenido de la economía. Por otro lado en el año 1999 y 2000 se observa un cambio de la brecha de positiva a negativa, es decir, se pasó de producir sobre el nivel ideal a producir bajo el nivel potencial, situación que se revierte para el año 2004. Posteriormente se observa la afectación de la crisis financiera internacional (2008 - 2010) y para finalizar se tiene el año 2013, en el cual la economía ecuatoriana posee un nivel de PIB observado que supera al potencial por alrededor de mil millones de dólares de 2007. Además, mientras que el crecimiento del PIB potencial para el 2013 fue de 3,91%, el crecimiento del PIB real fue de 4,48%. Con estos resultados se concluye

que la economía del país aspira a una tendencia creciente, siendo conveniente analizar si la inflación se ve afectada por esta tendencia creciente del PIB potencial y observado.

**Gráfico 3.17 PIB observado y PIB potencial (función de producción)**



Fuente y elaboración: autora

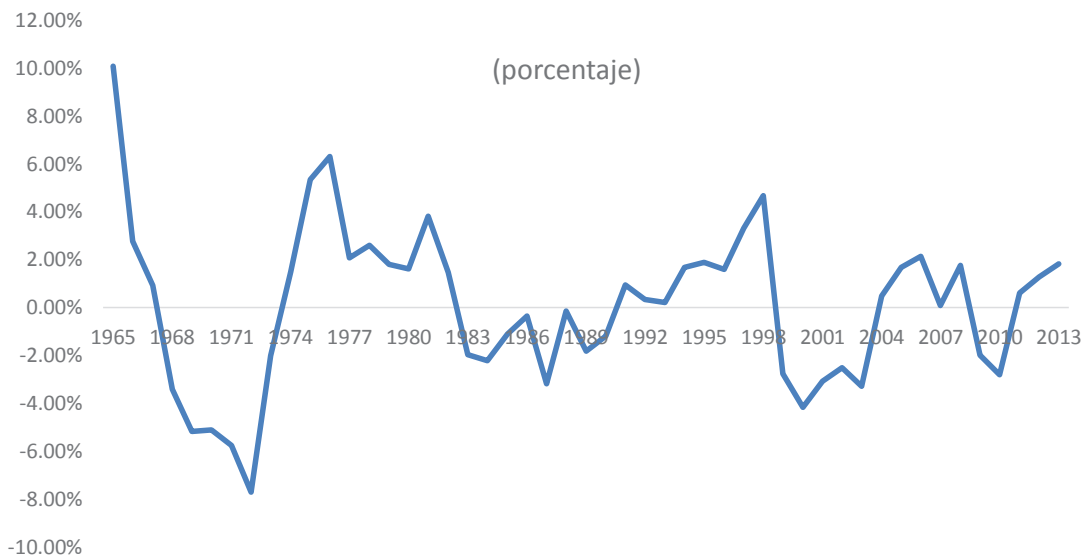
Respecto a la brecha de producción (ver gráfico 3.18), en 1965 se obtiene una brecha positiva, indicando que la economía venía operando sobre su nivel potencial, esto debido al boom bananero; sin embargo, esta actividad presenta una fase de crisis en el segundo quinquenio de los sesenta<sup>59</sup>; con lo cual la brecha de producción disminuye y permanece negativa hasta 1974, año en el que la actividad petrolera toma mayor fuerza.

La economía vuelve a operar bajo su nivel potencial en el periodo de 1983 – 1990, años en los que se registran varios desastres naturales, acompañados de inestabilidad económica y una tendencia decreciente en el nivel de stock de capital. Posteriormente la brecha se torna positiva hasta 1999, año de la crisis económica y la producción vuelve a superar el nivel potencial en el año 2004.

<sup>59</sup> Se hace presente la enfermedad “Mal de Panamá” que afecta a determinadas variedades de banano.

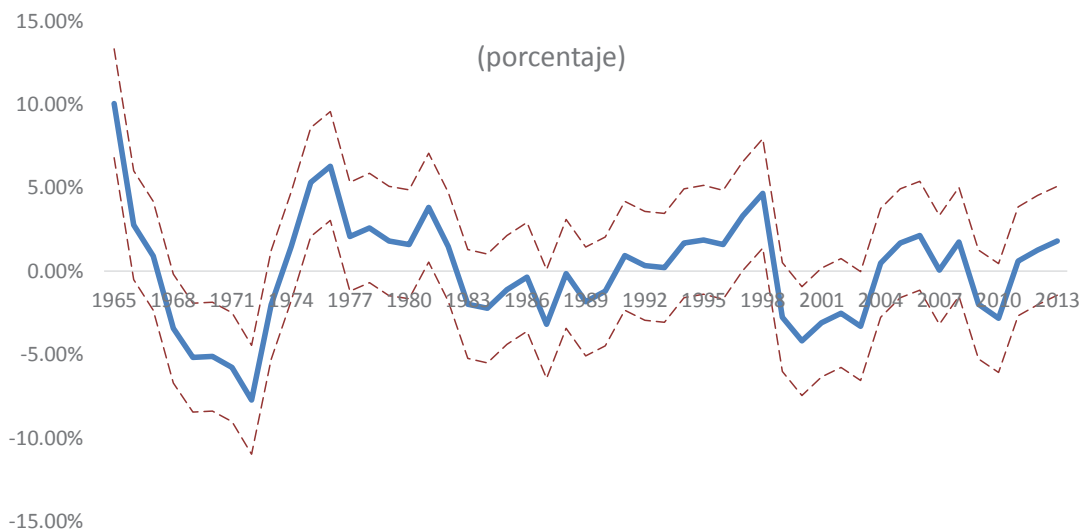
Se observa una disminución en la brecha de producción para los años 2009 y 2010; en los años posteriores la brecha se mantiene positiva, especialmente por la influencia del stock de capital potencial; para el 2013 alcanza un valor de 1,82%.

**Gráfico 3.18 Brecha de producción (función de producción)**



Fuente y elaboración: autora

A continuación se presenta un gráfico en el que se ha construido un intervalo para la brecha de producción calculada mediante la función de producción (se considera una desviación estándar de la brecha estimada). Como se observa, algunas observaciones cambian de positivas a negativas y viceversa; aunque el comportamiento de la brecha es el mismo; su nivel puede reflejar distintas realidades.

**Gráfico 3.19 Brecha de producción e intervalo**

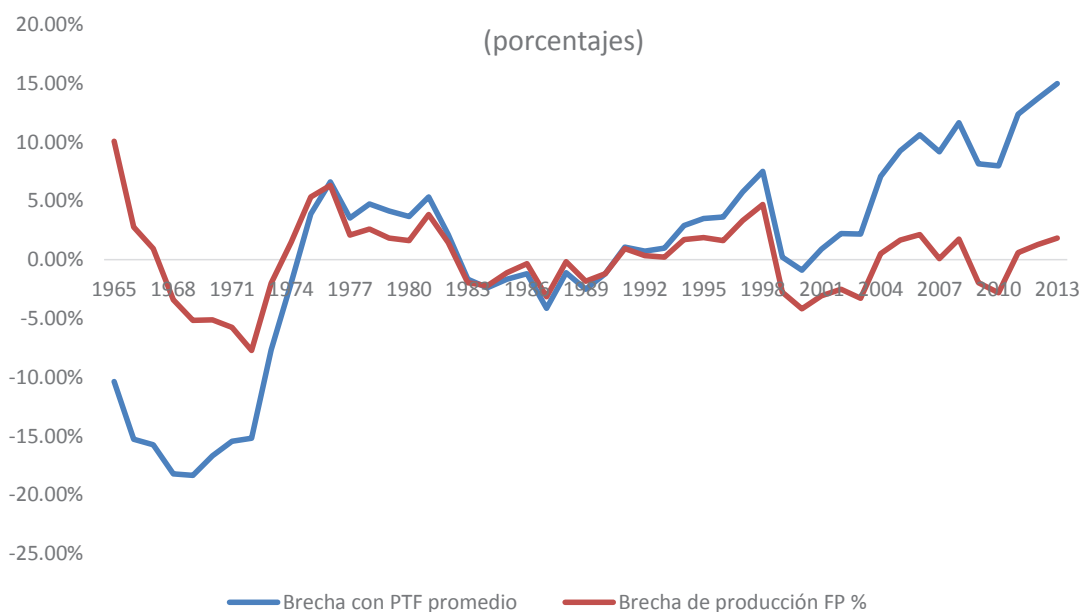
Fuente y elaboración: autora

### **Sensibilidad de los resultados ante cambios en la elasticidad de los factores de producción.**

Evidentemente este método es muy sensible a cambios en las series utilizadas y especialmente a los parámetros estimados (elasticidades producto de los factores de producción ( $\alpha$  y  $\beta$ ) y a la *PTF*); además, es necesario recalcar que la *PFT* se estima en función de  $\alpha$  y  $\beta$ . En los posteriores gráficos se evidencia este hecho.

En primer lugar se considera constante la *PTF*, para lo cual se toma su valor promedio a lo largo del periodo de análisis y se obtiene la brecha azul del gráfico 3.20; la línea roja es la brecha de producción estimada inicialmente. Es claro que utilizar el promedio provoca diferentes interpretaciones en varios puntos del periodo de análisis, en especial en los extremos.



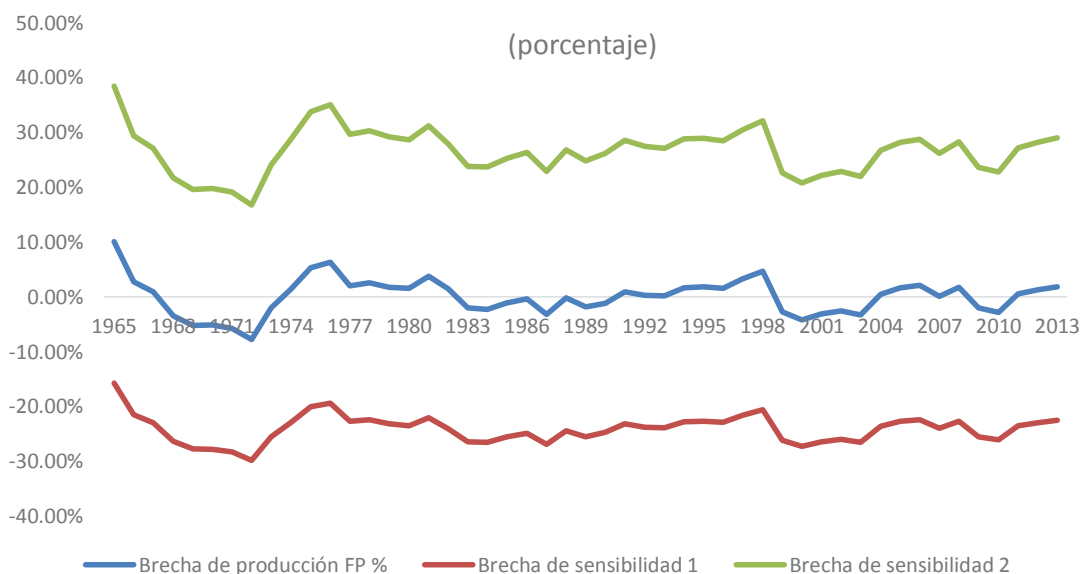
**Gráfico 3.20 Brecha de producción FP con  $PTF_t$  y PTF promedio**

Fuente y elaboración: autora

Posteriormente, se estiman varias brechas de producción (ver gráfico 3.21). Una conserva la PTF calculada con  $\alpha = 0,327$  y  $\beta = 0,673$  (línea azul), otra varía la elasticidad producto del factor trabajo de 0,327 a 0,35 (línea verde) y una tercera considera  $\alpha = 0,30$  (línea roja); con lo cual se hacen notorias las desventajas de este método, pues con un cambio relativamente pequeño en la estructura de participación de los factores de producción se obtienen brechas de producción con niveles muy diferentes, mismos que reflejan resultados totalmente opuestos, ya que no es lo mismo decir que la brecha se ha mantenido positiva a lo largo del periodo, que decir que ha sido negativa.

Aunque la evolución de la brecha de producción si refleje los diferentes hechos y ciclos de la economía ecuatoriana se demuestra que este método es muy sensible a cambios en los parámetros estimados; ésta es una gran desventaja frente a otros métodos.

**Gráfico 3.21 Brecha de producción con cambio en las elasticidades producto – factores de producción**



Fuente y elaboración: autora

Desde el punto de vista keynesiano se recomienda usar el método de la función de producción para la estimación del PIB potencial, sin embargo, debido a la información disponible no se puede asociar a la serie de la PEA con el desempleo a través de la NAIRU (para establecer su nivel potencial). Las series utilizadas con el fin de estimar la función de producción potencial han sido obtenidas a través del filtro de Hodrick Prescott, por lo tanto, la estimación del PIB potencial se vuelve dependiente de filtros estadísticos.

### 3.4 ESTIMACIÓN MEDIANTE EL FILTRO DE KALMAN UNIVARIADO

#### 3.4.1 INFORMACIÓN UTILIZADA

Para el caso del filtro de Kalman univariado es necesario contar con la serie del PIB real observado en dólares del 2007 (en logaritmos) para el período de análisis (1965-2013).

