

**UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y  
CIENCIAS ECONÓMICAS**



**CHOQUES DE INVERSIÓN EN LOS CICLOS REALES,  
UNA PRIMERA APROXIMACION AL CASO PERUANO  
MEDIANTE UN MODELO RBC(*Real Business Cycle*)**

TESIS PARA OPTAR EL  
TÍTULO PROFESIONAL DE ECONOMISTA  
PRESENTADO POR  
BACH. MARCO ANTONIO PASCUAL CHAVEZ HUIZA

LIMA - PERÚ

2016

*Dedicatoria*  
*A mi madre, porque todo lo que soy*  
*y seré se debe exclusivamente a ella.*

## *Agradecimientos*

*A dios, por estar siempre a mi lado.*

*A mi familia, en especial a mis Abuelos por creer siempre en mí , a mis tíos y hermano por su amor, y a Nicanor por su apoyo.*

*A mis profesores y amigos, por su dedicación y confianza.*

*A Lucy , por ser siempre mi compañera.*

## INDICE

<b>Presentación</b> .....	<b>1</b>
<b>Capítulo I : Fundamentos Teóricos de la Investigación</b> .....	<b>3</b>
1.1.- Antecedentes de la investigación .....	3
1.2.- Marco Teórico .....	5
1.3.- Marco Conceptual .....	44
<b>Capítulo II : Problema, Finalidad, Objetivos, Justificación, Hipótesis y Variables</b> .....	<b>49</b>
2.1.- Planteamiento del Problema .....	49
2.2.- Finalidad de la Investigación .....	54
2.3.- Objetivo de la Investigación .....	54
2.4.- Justificación .....	55
2.5.- Hipótesis y Variables .....	57
<b>Capítulo III : Método, Técnica e Instrumentos</b> .....	<b>62</b>
3.1.- Técnica e Instrumentos de Recolección de datos .....	62
<b>Capítulo IV : Presentación y Análisis de Resultado</b> .....	<b>63</b>
4.1.- Presentación de Resultados .....	63
4.2.- Contrastación de Hipótesis .....	65
4.3.- Discusión de Resultados .....	70
<b>Capítulo V : Conclusiones y Recomendaciones</b> .....	<b>79</b>
5.1.- Conclusiones .....	79
5.2.- Recomendaciones .....	79
<b>Bibliografía</b> .....	<b>81</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>84</b>

## PRESENTACIÓN

Durante los últimos 30 años, el estudio de los ciclos económicos reales ha sido un tema muy importante en las investigaciones macroeconómicas y haciendo eco de esta tendencia, se pretende, a través de la presente investigación, contribuir al respecto.

El principal objetivo de la investigación es analizar si choques de inversión permiten explicar la volatilidad que se observa en los ciclos económicos reales de las principales variables macroeconómicas de la economía peruana en el periodo comprendido entre 1994 y 2015 (PBI, consumo privado e inversión privada). Esto es así, ya que en los últimos 20 años, se ha observado que la inversión, principalmente la inversión privada, ha contribuido en gran medida al crecimiento económico, produciendo fluctuaciones por encima y por de debajo de la tendencia de largo plazo de las principales variables macroeconómicas; generando así los ciclos económicos reales.

Por otro lado, se contrastará la hipótesis general: Los ciclos económicos reales de las principales variables macroeconómicas (PBI, consumo privado e inversión privada) en el periodo comprendido entre 1994 y 2015 son generados por choques de inversión privada, y las hipótesis específicas: La elasticidad de oferta de trabajo está relacionado con la amplitud del ciclo económico del PBI y La aversión al riesgo de los agentes está relacionada con la amplitud del ciclo económico de la inversión privada.

Para el análisis cualitativo y cuantitativo se plantea un modelo teórico de la línea RBC (real business cycle o ciclo económico real) propuesto por **Greenwood, Hercowitz y Huffman (1998)**. Estos modelos se basan fundamentalmente en supuestos neoclásicos, además, son dinámicos, estocásticos y contienen una estructura de equilibrio general Walrasiano, en un ambiente de equilibrio competitivo.

El principal aporte de la investigación es el análisis de las principales variables macroeconómicas desde el punto de vista de un modelo teórico, contrastando los resultados con la evidencia empírica.

Consideramos, que la importancia del presente estudio, radica en el hecho, de que no existe evidencia empírica conocida para la economía peruana, que utilice la formulación de un modelo RBC con choques de inversión como principal mecanismo de impulso en la generación de los ciclos económicos reales.

## Capítulo I : Fundamentos Teóricos de la Investigación

### 1.1.- Antecedentes de Investigación

El principal objetivo de la Macroeconomía es proveer una explicación coherente de los movimientos del producto, del empleo y los precios en el corto y largo plazo. Es por esta razón que en los últimos 30 años se han realizado diversas investigaciones que han enriquecido la teoría del ciclo económico<sup>1</sup>.

**Robert Hodrick y Edward Prescott (1980)**, en su famoso artículo *“Postwar U.S business cycle: an empirical investigation”*, realizaron un estudio empírico de los ciclos Económicos para Estados Unidos post II guerra mundial, en ella propusieron una metodología para separar el ciclo y la tendencia de las series de tiempo de las variables macroeconómicas, a esta metodología la denominaron “Filtro HP”. En su análisis encontraron regularidades empíricas (volatilidad, co-movimiento y persistencia) de diversas variables macroeconómicas.

Con la publicación de Hodrick y Prescott se daban los primeros pasos en el estudio empírico de los ciclos económicos reales, y que ayudaría a establecer una línea teórica muy importante en el campo de la macroeconomía. Así, **Finn Kydland y Edward Prescott (1982)**, publicaron su artículo *“Time to build and aggregate fluctuations”*, en ella se hacía

---

<sup>1</sup>Son las regularidades que se observan en las propiedades estadísticas de las series de tiempo económicas.

uso de la teoría del crecimiento económico, modificándola para estudiar los ciclos económicos, además, hacían uso de los modelos RBC (*Real business cycle o modelos de ciclos económicos reales*). Los autores llegaron a la conclusión de que los choques a la productividad eran los que explicaban las fluctuaciones observadas de los ciclos reales. Es con esta investigación con la que se da inicio a la teoría de los modelos de Ciclos económicos reales.

**Jeremy Greenwood, Zvi Hercowitz y Gregory Huffman (1988)** publicaron "*Investment, capacity utilization, and the real business cycle*". En ella plantean un modelo RBC, bajo la visión keynesiana, de que las fluctuaciones de la inversión son importantes para explicar los ciclos económicos. A comparación de las investigaciones anteriores, introducen un choque de inversión como principal determinante para explicar las fluctuaciones de los ciclos reales. Es así, que en base al trabajo de Greenwood, Hercowitz y Huffman, se plantea el presente trabajo de investigación, teniendo en consideración algunas modificaciones que robustecen el modelo.

Por otro lado, **Paul A. Johnson (1997)**, utilizando técnicas econométricas, formuló un modelo VAR (*vectores auto-regresivos*), donde el principal objetivo de la investigación fue demostrar si existía causalidad entre la tasa de crecimiento de la inversión y la tasa de crecimiento del PBI para la economía norteamericana. En ello se concluyó, que sí existía



evidencia suficiente para afirmar que shocks permanentes de inversión producen fuertes respuestas en el corto y largo plazo del crecimiento del PBI.

**Sheikh Touhidul Haque (2012)**, formuló un modelo econométrico de *corrección de errores (ECM)*, donde el principal objetivo de la investigación fue comprender el impacto de la inversión privada y la inversión pública en el crecimiento económico de Bangladesh. Con esta investigación, el autor, buscó apuntar y fortalecer las medidas de política económica que ayudaran en gran medida al crecimiento económico. Los resultados del estudio llegaron a la conclusión de que existía una relación de corto y largo plazo entre la inversión pública y privada y el crecimiento económicos en Bangladesh. Esto implicó, que el impacto de la inversión privada y pública afecta positivamente al crecimiento del PBI, pero se confirmó, que la inversión privada es más eficaz en el largo plazo que la inversión pública.

## **1.2.- Marco Teórico**

En los Modelos RBC básicos, se asume que el uso que se hace del capital disponible en la economía es total, es decir, todo el capital presente se usa en el proceso productivo de bienes y servicios. Sin embargo, en la realidad nos encontramos con situaciones en la cual el uso del capital disponible es inferior, por lo que parte de dicho capital disponible no

se usa eficientemente en el proceso productivo de bienes y servicios. El grado de intensidad del uso de capital disponible varía en el tiempo, en épocas de auge, el capital se usa intensivamente en la producción de bienes y servicios, caso contrario, en épocas de recesión, el uso del capital disponible disminuye, es así que la intensidad del uso del capital está estrechamente relacionado con el ciclo económico.

Según la visión keynesiana, las variaciones en la eficiencia marginal de la inversión, a través de la utilización intensiva del capital, son de gran importancia a la hora de explicar las variaciones que se observan en los ciclos económicos. Así, un aumento del capital disponible producto de aumentos en la inversión privada estimula la creación de nuevo capital, así como un mayor grado de utilización del capital ya instalado. Es por ello, que la introducción de la utilización variable del capital nos permite capturar algunos hechos empíricos que se observan en la economía peruana. Además, como es lógico, la depreciación también será un factor clave en el desarrollo del modelo, ya que, aumentos en la utilización intensiva del capital, conllevará a que el capital se deprecie más rápido, teniendo más incentivos de aumentar el capital disponible mediante la inversión privada.

## Stock de Capital

El stock de capital<sup>2</sup> de una economía puede considerarse como uno de los principales componentes de la riqueza en un país<sup>3</sup>. Un nivel mayor de stock de capital permite tener una mayor capacidad en la producción de bienes y servicios, y junto con la fuerza laboral y la tecnología, proporciona una guía útil para analizar las capacidades de la oferta agregada de la economía, lo que nos permite evaluar los patrones de crecimiento de la producción de largo plazo.

A pesar de esto, en el Perú no se cuenta con series oficiales que permitan estudiar la trayectoria temporal del stock de capital, por esta razón, será necesario contar con un método que nos proporcione una aproximación a su estimación, y nos permita estimar luego la trayectoria del crecimiento de la productividad de la economía peruana.

El método que se propone en esta investigación para estimar la trayectoria del Stock de capital es el *Método de Inventario Perpetuo*, propuesto por el economista estadounidense **Raymond W. GoldSmith(1951)**<sup>4</sup>. La fórmula planteada por GoldSmith para estimar el stock de capital es la siguiente:

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

---

<sup>2</sup>El stock de capital está compuesto principalmente por todos los activos fijos durables que son utilizados en la producción de bienes y servicios.

<sup>3</sup>Keynes, John Maynard (1936), *“The General Theory of Employment, Interest and Money”*, Macmillan Cambridge University Press, for Royal Economic Society.

<sup>4</sup>Los principales resultados de GoldSmith aparecieron en *“The National Wealth of the United States in the Postwar Period”*, (1962).

Donde " $K_{t+1}$ " representa el Stock de Capital en el tiempo  $t + 1$ , " $\delta$ " representa la depreciación del capital, " $(1 - \delta) * K_t$ " representa la inversión en reposición por depreciación e  $I_t$  representa la inversión bruta<sup>5</sup>. Dado que la inversión bruta representa en su conjunto a la inversión privada y pública, por fines propios de la investigación, se optó por utilizar la serie de inversión privada, con el objetivo de mostrar su aporte en el stock de capital y su relación con el PBI.

Como podemos observar en la figura (1)<sup>6</sup>, el stock de capital ha mantenido un crecimiento constante a partir del año 2001. Esto se debe en parte al cambio de las expectativas de los inversores ante el nuevo gobierno, al comienzo del boom de los precios de los metales, al crecimiento del sector minero, entre otros. Este mayor stock de capital ha permitido tener una mayor capacidad en la producción de bienes y servicios, lo que se ha traducido en un mayor crecimiento económico.

---

<sup>5</sup>Para la estimación del stock de capital es necesario contar con una serie de la inversión total bruta que cubra todo el periodo en estudio. Dado que lo que se busca en esta investigación es el impacto de la inversión privada, se toma como serie de referencia a la inversión bruta fija privada, y se estima el stock de capital asociado con dicha inversión.

<sup>6</sup>En el **Anexo 1** se muestra los datos utilizados, así como el procedimiento realizado para el cálculo del stock de capital.

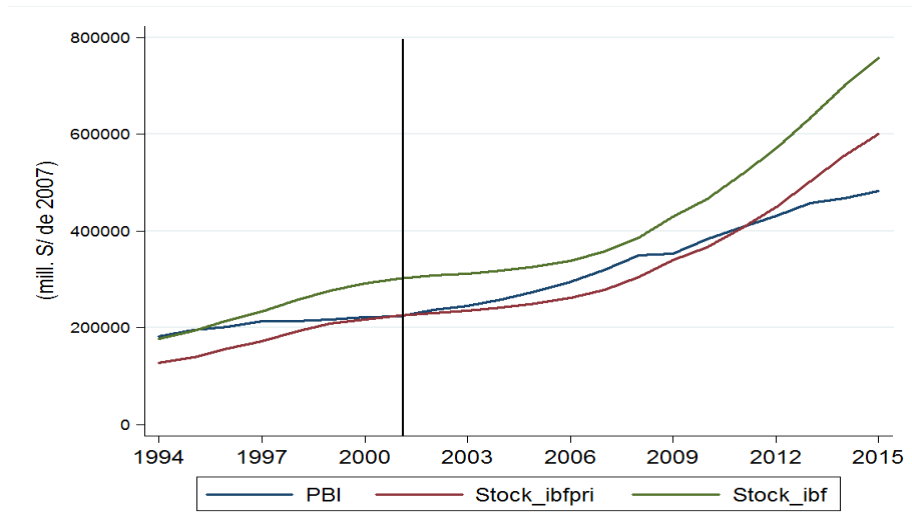


Figura 1: PBI y Stock de Capital

Por otro lado, podemos definir la eficiencia marginal de la inversión, modificando la fórmula del inventario perpetuo propuesto por **GoldSmith**, y agregándole a la inversión privada un término " $\varepsilon$ ", que representa un choque en la inversión, la nueva fórmula quedaría representada de la siguiente manera:

$$K_{t+1} = (1 - \delta) * K_t + (1 + \varepsilon_t) * I_t \quad (2)$$

donde  $(1 + \varepsilon_t)$  representa la eficiencia marginal de la inversión privada. Si no existiera choque (" $\varepsilon_t = 0$ "), entonces 1 unidad de  $I_t$  se convierte en 1 unidad de  $K_{t+1}$ . Pero si  $\varepsilon_t > 0$  (choque a la eficiencia marginal de la inversión), entonces, 1 unidad de  $I_t$  se hace más productiva (eficiente)

por que produce  $(1 + \varepsilon_t)$  unidades de " $K_{t+1}$ ". En la figura (2) podemos observar cómo es que la tasa de crecimiento de la inversión privada ha precedido a la tasa de crecimiento del stock de capital. Esto nos puede dar una aproximación visual de que existe una relación entre la eficiencia marginal de la inversión, el stock de capital y el crecimiento de la economía. No obstante, no se puede afirmar que no existan otros determinantes muchos más importantes que expliquen las variaciones del producto y sus desviaciones con respecto a su crecimiento de largo plazo.