### 3.4.2 PROCESO DE ESTIMACIÓN Y RESULTADOS

Considerando que una serie económica, en este caso el PIB observado, está formada por un componente cíclico (brecha de producción) y un componente tendencial (PIB potencial), éstos pueden expresarse en la forma estado espacio para finalmente extraer sus componentes mediante el algoritmo del filtro de Kalman.

$$y_t = y_t^* + y_t^c \quad (3.17)$$

Donde:

$y_t^*$ : Componente de tendencia (PIB potencial en logaritmos)

$y_t^c$ : Componente cíclico

La tendencia tiene la siguiente forma funcional:

$$y_t^* = y_{t-1}^* + g_{t-1} \quad (3.18)$$

Donde:

$g_t$ : Tasa de crecimiento del PIB potencial en el año t

La tasa de crecimiento del PIB potencial sigue un proceso AR (1)<sup>60</sup>, por lo tanto:

$$g_t = g_{t-1}^* + \varepsilon_t^g \quad (3.19)$$

Donde:

$\varepsilon_t^g$ : Término residual, que sigue una distribución normal  $N(0, \sigma_g^2)$

Se define también:

$$y_t^c = \varepsilon_t^c \quad (3.20)$$

Una vez expresadas las ecuaciones que intervienen en el modelo, es posible escribirlas en la forma estado – espacio; en donde la ecuación de observación es (3.17), mientras que las ecuaciones de estado son: (3.18) y (3.19).

En la forma estado espacio se tiene:

- Ecuación de observación

---

<sup>60</sup> Basándose en el PIB potencial estimado mediante la función de producción (ver anexo 7).

$$Y_t = (1 \ 0) \begin{pmatrix} Y_t^* \\ g_t \end{pmatrix} + \varepsilon_t \quad (3.21)$$

- Ecuaciones de estado

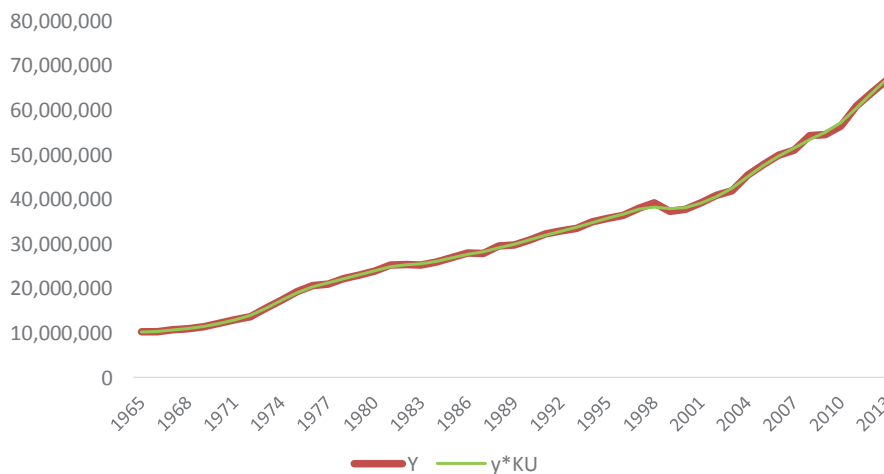
$$\begin{pmatrix} Y_t^* \\ g_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y_{t-1}^* \\ g_{t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ u_t \end{pmatrix} \quad (3.22)$$

Donde los términos residuales  $\varepsilon_t^g$  y  $\varepsilon_t^c$  tienen una media igual a cero y una varianza  $\sigma_c^2$  y  $\sigma_g^2$  respectivamente.

Aplicando el algoritmo de Kalman<sup>61</sup> para proceder con el filtrado de la serie se obtiene el valor tendencial del PIB, con lo cual es posible calcular la brecha de producción. Es necesario indicar que este método está sujeto a la forma en que se definen las ecuaciones de estado y observación y los valores de iniciación.

El PIB potencial obtenido mediante este método se presenta en el gráfico 3.22; evidentemente no se aleja demasiado de los valores del PIB observados, es decir, el suavizamiento provocado por la aplicación de este filtro es mínima.

**Gráfico 3.22 PIB observado y PIB potencial KU**



Fuente y elaboración: autora

<sup>61</sup> Para ver la programación con la cual se estimó el algoritmo de Kalman ver anexo 7

Por otro lado, la brecha de producción calculada a partir del PIB potencial, presenta una evolución con cambios “bruscos” y ciclos cortos (ver gráfico 3.23). Aunque algunos de sus “picos” si corresponden a situaciones en que el nivel de producción del país y sus factores de producción se vieron afectados; por ejemplo, auge de los años setenta, disminución de la producción petrolera en 1987 y crisis de 1999; la brecha de producción estimada mediante el filtro de Kalman no refleja del todo la evolución de la economía ecuatoriana.

**Gráfico 3.23 Brecha de producción KU**



Fuente y elaboración: autora

Como se mencionó anteriormente, este método depende de la especificación que se haga de las ecuaciones de estado y observación; en el presente caso se han establecido ecuaciones que guarden coherencia con la teoría y también apoyándose en la estimación del PIB potencial estimado con la función de producción.

### **3.5 ESTIMACIÓN MEDIANTE EL FILTRO DE HODRICK PRESCOTT**

#### **3.5.1 INFORMACIÓN UTILIZADA**

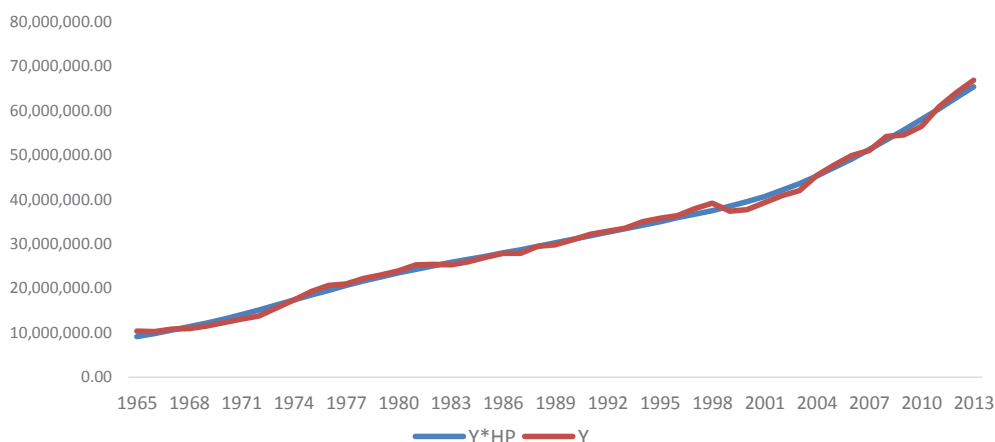
Por ser el método de mayor utilización en trabajos empíricos nacionales e internacionales se incluye en esta investigación la estimación del PIB potencial y brecha de producción utilizando un filtro de Hodrick Prescott; cuya metodología se

explica en la sección 2.2.3. El parámetro de suavizamiento utilizado fue el recomendado ( $\lambda = 100$ ), además se analizó la sensibilidad de los resultados ante cambios en este parámetro. Para esta estimación se utiliza la serie del PIB real observado en miles de dólares de 2007.

### 3.5.2 PROCESO DE ESTIMACIÓN Y RESULTADOS

Varios programas estadísticos permiten la aplicación del filtro de Hodrick Prescott, basta con determinar el parámetro lambda a utilizar y no requiere que se exprese una forma funcional. Aplicando el filtro disponible en el programa Eviews se obtienen los siguientes resultados para el PIB potencial presentados en el gráfico 3.24, en el que se observa la incidencia de los ciclos en la evolución del PIB, pues el PIB potencial se aleja del observado por breves periodos; la mayor diferencia entre éstos es evidente en los años 1999 y 2000, años de la crisis financiera; para finalizar se observa que en los últimos años el PIB observado se mantiene sobre el nivel de PIB potencial.

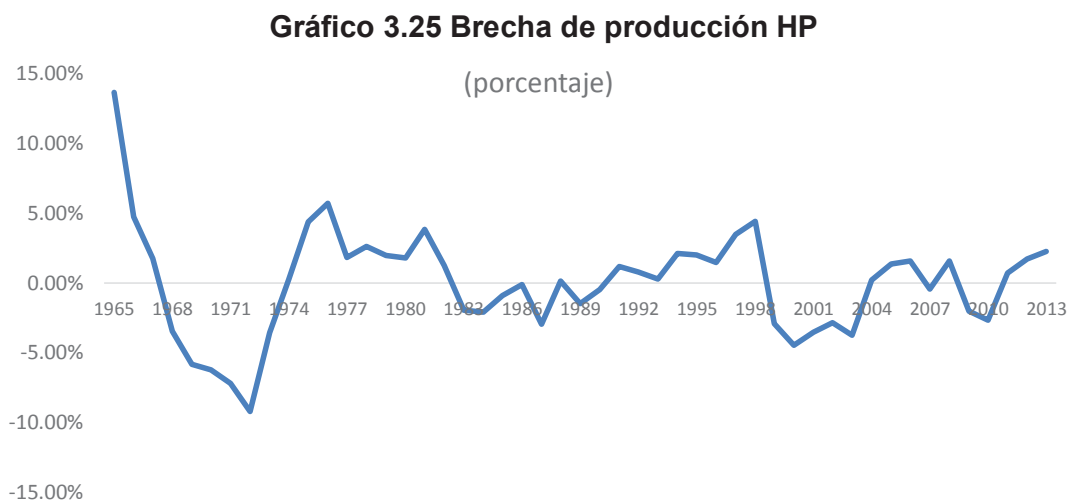
**Gráfico 3.24 PIB observado y PIB potencial HP**



Fuente y elaboración: autora

La brecha de producción estimada con el filtro de Hodrick Prescott es muy parecida, en valores y tendencia, a la obtenida por medio de la función de producción. Este hecho puede deberse a la forma de estimación de la función de producción, pues, ésta es muy dependiente de filtros estadísticos.

Por lo tanto, la brecha de producción estimada mediante el filtro de Hodrick Prescott (HP) representa satisfactoriamente la evolución de la economía ecuatoriana al igual que la brecha estimada mediante la función de producción (ver gráfico 3.25).



Fuente y elaboración: autora

### 3.6 ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 3.6.1 PRINCIPALES HALLAZGOS

Según lo expuesto en las secciones anteriores se obtuvieron los siguientes resultados para la estimación del PIB potencial y la correspondiente brecha de producción.

En el método de función de producción se destacan los siguientes resultados:

- Elasticidad producto - capital 0,673
- Elasticidad producto – trabajo 0,327
- La productividad total de los factores promedio para el período de análisis 1965 - 2013 es: 9,27

Las tasas de crecimiento promedio del producto potencial (crecimiento potencial) son: 4,15% (FP); 4,02% (KU) y 4,22% (HP). En la tabla 3.4 se observan las tasas de crecimiento promedio calculadas por sub periodos según las tres metodologías empleadas.

EL PIB potencial estimado mediante la función de producción y el filtro de Hodrick Prescott proporcionan resultados muy similares, en donde el periodo con una mayor tasa de crecimiento del PIB potencial fue 1965-1980, esto tiene mucho sentido, debido al contexto económico de esos años, caracterizados por el fin del auge bananero en el segundo quinquenio de los años sesenta y el “boom” petrolero de la década de los setenta; además del modelo de sustitución de importaciones que provocó altas variaciones en el stock de capital.

Según el método de la función de producción el crecimiento potencial promedio en el periodo de análisis fue de 4,15%; en el año 2013 se registra un crecimiento potencial de 3,91%. Por otro lado, los métodos de Hodrick Prescott y filtro de Kalman sugieren que para este año el crecimiento potencial fue de 3,94% y 5,12% respectivamente.

**Tabla 3.4 Tasas de variación promedio del PIB potencial**

Año	PIB potencial			PIB observado
	FP	KU	HP	
<b>1965-1969</b>	6.6%	2.9%	7.6%	2.7%
<b>1970-1979</b>	6.5%	7.2%	6.4%	7.3%
<b>1980-1989</b>	3.0%	2.6%	3.0%	2.6%
<b>1990-1999</b>	2.4%	2.4%	2.4%	2.3%
<b>2000-2013</b>	3.9%	4.2%	3.9%	4.3%

Fuente y elaboración: autora

Respecto a las brechas de producción, sus promedios son cercanos a cero, además, todas son estacionarias. Los resultados obtenidos con la brecha de producción estimada con la función de producción (FP) sugieren que en los últimos años la producción observada es superior a la potencial, siendo la brecha 1,27% y 1,82% en los años 2012 y 2013 respectivamente; con el filtro de Hodrick Prescott se estimó que las brechas para esos años fueron 1,71% y 2,25%; y por su parte, el filtro de Kalman indica que la brecha de producción alcanzó 0,38% y -0,22%.

La tabla 3.5 muestra las principales estadísticas para las tres brechas de producción estimadas, además de su condición de estacionariedad.



**Tabla 3.5 Estadísticas de las brechas de producción**

Brecha de producción	Promedio	Mediana	Desviación Estándar	Prueba de raíz unitaria ¿Es estacionaria?
<b>FP</b>	0,0006	0,0049	0,0327	si
<b>KU</b>	0,0000	0,0012	0,0092	si
<b>HP</b>	0,0001	0,0028	0,0374	si

Fuente y elaboración: autora

También se calculan los coeficientes de correlación entre las brechas de producción estimadas (ver tabla 3.6); se comprueba la estrecha relación entre los métodos de función de producción y Hodrick Prescott, pues su coeficiente de correlación es 0,99; anteriormente se expuso la dependencia de filtros estadísticos que se genera en la estimación de la función de producción potencial, razón a la cual se atribuye este coeficiente. Por otro lado, la brecha estimada con el filtro de Kalman presenta una correlación de 0,54 y 0,50 con las brechas estimadas con la función de producción y Hodrick Prescott.

**Tabla 3.6. Correlaciones entre las brechas de producción estimadas**

Matriz de correlaciones	BRECHA_FP	BRECHA_HP	BRECHA_KU
<b>BRECHA_FP</b>	1,00		
<b>BRECHA_HP</b>	0,99	1,00	
<b>BRECHA_KU</b>	0,54	0,50	1,00

Fuente y elaboración: autora

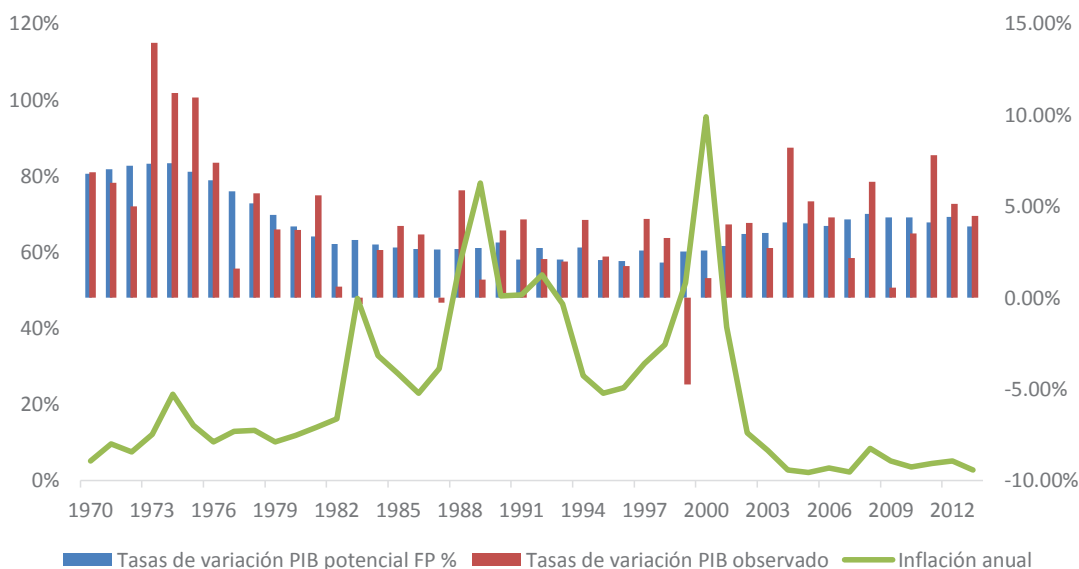
### 3.6.2 BRECHAS DE PRODUCCIÓN E INFLACIÓN

El propósito de contar con una estimación de la brecha de producción, radica en su utilidad como indicador de presiones inflacionarias y su utilización para mejorar modelos de estimación de la inflación, por lo tanto, se analiza la relación entre la brecha de producción y la inflación anual para el periodo 1970 – 2013; pues en este periodo se tiene disponible información para la inflación anual.

Los coeficientes de correlación entre las brechas de producción estimadas y la inflación son: método de función de producción (-0,18); filtro de Hodrick Prescott (-0,11) y filtro de Kalman (-0,13). Estos coeficientes indican una baja (casi nula) correlación entre las variables investigadas, bajo los supuestos, información y estructuras propuestas.

En el gráfico 3.26 se presenta la evolución de las tasas de variación del PIB observado, el PIB potencial (FP) y la inflación; gráficamente no se evidencia una relación clara de estas variables con la inflación.

**Gráfico 3.26 Inflación y tasas de variación del PIB observado y PIB potencial**



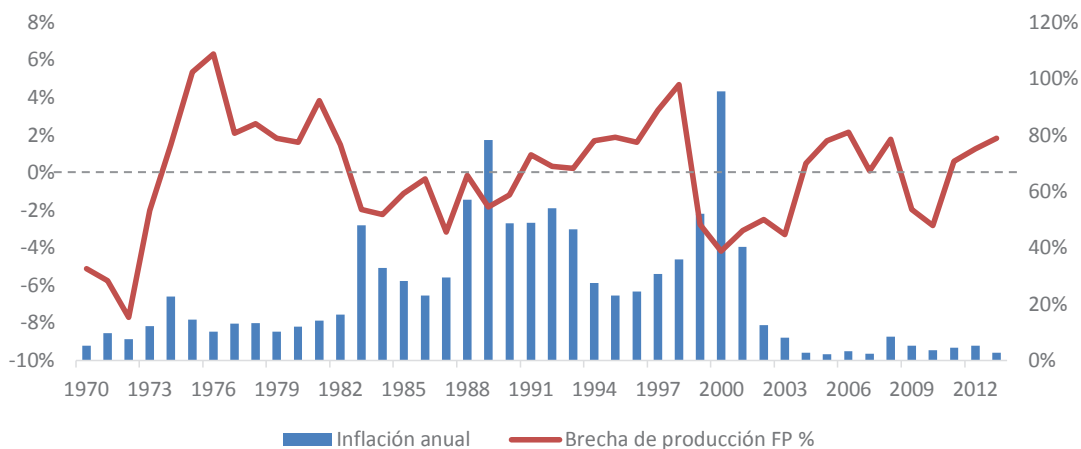
Fuente y elaboración: autora

Respecto a la brecha de producción calculada con la función de producción, no muestra una relación con la inflación, y la baja relación que presenta contradice a la teoría expuesta, pues en períodos en los cuales la brecha es positiva, la inflación no posee una tendencia creciente y viceversa como se observa en el gráfico 3.27.

Es importante notar que los coeficientes de correlación en los tres casos (brecha FP, KU y HP) son negativos, por lo tanto poseen una baja relación que además es inversa, con lo cual se descarta que la brecha de producción estimada en esta

investigación pueda considerarse como indicador de presiones inflacionarias, lo cual de cierto modo se explica por la utilización de filtros en donde no se considera la influencia de precios en los factores de producción.

**Gráfico 3.27 Brecha de producción e inflación**



Fuente y elaboración: autora

Al definir el PIB potencial como el *nivel de producción asociado a la tasa de desempleo que no produce una aceleración inflacionaria o como el nivel de producto compatible con la estabilidad de precios*; esta variable se convierte en un indicador de presiones inflacionarias, sin embargo, esto dependerá de la forma en que se estime, pues como se observa en este caso, las brechas de producción estimadas no presentan una relación con la inflación. No obstante, la inclusión de la brecha de producción en modelos que buscan estimar la inflación, puede representar una mejora en la significancia del mismo.

## 4.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 CONCLUSIONES

Se estimó el crecimiento potencial del Ecuador a través del PIB potencial, por medio de diferentes metodologías (Función de producción, filtro de Hodrick Prescott y filtro de Kalman), para el periodo 1965 – 2013. Los resultados indican que el crecimiento del PIB potencial en el año 2013 fue de 3,91% con el método de función de producción; 3,94% aplicando un filtro de Hodrick Prescott y 5,12% con la utilización de un filtro de Kalman. Además la brecha de producción para el 2013 fue 1,82% (función de producción), 2,25% (filtro de Hodrick Prescott) y -0,22% (filtro de Kalman)

Las estimaciones del PIB potencial y brecha de producción obtenidas mediante la función de producción y filtro de Hodrick Prescott si reflejan las recesiones y expansiones históricas de la economía ecuatoriana. Por ejemplo: fin del auge bananero, incremento de la actividad petrolera, fenómenos naturales, crisis financiera, entre otros. Además, determinan que en los últimos años el PIB observado se ha mantenido sobre el nivel de PIB potencial.

Se han planteado y analizado las ventajas y desventajas de la aplicación de las diferentes metodologías de estimación del PIB potencial, mismas que están basadas en los enfoques: neoclásico y keynesiano y pueden dividirse en métodos estructurales y métodos estadísticos. En la práctica las técnicas y teorías se combinan, por ejemplo en la función de producción una desventaja importante es su dependencia de filtros estadísticos, sin embargo esta es una forma viable de construirla de acuerdo con la información disponible.

Para realizar las estimaciones del PIB potencial se examinaron diferentes fuentes de información que cubran el periodo de análisis propuesto (1965-2013) con la mayor coherencia y comparabilidad posible. Además, se utilizaron

relaciones propuestas por la teoría económica como la función de producción de Cobb – Douglas y herramientas econométricas como filtros estadísticos.

Con el PIB potencial estimado según las diferentes metodologías, se determinaron las brechas de producción correspondientes; en el caso de la brechas obtenidas mediante la metodología de la función de producción y filtro de Hodrick Prescott, éstas si reflejan satisfactoriamente la evolución de la economía de acuerdo con los principales acontecimientos del periodo de análisis. Por otro lado, la brecha estimada con el filtro de Kalman no representa la realidad económica del país.

El propósito de contar con una estimación de la brecha de producción es determinar su capacidad como indicador de presiones inflacionarias, sin embargo, se determinó que no existe una relación entre las brechas de producción estimadas y la inflación para el periodo 1970 – 2013. Es decir, no se evidencia que brechas de producción positivas impliquen incrementos en la inflación.

Si bien, existe un interés en la estimación de esta variable, por parte de bancos centrales, organismos internacionales e investigadores; no hay un consenso definitivo sobre su definición; puesto que está sujeta al enfoque económico; así como también, no se ha establecido la metodología óptima para su estimación, siendo necesario obtenerla por diferentes vías, para así, contrastar los resultados.

Una metodología que provee una estimación satisfactoria del PIB potencial en un país, puede presentar resultados no significativos al aplicarla en otro conjunto de datos.

Colombia es uno de los países de la región, que mantiene actualizada su estimación del PIB potencial, pues mantiene una política de control de inflación y para esto, requiere de la brecha de producción como variable de análisis.

Al 2013 se cuenta con pocos estudios actualizados del PIB potencial en países de la región, una de las razones podría ser el creciente interés e investigaciones relacionadas con temas de desarrollo económico, dejando de lado aquellas con un enfoque neoclásico.

Entre las metodologías utilizadas en esta investigación, se concluye que el filtro de Hodrick Prescott es la metodología más conveniente, por cuanto no depende de información adicional o de la determinación de relaciones estructurales y refleja la evolución de la economía acorde a la realidad. Por otro lado, como se demostró, la función de producción presenta una sensibilidad muy alta ante cambios en las elasticidades del producto trabajo y producto capital; lo cual provoca cambios en los niveles de la brecha de producción, aunque su tendencia se conserve.

## 4.2 RECOMENDACIONES

Futuros estudios podrían profundizar en varios aspectos, con el fin de mejorar las estimaciones del PIB potencial y la brecha del producto. Por ejemplo:

- La conveniencia de utilizar una función de producción del tipo Cobb – Douglas para describir la producción en el Ecuador.
- Descifrar el contenido de la variable productividad total de los factores y proponer un nuevo método de cálculo. O en su defecto, analizar la posibilidad de estimar o aproximar la productividad total de los factores a un valor que considere aspectos como: el progreso tecnológico, la formación y capacitación de la población económicamente activa, entre otros.
- La diferencia entre utilizar elasticidades producto – factores de producción que cambien en el tiempo y elasticidades que permanecen constantes a lo largo del periodo.
- El parámetro de suavizamiento lambda adecuado para series de tiempo ecuatorianas en el filtro de Hodrick Prescott.

Es recomendable y necesario investigar y probar otros métodos de estimación, así como también, evaluar la capacidad de estas brechas de producción para predecir la inflación, antes de tomar decisiones basadas en este indicador.

Se debe tener cuidado al momento de interpretar la brecha de producción, pues aunque el comportamiento de las brechas estimadas sea el mismo, su nivel puede cambiar completamente la interpretación, ya que, no es lo mismo tener brechas positivas que brechas negativas aunque su comportamiento sea idéntico; pues en teoría, una brecha de producción positiva (PIB observado mayor que el PIB potencial) indica presiones inflacionarias, siendo necesarias políticas económicas de ajuste; mientras que, una brecha negativa indica que se deben establecer otro tipo de políticas para estimular la economía. Esto principalmente debido al análisis de sensibilidad realizado para la brecha de producción estimada mediante la función de producción, en el cual se observa

un cambio en el nivel de la brecha ante cambios en las elasticidades producto – factores de producción, aunque su tendencia es la misma.