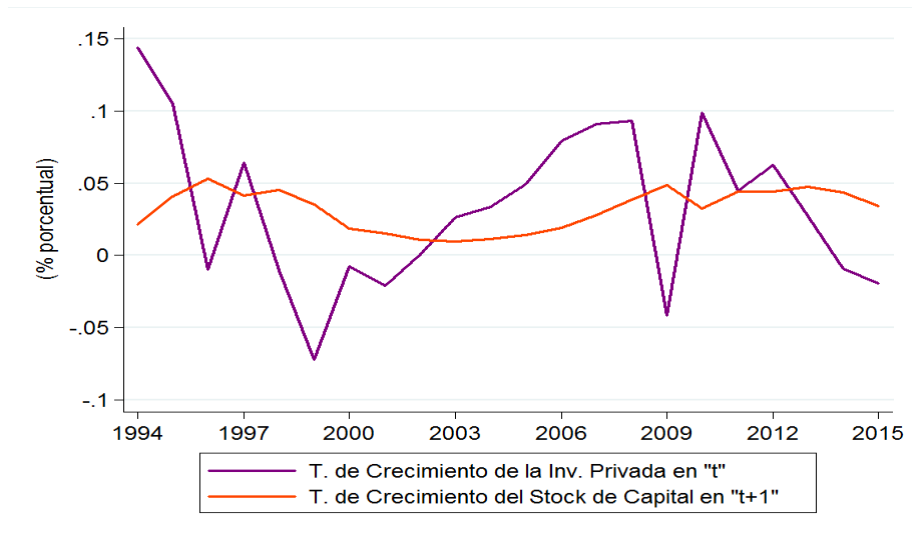


Figura 2: Tasa de Crecim. de la Inversion privada y el Stock de capital

En virtud de lo expuesto, es necesario además, analizar las características más importantes de las principales variables macroeconómicas, lo que nos permitirá tener una aproximación de las relaciones y comportamientos de estas, que luego podrán ser contrastadas con el modelo teórico planteado. Para esto, se utilizarán series de tiempo trimestrales de las variables PBI, consumo privado e inversión privada, proporcionadas por el BCRP con un periodo que abarca el primer trimestre de 1994 al cuarto trimestre de 2015, a fin de obtener algunas impresiones preliminares y hechos estilizados.

Para conocer el comportamiento y la volatilidad de los ciclos de las variables macroeconómicas, es necesario utilizar técnicas estadísticas que nos permita conocer dichos comportamientos, para esta tarea se usará el filtro de pasas de bandas (**band pass**) de **Baxter y King (1999)**<sup>7</sup> a fin de obtener las fluctuaciones de las variables con respecto a su tendencia de largo plazo<sup>8</sup>. La ventaja del filtro BK (*Baxter y King*) a comparación del filtro HP (*Hodrick y Prescott*) es que puede remover el componente cíclico a través de un promedio móvil simétrico.

---

<sup>7</sup>Para un análisis más riguroso sobre el filtro BK, puede consultar el Working Paper de Paul Castillo, et al., 2006, “*Hechos estilizados de la economía peruana*”, BCRP.

<sup>8</sup>La medida que se toma para estudiar la volatilidad del ciclo de las variables macroeconómicas es la desviación estándar de la serie “ciclo” que se extrae previamente al utilizar el filtro BK.

Cada variable analizada está compuesta por cuatro elementos no observables: ciclo ( $C_t$ ), tendencia ( $T_t$ ), un componente estacional ( $S_t$ ), y un componente Irregular ( $I_t$ ), donde cada subíndice "t" expresa el momento de la observación, así, cada variable puede ser representada de la siguiente forma:

$$Y_{it} = T_{it} + C_{it} + S_{it} + I_{it} \quad (3)$$

donde "i" representa las diferentes variables en estudio.

Es importante indicar que el análisis se centra principalmente en el componente cíclico "C<sub>t</sub>" de las variables macroeconómicas, y que pasaremos a explicar a continuación.

### **Producto Bruto Interno**

El ciclo económico del PBI peruano ha mostrado a lo largo de estos últimos 30 años diferentes tipos de comportamiento, pero en general hay 2 etapas muy marcadas y esta comprende la etapa antes de las reformas estructurales de la década de los 90's y la etapa posterior a ellas. Para el análisis de las principales variables económicas se tomará como muestra los años posteriores a las reformas de los 90's, específicamente a partir de 1994<sup>9</sup>. La razón de esta decisión se justifica en el hecho de que posterior a las reformas se presenta una mayor estabilidad de las políticas

---

<sup>9</sup>En el **Anexo 2** se justifica el hecho de comenzar en el año 1994, además se muestran las series de tiempo con las que se trabaja a lo largo de la investigación.



fiscales y monetarias, así como una mayor profundización de los mercados financieros. Además, se evita la alta volatilidad que se genera en tiempos de alta inflación. Es por esta razón, que se trabajará con series de tiempo con frecuencia trimestral, desestacionalizadas, en logaritmos y en primeras diferencias con un periodo que abarca el primer trimestre de 1994 hasta el cuarto trimestre de 2015.

Entre los años 1994 y 2015 se pueden observar 2 ciclos<sup>10</sup> completos y marcados en la economía peruana<sup>11</sup>. Tal como se muestra en la figura(3), el primero de ellos se observa entre 1997 y 2002, este lapso de tiempo comprende la mayor duración en donde el ciclo se encontró por debajo de su tendencia de largo plazo después de las reformas de los 90's. El segundo ciclo se inicia en el año 2003 y corresponde al inicio del crecimiento sostenido con tasas por encima del 5 por ciento en el crecimiento del PBI, luego de esto, en 2009 se observa una caída, producto de la crisis financiera internacional, pero que no se prolongó más allá de un año, para luego situarse nuevamente por encima de la tendencia. Cabe resaltar que a partir del 2013 se observa una caída del ciclo por debajo de su tendencia, ocasionado por las bajas tasas de crecimiento que la economía peruana ha experimentado en los 2 últimos años.

---

<sup>10</sup>En el **Anexo 3** se muestra el procedimiento de filtrado para extraer el componente cíclico de las series económicas, además, se muestran los datos de los ciclos utilizados en la presente investigación, así, como los estadísticos más importantes.

<sup>11</sup>Usualmente, se considera como parte del ciclo económico fluctuaciones con una duración entre 6 y 32 trimestres. Las fluctuaciones de duración mayor a 32 trimestres forman parte del componente tendencial de la serie, mientras que aquellas con una

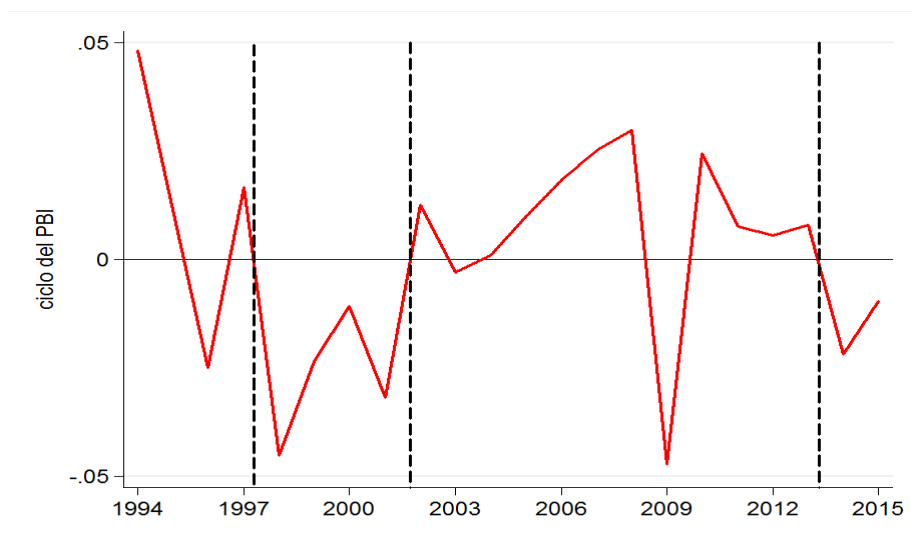


Figura 3: Ciclo del PBI

El estadístico con que se mide el grado de volatilidad del ciclo económico es la desviación estándar ( $\sigma$ ), es importante mencionar también que existe una relación inversa entre la tasa de crecimiento del producto y su volatilidad, por lo que, periodos de mayor estabilidad conllevan un mayor crecimiento económico. Por esta razón, es que en los últimos años, la estabilidad macroeconómica y las altas tasas de crecimiento del producto han generado una menor volatilidad en el ciclo económico peruano, con una desviación estándar en promedio de 0.010 y un crecimiento promedio del PBI del 5 por ciento durante todo el lapso de tiempo en estudio.

---

duración menor a 6 trimestres , corresponden al componente irregular.

## Consumo Privado

El consumo privado es una de las variables macroeconómicas más importantes y tiene una alta relación con el PBI. En promedio, entre 1994 y 2015, el consumo privado ha representado un 64 por ciento del PBI, además, ha mantenido una participación relativamente estable durante todo el periodo de muestra. Usualmente, esta relativa estabilidad se debe al supuesto de que los agentes son adversos al riesgo, esto es, que los agentes desean suavizar consumo durante su periodo de vida, ya que variaciones bruscas en el consumo les genera variaciones en su nivel bienestar. Esta suavización puede deberse también a la mayor profundización de la intermediación financiera, la mayor estabilidad de políticas macroeconómicas, entre otras causas.

La volatilidad del consumo durante el periodo de muestra tomó un valor promedio de 0.014, muy cercano a la volatilidad mostrada por el PBI y una volatilidad relativa al PBI de 1.37<sup>12</sup>. Esta volatilidad relativa nos muestra que el consumo en los últimos tiempos ha tenido variaciones mayores en 0.37 puntos ante cambios en la volatilidad del PBI de 1 punto, es decir, el crecimiento económico ha hecho que los agentes eleven su nivel de consumo en un grado mayor al crecimiento del PBI. Como se muestra en la figura (4), el ciclo del consumo privado sigue muy de cerca al ciclo del PBI, pero este último tiene una menor volatilidad con

---

<sup>12</sup>La volatilidad relativa de la variable “x” con respecto al PBI es el cociente entre la desviación estándar de la variable x y la desviación estándar del PBI

respecto a su media. Otra característica importante que puede mostrar la relación entre los ciclos económicos son las **correlaciones dinámicas contemporáneas**. Esta representa los movimientos conjuntos de los ciclos económicos a lo largo del tiempo. Cuando el valor de la correlación dinámica que existe entre el ciclo de alguna variable macroeconómica y el ciclo del PBI es cercano a 1, se dice que ambas variables son altamente **procíclicas**, mientras que si este indicador es cercano a -1, se dice que ambas variables son **contra cíclicas**. Si la correlación toma valores cercanos a cero, ambas variables serán **acíclicas**. Como se muestra en el cuadro (1), el consumo es altamente procíclico ya que su correlación dinámica de 0.8 es cercano a 1, además, este mayor valor se da en el periodo "t", lo que significa que los movimientos se dan conjuntamente periodo a periodo. Es importante señalar que no se debe interpretar la correlación dinámica entre dos variables como una medida de causalidad, que es totalmente diferente. En la figura (5) se puede observar la correlación dinámica entre el consumo privado y el PBI.

Variable(x)	Volatilidad		Correlación Cruzada del PBI con									
	Relativa al PBI	x(t-5)	x(t-4)	x(t-3)	x(t-2)	x(t-1)	x(t)	x(t-1)	x(t-2)	x(t-3)	x(t-4)	x(t-5)
PBI	1	0.14	-0.13	0.11	-0.09	-0.44	<b>1</b>	-0.44	-0.09	0.11	-0.13	0.14
Consumo	1.37	-0.05	-0.03	0.03	-0.09	-0.12	<b>0.8</b>	-0.74	0.16	0.01	-0.02	0.09

Elaboración Propia

Cuadro 1: Volatilidad Relativa y Correlaciones Cruzadas

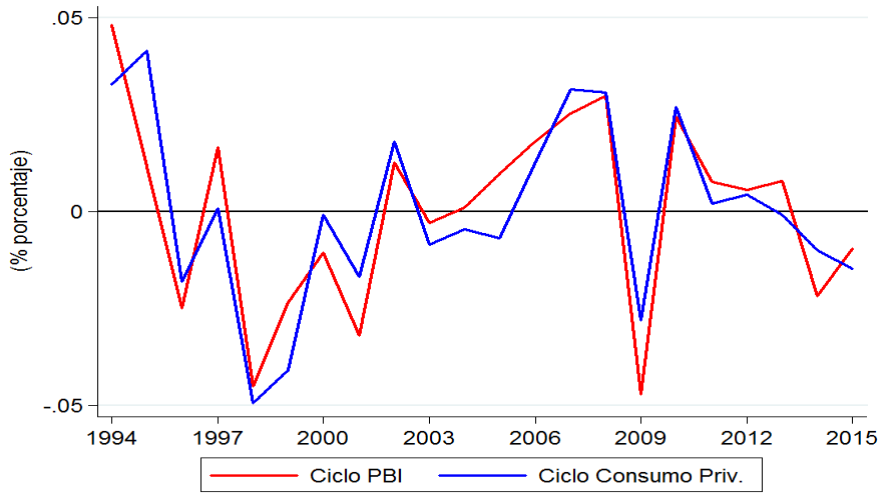


Figura 4: Ciclo del Consumo Privado

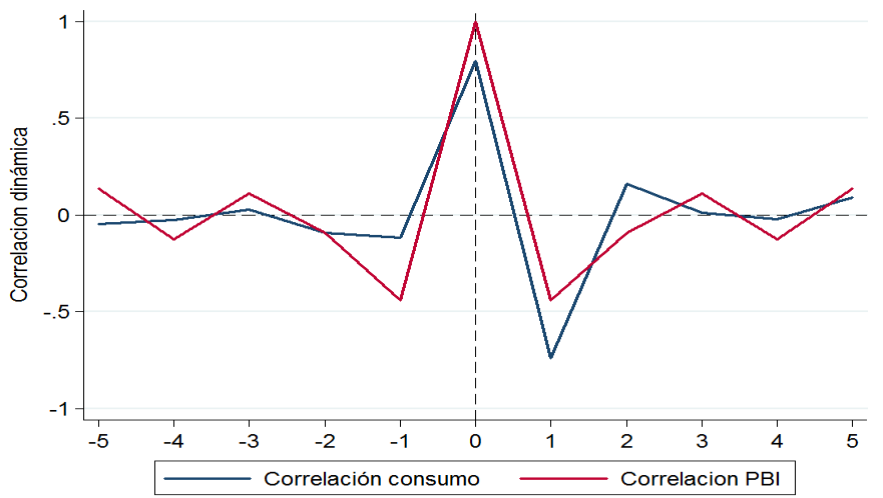


Figura 5: Correlación dinámica Consumo priv.- PBI

## **Inversión Privada**

La inversión privada en los últimos años ha sido considerada como una de las fuentes de mayor importancia en el crecimiento económico y uno de los componentes del PBI que mayor participación ha tenido después de las reformas de los 90's, pasando a representar en promedio un 16.39 por ciento del PBI. Esta mayor participación se puede deber a la mayor apertura de la economía en los últimos años, que ha permitido mayores y diversas fuentes de financiamiento, así también, a la mayor estabilidad de las políticas macroeconómicas.