Es deseable que los organismos e instituciones encargadas faciliten investigaciones económicas mediante la continuidad de los procesos eficientes de fortalecimiento y actualización de la información disponible.

La estimación mediante el filtro de Kalman depende de la especificación que se haga de las ecuaciones de estado y observación; en el presente caso se han establecido ecuaciones que guarden coherencia con la teoría y también apoyándose en la estimación del PIB potencial estimado con la función de producción, sin embargo, los resultados obtenidos no fueron los deseados, de forma que, es recomendable indagar diferentes especificaciones.

Evidenciar la existencia de una relación entre las variables brecha de producción e inflación, mediante la utilización de esta última en la construcción del factor de producción trabajo en su nivel potencial empleando la NAIRU para estimar la función de producción potencial.



## 5. BIBLIOGRAFÍA

**Abril, Juan Carlos.** (2004). *Modelos para el Análisis de las Series de Tiempo*. Ediciones Cooperativas, Buenos Aires.

**Acevedo, Ernesto.** (2008). *PIB potencial y productividad total de los factores*.  
[http://www.economiamexicana.cide.edu/num\\_anteriores/XVIII2/02\\_ErnestoAcevedoFernandez\\_\(175-219\).pdf](http://www.economiamexicana.cide.edu/num_anteriores/XVIII2/02_ErnestoAcevedoFernandez_(175-219).pdf)

**Allen, RGD.** (1974). *Teoría Macroeconómica tratamiento matemático*. Aguilar ediciones. Madrid.

**Amico, Fabián, Alejandro Fiorito y Guillermo Hang.** (2011) *Producto potencial y demanda en el largo plazo: hechos estilizados y reflexiones sobre el caso argentino reciente*. Centro de economía y finanzas para el desarrollo de la Argentina CEFIDAR.

**Aravena, Claudio.** (2010). *Estimación del crecimiento potencial de América Latina*. CEPAL.

**Astorga, Alfredo y Angélica Valle.** (2003). *Estimación del PIB potencial para el caso del Ecuador*. Cuestiones Económicas Vol. 19, 2003: 5-48.

**Azofeifa, Ana; Alexander Hoffmaister; Jorge Madrigal, Mario Rojas, Mariano Segura, Edwin Tenorio.** (2000). *Inflación y brechas en la producción*. Banco Central de Costa Rica.  
[http://www.bccr.fi.cr/investigacioneseconomicas/politicamonetariaeinflacion/Inflacion\\_Brecha\\_Produccion.pdf](http://www.bccr.fi.cr/investigacioneseconomicas/politicamonetariaeinflacion/Inflacion_Brecha_Produccion.pdf)

**Azofeifa, Ana; Villanueva.** (1996). *Estimación de una función de producción: caso de Costa Rica*. Banco Central de Costa Rica.  
[http://www.bccr.fi.cr/investigacioneseconomicas/crecimientoeconomico/Estimacion\\_funcion\\_produccion\\_caso\\_costa\\_rica.pdf](http://www.bccr.fi.cr/investigacioneseconomicas/crecimientoeconomico/Estimacion_funcion_produccion_caso_costa_rica.pdf)

- Banco de España.** (2011). *Tendencias del Producto Potencial*. Boletín mensual del Banco Central Europeo. Enero 2011.
- Bellod, José Francisco.** (2011). *La función de producción Cobb – Douglas y la economía española*. Revista de Economía Crítica, nº12, segundo semestre 2011, Revista de Economía Crítica, nº12, segundo semestre 2011, ISSN 2013-5254
- Birch Sorensen P y P. Whitta - Jacobsen.** (2008). *Introducción a la Macroeconomía Avanzada*. McGraw Hill. Madrid.
- Campos, Juan Sebastián.** (2006) *Estimación de la brecha entre el PIB potencial y el observado a través de modelos VAR estructural para Colombia*, Archivos de Economía N° 300, Departamento Nacional de Planeación.  
[https://www.dnp.gov.co/Portals/0/archivos/documentos/DEE/Archivos\\_Economia/300.pdf](https://www.dnp.gov.co/Portals/0/archivos/documentos/DEE/Archivos_Economia/300.pdf)
- Capa, Holger.** (2008). *Estandarización y enlace de las series de indicadores de coyuntura del mercado laboral ecuatoriano*.  
<http://libresoft.myvnc.com/ecifras/pdfs/17-empleoEmpalme.pdf>
- Corbo, Vittorio; Rodrigo Vergara.** (1992). *Los determinantes del crecimiento económico*. Cuadernos de Economía, Vol. 29, N° 87, pp. 165-170. Universidad Católica de Chile.  
<http://www.economia.puc.cl/laje?docid=1720>
- Córdova, Gabriela.** (2005) *Estimación del Stock de Capital para la economía ecuatoriana en dolarización*. FLACSO Ecuador. 2005.
- Cuadrado Roura, Juan.** (2001) *Política Económica: Objetivos e Instrumentos*. Madrid, McGraw-Hill.
- Del Rio Ana.** (1999) *Agregación temporal y filtro de Hodrick Prescott*. Centro de Estudios Monetarios y Financieros – CEMFI. España

**Dornbusch, Rudinger, Stanley Fisher y Richard Startz.** (2004). *Macroeconomía*. McGraw Hill.

**Elosegui, Pedro, Lorena Garegnani, Luis Lanteri, Francisco Lepone y Juan Sotes Paladino.** (2006). *Estimaciones alternativas de la brecha del producto para la economía argentina*. Banco Central de la República de Argentina (BCRA). Revista Ensayos económicos.  
<http://www.bcra.gov.ar/pdfs/investigaciones/BrechaProducto.pdf>

**Escaith, Hubert,** (2003). *Tendencias y extrapolación del crecimiento en América Latina y el Caribe*. CEPAL.  
<http://www.eclac.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/2/14452/P14452.xml&xsl=/deype/tpl/p9f.xsl&base=/washington/tpl/top-bottom.xslt>

**Esquivel, Manfred y Mario Rojas.** (2007) *Estimación del producto potencial para Costa Rica: período 1991-2006*. Banco Central de Costa Rica.  
<http://www.cemla.org/red/papers2007/IC-PIB-CR.PDF>

**Esquivel, Manfred; Mario Rojas.** (2007a). *Estimación de una función de producción para Costa Rica con datos trimestrales 1991 a 2006*.  
[http://www.bccr.fi.cr/investigacioneseconomicas/crecimientoeconomico/Estimacion\\_Funcion\\_Produccion\\_Costa\\_Rica,\\_1991-2006.pdf](http://www.bccr.fi.cr/investigacioneseconomicas/crecimientoeconomico/Estimacion_Funcion_Produccion_Costa_Rica,_1991-2006.pdf)

**Fernández, Andrés, José Parejo y Luis Rodríguez.** (2006). *Política Económica*. Madrid. McGRAW HILL.

**Fondo de Población de las Naciones Unidas – FNUAP, Consejo Nacional de Desarrollo – CONADE.** (1988). *Caracterización de la fuerza de trabajo ecuatoriana y su evolución 1962-1988*, Quito, 126p.

**Fuentes, Rodrigo, Fabián Gredig y Mauricio Larraín.** (2008) *La brecha de producto en Chile*. Revista Economía chilena, Vol. 11. Pg. 7-30.  
<http://www.bcentral.cl/estudios/revista-economia/2008/ago/v11n2ago2008pp7-30.pdf>

- Gachet, Iván; Diego Maldonado, José Ramírez, Nicolás Oliva.** (2013). Hechos estilizados de la economía ecuatoriana: el ciclo económico 1965-2008. Revista Fiscalidad. Centro de Estudios Fiscales. Servicios de Rentas Internas.
- Granger C.W.J. y P. Newbold.** (1974). *Spurious Regressions in Econometrics*. Journal of Econometrics 2, pp 111-120, North – Holland Publishing Company.
- Grunwald, Joseph.** (1959). *Inversión, relación capital – producto y crecimiento económico*. Economía, Revista de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Chile. N°65. [http://memoria.econ.uchile.cl/site/portapad\\_upload/7e8bd1818d2eefd9d0aa25c6a8526fcd.pdf](http://memoria.econ.uchile.cl/site/portapad_upload/7e8bd1818d2eefd9d0aa25c6a8526fcd.pdf)
- Guisán, Carmen.** (2002). *Causalidad y cointegración en modelos econométricos*, Working Papers Series Economic Development N° 61. University of Santiago de Compostela. [http://www.usc.es/economet/aeede61.pdf?origin=publication\\_detail](http://www.usc.es/economet/aeede61.pdf?origin=publication_detail)
- Heathfield, David.** (1974). *Funciones de producción*. Londres y Basingstoke. Macmillan Pres.
- Henríquez, Claudia.** (2008). *Stock de capital en Chile (1985-2005): Metodología y resultados*. Banco Central de Chile. <http://www.bcentral.cl/estudios/estudios-economicos-estadisticos/pdf/see63.pdf>
- Hernández de Cos, Fernando; Mario Izquierdo y Alberto Urtasun.** (2011). *Una estimación del crecimiento potencial de la economía española. Documentos ocasionales N°1104. Banco de España*. <http://www.bde.es/f/webbde/SES/Secciones/Publicaciones/PublicacionesSeriadas/DocumentosOcasiones/11/Fich/do1104.pdf>

- J.E. Meade.** (1976). *Una teoría neoclásica de crecimiento económico*. Fondo de cultura económica. Madrid. 1976.
- Jiménez, Félix.** (2011). *Producto Potencial, fuentes del crecimiento y productividad en la economía peruana (1950-2008)*. El Trimestre Económico, vol. LXXVIII (4), núm. 312, octubre-diciembre, pp. 913-940
- Kouzmine, Valentine.** (2000). Exportaciones no tradicionales latinoamericanas. Un enfoque no tradicional. CEPAL.
- Laguna Reyes, Christian.** (2007). *Dinámica inflacionaria y brecha de la producción. La curva de Phillips en México*. Revista Análisis económico N° 50 Vol. XXII <http://www.analisiseconomico.com.mx/pdf/5007.pdf>
- Larraín, Felipe y Jeffrey Sachs.** (2002). *Macroeconomía en la economía global*. Pearson Education. Buenos Aires.
- Marconi, Salvador y Jaime Salcedo.** (1995). *La acumulación de capital fijo en el Ecuador 1965-1993*. Nota Técnica N° 15. Banco Central del Ecuador BCE.
- Marconi, Salvador y Pablo Samaniego.** (1995). *Una aproximación al cálculo del producto potencial para el Ecuador*. Nota técnica N° 10. Banco Central del Ecuador.
- Martner, Ricardo.** (1999). *El papel de los estabilizadores automáticos en la política fiscal en América Latina*. CEPAL.
- Mauro, Lucia.** (2010). *Estimación de la brecha de producto Argentina (1980 - 2007)*. Universidad de Buenos Aires.
- Melo, Luis y Álvaro Riascos.** (1997). *El producto potencial utilizando el filtro de Hodrick – Prescott con parámetro de suavización variable y ajustado por la inflación: Una aplicación para Colombia*. Banco de la República.

**Miller, Shirley.** (2003). *Métodos alternativos para la estimación del PBI potencial: Una Aplicación para el caso de Perú*. Banco Central de Reserva del Perú.

<http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Documentos-de-Trabajo/2003/Documento-Trabajo-03-2003.pdf>

**Millones, Óscar y Jorge Bazán** (2008). *El tratamiento de variables en Economía: una revisión y un marco conceptual*. Documento de trabajo 264. Pontificia Universidad Católica del Perú.

<http://departamento.pucp.edu.pe/economia/images/documentos/DDD264.pdf>

**Misas, Martha; Enrique López.** (1998). *El producto potencial en Colombia: Una estimación bajo VAR estructural*. Borradores semanales de economía N° 94. Banco de la República.

<http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/pdfs/borra094.pdf>

**Mochón, Francisco.** (2005). *Introducción a la macroeconomía*. Madrid. McGRAW HILL.

**Montero, R** (2013). *Variables no estacionarias y cointegración*. Documentos de Trabajo en Economía Aplicada. Universidad de Granada. España.

<http://www.ugr.es/~montero/matematicas/cointegracion.pdf>

**Muñoz, Evelyn; Mario Rojas.** (2005). *Mediciones de la brecha del producto y estimaciones de la curva de Phillips para la economía costarricense*. Nota Técnica. Banco Central de Costa Rica.

[http://www.bccr.fi.cr/investigacioneseconomicas/politicamonetariaeinflacion/Mediciones\\_brecha\\_producto\\_estimaciones\\_curva\\_Phillips\\_economia\\_costarricense.pdf](http://www.bccr.fi.cr/investigacioneseconomicas/politicamonetariaeinflacion/Mediciones_brecha_producto_estimaciones_curva_Phillips_economia_costarricense.pdf)

**Muñoz, Jorge Iván; Juan Perilla y José Reyes.** (2004). *Cálculo del PIB potencial en Colombia: 1970-2003*. Archivos de Economía. Dirección de Estudios Económicos.

[https://www.dnp.gov.co/Portals/0/archivos/documentos/DEE/Archivos\\_Economia/261.pdf](https://www.dnp.gov.co/Portals/0/archivos/documentos/DEE/Archivos_Economia/261.pdf)

**Naranjo, Marco.** (2005). *Dolarización Oficial y Regímenes Monetarios del Ecuador*. Colegio de Economistas de Pichincha.

**Naranjo, Marco.** (2006). *Auge petrolero y enfermedad holandesa en el Ecuador*. Petróleo y desarrollo sostenible en el Ecuador. Las ganancias y pérdidas. FLACSO.

**Orellana, Mercy.** (2011). *Hechos estilizados del ciclo económico de Ecuador: 1990-2009*. Universitas 15. Julio/Diciembre. Pp. 53-84.

**Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD,** (2001). Measuring Capital, OECD Manual, Measurement of Capital Stocks, Consumption of Fixed Capital and Capital Services.

**Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OECD,** (2009). Medición del capital manual OCDE.

**Pérez, César.** (2008). *Econometría avanzada, técnicas y herramientas*. PEARSON EDUCATION. Madrid.

**Pérez, Josué.** (2003) *Stock de Capital de la Economía chilena y su distribución sectorial*. Documento de trabajo N° 233. Banco Central de Chile. <http://www.bcentral.cl/eng/studies/working-papers/pdf/dtbc233.pdf>

**Posso, R.** (2004). *Los años setenta: Auge petrolero y endeudamiento externo*. Banco Central del Ecuador (Ed.), Los años setenta: Auge petrolero y Endeudamiento Externo. Banco Central del Ecuador BCE.

**Rodríguez, Jorge; Juan Perilla y José Reyes.** (2004). *Cálculo del PIB potencial en Colombia: 1970-2003*. Archivos de economía N° 261. Dirección de Estudios Económicos.

[https://www.dnp.gov.co/Portals/0/archivos/documentos/DEE/Archivos\\_Economia/261.pdf](https://www.dnp.gov.co/Portals/0/archivos/documentos/DEE/Archivos_Economia/261.pdf)

**Sala-i-Martin, X.** (2000). *Apuntes de Crecimiento Económico*, Segunda edición. Antoni Bosch Editor. Barcelona.

**Samuelson, Paul y William Nordhaus.** (2002). *Economía*. Madrid. McGRAW HILL.

**Segura, Carlos y José Vásquez.** (2011). *Estimación del parámetro de suavizamiento del filtro de Hodrick Prescott para Costa Rica*. Banco Central de Costa Rica.

[http://www.bccr.fi.cr/investigacioneseconomicas/metodoscuantitativos/Estimacion\\_del\\_parametro\\_de\\_suavizamiento\\_del\\_filtro\\_de\\_Hodrick\\_y\\_Prescott\\_para\\_CR.pdf](http://www.bccr.fi.cr/investigacioneseconomicas/metodoscuantitativos/Estimacion_del_parametro_de_suavizamiento_del_filtro_de_Hodrick_y_Prescott_para_CR.pdf)

**Solera, Álvaro.** (2013). *El filtro de Kalman*. Nota Técnica. Banco Central de Costa Rica.

[http://www.bccr.fi.cr/investigacioneseconomicas/metodoscuantitativos/Filtro\\_de\\_Kalman.pdf](http://www.bccr.fi.cr/investigacioneseconomicas/metodoscuantitativos/Filtro_de_Kalman.pdf)

**Stiglitz Joseph y Carl Walsh.** (2004). *Macroeconomía*. Barcelona – España: Editorial Ariel.

**Tapia, Heriberto.** (2003). *Balance estructural del Gobierno central de Chile: análisis y propuestas*. CEPAL.

**Torres, Carlos** (2003). *Dinámica inflacionaria y la nueva curva de Phillips neokeynesiana en Costa Rica*. Banco Central de Costa Rica.

<http://www.bccr.fi.cr/ndie/DIE-09-2003-DI-R-DINAMICA%20INFLACIONARIA%20Y%20CURVA%20DE%20PHILLIPS.pdf>

**Torres, José Luis** (2007a). *Estimación de la brecha de producto en Colombia*, Borradores de Economía N° 462, Banco de la República de Colombia.



<http://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra462.pdf>

**Torres, José.** (2007b) *¿Por qué es importante estimar la brecha del producto si el producto potencial es inobservable?* CEMLA.

<http://www.cemla.org/PDF/ic/2008-ic/IC-01.pdf>

**Vega, Marco** (2010). *¿Qué es la brecha de producto?* Revista Moneda N° 145. Banco Central de la Reserva del Perú

**Weil, David.** (2006). *Crecimiento Económico.* ADDISON-WESLEY

**Wooldridge, Jeffrey.** (2010). *Introducción a la econometría, un enfoque moderno.* Editorial Cengage Learning.

## **6. ANEXOS**

**Anexo 1 Cuadro resumen de las estimaciones del PIB potencial para Ecuador y experiencias internacionales.**

Países	Autores	Metodología	Variables utilizadas	Resultados y limitaciones
<b>Ecuador</b>	Salvador Marconi, Pablo Samaniego (1995)	- Método de picos	PIB anual valores constantes a precios de 1975. Período 1965-1994	Los resultados indicaron que la economía ha estado permanentemente en situación de pleno empleo. Este método no está sustentado por una formulación teórica, puede presentar inconsistencias.
		- Harrod - Domar	Cuentas nacionales anuales a precios de 1975 (PIB, FBKF, Stock final bruto de capital, RICAP- Relación incremental capital producto promedio de 5 años). Período 1965-1994	En promedio, para el período analizado, la economía ha desperdiciado el 1.2% de su capacidad de producción. No considera el factor trabajo para la estimación, no existe información suficiente para el período de análisis.
		- Método heterodoxo	Utiliza la relación producto / capital. Se emplea el PIB, Stock final bruto de capital Stock final neto de capital. Período 1965-1994.	Sus resultados no estaban acorde con la realidad de la economía ecuatoriana. El método no considera los cambios en la productividad media del capital y la trayectoria del progreso técnico incorporado.
<b>Ecuador</b>	Alfredo Astorga, Angélica Valle (2002)	- Método de picos	PIB en dólares del 2000. Período 1950-2002. Datos anuales	Carece de justificación económica
		- Filtro de Hodrick Prescott	PIB en dólares del 2000. Período 1950-2002. Datos anuales	Los resultados con parámetros de suavizamiento seleccionados (100 y 10) no fueron muy diferentes. No tiene una justificación económica, el parámetro de suavizamiento debe seleccionarse apropiadamente. Al final de la muestra, el método tiende a subestimar el efecto de los ciclos.

Países	Autores	Metodología	Variables utilizadas	Resultados y limitaciones
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelos de componentes no observables</li> </ul>	<p>PIB (dólares del 2000), inflación. Período 1950-2002. Datos anuales</p>	<p>Los autores utilizan descomposición de Beveridge-Nelson, univariado de componentes no observables, y bivariado de componentes comunes y no observables, los dos últimos estimados con un filtro de Kalman. Las estimaciones con el filtro de Kalman son similares aunque sus resultados, al igual que los obtenidos con la descomposición de Beveridge-Nelson presentan algunas inconsistencias, pues no evidencian hechos que intuitivamente afectan a la economía.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- VAR estructural</li> </ul>	<p>PIB, demanda de dinero (dólares del 2000) e inflación. Período 1950-2002. Datos anuales</p>	<p>Los resultados muestran una brecha crecientemente negativa desde 1983, sin embargo, se destaca una recuperación a partir del año 2000; para el año 2002 la brecha de producción se estimó en 21,9%.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relación producto/capital</li> </ul>	<p>PIB, stock de capital final estimado por los autores (dólares del 2000). Período 1970-2002. Datos anuales</p>	<p>Los autores debieron estimar el stock de capital con información disponible desde 1970. Los resultados obtenidos con este método reflejaron que el producto potencial se encontró siempre sobre el PIB observado, por lo cual la brecha de producto fue negativa para el período de análisis 1970-2002.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Método de Berg</li> </ul>	<p>PIB, inversión. Período 1950-2002. Datos anuales</p>	<p>La brecha de producción al año 2002 se calculó en 12,6%</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Función de la Producción</li> </ul>	<p>PIB, PEA, FBKF, stock de capital estimado por los autores (dólares del 2000) y la PTF estimada como un residuo suavizado. Período 1988-2002. Datos anuales</p>	<p>El período de análisis de este método se restringió a 1988-2002 por limitaciones de información de la PEA. Los resultados presentan una brecha negativa para el período 1988-2001, en el año 2002 hay una recuperación que se refleja en una brecha positiva de 1,4%. Este método depende de la aplicación de Hodrick Prescott y de la confiabilidad y precisión de los datos de la PEA y stock de capital.</p>

Países	Autores	Metodología	Variables utilizadas	Resultados y limitaciones
<b>Colombia</b>	Rodríguez, Perilla y Reyes (2004)	- Método empleo - producto	PIB, número de ocupados. Período 1970-2003. Datos trimestrales.	Los resultados alcanzados por este método resultan un poco contra-intuitivos para algunos periodos. Para el período 1995 I-2000 IV la tasa de crecimiento es nula.
		- Método capital - producto	PIB, acervo de capital, inversión de capital fija neta de depreciación, utilización de la capacidad instalada-UCI. Período 1970-2003. Datos trimestrales	Los resultados muestran que el PIB potencial alcanzó en la década de los noventa un crecimiento promedio del 3.4%. Para los años últimos años del estudio (2000-2003) se observa un estancamiento en el crecimiento del PIB potencial, incluso, en promedio cae -0.3%.
		- Función de producción Cobb Douglas	PIB, acervo de capital, utilización de la capacidad instalada-UCI, serie de empleo, importaciones de bienes intermedios-BMI. Período 1970 - 2003	Los datos muestran que existe evidencia estadística de que la economía colombiana presenta rendimientos constantes a escala. El capital participa con un 51% en la producción mientras el empleo lo hace en un 49%. En un primer escenario se supone una tasa de desempleo natural para la economía colombiana de 11%, otro escenario asume presencia de fenómenos de histéresis en la tasa de desempleo.
		- Función de producción CES	PIB, acervo de capital, utilización de la capacidad instalada-UCI, serie de empleo, importaciones de bienes intermedios-BMI. Período 1970 - 2003. Datos anuales	Los resultados de las estimaciones de las dos funciones de producción coinciden en afirmar que hay evidencia de rendimientos constantes a escala en la economía colombiana. Así mismo, ambas especificaciones encuentran que el PIB todavía se encuentra por debajo de su potencial pero que cada vez se acerca más hacia este nivel de largo plazo.

Países	Autores	Metodología	Variables utilizadas	Resultados y limitaciones
<b>Colombia</b>		- Función de producción	PIB, stock de capital estimado por los autores, utilización de la capacidad instalada -UCI, población en edad de trabajar PET, tasa global de participación -TGP, desempleo, la productividad total de los factores - A, se estima como un residuo de Solow. Mientras que los niveles potenciales, o no inflacionarios, emplean NAIRU, NAICU, TGP* y A* Datos trimestrales	El autor indica que todas las mediciones de la brecha de producción están bastante correlacionadas, sin embargo los niveles de las series presentan importantes diferencias. Para verificar la validez de las diferentes mediciones, evalúa cuál de las metodologías hace una mejor identificación de los choques de oferta y de los de demanda, para esto emplea una curva de Phillips. Considerando que todas las metodologías indicadas en este trabajo son las que utiliza el Banco Central de Colombia para estimar la brecha de producto, el autor concluye que todas estas metodologías presentan mejoras frente a la alternativa de no usar ningún indicador de presiones de demanda o frente a suponer que el crecimiento potencial es constante, por lo cual, las estimaciones de la brecha ayudan a la toma de decisiones de política monetaria en la medida en que mejoran el pronóstico de inflación
		- VAR estructural	Inflación, crecimiento del PIB, cambio en la tasa de desempleo, cambio en la tasa de utilización de la capacidad instalada	
		- Filtro de Kalman	Tasa de interés nominal de los CDT a 90 días, inflación, tasa de crecimiento de los países del G7, variación en los términos e intercambio	
	Torres (2007)	- Filtro de Kalman Bayesiano	Inflación, desempleo, tasa de interés, tasa de cambio real, utilización de la capacidad instalada.	
		- Componentes principales	Demanda, utilización de la capacidad instalada UCI (ANDI), balance comercial, UCI (Fedesarrollo), horas extras en la industria, capacidad instalada versus demanda esperada, demanda externa neta real, % empresas con capacidad instalada mayor al promedio, licencias aprobadas de construcción, ventas del comercio.	
		- Hodrick Prescott	PIB	

Países	Autores	Metodología	Variables utilizadas	Resultados y limitaciones
<b>Costa Rica</b>	Esquivel y Rojas (2007)	- Función de producción	PIB real, acervo de capital, número de ocupados por horas promedio semanales. La PTF se estima de forma residual. Se toma la elasticidad producto de los factores obtenida en un trabajo anterior de los autores. Datos trimestrales. Período 1991 I - 2006 IV	Los resultados indican que en el periodo de análisis el producto potencial ha crecido a una tasa promedio de 4,43%. De las brechas estimadas con métodos estructurales, esta es la que tiene mejor capacidad de pronóstico de la inflación.
		- VAR estructural	PIB. Tipo de cambio real, índice de precios al consumidor .Datos trimestrales. 1991 I - 2006 IV	La brecha estimada por este método no difiere mayormente de la estimada con la función de producción.
		- Hodrick Prescott	PIB. Datos trimestrales 1991 I - 2006 IV	Se utilizan diferentes parámetros de suavizamiento, incluso divide en dos partes la serie para aplicar parámetros diferentes. También se realiza un filtro Hodrick Prescott modificado, en donde se determina que el parámetro para series trimestrales en Costa Rica es igual a 1311. Estas estimaciones no presentan grandes diferencias con la brecha de producción estimada mediante la función de producción y mediante el filtro de band pass. La brecha estimada con este método es la que mejor pronóstico la inflación.
		- Filtro band pass	PIB. Datos trimestrales. 1991 I - 2006 IV	Presenta una ventaja sobre el filtro de Hodrick Prescott, pues no se debe decidir un parámetro de suavizamiento
		- Filtro de Kalman univariado	PIB. Datos trimestrales. 1991 I - 2006 IV	Se inicializan los valores para el filtro de Kalman usando la estimación de la función de producción. Los resultados muestran que la brecha estimada tiene ciclos de menor magnitud en comparación con la brecha estimada con la función de producción.