Por otro lado, como se puede observar en la figura (6), la volatilidad de la inversión es mucho más alta que la del producto, y en promedio, esta se ha ubicado en torno al valor de 0.037. Esta mayor volatilidad se debe en parte por la decisión de los agentes en torno a su ahorro e inversión, es decir, los agentes al percibir variaciones transitorias en sus ingresos, no transmiten estas variaciones a su consumo, ya que estos desean suavizarlo, entonces, la volatilidad se transmite al ahorro y luego mediante el mercado de fondos prestables, a la inversión. En el cuadro (2) se puede observar la volatilidad relativa de la inversión privada con respecto al PBI, su valor ha sido en promedio de 3.7, casi 4 veces la volatilidad del PBI. Así también, en la figura (7) se puede observar que la inversión es una variable pro cíclica, ya que su correlación dinámica es de 0.74, muy cercana a 1, además, este mayor valor se da en el periodo

“ $t$ ”, lo que significa que los movimientos se dan conjuntamente periodo a periodo.

Variable(x)	Volatilidad		Correlación Cruzada del PBI con										
	Relativa al PBI		x(t-5)	x(t-4)	x(t-3)	x(t-2)	x(t-1)	x(t)	x(t-1)	x(t-2)	x(t-3)	x(t-4)	x(t-5)
PBI	1		0.14	-0.13	0.11	-0.09	-0.44	1	-0.44	-0.09	0.11	-0.13	0.14
Inv. Privada	3.7		0.06	-0.02	-0.05	0.06	-0.18	<b>0.74</b>	-0.61	0.10	0.05	0.02	-0.03

Elaboración Propia

Cuadro 2: Volatilidad Relativa y Correlaciones Cruzadas

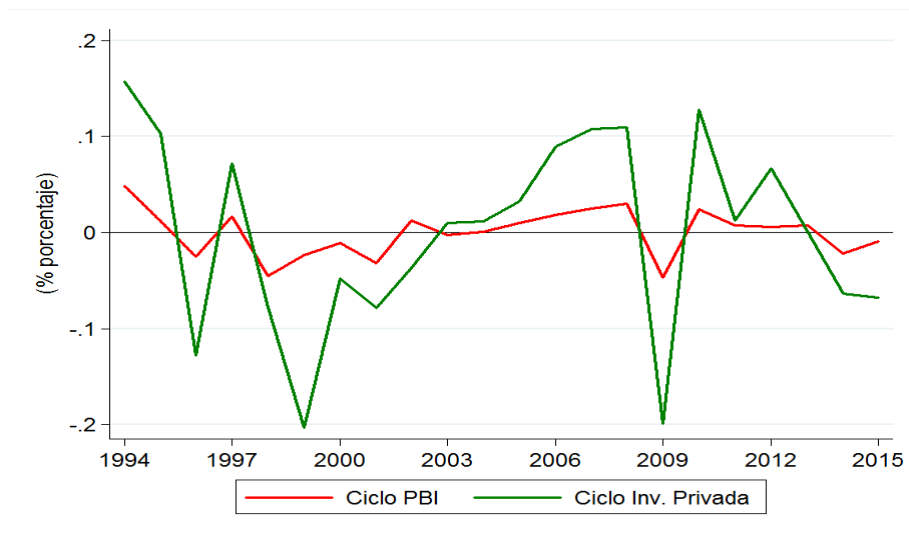


Figura 6: Ciclo de la Inversión Privada

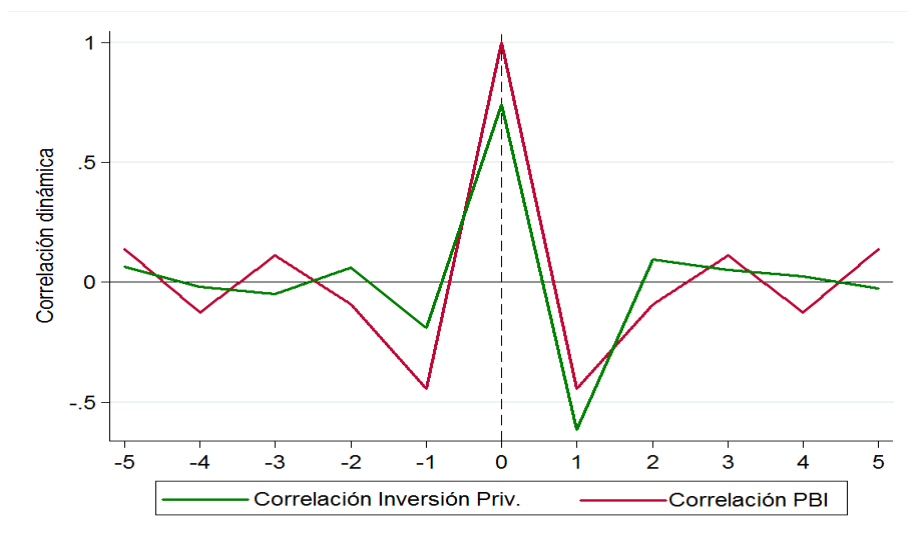


Figura 7: Correlación dinámica Inv. Privada - PBI

Se debe mencionar que el análisis que se expondrá se centra principalmente en contrastar los valores obtenidos de las desviaciones estándar de los ciclos económicos de las variables PBI, consumo privado e inversión privada de la economía peruana y las desviaciones estándar de las mismas variables en el modelo simulado. A continuación se analizará las características y el funcionamiento del modelo teórico cuyos resultados se contrastan con los hechos estilizados de la economía peruana.



## Modelo

El presente trabajo de investigación se basa en el modelo que plantearon **Greenwood, Hercowitz y Huffman (1988)**<sup>13</sup> para demostrar mediante un modelo RBC (*Real business cycle ó modelo de ciclos económicos reales*) algunos hechos estilizados de la economía Norteamericana. No obstante, no se conocen precedentes de que este modelo haya sido planteado para explicar algunos hechos estilizados de la economía peruana. Es por este motivo, que se decidió incursionar en la presente investigación y hallar algún tipo de aproximación con la realidad de los ciclos reales peruanos.

A pesar de que la estructura del modelo es como lo plantearon *Greenwood et. all (1988)*, se han incorporado algunas extensiones. En la investigación expuesta por *Greenwood et. all* solo existe un choque exógeno, de inversión, pero en el presente trabajo se ha optado por adicionarle uno más, un choque de productividad. La justificación de esta incorporación fue por el hecho de que al ser el Perú un país con un nivel de productividad media bastante baja a comparación de países industrializados, un choque de productividad tendrá un impacto considerable en la economía peruana, además, podría pensarse que un choque positivo de inversión conlleva a que exista también un choque positivo de productividad, y esto no dista de la realidad. Como se ha podido observar

---

<sup>13</sup>Greenwood, J., Hercowitz, Z. y Huffman, G. (1988): “*Investment, capacity utilization and the real business cycle*”, *American Economic Review*, 78(3), 402-417.

en los últimos años, los aumentos de la inversión privada, esencialmente inversión en minería, ha conllevado un aumento importante de la productividad en sus procesos productivos, ya sea por la incorporación de mayor tecnología en su maquinaria o un aumento en la productividad de sus trabajadores. Basándonos en esa premisa fue que decidimos contar con ambos choques en el modelo. Otra extensión que se hizo, fue plantear unos costos de ajuste al capital. Como se explica más adelante, esto nos permite considerar que estar fuera del capital óptimo nos genera una menor producción y esto hace que se genere una disminución del bienestar en la economía.

Las características principales del modelo son las siguientes: Se basa en los supuestos neoclásicos, opera en una economía cerrada, existe competencia perfecta, supera la crítica de Lucas al incorporarle expectativas racionales, se basa en fundamentos microeconómicos, no existen rigideces nominales y se basa en una estructura de equilibrio general walrasiano. Además, contiene componentes aleatorios que hace que las variables se desvíen del estado estacionario o crecimiento de largo plazo. En el modelo operan 2 tipos de agentes: familias y empresas. Estos dos agentes configuran toda la estructura interna del modelo, donde bajo un esquema competitivo se hallan las sendas de las variables que optimizan el sistema.

## Familias

Las familias suelen estar representadas por un agente representativo que busca maximizar su utilidad esperada en toda su senda de tiempo. Además, se asume que todos los agentes son idénticos en tecnologías y preferencias. Estos supuestos nos proporcionan una herramienta útil a la hora de analizar el comportamiento agregado de los agentes.

La función de utilidad del agente representativo sigue la forma planteada por *GGH(1988)*<sup>14</sup>, donde se asume, que la utilidad está en función del consumo ( $c_t$ ) y del trabajo ( $l_t$ ).

$$U(c_t, l_t) = \frac{1}{1-\gamma} \left[ \left( c_t - \frac{l_t^{1+\theta}}{1+\theta} \right)^{1-\gamma} - 1 \right] \quad (4)$$

La forma específica que adopta  $U(c_t, l_t)$ , mantiene las características principales de toda función de utilidad: Es cóncava ( $U' > 0$ ) y contiene un punto de saturación ( $U'' < 0$ ). Además, se cumple:  $U_c > 0$ ,  $U_l < 0$ ,  $U_{cc} < 0$ ,  $U_{ll} < 0$ ,  $U_{cc} - U_{ll} - U_{cl}^2 > 0$ . Estas propiedades implican que la tasa marginal de sustitución entre el consumo ( $c_t$ ) y el trabajo ( $l_t$ ) dependa únicamente del salario ( $w_t$ ).

$$TMS_{c,l} = -\frac{U_c}{U_l} = w_t \quad (5)$$

---

<sup>14</sup>Greenwood, Hercowitz y Huffman.

Este resultado es una de las características más importantes del modelo, ya que a comparación del Modelo de ciclos económicos reales propuesto por *Kydland y Prescott(1982)*<sup>15</sup>, la forma de la función de utilidad elimina el efecto riqueza, y solo mantiene el efecto sustitución, esto nos posiciona en principio, solo en la parte de pendiente positiva de la oferta de trabajo. Además, el esfuerzo laboral se determina con independencia de la elección intertemporal del consumo–ahorro, y como se discute en **Neumeyer y Perri(2005)**<sup>16</sup> y se señala en **Chang y Fernandez (2013)**<sup>17</sup>, este tipo de preferencias ayudan a reproducir algunos hechos de los ciclos económicos de economías emergentes al permitir que la oferta de trabajo sea independiente de los niveles de consumo.

Por otro lado, los parámetros asociados a la función de utilidad son la aversión relativa al riesgo ( $\gamma > 0$ ) y el parámetro asociado a elasticidad de la oferta de trabajo ( $\theta > 0$ ). Sobre la variación de estos dos parámetros se basará el análisis de sensibilidad del modelo y se dará respuesta a las hipótesis secundarias, como será expuesto más adelante.

Una ecuación importante que nos permitirá analizar el comportamiento de la economía, es la ley de movimiento de capital. Esta ley nos indica el proceso de acumulación de capital a lo largo del tiempo y cuyas

---

<sup>15</sup>Kydland, F. y Prescott, E. (1982): “*Time to build and aggregate fluctuations*”, *Econometría*, 50, 1350-1372.

<sup>16</sup>Neumeyer, P. y F. Perri(2005), “*Business cycle in emerging economies: The role of interest rate*”, *Journal of Monetary Economics*, 52(2), 345-80.

<sup>17</sup>Chang, R y A. Fernández (2013), “*On The sources of aggregate fluctuations in emerging economies*”, *International Economic Review*, 54(1), 1265-1293.

características principales son: una depreciación endógena que está en función de la utilización intensiva del capital " $(\delta(h_t))$ ", unos costos de ajustes cuadráticos de la inversión " $(\Psi_k)$ " y un choque a la eficiencia marginal de la inversión " $(\varepsilon_t)$ "

$$k_{t+1} = (1 - \delta(h)) * k_t - \frac{\psi_k}{2} \left( \frac{k_{t+1}}{k_t} - 1 \right)^2 * k_t + i_t * (1 + \varepsilon_t) \quad (6)$$

El choque a la inversión, también llamado mecanismo de impulso<sup>18</sup>, es uno de los dos choques que se producen en la economía. Este afecta a la eficiencia marginal de la inversión que puede ser representado de la siguiente manera:

$$\frac{\partial k_{t+1}}{\partial i_t} = 1 + \varepsilon_t \quad (7)$$

En la ecuación (7) podemos observar que, si  $\varepsilon_t = 0$ , entonces una unidad de inversión se convertiría en una unidad de  $k_{t+1}$ , pero si  $\varepsilon_t > 0$ , entonces, una unidad más de inversión se hace más productiva (eficiente) porque produce  $(1 + \varepsilon_t)$  unidad a  $k_{t+1}$ .

Por otro lado, al ser más eficiente la inversión, el capital es utilizado en una intensidad mayor, esta intensidad del uso del capital está representada por " $h_t$ ", y se encuentra asociada, como se puede observar en la ecuación (8), a la depreciación endógena " $(\delta(h_t))$ "<sup>19</sup> esto sucede debido

---

<sup>18</sup>El mecanismo de impulso origina que una variable se desvíe de su estado estacionario.

<sup>19</sup>La depreciación endógena es creciente  $\delta'(h_t) > 0$ , y convexa  $\delta''(h_t) > 0$ .

a que el aumento en la eficiencia de la inversión, incrementa la formación de nuevo capital  $k_{t+1}$  e incentiva un mayor uso del stock de capital que la economía dispone en ese momento, acelerando su depreciación. Es importante señalar que el stock de capital en el periodo “ $t$ ” es el único que se deprecia intensivamente, y que solo stock de capital en el periodo “ $t + 1$ ” es afectado por el aumento en la eficiencia marginal de la inversión.

$$\delta(h_t) = \frac{h_t^\omega}{\omega} \quad (8)$$

El modelo supone costos de ajustes cuadráticos al capital como lo plantean **Paul castillo y Youel Rojas (2014)**<sup>20</sup>. Los costos de ajuste cuadrático indican los costos asociados de mantenerse fuera del óptimo stock de capital, estos costos son crecientes  $\psi'_k > 0$ , y convexos  $\psi''_k > 0$ , es decir, a medida que se está más alejado del stock óptimo de capital, se pierden recursos que pueden ser utilizados para la producción en “ $t + 1$ ”, ya que el stock de capital  $k_{t+1}$  se ve afectado.