Países	Autores	Metodología	Variables utilizadas	Resultados y limitaciones
		- Método de picos	PIB. Datos trimestrales. 1991 I - 2006 IV	La brecha estimada presenta un comportamiento más volátil en comparación con la brecha estimada con la función de producción.
		- Tendencia lineal	PIB. Datos trimestrales. 1991 I - 2006 IV	Los resultados indican que la amplitud de los ciclos de la brecha es superior a la estimada con la función de producción.
		- Análisis factorial	No se especifican.	La brecha estimada con este método resume el comportamiento común de las demás brechas estimadas. De forma general las brechas estimadas en este trabajo presentan evolución similar pero con distinta magnitud.
<b>Costa Rica</b>	Muñoz y Rojas (2005)	- Función de producción	PIB, acervo de capital instalado, horas anuales trabajadas. Datos trimestrales	Respecto al método de la función de producción los autores identifican dos problemas: el primero es la endogeneidad de los regresores (factores de producción), pues se determinan simultáneamente; el segundo problema está relacionado con la ausencia de una medida de utilización del capital instalado, con lo cual el factor capital estaría determinado por la totalidad del capital instalado, provocando un problema de correlación entre el término de error y los regresores. Los autores excluyen del análisis la producción de la industria electrónica de alta tecnología (INTEL). El filtro de Baxter King es el que proporciona una mejor estimación de la brecha de producción pues tiene mayor capacidad de pronóstico de la inflación.
		- Tendencia lineal	PIB. Datos trimestrales. Período 1994 II - 2005 I	
		- Método de picos	PIB. Datos trimestrales. Período 1994 II - 2005 I	
		- Hodrick Prescott	PIB. Datos trimestrales. Período 1994 II - 2005 I	
		- Filtro de Baxter King	PIB. Datos trimestrales. Período 1994 II - 2005 I	
		- Filtro de Kalman	PIB. Datos trimestrales. Período 1994 II - 2005 I	



Países	Autores	Metodología	Variables utilizadas	Resultados y limitaciones
Chile	Fuentes, Gredíg y Larraín (2008)	- Función de Producción	PIB, stock de capital, índice de utilización del stock, tasa de desempleo, NAIRU. Datos trimestrales. Período 1986 I -2007 IV.	La función de producción estimada por estos autores se deriva de la función Cobb – Douglas y expresa la brecha de producto como la brecha entre las tasas de utilización de trabajo y capital. La elasticidad capital – producto se estima como el promedio entre la participación del capital en el ingreso nacional y la tasa de participación del capital en el ingreso de los países en desarrollo.
		- Filtro de Kalman	PIB, inflación, tasa real de política monetaria, tasa de desempleo, desviación porcentual de la inflación en el precio del petróleo, del tipo de cambio real, desviación del tipo de cambio real. Datos trimestrales. Período 1986 I -2007 IV.	En este trabajo se emplean modelos de filtros que son estimados mediante el algoritmo de Kalman, el primero corresponde a un filtro de Hodrick Prescott univariado, el segundo es un filtro multivariado que incluye una curva de Phillips, el tercero y cuarto incluye además de la curva de Phillips a una curva IS y la Ley de Okun respectivamente.
		- VAR Estructural	PIB, tasa de desempleo. Datos trimestrales. Período 1986 I -2007 IV.	Todas las estimaciones realizadas en esta investigación presentan coherencia con la evolución de la economía chilena, sin embargo tienen diferentes niveles; los autores realizan una evaluación de las brechas estimadas, en donde se determina que el método de la función de producción se desempeña bien en términos de precisión en tiempo real, y la brecha estimada mediante el cuarto modelo con el algoritmo de Kalman (Curva de Phillips mas Ley de Okun) es el que tiene una mejor capacidad predictiva del nivel de inflación. Los resultados indican que la tasa de crecimiento potencial promedio sobre la muestra entera varió entre 5.2% y 5.8%.

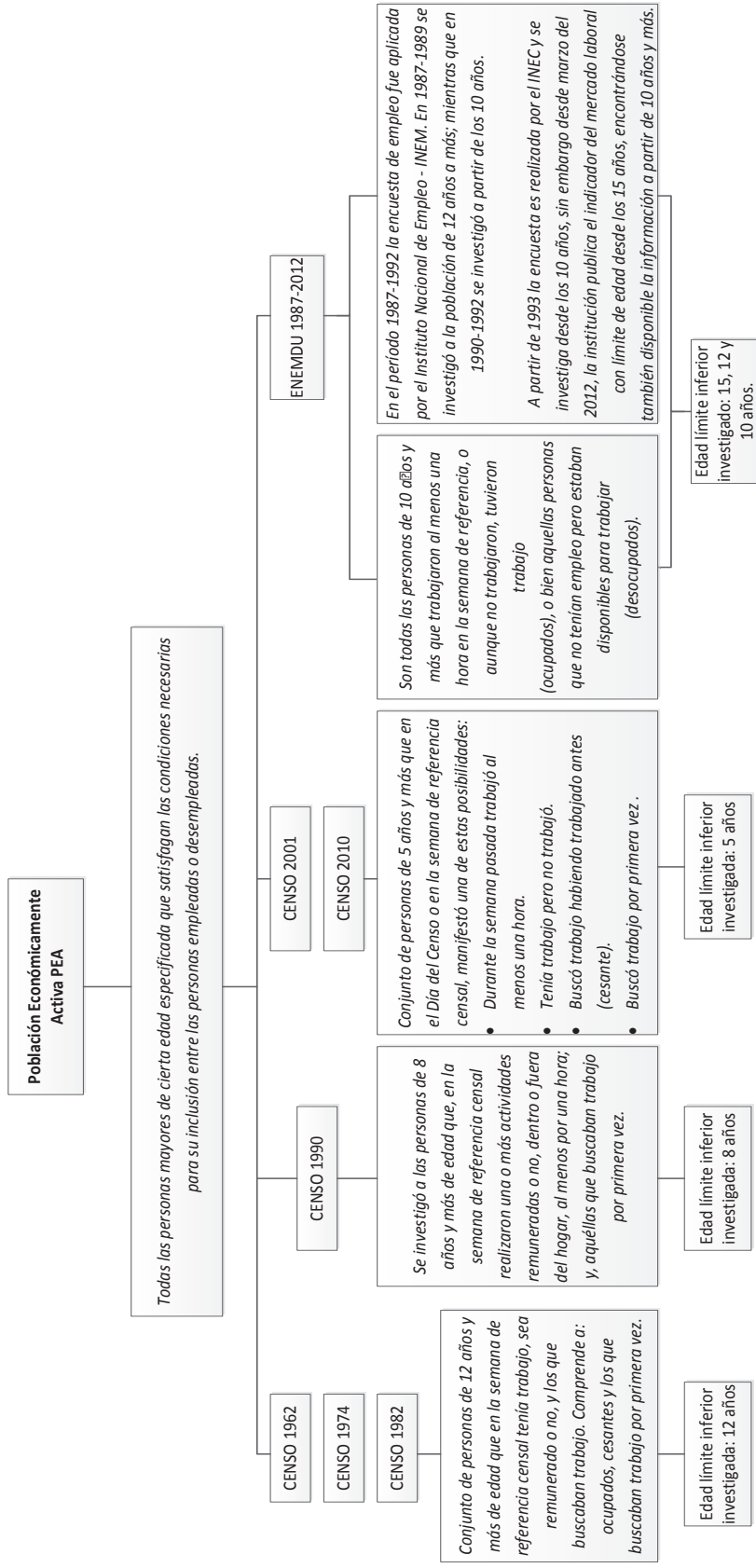
Países	Autores	Metodología	Variables utilizadas	Resultados y limitaciones
<b>Perú</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hodrick Prescott</li> </ul>	<p>PIB. Datos anuales. Periodo 1950-2001</p>	<p>Se utilizan diferentes parámetros de suavizamiento, uno de los parámetros es 7, lo cual implica un ciclo económico de 10 años que más asociado a las características de la economía peruana.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Método de tendencia segmentada</li> </ul>	<p>PIB. Datos anuales. Periodo 1950-2001</p>	<p>Los resultados indican que la tasa de crecimiento del producto potencial fue de 4,2% para el periodo 1993-2000.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Método de suavización no paramétrico</li> </ul>	<p>PIB. Datos anuales. Periodo 1950-2001</p>	<p>Este método estima un producto potencial muy similar al observado, por lo cual se tienen brechas cercanas a cero.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Filtro de Baxter y King</li> </ul>	<p>PIB. Datos anuales. Periodo 1950-2001</p>	<p>Sus resultados son muy similares a los obtenidos con el filtro de Hodrick Prescott</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Descomposición de Beveridge Nelson</li> </ul>	<p>PIB. Datos anuales. Periodo 1950-2001</p>	<p>El mejor modelo ARIMA de la diferencia del producto peruano para el periodo 1950-2001 resultó ser un ARMA(0,1)</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Función de Producción</li> </ul>	<p>PIB, stock de capital (estimado por la autora), PEA, la participación del trabajo en la producción es estimada a través del promedio de las participaciones según las Cuentas Nacionales. Datos anuales. Periodo 1950-2001</p>	<p>Se estima que la participación del factor trabajo en el producto es de 0,49.</p>

Países	Autores	Metodología	Variables utilizadas	Resultados y limitaciones
		- VAR estructural	PIB, IPC, PEA, inversión bruta fija. Datos anuales. Período 1950-2001	La autora trabaja con dos modelos diferentes para estimar el producto potencial peruano mediante SVAR; el primero consideró sólo dos variables: el producto y el Índice de Precios al Consumidor. El segundo modelo utilizó el producto, la PEA total y la inversión bruta fija, siendo el último el que guarda mayor relación con la evolución de la economía peruana y las demás estimaciones, además la estimación del SVAR con dos variables explica el mayor porcentaje de la varianza de la inflación. Concluyen que la incertidumbre sobre la brecha de producción está relacionada con su magnitud y no con el estado (brecha positiva o negativa).
<b>España</b>	Hernández de Cos (2011)	- Función de producción	PIB, población, tasa de actividad, tasa de paro, horas trabajadas por ocupado, NAIRU, stock de capital estimado por el autor. Período 2000-2007.	Se usa una función del tipo Cobb Douglas. La elasticidad del producto al factor trabajo se calcula con información de las Cuentas Nacionales del país y se asumen rendimientos constantes a escala. Los resultados indican que el crecimiento del producto potencial de la economía española se situó en alrededor del 3 % en el período 2000-2007

Fuente: cada uno de los documentos indicados en el cuadro

Elaboración: Autora

## Anexo 2 Definiciones de población económicamente activa



Fuente: Documentos metodológicos de los censos 1962, 1974, 1982, 1990, 2001 y 2010 y metodología ENEMDU  
Elaboración: Autora

**Anexo 3 Series utilizadas en la función de producción**

<b>Año</b>	<b>PIB Miles de dólares de 2007 (Y)</b>	<b>PEA Miles de personas 12 años y más (L)</b>	<b>Stock de Capital Miles de dólares de 2007 (K)</b>	<b>LN (Y)</b>	<b>LN(L)</b>	<b>LN(K)</b>
1965	10.315.274	1.552	33.754.755	16,15	7,35	17,33
1966	10.280.251	1.591	35.164.589	16,15	7,37	17,38
1967	10.755.309	1.630	37.030.185	16,19	7,40	17,43
1968	10.960.675	1.670	39.015.076	16,21	7,42	17,48
1969	11.472.455	1.711	41.019.989	16,26	7,45	17,53
1970	12.260.834	1.754	42.925.142	16,32	7,47	17,57
1971	13.032.360	1.797	45.685.235	16,38	7,49	17,64
1972	13.686.277	1.841	48.110.716	16,43	7,52	17,69
1973	15.595.606	1.887	50.459.461	16,56	7,54	17,74
1974	17.343.641	1.941	52.933.064	16,67	7,57	17,78
1975	19.246.612	1.987	56.371.599	16,77	7,59	17,85
1976	20.670.320	2.034	59.925.697	16,84	7,62	17,91
1977	21.002.046	2.082	63.915.687	16,86	7,64	17,97
1978	22.200.596	2.131	68.239.312	16,92	7,66	18,04
1979	23.029.577	2.182	72.275.575	16,95	7,69	18,10
1980	23.883.671	2.234	76.402.630	16,99	7,71	18,15
1981	25.224.229	2.287	80.100.786	17,04	7,73	18,20
1982	25.379.319	2.346	83.488.188	17,05	7,76	18,24
1983	25.293.824	2.449	85.461.361	17,05	7,80	18,26
1984	25.957.856	2.556	87.339.327	17,07	7,85	18,29

Año	PIB Miles de dólares de 2007 (Y)	PEA Miles de personas 12 años y más (L)	Stock de Capital Miles de dólares de 2007 (K)	LN (Y)	LN(L)	LN(K)
1985	26.979.298	2.667	89.579.714	17,11	7,89	18,31
1986	27.914.072	2.784	91.925.275	17,14	7,93	18,34
1987	27.841.747	2.905	94.156.521	17,14	7,97	18,36
1988	29.481.756	3.032	95.950.107	17,20	8,02	18,38
1989	29.778.277	3.165	97.485.448	17,21	8,06	18,40
1990	30.874.092	3.328	98.687.118	17,25	8,11	18,41
1991	32.199.005	3.422	100.235.259	17,29	8,14	18,42
1992	32.879.792	3.520	101.788.792	17,31	8,17	18,44
1993	33.528.582	3.620	103.285.349	17,33	8,19	18,45
1994	34.956.313	3.724	105.067.461	17,37	8,22	18,47
1995	35.743.721	3.830	106.698.749	17,39	8,25	18,49
1996	36.362.712	3.939	108.063.694	17,41	8,28	18,50
1997	37.936.441	4.051	109.852.544	17,45	8,31	18,51
1998	39.175.646	4.167	111.859.391	17,48	8,33	18,53
1999	37.318.961	4.286	112.020.239	17,44	8,36	18,53
2000	37.726.410	4.408	112.821.798	17,45	8,39	18,54
2001	39.241.363	4.554	114.772.966	17,49	8,42	18,56
2002	40.848.994	4.700	117.909.750	17,53	8,46	18,59
2003	41.961.262	4.851	120.936.400	17,55	8,49	18,61
2004	45.406.710	5.007	124.267.168	17,63	8,52	18,64
2005	47.809.319	5.168	128.391.575	17,68	8,55	18,67

<b>Año</b>	<b>PIB Miles de dólares de 2007 (Y)</b>	<b>PEA Miles de personas 12 años y más (L)</b>	<b>Stock de Capital Miles de dólares de 2007 (K)</b>	<b>LN (Y)</b>	<b>LN(L)</b>	<b>LN(K)</b>
2006	49.914.615	5.334	132.814.793	17,73	8,58	18,70
2007	51.007.777	5.505	137.418.649	17,75	8,61	18,74
2008	54.250.408	5.682	143.507.133	17,81	8,65	18,78
2009	54.557.732	5.865	148.878.134	17,81	8,68	18,82
2010	56.481.055	6.081	155.213.716	17,85	8,71	18,86
2011	60.882.626	6.276	163.365.942	17,92	8,74	18,91
2012	64.009.534	6.478	172.816.160	17,97	8,78	18,97
2013	66.879.415	6.686	182.944.859	18,02	8,81	19,02

#### Anexo 4 Análisis de estacionariedad

Se inicia por estimar la ecuación (regresión 1):

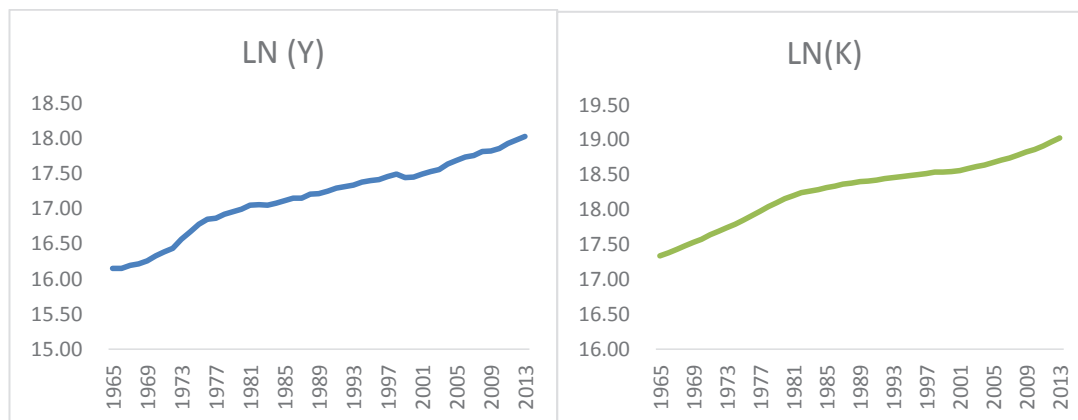
$$\ln(Y) = \ln(A) + \alpha \ln(L) + \beta \ln(K)$$

Y se obtienen los siguientes resultados:

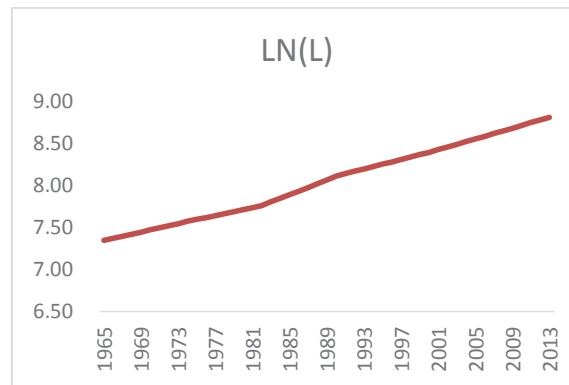
Dependent Variable: LN_Y_ Method: Least Squares Date: 06/01/14 Time: 12:49 Sample: 1965 2013 Included observations: 49 LN_Y_ = C(1)+C(2)*LN_L_+C(3)*LN_K_				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-1.770901	0.586522	-3.019327	0.0041
C(2)	0.228795	0.054397	4.205990	0.0001
C(3)	0.934800	0.054322	17.20865	0.0000
R-squared	0.991859	Mean dependent var		17.15441
Adjusted R-squared	0.991505	S.D. dependent var		0.522682
S.E. of regression	0.048175	Akaike info criterion		-3.168682
Sum squared resid	0.106758	Schwarz criterion		-3.052856
Log likelihood	80.63270	Hannan-Quinn criter.		-3.124737
F-statistic	2802.151	Durbin-Watson stat		0.317024
Prob(F-statistic)	0.000000			

Se observa un problema de autocorrelación, sin embargo todos los coeficientes estimados son significativos y el coeficiente de determinación el 0.99, lo cual sugiere claramente una relación espuria.

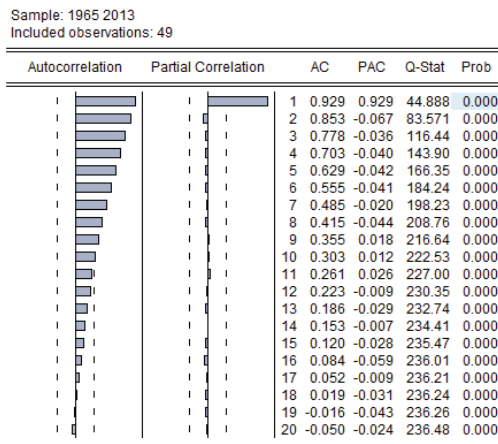
Se analiza la estacionariedad de las series, en primera instancia se evalúan sus gráficos, en donde, se ve la presencia de una tendencia determinística



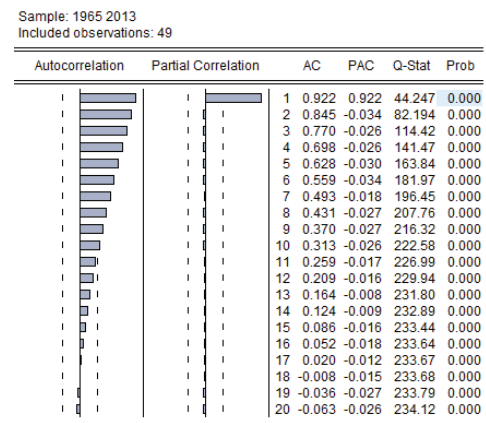




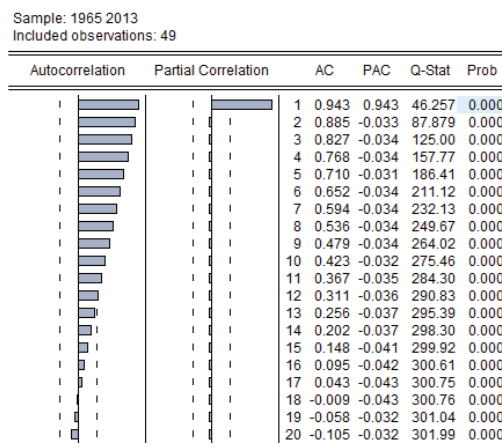
Correlograma de LN (Y)



Correlograma de LN (K)



Correlograma de LN (L)



Se aplica el test de Dickey – Fuller aumentado y se obtienen los siguientes resultados:

Variables	Test ADF	Valores críticos DF	Observación
LN (Y)	-2,472802	1% -4,170583 5% -3,510740 10% -3,185512	Se acepta la hipótesis, la serie no es estacionaria
LN (K)	-2.763.249	1% -4,170583 5% -3,510740 10% -3,185512	Se acepta la hipótesis, la serie no es estacionaria
LN (L)	-3.086.623	1% -4,170583 5% -3,510740 10% -3,185512	Se acepta la hipótesis, la serie no es estacionaria

### Test de Dickey – Fuller aumentado para LN (Y)

Null Hypothesis: LN_Y_ has a unit root				
Exogenous: Constant, Linear Trend				
Lag Length: 2 (Fixed)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-2.472802	0.3395
Test critical values:				
	1% level		-4.170583	
	5% level		-3.510740	
	10% level		-3.185512	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(LN_Y_)				
Method: Least Squares				
Sample (adjusted): 1968 2013				
Included observations: 46 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LN_Y_(-1)	-0.101025	0.040854	-2.472802	0.0176
D(LN_Y_(-1))	0.284528	0.145036	1.961782	0.0566
D(LN_Y_(-2))	0.175150	0.142853	1.226081	0.2272
C	1.674869	0.664875	2.519074	0.0158
@TREND(1965)	0.003229	0.001465	2.204136	0.0332
R-squared	0.286553	Mean dependent var		0.039728
Adjusted R-squared	0.216949	S.D. dependent var		0.030660
S.E. of regression	0.027131	Akaike info criterion		-4.273931
Sum squared resid	0.030181	Schwarz criterion		-4.075165
Log likelihood	103.3004	Hannan-Quinn criter.		-4.199472
F-statistic	4.116879	Durbin-Watson stat		2.059843
Prob(F-statistic)	0.006779			

### Test de Dickey – Fuller aumentado para LN (K)

Null Hypothesis: LN_K_ has a unit root					
Exogenous: Constant, Linear Trend					
Lag Length: 2 (Fixed)					
			t-Statistic	Prob.*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-2.763249	0.2177	
Test critical values:					
	1% level		-4.170583		
	5% level		-3.510740		
	10% level		-3.185512		
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.					
Augmented Dickey-Fuller Test Equation					
Dependent Variable: D(LN_K_)					
Method: Least Squares					
Sample (adjusted): 1968 2013					
Included observations: 46 after adjustments					
	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
	LN_K_(-1)	-0.028182	0.010199	-2.763249	0.0085
	D(LN_K_(-1))	0.814680	0.149374	5.453949	0.0000
	D(LN_K_(-2))	0.122855	0.153940	0.798068	0.4294
	C	0.494858	0.179486	2.757084	0.0087
	@TREND(1965)	0.000910	0.000309	2.948090	0.0053
	R-squared	0.887080	Mean dependent var		0.034727
	Adjusted R-squared	0.876063	S.D. dependent var		0.018187
	S.E. of regression	0.006403	Akaike info criterion		-7.161926
	Sum squared resid	0.001681	Schwarz criterion		-6.963161
	Log likelihood	169.7243	Hannan-Quinn criter.		-7.087468
	F-statistic	80.52209	Durbin-Watson stat		2.041859
	Prob(F-statistic)	0.000000			