El agente representativo en toda su senda de tiempo está sujeto a una restricción presupuestaria que siempre debe ser cumplida. Esta restricción nos muestra que los ingresos deben ser iguales a los egresos de las familias.

---

<sup>20</sup>Castillo, P. y Rojas, Y. (2014), “*Términos de intercambio y productividad total de factores: evidencia empírica de los mercados emergentes de América Latina*”, BCRP, Revista de estudios Económicos 28,27-46.

Como se observa en la ecuación (9), el lado izquierdo representa los egresos en que incurren las familias, es decir, al ser una economía cerrada, el agente consume e invierte todo su ingreso en todo el periodo de tiempo. El lado derecho de la ecuación representa los ingresos que tiene el agente, por un lado, tiene el ingreso por el trabajo que ofrece ( $w_t * l_t$ ), el ingreso por la renta de los servicios de capital ( $r_t^k * (k_t * h_t)$ ), y el beneficio que obtienen al ser dueños de las empresas  $\pi_t$ . En este punto es necesario aclarar algunas cuestiones importantes para el entendimiento del modelo. Por un lado, el agente obtiene una renta por los servicios del capital ( $k_t * h_t$ ) y no por el capital ( $k_t$ ) en sí mismo. Esta diferencia es importante, ya que el uso intensivo del capital ( $h_t$ ) es el principal mecanismo de propagación<sup>21</sup> por donde opera el choque de la inversión. Por otro lado, dado que estamos en un modelo neoclásico donde operan infinitas empresas el beneficio que le toca a cada una por la producción de bienes y servicios es igual a 0, es por esto que en adelante se obviara el término " $\pi_t$ ".

$$c_t + i_t = w_t * l_t + r_t^k * (k_t * h_t) + \pi_t \quad (9)$$

---

<sup>21</sup>El mecanismo de propagación amplifica los efectos del mecanismo de impulso sobre las variables endógenas y hace que las desviaciones de dichas variables con respecto a su estado estacionario sea persistente durante un periodo de tiempo determinado.

## Problema de Optimización

Para obtener las decisiones del agente representativo es necesaria la maximización intertemporal de su función de utilidad sujeta a su restricción presupuestaria. Para esto utilizaremos el método dinámico de los “**multiplicadores de lagrange**”<sup>22</sup>, que nos proporcionará la senda optima de consumo que maximiza el nivel de bienestar del individuo a lo largo de su vida.

$$\underset{\{c_t, k_{t+1}, h_t, l_t\}}{\text{Max}} E_t = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left\{ \frac{1}{1-\gamma} \left[ \left( c_t - \frac{l_t^{1+\theta}}{1+\theta} \right)^{1-\gamma} - 1 \right] \right\} \quad (10)$$

s.a:

$$c_t + \frac{k_{t+1}}{1+\varepsilon_t} - \frac{(1-\delta(h_t)) * k_t}{1+\varepsilon_t} + \frac{\frac{\psi_k}{2} * \left( \frac{k_{t+1}}{k_t} - 1 \right)^2 * k_t}{1+\varepsilon_t} = l_t * w_t + r_t^k * (k_t * h_t) \quad (11)$$

---

<sup>22</sup>Originalmente, el método para el desarrollo del modelo fue el de “**Programación dinámica**”. No obstante, **Gregory Chow (1992)** demostró que los resultados eran los mismos al aplicar los multiplicadores de Lagrange como solución a un problema de programación dinámica



Por lo que el Lagrangiano a optimizar se expresa como :

$$\mathcal{L} = E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left\{ \frac{1}{1-\gamma} \left[ \left( c_t - \frac{l_t^{1+\theta}}{1+\theta} \right)^{1-\gamma} - 1 \right] + \lambda_t [\Omega_t] \right\} \quad (12)$$

donde la restricción presupuestaria ( $\Omega_t$ ) se expresa como la diferencia entre e los ingresos y los egresos de las familias:

$$\Omega_t = l_t * w_t + r_t^k * (k_t * h_t) - c_t - \frac{k_{t+1}}{1 + \varepsilon_t} + \frac{(1 - \delta(h_t)) * k_t}{1 + \varepsilon_t} - \frac{\frac{\psi_k}{2} * \left( \frac{k_{t+1}}{k_t} - 1 \right)^2 * k_t}{1 + \varepsilon_t}$$

Siendo  $E_t(\cdot)$  la esperanza matemática sobre las variables futuras en el momento de tiempo “ $t$ ”, condicionada a la información disponible en “ $t - 1$ ”, esto es lo que se conoce como **expectativas racionales**. Por otro lado, “ $\beta$ ” representa el factor de descuento intertemporal que se encuentra entre 0 y 1 ( $\beta \in (0, 1)$ ). Este factor es importante, ya que trae a valor presente todas las posibles sendas que optimizan el modelo. La ecuación (11) representa la restricción presupuestaria del agente representativo, en ella hemos reemplazado la ecuación de movimiento de capital, despejando la inversión, mientras que los demás componentes se mantienen igual. La ecuación (12) representa el problema de optimización mediante el método de Lagrange, en ella, el factor ( $\lambda_t$ ) representa el multiplicador de Lagrange asociado a la restricción presupuestaria.

Una vez planteado el problema de optimización, es necesario obtener las condiciones de primer orden de las variables que controlan el sistema dinámico por el lado del agente representativo, estas variables son:

$$\{c_t, k_{t+1}, l_t, h_t\}_\infty^0$$

Luego de construir la función de Lagrange debemos encontrar las condiciones de primer orden, combinando convenientemente las condiciones de primer orden se obtienen las siguientes ecuaciones que describen el comportamiento de las familias.

### Oferta de trabajo

La oferta de trabajo se deduce de la interacción intratemporal de la utilidad marginal del consumo y la utilidad marginal del trabajo. Esta oferta de trabajo tiene la característica de no contar con el efecto ingreso y operar únicamente en el tramo positivo de la oferta de trabajo. Es posible comprobar también que  $\left(\frac{1}{\theta}\right)$  representa la elasticidad de la oferta de trabajo.

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial c_t} = \left(c_t - \frac{l_t^{1+\theta}}{1+\theta}\right)^{-\gamma} + \lambda_t * (-1) = 0 \implies \left(c_t - \frac{l_t^{1+\theta}}{1+\theta}\right)^{-\gamma} = \lambda_t \quad (13)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial l_t} = - \left(c_t - \frac{l_t^{1+\theta}}{1+\theta}\right)^{-\gamma} l_t^\theta + \lambda_t * w_t = 0 \implies \left(c_t - \frac{l_t^{1+\theta}}{1+\theta}\right)^{-\gamma} l_t^\theta = \lambda_t * w_t \quad (14)$$

Reemplazando la ecuación (13) en la ecuación (14) y eliminando los factores en común, obtenemos la oferta de trabajo (ecuación (15)).

$$\left(c_t - \frac{l_t^{1+\theta}}{1+\theta}\right)^{-\gamma} l_t^\theta = \left(c_t - \frac{l_t^{1+\theta}}{1+\theta}\right)^{-\gamma} w_t$$

$$l_t^\theta = w_t \tag{15}$$

### Oferta del Servicio de Capital

La oferta de servicios de capital se muestra en la ecuación (16), en ella podemos observar una relación negativa con el choque de inversión (ecuación(17)) y una relación positiva con la tasa de depreciación endógena (ecuación(18)). Como podremos demostrar más adelante, el choque de inversión actúa directamente con la oferta de utilización de capital a través de la utilización intensiva de la inversión ( $h_t$ ), disminuyendo la tasa de arriendo del capital e incentivando un mayor uso del servicio de capital.

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial h_t} = \lambda_t \left[ r_t^k * k_t - \frac{\dot{\delta}(h_t) * k_t}{1+\varepsilon} \right] = 0$$

$$r_t^k = \frac{\delta'(h_t)}{1 + \varepsilon_t} \tag{16}$$

$$\frac{\partial r_t^k}{\partial \varepsilon_t} < 0 \quad (17)$$

$$\frac{\partial r_t^k}{\partial \delta'(h_t)} > 0 \quad (18)$$

### Ecuación de Euler

La ecuación de Euler determina la decisión intertemporal consumo-inversión del agente. Es decir, el agente a la hora de decidir su nivel de ahorro, compara la utilidad que le proporciona consumir una unidad adicional hoy respecto a la utilidad que le proporciona no consumir dicha unidad adicional y guardarla para el periodo siguiente.

La decisión intertemporal de consumo-inversión se muestra en la ecuación (20), en ella podemos observar que la decisión intertemporal está afectada por el choque de inversión, es decir, las decisiones de consumo-inversión serán determinados por el efecto de este choque y no por la tasa de rendimiento " $r_{t+1}^k$ ". Por otro lado, dado que en el modelo también se plantea un choque de productividad, este sí tendrá efectos por el lado de la tasa de rendimiento " $r_{t+1}^k$ ", y este afectará de forma diferente la decisión consumo-inversión del agente.

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial k_{t+1}} = \left\{ \begin{array}{l} \lambda_t \beta^t \left\{ -\frac{1}{1 + \epsilon_t} \left[ 1 + \psi_k \left( \frac{k_{t+1}}{k_t} - 1 \right) \right] \right\} + E_t \lambda_{t+1} \beta^{t+1} \dots \\ \left\{ r_{t+1}^e h_{t+1} + \frac{1}{1 + \epsilon_{t+1}} \left[ 1 - \delta(h_{t+1}) + \frac{\psi_k}{2} \left[ \left( \frac{k_{t+2}}{k_{t+1}} \right)^2 - 1 \right] \right] \right\} \end{array} \right\} = 0 \quad (19)$$

$$\lambda_t \left\{ \frac{1}{1 + \epsilon_t} \left[ 1 + \psi_k \left( \frac{k_{t+1}}{k_t} - 1 \right) \right] \right\} = E_t \lambda_{t+1} \beta \left\{ \begin{array}{l} r_{t+1}^k h_{t+1} + \frac{1}{1 + \epsilon_{t+1}} \dots \\ * \left[ 1 - \delta(h_{t+1}) + \frac{\psi_k}{2} \left[ \left( \frac{k_{t+2}}{k_{t+1}} \right)^2 - 1 \right] \right] \end{array} \right\} \quad (20)$$

## Empresas

La firma o empresa es el otro agente económico que también se considera en el modelo. Con la introducción de este agente, se cierra el círculo productivo, donde por un lado existen familias que ofrecen factores productivos como capital y trabajo, y por otro lado empresas que demandan dichos factores. Es por ello que las empresas se dedican esencialmente a la producción de bienes y servicios que luego las familias van a consumir. Es importante aclarar en este punto que las familias son dueñas de las empresas y que por ese motivo, en la restricción presupuestaria de las familias aparecía el beneficio " $\pi_t$ ", por otro lado, al ser una economía cerrada, el ingreso de las familias que no se destina a consumo de bienes y servicios, va a ser destinado al ahorro, que luego se utilizará para la

inversión y que posteriormente se convertirá en nuevo capital y mayor producción.

La producción de las firmas representa la cantidad máxima que se puede producir de bienes y servicios con la utilización de factores productivos como capital, trabajo, tierra entre otros. Pero estos factores productivos deben ser combinados, de manera que representen las preferencias de las empresas. A esta combinación de factores que permiten producir bienes y servicios se le denomina **funcion de produccion**. . La función propuesta en el modelo es del tipo **Coob-Douglas**, ella cumple las siguientes propiedades<sup>23</sup> : es estrictamente creciente ( $f'(k_t, l_t) > 0$ ), estrictamente cóncava y dos veces diferenciable ( $f''(k_t, l_t) < 0$ ), además, la función de tipo *coob-douglas* presenta rendimiento a escala constantes y cada factor productivo cumple con las condiciones de Inada.<sup>24</sup>

$$y_t = a_t * f(k_t, l_t) = a_t * (k_t * h_t)^\alpha * l_t^{1-\alpha} \quad (21)$$

El suponer que la función de producción presenta rendimientos constantes a escala significa que si aumentáramos al doble la cantidad de factores productivos, la producción de la economía también aumentaría al doble.

---

<sup>23</sup>  $f'_k > 0, f'_l > 0, f'_{kk} < 0, f'_{ll} < 0, f'_{kl} > 0$

<sup>24</sup>  $\lim_{k \rightarrow 0} f'_k = \infty; \lim_{k \rightarrow \infty} f'_k = 0; \lim_{l \rightarrow 0} f'_l = \infty; \lim_{l \rightarrow \infty} f'_l = 0$

Por otro lado, los parámetros " $\alpha$ " y " $1 - \alpha$ " asociados al uso de servicios de capital y la fuerza laboral respectivamente, representan la elasticidad de la producción con respecto a cada factor productivo, así también, pueden interpretarse como las participaciones de cada factor productivo en la producción. Estos parámetros están acotados entre ( $0 < \alpha < 1$ ) y la suma de las elasticidades o participaciones debe ser igual a 1 para presentar rendimientos constantes a escala.

En la ecuación (21) podemos observar que la función de producción está asociada a " $(k_t * h_t)$ " que representa la utilización o uso del capital y " $l_t$ " que representa la fuerza laboral necesaria para la producción. Por último, la variable " $a_t$ " representa el estado de la tecnología y se denomina "**Productividad total de Factores (PTF)**". Esta variable representa el segundo mecanismo de impulso o choque presente en el modelo. Este choque, a diferencia del choque de eficiencia de la inversión, opera por el lado de la demanda de factores. Para hallar las demandas de óptimas de cada factor, es necesario maximizar la función de beneficios de la empresa sujeta a la restricción de producción. Debemos recordar que por el supuesto neoclásico, los beneficios son igual a cero.

$$Max \pi_t = y_t - [w_t * l_t + r_t^k * (k_t * h_t)] \quad (22)$$

s.a:

$$y_t = a_t * (k_t * h_t)^\alpha * l_t^{1-\alpha} \quad (23)$$

## **Demanda de Trabajo**

La demanda de trabajo viene representada por la ecuación (24). El lado izquierdo de la función " $w_t$ " representa el costo marginal en que incurre la empresa por cada trabajador contratado, y el lado derecho representa la productividad marginal del trabajo. El óptimo se obtiene cuando el costo marginal del trabajo es igual a la productividad marginal del trabajo, en ella se obtiene la demanda de trabajo óptima y el salario relativo óptimo.

$$\frac{\partial \pi_t}{\partial l_t} = (1 - \alpha) * (k_t * h_t)^\alpha * l_t^{-\alpha} - w_t = 0$$

$$w_t = \frac{(1 - \alpha) * y_t}{l_t} \tag{24}$$

## **Demanda de Capital**

La demanda de capital está representada por la ecuación (25). En la función se observa la misma relación que en la demanda de trabajo, el costo marginal del capital debe ser igual al producto marginal del capital. En la igualdad del costo marginal y la productividad marginal del capital se obtiene la demanda óptima y la tasa del arriendo de capital óptima. Además se puede observar que la demanda de capital tiene una relación indirecta con la utilización del capital, y una relación directa con el ingreso del periodo " $t$ ".



$$\frac{\partial \pi_t}{\partial k_t} = \alpha * (k_t * h_t)^{\alpha-1} * h_t * l_t^{1-\alpha} - r_t^k * h_t = 0$$

$$r_t^k = \frac{\alpha * y_t}{k_t * h_t} \quad (25)$$

### Condición de Equilibrio del Mercado

La condición de equilibrio de mercado representa la restricción de factibilidad del modelo. En ella se expresa que, en una economía cerrada, la producción o ingreso que perciben las familias se destina al consumo de bienes y la parte del ingreso no consumida se destina al ahorro que posteriormente se convertirá en inversión. La condición de igualdad de la ecuación (26) indica que el ingreso debe ser gastado en su totalidad periodo a periodo.

$$y_t = c_t + i_t \quad (26)$$

### Choques Exógenos

En el modelo existen dos tipos de choques exógenos, cada uno tiene una representación auto-regresiva de orden 1 ( $AR(1)$ ), donde " $\rho_i$ " representa las persistencias asociadas a cada proceso. Se tiene que tener en cuenta que estos procesos no contienen raíces unitarias, y por lo tanto, se espera que los choques disminuyan a medida que avance el tiempo. Por otro lado,  $v_t$  y  $z_t$  representan la parte estocástica del proceso, ambos

tienen una distribución normal, con media 0 y varianza  $\sigma_v^2$  y  $\sigma_z^2$  respectivamente. En conclusión, estos dos choques son los que proporcionan los efectos aleatorios al modelo, y harán que las variables se desvíen de su estado estacionario.

$$\ln(\varepsilon_t) = \rho_\varepsilon * \ln(\varepsilon_{t-1}) + v_t \quad (27)$$

$$\ln(a_t) = \rho_a * \ln(a_{t-1}) + z_t \quad (28)$$

donde :  $v_t \sim iidN(0, \sigma_v^2)$  y  $z_t \sim iidN(0, \sigma_z^2)$  respectivamente.

### **Equilibrio del Modelo**

El equilibrio General del modelo se puede dar bajo dos enfoques. El primero es bajo el enfoque del planificador social, donde existe un Dictador Benevolente que se encarga de maximizar la función de utilidad social. En este escenario no existen mercados de factores, ya que el dictador benevolente dota a la sociedad de los factores productivos. El otro enfoque es bajo un equilibrio competitivo, donde los mercados actúan bajo las leyes de la oferta y la demanda. Bajo ambos enfoques se cumple el **Óptimo de Pareto**, garantizando que el bienestar social sea el máximo, además, al asumir que no existen distorsiones como externalidades e impuestos distorsionadores, se cumplen los 2 teoremas fundamentales del bienestar:

- **Primer teorema del bienestar** : Todo equilibrio competitivo es un optimo de Pareto
- **Segundo teorema del bienestar** : Para cada Optimo de Pareto existe un sistema de Precios que lo hace un equilibrio competitivo.

Dicho lo anterior, el presente trabajo será desarrollado bajo el enfoque de equilibrio competitivo, donde se encontrarán las secuencias de consumo, trabajo e inversión  $\{c_t, l_t, i_t\}_{t=0}^{\infty}$  por parte de las familias, además, las secuencias de trabajo y capital  $\{l_t, k_t\}_{t=0}^{\infty}$  por parte de las empresas, y unos precios relativos  $\{r_t^k, w_t\}_{t=0}^{\infty}$  que harán optimo el mercado de factores.

El equilibrio competitivo viene dado por un conjunto de once ecuaciones que representan el comportamiento de las 9 variables endógenas  $\{c_t, k_{t+1}, i_t, y_t, l_t, \delta(h_t), w_t, r_t^k, h_t\}$  y dos variables exógenas  $\{a_t, \varepsilon_t\}$ , además, el modelo cuenta con 10 parámetros  $\{\theta, \omega, \beta, \gamma, \alpha, \Psi_k, \rho_\varepsilon, \rho_a, \sigma_\varepsilon, \sigma_a\}$ , donde posteriormente se tomarán en consideración a la aversión relativa al riesgo " $(\gamma)$ " y al parámetro asociado a la elasticidad de oferta de trabajo " $(\theta)$ " para un análisis de sensibilidad y poder dar respuesta a las hipostasis secundarias del modelo.

En el cuadro (3) se muestran todas las ecuaciones que hemos ido desarrollando a lo largo del presente trabajo de investigación. Estas ecuaciones son las necesarias para poder resolver el modelo. En este punto es necesario hacer una pequeña aclaración: Como se puede observar en la

ecuación de **Euler**, la utilidad marginal del consumo presente " $\lambda_t$ " y consumo futuro " $\lambda_{t+1}$ " está representada en su forma general. No obstante, a la hora de plantear el modelo para su simulación, es necesaria la incorporación en su forma funcional, tal como se observa en la ecuación (29).

$$\lambda_t = \left( c_t - \frac{l_t^{1+\theta}}{1+\theta} \right)^{-\gamma} \quad (29)$$

<b>Familias</b>	
Oferta de trabajo	$l_t^\theta = w_t$
Oferta de servicio de capital	$r_t^k = \frac{\delta(h_t)}{1 + \varepsilon_t}$
Ecuación de Euler	$\lambda_t \left\{ \frac{1}{1 + \varepsilon_t} \left[ 1 + \psi_k \left( \frac{k_{t+1}}{k_t} - 1 \right) \right] \right\} = E_t \lambda_{t+1} \beta \left\{ \frac{r_{t+1}^k h_{t+1} + \dots}{1 + \varepsilon_{t+1}} * [1 - \delta(h_{t+1}) + \frac{\psi_k}{2} \left( \frac{k_{t+2}}{k_{t+1}} - 1 \right)] \right\}$
Ley de Movimiento de Capital	$k_{t+1} = (1 - \delta(h_t)) * k_t + \frac{\Psi_k}{2} * \left( \frac{k_{t+1}}{k_t} - 1 \right)^2 * k_t + i_t * (1 + \varepsilon_t)$
Depreciación Endógena	$\delta(h_t) = \frac{h_t^\omega}{\omega}$
<b>Empresas</b>	
Demanda de trabajo	$w_t = \frac{(1 - \alpha) * y_t}{l_t}$
Demanda de Servicios de Capital	$r_t^k = \frac{\alpha * y_t}{k_t * h_t}$
Función de Producción	$y_t = a_t * (k_t * h_t)^\alpha * l_t^{1-\alpha}$
<b>Condicion de Mercado</b>	
Equilibrio en el Mercado de Bienes	$y_t = c_t + i_t$
<b>Choques</b>	
Choque de productividad	$\ln(a_t) = \rho_a * \ln(a_{t-1}) + z_t$
Choque de Inversión	$\ln(\varepsilon_t) = \rho_\varepsilon * \ln(\varepsilon_{t-1}) + v_t$

Elaboración Propia

Cuadro 3: Ecuaciones del Modelo

## Calibración

Para la simulación del modelo planteado, es necesario contar con los valores que tienen los diferentes parámetros que contiene el modelo. Estos valores, usualmente son estimados bajo técnicas econométricas. Dado que el alcance de nuestra investigación no es hallar dichos parámetros, se adoptará los valores de algún trabajo que siga la misma línea de investigación. Por ello, se utilizará la calibración de los parámetros para la economía peruana que plantean **Paul Castillo y Youel Rojas (2014)**<sup>25</sup>. En el cuadro (4) podemos observar los distintos valores de los parámetros que contiene el modelo.

Parámetro	Descripción	Valor
$\beta$	Factor de descuento	0.99
$\gamma$	Aversión al riesgo	1.00
$\theta$	Parámetro de la Elasticidad de trabajo ( $1/\theta$ )	4.62
$\omega$	Elasticidad de la capacidad de uso	1.57
$\alpha$	Participación del capital en el PBI	0.30
$\Psi_k$	Costo de ajuste del capital	12.81
$\rho_a$	Persistencia de la tecnología	0.95
$\rho_\varepsilon$	Persistencia de la inversión	0.95
$\sigma_a$	Desviación estándar de la tecnología	0.011
$\sigma_\varepsilon$	Desviación estándar de la inversión	0.075

Elaboración Propia

Cuadro 4: Calibración del Modelo

<sup>25</sup>Castillo, P. y Rojas, Y. (2014), “*Términos de intercambio y productividad total de factores: evidencia empírica de los mercados emergentes de América Latina*”, BCRP, Revista de estudios Económicos 28,27-46.

## Simulación

Para realizar la simulación del modelo es necesario usar herramientas computacionales que nos permitan encontrar las sendas óptimas de las diversas variables. Para esto, en el presente trabajo se utiliza el toolbox “**Dynare**” del programa **Matlab**. Este programa nos permite simular todas las sendas que resuelven el modelo, y nos ayuda a encontrar la que maximiza las respectivas funcionales de las variables en consideración. No obstante, al ser las ecuaciones mostradas en el cuadro (3) no lineales, se hace más compleja la tarea, por ello es necesario recurrir a la técnica de log-linealización<sup>26</sup> mediante una *expansión de taylor* de primer orden. Esta técnica nos permite transformar las ecuaciones a una forma lineal y expresar las variables en tasas de crecimiento. Esto es necesario para poder observar mediante las funciones impulso respuesta, como es que cada variable se desvía de su estado estacionario, es decir, de su crecimiento de largo plazo. En el anexo 4 se muestran las ecuaciones en su forma log-lineal, que luego serán usadas por el programa *Matlab* para la simulación.

La simulación del modelo nos permite obtener la serie temporal del PBI, Consumo privado e Inversión privada simuladas. A estas variables se les aplica el filtro Baxter y King para obtener el componente cíclico. Este procedimiento es importante, ya que, nos permite calcular los princi-

---

<sup>26</sup>Para un repaso de la técnica de log-linealización puede consultarse a Ledesma, A. “*Repaso Matemático*”, notas de clase (2010), pag: 19-28

pales estadísticos de las variables endógenas que resultan del modelo y poder compararlos con los estadísticos de las variables reales.

Los resultados de las simulaciones de las series temporales de las variables PBI, Consumo privado e inversión privada se muestran en cuadro (5) de la sección de resultados que se presenta mas adelante. Así, estos resultados deberán ser comparados con los resultados empíricos de las variables y en base a la similitud de las volatilidades se podrá indicar si el modelo explica la volatilidad de los ciclos de la economía peruana.

### 1.3.- Marco Conceptual

- **Aversión al Riesgo** : Preferencia de los agentes económicos a aceptar una oferta con un cierto grado de riesgo antes que otra con un nivel de riesgo mayor pero con nivel de rentabilidad más alto.
- **Choque de Inversión** : Choque de inversión exógeno aleatorio, también llamado “Mecanismo de impulso”, cuya representación es AR(1), y sigue una distribución normal.
- **Choque de Productividad**: Choque de inversión exógeno aleatorio, también llamado “Mecanismo de impulso”, cuya representación es AR (1), y sigue una distribución normal.



- **Ciclo Económico Real** : Fluctuaciones recurrentes, no periódicas, en la actividad empresarial, general y económica que tiene lugar en un periodo de años.
- **Condiciones de Inada** : Son las hipótesis sobre la forma de una función de producción que garantizan la ruta de estabilidad de un crecimiento económico en el modelo de crecimiento neoclásico.
- **Consumo Privado** : Es la demanda de bienes y servicios de consumo final que realizan los hogares.
- **Correlaciones Dinámicas** : Es la relación entre los componentes cíclicos de las series de dos variables, lo cual asegura que los co-movimientos estén influenciados por patrones económicos, evitando así la estimación de correlaciones espurias.
- **Costo de Ajustes de Capital** : Son costos asociados a la empresa, al no encontrarse en el punto óptimo de capital. Esta diferencia entre el capital y el capital óptimo conlleva costos, ya que la empresa produce un nivel sub-óptimo.
- **Depreciación Endógena** : Relación entre la utilización del capital y el desgaste que este sufre. Aumentos en la utilización intensiva del capital, conllevará a que el capital se deprecia más rápido, teniendo más incentivos de aumentar el capital disponible mediante la inversión privada.

- **Descomposición de varianza** : Indica la proporción del efecto que, en forma dinámica, tienen todas las perturbaciones de las variables sobre las demás.
- **Desviación Estándar** : Es un promedio de las desviaciones individuales de cada observación con respecto a la media de una distribución.
- **Eficiencia marginal de la inversión** : Es la relación entre el nivel de inversión y el capital que se utiliza para la producción de bienes y servicios. Un nivel de eficiencia marginal mayor establecería que por cada unidad de inversión, el nuevo capital que se genera sería mayor a uno.
- **Elasticidad de oferta de trabajo** : Es la relación porcentual entre el nivel de oferta laboral y el salario.
- **Elección Inter-temporal** : Es la relación de sustitución entre consumo y ocio que se da a través del tiempo.
- **Función Impulso respuesta** : Muestra la reacción (respuesta) de las variables explicadas en el sistema ante cambios en los errores o perturbaciones.

- **Inversión Privada** : Acto mediante el cual se pasa a poseer ciertos bienes con el objetivo de que los mismos produzcan ingresos o rentas a largo plazo.
- **Modelo RBC** : También denominado modelo DSGE (Dynamic Stochastic General Equilibrium), son modelos que permiten explicar las fluctuaciones observadas en las variables macroeconómicas en torno a su senda de largo plazo.
- **Multiplicadores de Lagrange** : Técnica matemática que nos permite resolver modelos dinámicos con restricciones.
- **Producto Bruto Interno (PBI)** : Es el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por una economía en un periodo determinado.
- **Servicios de Capital** : Son los servicios de capital que ofrecen las familias a las firmas. Es el producto del capital ofrecido por las familias y su intensidad de uso.
- **Tasa marginal de Sustitución (TMS)**: Es una tasa de compensación entre dos bienes, es decir, es la cantidad que se estaría dispuesto a ceder de uno de los dos bienes para obtener una unidad adicional del otro, manteniendo la utilidad constante.

- **Componente Tendencial o de largo plazo** : Patrón gradual y consistente de las variaciones de la propia serie, que se consideran consecuencias de fuerzas persistentes que afectan el crecimiento o reducción de las misma.
- **Utilidad Marginal del Trabajo** : Es la utilidad adicional que experimenta el agente al aumentar una unidad mas de Trabajo.
- **Utilización Intensiva de Capital** : Es la utilización del capital por parte de las firmas. Esta utilización del capital es variable, ya que se utiliza un nivel mayor en épocas de auge, y disminuye su intensidad en épocas de recesión.
- **Variables A-cíclicas** : Se define variable a-cíclica, a aquella variable, cuyo movimiento en su ciclo no guarda ningún tipo de relación con respectó a otra.
- **Variables Contra-cíclicas** : Se define variable contra-cíclica, a aquella variable, cuyo movimiento en su ciclo guarda una relación inversa o contraria, al movimiento del ciclo de otra variable en consideración.
- **Variables Pro-cíclicas** : Se define variable pro-cíclica, a aquella variable, cuyo movimiento en su ciclo guarda una relación directa, al movimiento del ciclo de otra variable en consideración.