### Test de Dickey – Fuller aumentado para LN (L)

Null Hypothesis: LN_L_ has a unit root				
Exogenous: Constant, Linear Trend				
Lag Length: 2 (Fixed)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-3.086623	0.1215
Test critical values:			1% level	-4.170583
			5% level	-3.510740
			10% level	-3.185512
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(LN_L_)				
Method: Least Squares				
Sample (adjusted): 1968 2013				
Included observations: 46 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LN_L_(-1)	-0.075389	0.024424	-3.086623	0.0036
D(LN_L_(-1))	0.599199	0.144612	4.143486	0.0002
D(LN_L_(-2))	0.186559	0.145361	1.283426	0.2065
C	0.552872	0.177076	3.122225	0.0033
@TREND(1965)	0.002409	0.000775	3.108975	0.0034
R-squared	0.691154	Mean dependent var		0.030684
Adjusted R-squared	0.661022	S.D. dependent var		0.006905
S.E. of regression	0.004020	Akaike info criterion		-8.092677
Sum squared resid	0.000663	Schwarz criterion		-7.893911
Log likelihood	191.1316	Hannan-Quinn criter.		-8.018218
F-statistic	22.93803	Durbin-Watson stat		2.046186
Prob(F-statistic)	0.000000			

## Anexo 5 Análisis de cointegración

Dada la no estacionariedad de las variables se debe analizar su cointegración, para lo cual el primer paso es analizar su orden de integración. Se tiene lo siguiente:

Variabes	Estadístico ADF	Valores críticos ADF	Estadístico Durbin Watson	Numero de retardos	Intercepto	Tendencia	Orden de integración
<b>En niveles</b>							
LN (Y)	-2,47	5% -3,510740	2,06	2	si	si	I(1)
LN (K)	-2,76	5% -3,510740	2,04	2	si	si	I(2)
LN (L)	-3,09	5% -3,510740	2,04	2	si	si	I(2)
<b>Primeras diferencias</b>							
DLN (Y)	-4,69	5% -2,925169	2,04	1	si	no	I(0)
DLN (K)	-0,28	5% -3,513075	2,01	2	si	si	I(1)
DLN (L)	-2,43	5% -3,508508	2,11	1	si	si	I(1)
<b>Segundas diferencias</b>							
d(DLN (K))	-6,96	5% -3,510740	2,04	1	si	si	I(0)
d(DLN (L))	-8,03	5% -1,94814	2,01	1	no	no	I(0)

Puesto que, para analizar la cointegración entre series éstas deben tener el mismo orden de integración<sup>62</sup> no es posible aplicar los test de cointegración correspondientes para aplicar el modelo de corrección de errores<sup>63</sup>.

<sup>62</sup> En un modelo multivariante no se precisa que cada una de las variables explicativas sea del mismo orden de integración que el regresando, basta con que exista una combinación entre las variables explicativas, que sea integrada del mismo orden que yt y cointegre con esta variable (Guisán, 2002:6)

<sup>63</sup> Se realizó como ejercicio la estimación por medio del modelo de corrección de errores, sin embargo los resultados no fueron significativos ni consistentes.

### Anexo 6 PIB potencial, función de producción

AÑO	Y (Miles de dólares de 2007)	PTF	PEA (Miles de personas)	K* (Miles de dólares de 2007)	Y*FP (Miles de dólares de 2007)	Brecha de producción FP (%)
1965	10.315.274	7,515022	1552	32.162.574	9.371.703	10,07%
1966	10.280.251	7,609466	1591	34.373.945	10.003.335	2,77%
1967	10.755.309	7,709983	1630	36.601.238	10.657.650	0,92%
1968	10.960.675	7,822678	1670	38.868.281	11.349.993	-3,43%
1969	11.472.455	7,954144	1711	41.203.191	12.099.055	-5,18%
1970	12.260.834	8,108452	1754	43.635.555	12.921.927	-5,12%
1971	13.032.360	8,285939	1797	46.193.126	13.830.761	-5,77%
1972	13.686.277	8,483533	1841	48.896.554	14.831.050	-7,72%
1973	15.595.606	8,693408	1887	51.761.409	15.918.207	-2,03%
1974	17.343.641	8,900736	1941	54.795.403	17.090.622	1,48%
1975	19.246.612	9,089001	1987	57.993.229	18.270.687	5,34%
1976	20.670.320	9,243892	2034	61.330.957	19.443.651	6,31%
1977	21.002.046	9,357227	2082	64.768.439	20.574.909	2,08%
1978	22.200.596	9,428245	2131	68.251.477	21.640.143	2,59%
1979	23.029.577	9,459571	2182	71.717.342	22.620.751	1,81%
1980	23.883.671	9,456847	2234	75.103.187	23.506.806	1,60%
1981	25.224.229	9,427312	2287	78.351.744	24.296.320	3,82%
1982	25.379.319	9,378811	2346	81.418.742	25.013.034	1,46%
1983	25.293.824	9,321271	2449	84.277.400	25.801.937	-1,97%
1984	25.957.856	9,264251	2556	86.921.630	26.551.524	-2,24%
1985	26.979.298	9,214350	2667	89.357.185	27.283.081	-1,11%

AÑO	Y (Miles de dólares de 2007)	PTF	PEA (Miles de personas)	K* (Miles de dólares de 2007)	Y*FP (Miles de dólares de 2007)	Brecha de producción FP (%)
1986	27.914.072	9,175685	2784	91.593.994	28.013.416	-0,35%
1987	27.841.747	9,151154	2905	93.644.213	28.757.171	-3,18%
1988	29.481.756	9,143132	3032	95.523.308	29.528.726	-0,16%
1989	29.778.277	9,150779	3165	97.251.870	30.333.465	-1,83%
1990	30.874.092	9,172896	3328	98.854.759	31.251.766	-1,21%
1991	32.199.005	9,206493	3422	100.000.000	31.902.334	0,93%
1992	32.879.792	9,247599	3520	102.000.000	32.774.694	0,32%
1993	33.528.582	9,292885	3620	103.000.000	33.458.403	0,21%
1994	34.956.313	9,339391	3724	105.000.000	34.378.556	1,68%
1995	35.743.721	9,384130	3830	106.000.000	35.085.451	1,88%
1996	36.362.712	9,425587	3939	107.000.000	35.791.456	1,60%
1997	37.936.441	9,463582	4051	109.000.000	36.722.545	3,31%
1998	39.175.646	9,498767	4167	110.000.000	37.428.909	4,67%
1999	37.318.961	9,534454	4286	112.000.000	38.379.182	-2,76%
2000	37.726.410	9,577255	4408	114.000.000	39.373.829	-4,18%
2001	39.241.363	9,631221	4554	116.000.000	40.490.037	-3,08%
2002	40.848.994	9,697062	4700	119.000.000	41.904.539	-2,52%
2003	41.961.262	9,773152	4851	122.000.000	43.393.406	-3,30%
2004	45.406.710	9,855986	5007	126.000.000	45.186.589	0,49%
2005	47.809.319	9,939155	5168	130.000.000	47.020.214	1,68%
2006	49.914.615	10,017494	5334	134.000.000	48.870.082	2,14%
2007	51.007.777	10,088176	5505	139.000.000	50.967.718	0,08%

<b>AÑO</b>	<b>Y (Miles de dólares de 2007)</b>	<b>PTF</b>	<b>PEA (Miles de personas)</b>	<b>K* (Miles de dólares de 2007)</b>	<b>Y*FP (Miles de dólares de 2007)</b>	<b>Brecha de producción FP (%)</b>
2008	54.250.408	10,151089	5682	145.000.000	53.313.607	1,76%
2009	54.557.732	10,206992	5865	151.000.000	55.662.819	-1,99%
2010	56.481.055	10,259181	6081	157.000.000	58.117.401	-2,82%
2011	60.882.626	10,309956	6276	163.000.000	60.520.604	0,60%
2012	64.009.534	10,359490	6478	170.000.000	63.207.099	1,27%
2013	66.879.415	10,408429	6686	176.000.000	65.681.302	1,82%



### Anexo 7 Filtro de Kalman en Eviews

- El correlograma de la tasa de crecimiento del PIB potencial, estimada con la función de producción se utiliza para determinar la estructura de una de las ecuaciones de estado, como un AR (1). A continuación se presenta el gráfico de la función de Autocorrelación y Autocorrelación Parcial.

Sample: 1966 2013

Included observations: 48

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.950	0.950	46.040	0.000
		2	0.904	0.024	88.677	0.000
		3	0.836	-0.254	125.92	0.000
		4	0.749	-0.261	156.50	0.000
		5	0.659	-0.066	180.76	0.000
		6	0.547	-0.235	197.84	0.000
		7	0.438	-0.034	209.08	0.000
		8	0.325	-0.047	215.41	0.000
		9	0.210	-0.057	218.12	0.000
		10	0.111	0.088	218.90	0.000
		11	0.015	0.026	218.91	0.000
		12	-0.066	0.032	219.20	0.000
		13	-0.135	0.004	220.46	0.000
		14	-0.195	-0.020	223.15	0.000
		15	-0.242	-0.053	227.41	0.000
		16	-0.285	-0.106	233.51	0.000
		17	-0.319	-0.091	241.41	0.000
		18	-0.346	-0.053	250.98	0.000
		19	-0.372	-0.093	262.40	0.000
		20	-0.387	-0.003	275.23	0.000

- La programación empleada para aplicar el filtro de Kalman a la serie del PIB potencial en logaritmos en el programa Eviews:

```
@ename e1
@ename e2
@evar var(e1) = exp(c(1))
```

```
@evar var(e2) = exp(c(2))
@evar cov (e1,e2) = 0
```

```
ln_y_ =sv2+e2
@state sv1=sv1(-1)+e1
@state sv2=sv2(-1)+sv1(-1)
```

Sspace: SS03					
Method: Maximum likelihood (Marquardt)					
Sample: 1965 2013					
Included observations: 49					
Convergence achieved after 1 iteration					
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.	
C(1)	-8.112659	0.430699	-18.83601	0.0000	
C(2)	-8.726380	0.430818	-20.25537	0.0000	
	Final State	Root MSE	z-Statistic	Prob.	
SV1	0.049895	0.027005	1.847593	0.0647	
SV2	18.07053	0.027368	660.2705	0.0000	
Log likelihood	81.98815	Akaike info criterion	3.264822	-	
Parameters	2	Schwarz criterion	3.187605	-	
Diffuse priors	2	Hannan-Quinn criter.	3.235526	-	

Se ensayaron varias formas de definir las ecuaciones de estado y observación, seleccionando finalmente la expuesta en la sección correspondiente.

## Anexo 8 Glosario de términos

A continuación se exponen algunos de los principales conceptos a tener presentes durante este trabajo de investigación.

**Brecha de producción (%):** Relación entre el PIB observado y el PIB potencial expresado en % se calcula de la siguiente forma: *Brecha de producción* =  $\frac{PIB\ observado}{PIB\ potencial} - 1$

**Brecha de producción (dólares):** diferencia entre el PIB efectivo y su valor potencial, mide el grado de utilización de los factores de producción en la economía.

**Brecha de producción negativa:** PIB observado menor que el PIB potencial, la inflación tiende a disminuir.

**Brecha de producción positiva:** PIB observado mayor que el PIB potencial, existen presencias inflacionarias por cuanto los mercados de bienes y factores se encuentran altamente demandados.

**Crecimiento económico:** El crecimiento económico se entiende, de forma generalizada, como un proceso en el que los niveles de actividad económica aumentan constantemente proporcionando un mayor bienestar para los ciudadanos.

**Crecimiento potencial:** El crecimiento potencial de la economía se verá reflejado en la tasa de crecimiento del PIB potencial, proporciona un indicio del desempeño relativo de una economía en un momento del tiempo y también puede ser utilizado por las autoridades económicas para realizar evaluaciones de política a lo largo de distintos periodos.

**Filtro de Hodrick Prescott:** método que permite descomponer la serie observada en dos componentes, uno tendencial y otro cíclico.

**Filtro de Kalman:** es un algoritmo de pronóstico – corrección que permite estimar modelos expresados en la forma estado – espacio.

**Función de producción de Cobb Douglas:** La función de producción de Cobb Douglas se estructura a partir de una función de producción neoclásica, y se originó por la necesidad de conocer la forma en que las economías reales transformaban el capital y el trabajo en PIB.

**Modelo estado – espacio:** es una notación conveniente para abordar el manejo de un amplio rango de modelos de series de tiempo, están formados por ecuaciones de estado y ecuaciones de observación.

**PIB potencial, enfoque keynesiano:** Nivel de producción asociado a la tasa de desempleo que no produce una aceleración inflacionaria.

**PIB potencial, enfoque neoclásico:** Nivel de producción de tendencia, el PIB potencial se obtiene mediante la descomposición del PIB efectivo en ciclo y tendencia.

**PIB potencial, enfoque síntesis Neoclásica-Keynesiana:** Máximo producto que una economía puede alcanzar sin generar presiones inflacionarias, es decir, el mayor nivel de producto posible compatible con la estabilidad de precios.

**Productividad Total de los Factores:** es aquella parte del crecimiento que no puede ser explicada por aumentos en la cantidad de los factores de la producción utilizados en el proceso de producción, sino que es producto de un incremento en la eficiencia con la que se utilizan o combinan dichos factores.