- **Volatilidad relativa al PBI** : Cociente entre la desviación estándar del ciclo de la variable “x” y la desviación estándar del ciclo del PBI. Muestra el grado de volatilidad del ciclo con respecto a la del PBI.

## **Capítulo II : Problema de la investigación, Finalidad, Objetivos, Justificación, Hipótesis y Variables**

### **2.1.- Planteamiento del Problema**

Durante los últimos 20 años, la inversión privada ha tenido un rol fundamental en el crecimiento económico peruano. Como se puede observar en la figura (8), a partir de las reformas estructurales llevadas a cabo en la década de los noventa, el ritmo de crecimiento de la economía peruana ha ido aumentando progresivamente, debido en parte, a los mayores flujos de inversión extranjera. Es muy importante resaltar que el incremento de la inversión privada estuvo asociado a incrementos de productividad en diversos sectores, produciendo un impacto positivo sobre el producto potencial o de largo plazo de la economía. Se estima que el aumento en el crecimiento de la inversión privada en 1 por ciento conlleva un aumento de 0.22 por ciento de crecimiento en el PBI (*fuentes: BCRP*), es decir, casi un cuarto del crecimiento del PBI se debe al crecimiento de la inversión privada.

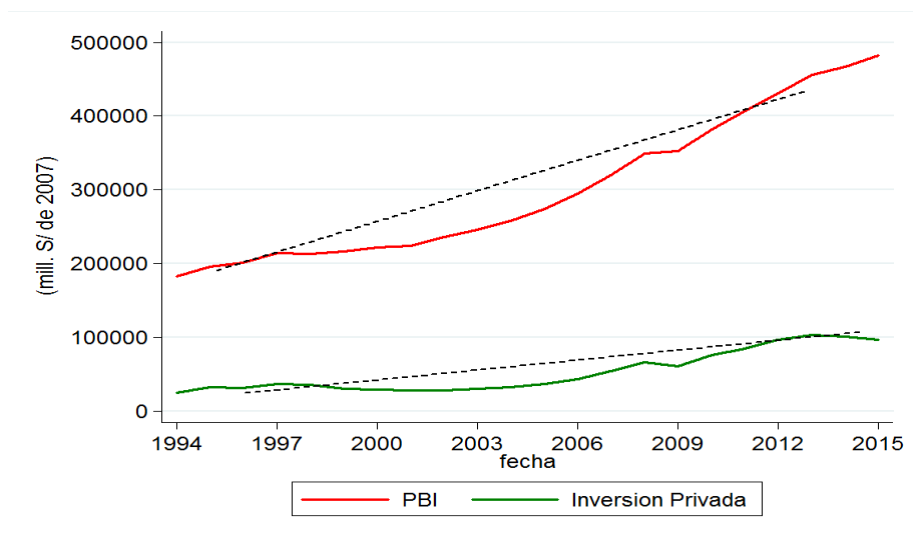


Figura 8: Inversión Privada y PBI (Mill. S/)

Como se observa en la figura (9), en el periodo comprendido entre 1994 y 2000, el promedio de inversión privada como porcentaje del PBI, fue de 16.1 por ciento, acompañado de un crecimiento promedio del producto del 4.7 por ciento. Este mayor ritmo de crecimiento del producto y de la inversión privada se debió fundamentalmente a las reformas estructurales y a la mejor toma de decisiones en políticas económicas, lo que generó un clima de mayor certidumbre, reglas de juego claras y algunas facilidades para los inversionistas.

Durante el periodo comprendido entre 2001 y 2009 el promedio de inversión como porcentaje del PBI fue alrededor del 16 por ciento, un ritmo muy cercano al del periodo pasado, pero con un crecimiento promedio

del PBI de 5.3 por ciento. Este mayor promedio de crecimiento del PBI, puede ser explicado principalmente por el aumento de la demanda de materias primas por China y el alza de los precios de los metales. Los mayores flujos de inversión privada estuvieron asociados a la ejecución de proyectos en el sector minero. Otros sectores donde se produjeron un aumento del ritmo de inversión fueron construcción y manufactura, impulsados por la mayor demanda interna. Durante el periodo comprendido entre 2010 y 2015, se puede observar el mayor ritmo de inversión privada como porcentaje del PBI. Este promedio de inversión estuvo en torno al 21 por ciento del PBI, nivel muy superior al de los años precedentes. El promedio de crecimiento del PBI estuvo alrededor de 5.4 por ciento, un nivel no muy alejado del periodo pasado, debido principalmente a la disminución del ritmo de crecimiento de nuestro principal socio comercial (*CHINA*), y a la disminución del precio de los metales.

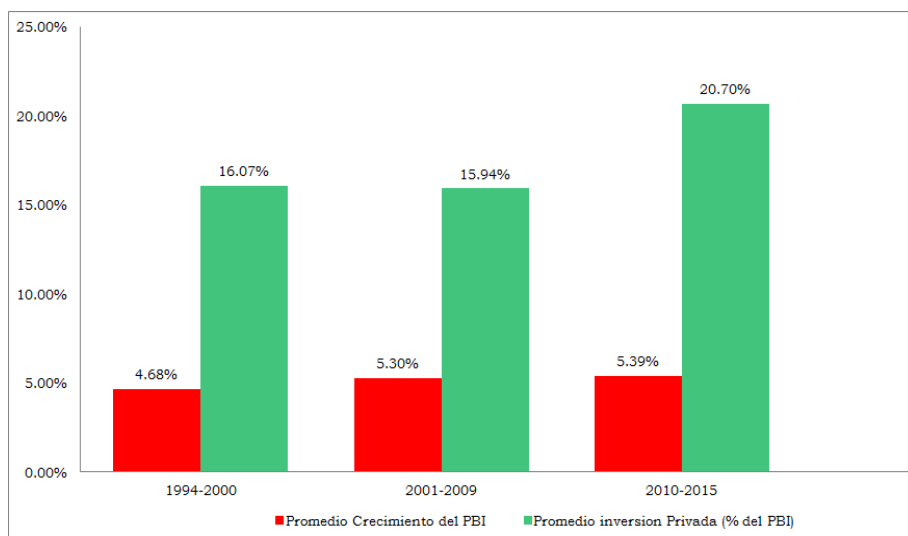


Figura 9: Crecimiento promedio del PBI e Inversión Priv. (% del PBI)

El ritmo de crecimiento del producto y la inversión (figura 10) han tendido a la baja a partir del 2014. Esta disminución de la inversión privada puede ser producto de factores internos como casos de corrupción en el gobierno, la creciente inseguridad, el ruido político y los conflictos sociales, además de factores externos como la crisis internacional, el menor ritmo de crecimiento de china y Estados Unidos.



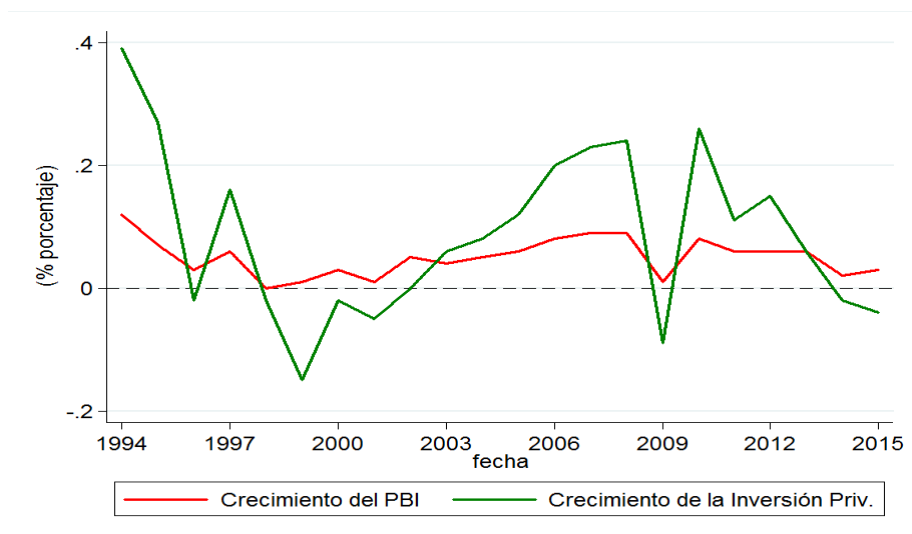


Figura 10: Tasa de Crecimiento del PBI e Inversión Privada

- **Problema General**

¿Es un choque de inversión privada el principal determinante del movimiento de los ciclos económicos reales de las principales variables macroeconómicas de la economía peruana?

- **Problemas Específicos**

¿Cuáles son los efectos de la aversión relativa al riesgo de los agentes económicos en las principales variables macroeconómicas?

¿Cuáles son los efectos de la elasticidad de la oferta de trabajo de los agentes económicos en las principales variables macroeconómicas?

## **2.2.- Finalidad de la Investigación**

La presente investigación tiene por finalidad:

- Explicar el comportamiento de los ciclos económicos de las principales variables macroeconómicas de la economía peruana, mediante un modelo teórico RBC.
- Contrastar los hechos estilizados observados con la simulación del modelo teórico, lo cual, nos dará la noción del porqué surgen las fluctuaciones cíclicas de las variables con respecto a su tendencia de largo plazo.
- Los resultados obtenidos incrementarán el conocimiento acerca de los factores que generan los ciclos económicos reales, además de servir como referencia para una mejor implementación de políticas económicas.

## **2.3.- Objetivos de la Investigación**

### **■ Objetivo General**

Evaluar los efectos de choques de inversión en el comportamiento de los ciclos económicos reales de las principales variables macroeconómicas de la economía peruana.

## ■ **Objetivos Específicos**

- Analizar los resultados de los estadísticos del ciclo económicos de las series hallados por el modelo teórico y contrastarlos con los principales estadísticos de los ciclos de las principales variables macroeconómicas de la economía peruana.
- Determinar los efectos de variaciones en la aversión relativa al riesgo de los agentes económicos sobre el comportamiento de las variables macroeconómicas más importantes.
- Determinar los efectos de variaciones en la elasticidad de oferta de trabajo de los agentes económicos sobre el comportamiento de las variables macroeconomías más importantes.

## **2.4.- Justificación**

### ■ **Justificación Teórica**

Una de las interrogantes mas suscitadas en el campo de la Macroeconomía actual, es llegar a determinar qué variable(s) influyen en la generación de los ciclos económicos reales. El principal aporte de la investigación radica en que nos permite conocer si choques en la inversión privada, logran explicar de manera clara las desviaciones observadas de las principales variables macroeconómicas con respecto a su tendencia de largo plazo. Por otro lado:

- Los modelos RBC muestran avances significativos a la hora de modelar el entorno económico, ya que nos muestra un análisis estructural de las principales relaciones económicas.
- Los modelos RBC pueden ser parametrizados, utilizando calibraciones propias de trabajos econométricos, robusteciendo el análisis empírico.
- Las nuevas metodologías en torno a los modelos RBC, han abierto sendas de investigación en los últimos años, dando respuesta a distintas interrogantes cuando se desea hacer política económica.

#### ■ **Justificación Práctica**

La presente investigación, permitirá:

- Conocer si la inversión privada, a través de un choque de inversión, explica los movimientos de los ciclos económicos de las principales variables macroeconómicas.
- Cuantificar los efectos del shock de inversión en las volatilidades de las principales variables macroeconómicas simuladas y realizar el contraste con los datos reales.
- Analizar el comportamiento de las principales variables macroeconómicas ante una variación de la aversión al riesgo y la elasticidad de la oferta de trabajo de los agentes económicos.

- La aplicación del enfoque de “*equilibrio general*” al análisis de los ciclos económicos.

## 2.5.- Hipótesis y Variables

### ▪ Hipótesis General

- Un choque de inversión genera las fluctuaciones del ciclo económico del PBI, consumo privado e inversión privada de la economía peruana en el periodo 1994-2015.

### ▪ Hipótesis Específicas

- La elasticidad de la oferta de trabajo está relacionada con la amplitud del ciclo económico del PBI peruano
- La aversión al riesgo de los agentes económicos está relacionada con la amplitud del ciclo económico de la inversión privada.

### ▪ Identificación de Variables

#### • Hipótesis General

**Variable dependiente** : Fluctuaciones del ciclo económico del PBI, consumo privado e inversión privada de la economía peruana en el periodo 1994-2015.

**Variable independiente** : choque de inversión.

- **Hipótesis Específica 01**

**Variable dependiente** : Amplitud del ciclo económico del PBI peruano.

**Variable independiente** : La elasticidad de la oferta de trabajo

- **Hipótesis Específica 02**

**Variable dependiente** : Amplitud del ciclo económico de la inversión privada.

**Variable independiente** : La aversión al riesgo de los agentes económicos.

▪ Operacionalización de Variables

<b>Variable</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala</b>
<b>PBI</b>	Cantidad de bienes y servicios producidos en un determinado periodo de tiempo, expresados en unidades monetarias constantes.	Obtención del componente cíclico del PBI mediante el filtro BK.	Desviación estándar del componente cíclico del PBI.	Intervalo
<b>Consumo privado</b>	Consumo privado, expresados en unidades monetarias constantes	Obtención del componente cíclico del consumo privado mediante el filtro BK.	Desviación estándar del componente cíclico del consumo privado	Intervalo
<b>Inversión privada</b>	Inversión bruta fija privada, expresados en unidades monetarias constantes	Obtención del componente cíclico de la inversión privada mediante el filtro BK.	Desviación estándar del componente cíclico de la inversión privada	Intervalo

Elaboración Propia

■ **Matriz de Consistencia**

<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>
<p><b>Problema General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ ¿Es un choque de inversión privada el principal determinante del movimiento de los ciclos económicos reales de las principales variables macroeconómicas de la economía peruana?</li> </ul> <p><b>Problemas Especifico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ ¿Cuáles son los efectos de la aversión relativa al riesgo de los agentes económicos en las principales variables macroeconómicas?</li> <li>■ ¿Cuáles son los efectos de la elasticidad de la oferta de trabajo de los agentes económicos en las principales variables macroeconómicas?</li> </ul>	<p><b>Objetivo General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ El principal Objetivo de esta investigación es evaluar los efectos de choques de inversión en el comportamiento de los ciclos económicos reales de las principales variables macroeconómicas de la economía peruana.</li> </ul> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Analizar los resultados de los estadísticos del ciclo económicos de las series hallados por el modelo teórico y contrastarlos con los principales estadísticos de los ciclos de las principales variables macroeconómicas de la economía peruana.</li> <li>■ Determinar los efectos de variaciones en la aversión relativa al riesgo de los agentes económicos sobre el comportamiento de las variables macroeconómicas más importantes.</li> <li>■ Determinar los efectos de variaciones en la elasticidad de oferta de trabajo de los agentes económicos sobre el comportamiento de las variables macroeconómicas más importantes.</li> </ul>

Elaboración Propia



■ **Matriz de Consistencia (...continuación)**

<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>
<p><b>Hipótesis General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Un choque de inversión genera las fluctuaciones del ciclo económico del PBI, consumo privado e inversión privada de la economía peruana en el periodo 1994-2015.</li> </ul> <p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ La elasticidad de la oferta de trabajo está relacionada con la amplitud del ciclo económico del PBI peruano.</li> <li>■ La aversión al riesgo de los agentes económicos está relacionada con la amplitud del ciclo económico de la inversión privada.</li> </ul>	<p><b>Variable de Estudio</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ PBI</li> <li>■ Consumo Privado</li> <li>■ Inversión Privada</li> </ul> <p><b>Indicadores</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Desviación Estandar del componente cíclico de las variables de estudio</li> </ul> <p><b>Escala</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Intervalo</li> </ul>

Elaboración Propia

## Capítulo III : Métodos, Técnicas e Instrumentos

### 3.1.- Técnicas e Instrumentos de recolección de Datos

Desde el punto de vista técnico o metodológico, se plantea un modelo teórico de la línea RBC, propuesto por **Greenwood, Hercowitz y Huffman (1998)**<sup>27</sup>. mediante el cual se simulan los efectos de un choque de inversión privada en los ciclos económicos reales de las principales variables macroeconómicas de la economía. El modelo planteado busca replicar, analizar y comparar los resultados obtenidos con la evidencia empírica. Cabe resaltar, que se han efectuado diversos estudios de modelos de la línea RBC para la económica peruana, pero no se conoce evidencia de estudios similares donde se haya tomado como principal mecanismo de choque a la inversión, es por este motivo, que la presente investigación abre una línea para estudios posteriores que deseen tomar como referencia los aportes proporcionados, a su vez que pueda ser ampliado, robustecido y mejorado dicho modelo. Por último, una de las principales razones de todo estudio económico es conocer de manera cuantitativa o cualitativa los efectos que pueda tener la política económica en el bienestar de los individuos y la sociedad en general, y la presente investigación no está absenta de ello, ya que mediante las conclusiones obtenidas podremos conocer de manera clara el compor-

---

<sup>27</sup>Greenwood, J., Hercowitz, Z. y Huffman, G. (1988): “*Investment, capacity utilization and the real business cycle*”, American Economic Review, 78(3), 402-417

tamiento de las distintas variables macroeconómicas ante choques de inversión, las que podrán ser tomadas en cuenta en futuras decisiones de política económica.

La Técnica de recolección de datos uso como principal fuente las series estadísticas del *BCRP*, de las variables PBI, inversión privada y consumo privado, con una periodicidad trimestral, que comprende el primer trimestre de 1994 y el cuarto trimestre del 2015. Además, para evitar el efecto estacional, las series fueron *desestacionalizadas*, utilizando la aplicación *Census X-12 de eviews*.

## **Capítulo IV : Presentación y Análisis de Resultado**

### **4.1.- Presentación de Resultados**

Como podemos observar en el cuadro (5), las comparaciones se hacen en base a los datos Reales del PBI, Consumo privado e inversión privada, en tasas de crecimiento y con una periodicidad trimestral. Es importante señalar que la serie de datos corresponde al periodo comprendido entre el primer trimestre de 1994 y el cuatro trimestre del 2015 (1994-1 – 2015-4). Una vez realizada la simulación de las variables, procedemos a filtrar las series simuladas mediante el filtro Baxter y King para obtener el componente cíclico y luego sus desviaciones estándar. Se puede observar que las desviaciones estándar del ciclo de las variables PBI, con-

sumo e inversión del modelo son muy similares a las de los datos reales. Además, las volatilidades relativas nos muestran en qué magnitud la volatilidad del consumo e inversión se relacionan con la volatilidad del PBI. Por ello, la volatilidad de la inversión es casi 3.8 veces la volatilidad del PBI, y la volatilidad del consumo es 1.4 veces la volatilidad del PBI. Contrastadas con el modelo simulado, la volatilidad del Consumo con respecto al PBI es 1.27, y con respecto a la inversión es 3.45, muy similares a los datos reales.

Es así, que con los resultados arrojados por la simulación podemos responder a nuestra principal hipótesis: Un choque en la inversión asociado a un choque en productividad total de factores si nos permite explicar la desviación o volatilidad del ciclo con respecto a la senda de largo plazo que se observa en las variables PBI, Consumo privado e inversión privada de la económica peruana.

	<b>Datos Reales</b>		<b>Modelo Teórico</b>	
	<i>Desviación Estándar</i> ( $\sigma_x$ )	<i>Volatilidad Relativa al PBI</i> $\left(\frac{\sigma_x}{\sigma_y}\right)$	<i>Desviación Estándar</i> ( $\sigma_x$ )	<i>Volatilidad Relativa al PBI</i> $\left(\frac{\sigma_x}{\sigma_y}\right)$
<b>PBI</b>	0.010	1.00	0.011	1.00
<b>Consumo Privado</b>	0.014	1.4	0.014	1.27
<b>Inversión Privada</b>	0.0372	3.72	0.0379	3.45

Elaboración Propia ; Fuente : BCRP

Cuadro 5: Datos Reales vs Modelo teórico

## 4.2.- Contraste de Hipótesis

### Sensibilidad de Parámetros

Mediante la variación de parámetros del modelo daremos respuesta a nuestras dos hipótesis secundarias planteadas en el presente trabajo de investigación. Empezaremos contestando a la hipótesis sobre si la elasticidad de oferta de trabajo amplifica los efectos sobre el ciclo económico del PBI peruano ante un choque de inversión. Luego, daremos respuesta a la hipótesis sobre si la aversión al riesgo de los agentes amplifica los efectos en el ciclo económico de la inversión privada peruana ante un choque de inversión. En ambas hipótesis solo se ha considerado el choque de inversión, manteniendo el choque de productividad en forma neutral pero presente.

- **Elasticidad de oferta de trabajo** La elasticidad de oferta de trabajo nos muestra la sensibilidad que muestra la oferta de trabajo ante una variación en los salarios. Esta elasticidad está representada por el término " $\left(\frac{1}{\theta}\right)$ ", donde " $(\theta)$ " representa el parámetro asociado a esta elasticidad. Siguiendo a **Castillo y Rojas (2014)**, el valor que le asignan a  $(\theta)$  es de 4.62, dando una elasticidad de oferta de trabajo de 0.22.

Por otro lado, **Céspedes y Rendón (2012)**<sup>28</sup> estiman un promedio de la elasticidad de oferta de trabajo de 0.38 para la economía peruana. Como expresan los autores, se debe recordar, que una elasticidad de oferta de trabajo muy alta implica una alta rigidez de salarios, mientras una elasticidad cada vez menor sugiere que el mercado laboral peruano ha venido adquiriendo una mayor flexibilidad.

Para contestar a la hipótesis secundaria sobre si la elasticidad de oferta de trabajo está relacionada con la amplitud del ciclo del PBI peruano ante un choque de inversión, procedemos a simular el modelo con un nuevo valor del parámetro " $\theta$ " de 3, dando así una elasticidad de oferta de trabajo de 0.33, muy por encima de la elasticidad inicial de 0.22 asociado a un valor del parámetro " $\theta$ " de 4.62.

Como podemos observar en las **funciones impulso respuesta (IRF)** de la figura (11), todas las variables sobre-reaccionan cuando se cuenta con una elasticidad de oferta de trabajo más alta. En efecto, las líneas color turquesa representan las funciones impulso respuesta con un mayor elasticidad, y como podemos observar, el producto sobre-reacciona positivamente cuando se cuenta con una elasticidad mayor.

---

<sup>28</sup>Céspedes, N. y Rendón, S. (2012), "*La elasticidad de oferta laboral de Frisch en economías con alta movilidad laboral*", Serie de documentos de trabajo – BCRP, 2012-17

Por ese motivo, dado que el modelo si nos permite explicar lo que sucede con los ciclos económicos reales de las principales variables macroeconómicas de la economía peruana, podemos concluir que en efecto, un aumento de la elasticidad de la oferta de trabajo tiene un impacto positivo sobre el ciclo económico real del PBI peruano, es decir, como se hemos podido observar, existe una relación directa entre la elasticidad de oferta de trabajo y la amplitud del ciclo económico del PBI peruano.

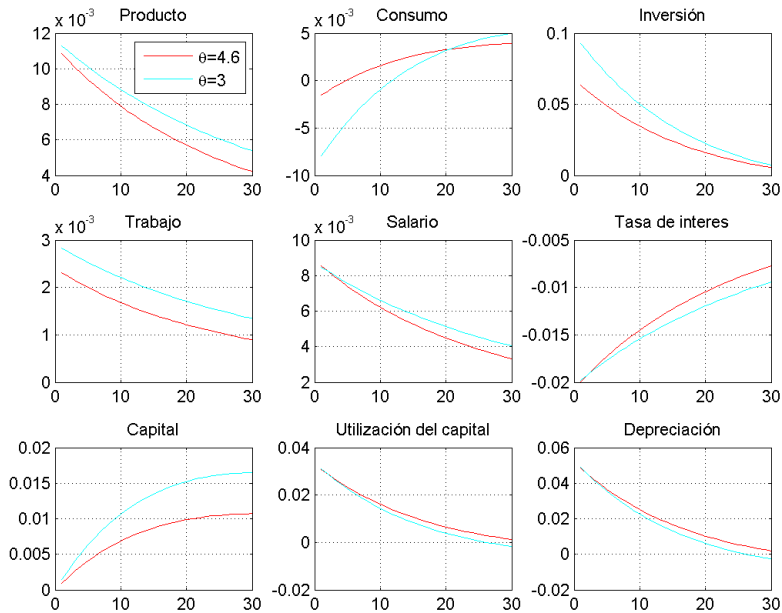


Figura 11: Variación en la Oferta de Trabajo (IRF)

## ■ **Aversión al Riesgo**

Analíticamente, la aversión al riesgo representa la concavidad de la función de utilidad de las familias. Si partimos de una función de utilidad dada y aumenta el grado de su curvatura, es decir aumenta su aversión al riesgo, habrá un incremento en la percepción de riesgo que genera un cambio en las decisiones de inversión y consumo de las familias.

En el modelo, la aversión al riesgo está representada por el parámetro " $\gamma$ " cuyo valor es igual a 1. Este valor se toma como referencia de los autores **Castillo y Rojas (2014)**, y cuya estimación se basa en técnicas econométricas que están fuera del alcance de la presente investigación. No obstante, este valor de 1 podría considerarse como estándar en las investigaciones relacionadas a los modelos de ciclos económicos reales. Para contestar la hipótesis secundaria sobre la aversión al riesgo está relacionada con la amplitud del ciclo económico de la inversión privada ante un choque de inversión, procederemos a simular el modelo con un valor del parámetro de aversión al riesgo " $\gamma$ " igual a 2.

Como podemos observar en las **funciones impulso respuesta (IRF)** de la figura (12), la mayoría de las variables macroeconómicas reaccionan de forma negativa ante un aumento de la aversión al riesgo. En efecto, las líneas de color negro representan las fun-



ciones impulso respuesta con una mayor aversión al riesgo y cómo podemos visualizar, la inversión reacciona de manera negativa ante un aumento del riesgo. Por otro lado esta menor inversión se traduce en menor stock de capital para el siguiente periodo, lo que conlleva a tener una menor producción. Esto hace que el trabajo también reaccione de manera negativa. No obstante, podemos ver que el consumo del ciclo del consumo sobre-reacciona de manera positiva, esto es debido al traspaso de la menor inversión por el tema del aumento del riesgo, a mayor consumo para compensar el bienestar de las familias.

Dicho esto y, dado que el modelo si nos permite explicar lo que sucede con los ciclos económicos reales de las principales variables macroeconómicas de la economía peruana, podemos concluir que en efecto, un aumento de la aversión al riesgo tiene un impacto negativo sobre la inversión privada peruana, es decir, podemos concluir que existe una relación indirecta entre la aversión al riesgo de los agentes y la amplitud del ciclo económico de la inversión privada.

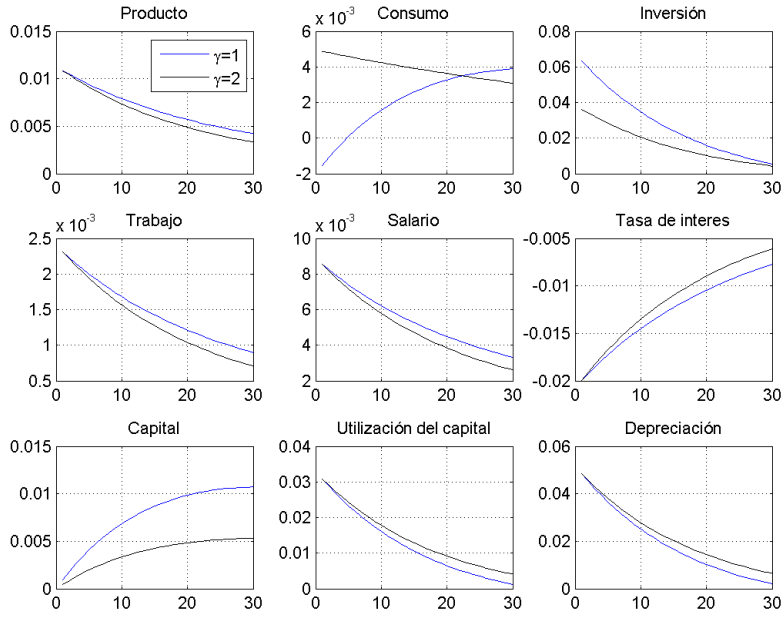


Figura 12: Variación en la Adversión al Riesgo (IRF)

### 4.3.- Discusión de Resultados

#### Función Impulso Respuesta y Dinámica del Modelo

La dinámica que presentan las variables ante los choques puede ser observada en las funciones impulso respuesta. Estas funciones nos muestran como cada una de las variables analizadas en el modelo se desvían de su senda de estado estacionario o crecimiento de largo plazo. Estos desvíos son originados por los choques propuestos en el modelo, choque de inversión y choque de productividad. El modelo analiza por sepa-

rado cada uno de los choques y su interacción con las variables, pero, mediante el análisis de descomposición de varianza podemos tener una aproximación de que choque tiene mayor influencia en las desviaciones de las variables.

Se cree conveniente que antes de mostrar las funciones impulso respuesta, es necesario explicar la dinámica que se genera en el modelo ante los choques, es por esto que se procederá a realizar una explicación simplificada de lo que ocurre internamente en el modelo, y de cómo las variables interactúan entre ellas.

#### ■ Choque de Inversión

El primer choque que analizamos es el de inversión " $\varepsilon$ ". Los choques, por lo general también denominado "**mecanismo de impulso**", son los que producen el impulso inicial para que las variables se desvíen del estado estacionario. Además, existe un "**mecanismo de propagación**", que es el que se encarga de la transmisión del choque a todas las variables del modelo. En el modelo, el mecanismo de propagación es la utilización intensiva del capital " $h_t$ ". Es así, que ante un choque en la inversión, aumenta la eficiencia marginal de la inversión " $(1 + \varepsilon_t)$ " y esta afecta al capital en " $t + 1$ " mediante la ley de movimiento de capital. Este aumento en el capital en " $t + 1$ " aumentará la producción en " $t + 1$ " y el consumo en " $t + 1$ ". Pero a diferencia de lo que ocurre en " $t + 1$ ",

en " $t$ " el stock de capital esta fijo. Es por esto que ante un choque de inversión, se utilizará en una forma intensiva el stock de capital existente, aumentando " $h_t$ ", así como también, la depreciación del stock de capital " $\delta(h_t)$ ". Como se demostró en la ecuación de la oferta de capital, existe una relación inversa entre el rendimiento del servicio de capital y la utilización intensiva de capital, es así, como se observa en la figura (13) que la curva de oferta se desplazará hacia abajo y la derecha, compensando el menor retorno por la utilización de capital con un mayor servicio de capital. Por el lado de la demanda de factores, en la ecuación (24) que corresponde a la demanda de trabajo, pudimos observar que la productividad marginal del trabajo tiene una relación directa con la función de producción, pero esta última muestra un aumento ya que tienen como argumento al servicio de capital " $(h_t * k_t)$ " que ha aumentado por el incremento de " $h_t$ ". Es por este motivo que como se muestra en la parte derecha de la figura (13), la demanda de trabajo se desplaza hacia arriba y la derecha, aumentando el salario ( $w_t$ ) y el trabajo ( $l_t$ ). El nivel de consumo se obtiene mediante la ecuación de Euler (ecuación (20)). En ella se observa una relación positiva entre " $\lambda_t$ " y " $\varepsilon_t$ ", dado que " $\lambda_t$ " representa la utilidad marginal del consumo, y esta contiene rendimientos decrecientes, la única opción de que ante un choque de inversión la utilidad marginal del

consumo aumente, es reduciendo consumo en "t", y aumentando el consumo en "t + 1". Por otro lado, al tener un menor consumo en "t", el ahorro aumenta y se convierte en inversión, es por esto motivo que se puede observar en la función impulso respuesta el aumento de la inversión, convirtiéndose en un stock de capital más alto. Todas estas relaciones se observan en el gráfico de impulso respuesta que se presenta a continuación.

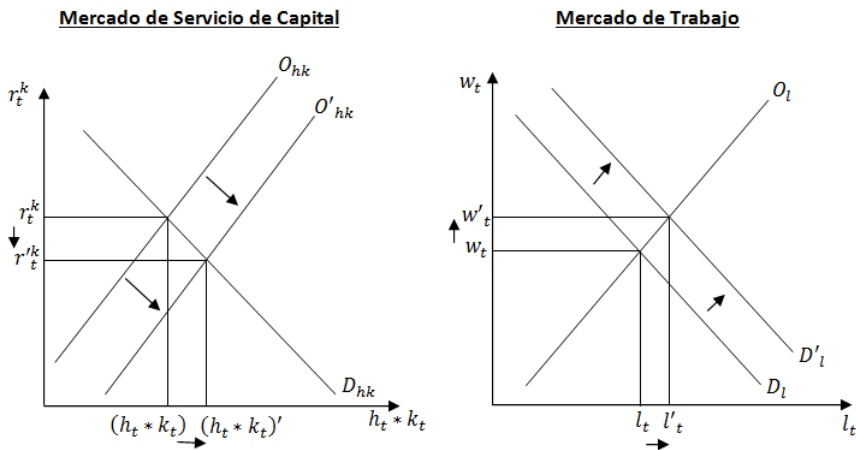


Figura 13: Mercado de Servicios de Capital y de Trabajo

Función Impulso Respuesta: choque a la inversión

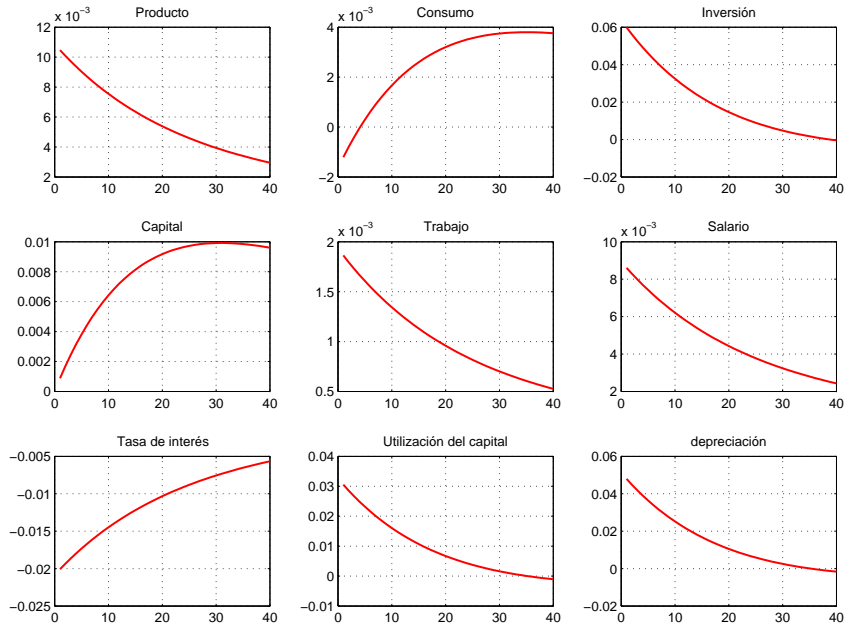


Figura 14: Función Impulso Respuesta - Choque de Inversión

#### ■ Choque de Productividad

El choque de productividad es uno de los más usados en las investigaciones sobre modelos de ciclos económicos reales. Fue necesaria su incorporación en el modelo, ya que los choques de productividad usualmente están asociados a choques de inversión, pero no están

correlacionados. La dinámica que genera un choque de productividad es distinta a la de un choque de inversión. Esta principalmente opera por el lado de la firma, es decir, sobre las demandas de factores. La dinámica puede explicarse de la siguiente manera: En principio un choque de productividad afecta la función de producción en " $t$ ", aumentando la producción. Como vimos en la ecuación (24 y 25), la productividad marginal del trabajo y del servicio de capital tienen una relación directa con la producción. Como se observa en la figura (15), el salario y la tasa de interés aumentan, así como el servicio de capital y el trabajo. La dinámica del consumo nuevamente se observa por medio de la ecuación de Euler (ecuación (20)), pero en este caso, el consumo aumenta por el aumento de la tasa de interés en " $t + 1$ ", esto significa que el consumidor deseara ahorrar en el futuro, ya que tendrá un retorno más elevado, es por este motivo que las familias aumentan su consumo en " $t$ ", y disminuyen el ahorro, lo que desincentiva la inversión y el stock de capital futuro. Esto se puede observar en las funciones impulso respuesta.

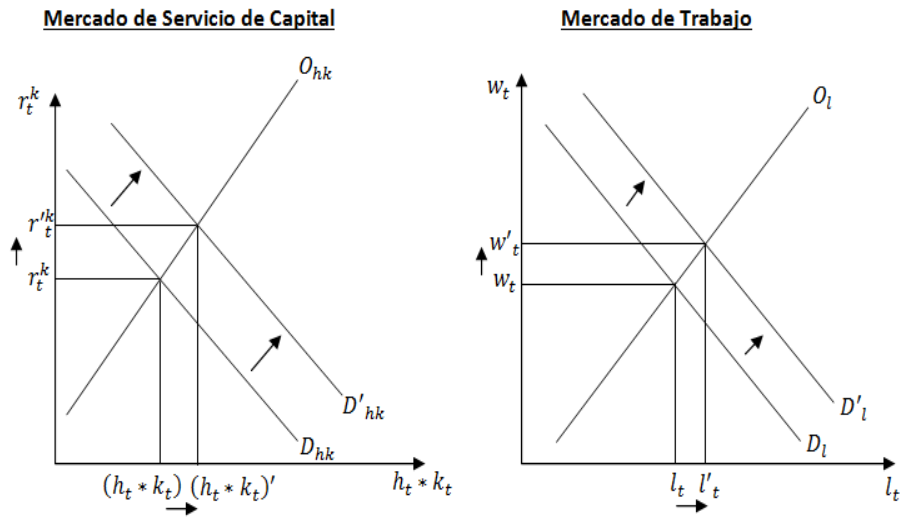


Figura 15: Mercado de Servicios de Capital y Trabajo



Función Impulso Respuesta: choque de productividad

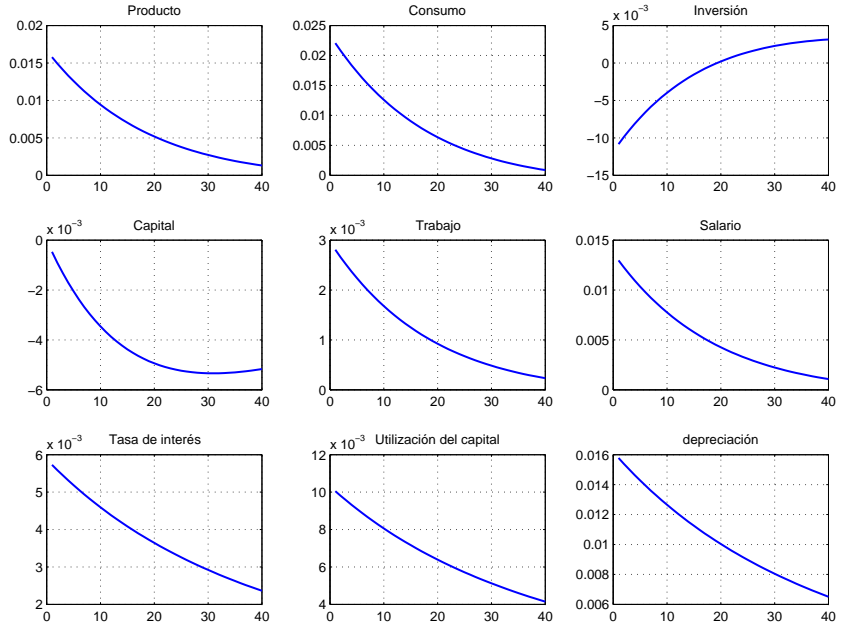


Figura 16: Función Impulso Respuesta - Choque de Productividad

### ■ Descomposición de varianza

Dado que existen dos choques en el modelo, cada una de las variables actúa de manera diferente ante ellos. Es por esto, que la descomposición de varianza nos muestra cuanto de la variabilidad total de una variable es atribuible a los movimientos de cada uno de los choques exógenos. Como se puede observar en el cuadro

(6), las variables  $\{c_t, y_t, l_t, k_t, w_t, r_t^k\}$  son las variables que muestran una mayor variabilidad ante choques de productividad, y las variables  $\{i_t, \delta_t, h_t\}$  son las que muestran una mayor variabilidad ante un choque de inversión.

Variables	Choque de Inversión	Choque de Productividad
	$\sigma_\varepsilon^2$	$\sigma_a^2$
$c_t$	5.72	94.28
$y_t$	23.88	76.12
$l_t$	23.88	76.12
$i_t$	92.15	7.85
$k_t$	47.65	52.35
$\delta_t$	64.33	35.67
$h_t$	64.33	35.67
$w_t$	23.88	76.12
$r_t^k$	77.88	22.12
$v_t$	100.00	0.00
$a_t$	0.00	100.00

Elaboración Propia

Cuadro 6: Descomposición de Varianza

## Capítulo V : Conclusiones y Recomendaciones

### 5.1.- Conclusiones

Como se pudo determinar:

- El modelo teórico permite explicar de manera significativa las fluctuaciones de los ciclos económicos de las principales variables macroeconómicas de la economía peruana (PBI, Consumo privado e Inversión privada).
- Es por este motivo, que el modelo nos sirve para conocer cuáles son los efectos de alguna política económica sobre las variables en mención.
- Tomando como ejemplo una política económica que permita elevar la sensibilidad de la oferta de trabajo, pudimos demostrar que este efecto sería positivo en el PBI. Otro caso sería estar bajo un estado con políticas económicas inestables que producen una elevación de la aversión al riesgo, esto incentivaría a los agentes a invertir menos.
- Al igual que los ejemplos dados, se pueden evaluar distintas políticas económicas, simulando el modelo teórico bajo distintos valores de los parámetros subyacentes.

## 5.2.- Recomendaciones

- El modelo se plantea bajo supuestos neoclásicos, no obstante, pueden relajarse estos supuestos y tener en cuenta una economía con sector externo, mercados con competencia monopolística, introducción del dinero en la función de utilidad de las familias, entre otros, que permitan robustecer el modelo y sobre todo permitan explicar el objetivo planteado.
- Todo esto se recomienda para investigaciones futuras, que permitan tener un mejor análisis de lo que subyace en la económica y puedan ser tomadas en consideración a la hora de plantear políticas económicas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Castillo, P. y Rojas, Y. (2014), “*Términos de intercambio y productividad total de factores: evidencia empírica de los mercados emergentes de América Latina*”, BCRP, Revista de estudios Económicos 28,27-46
- Keynes, John Maynard (1936), “*The General Theory of Employment, Interest and Money*”, Macmillan Cambridge University Press, for Royal Economic Society.
- Chang, R y A. Fernández (2013), “*On The sources of aggregate fluctuations in emerging economies*”, International Economic Review, 54(1), 1265-1293.
- Neumeyer, P. y F. Perri(2005), “*Business cycle in emerging economies: The role of interest rate*”, Journal of Monetary Economics, 52(2), 345-80
- Kydland, F. y Prescott, E. (1982) “*Time to build and aggregate fluctuations*”, Econométrica, 50, 1350-1372.
- GoldSmith, R. (1962) “*The National Wealth of the United States in the Postwar Period*”, Princeton University Press, 62-11952.

- Castillo, P., Montoro, C., Tuesta, V. (2006) “*Hechos estilizados de la Economía Peruana*”, Series de Documentos de trabajo – BCRP, 2006-05.
- Romer, David. (2006), “*Macroeconomía Avanzada*”, 3edición, Universidad de California, Berkeley.
- Galí, Jordi (2008), “*Monetary Policy, Inflation, and the business cycle, an introduction to the New Keynesian Framework*”, 1 edición, Princeton University Press.
- Long, J. y Plosser, C. (1983), “Real Business Cycle”, Journal of Political Economy, Vol. 91.
- Ledesma, Alan (2010). “*Repaso Matemático*”, notas de clase , pag: 19-28
- Mendoza, Waldo (2014), “*Como investigan los economistas, Guía para elaborar y desarrollar un proyecto de investigación*”, Fondo editorial PUCP.
- Céspedes, N. y Rendón, S. (2012), “*La elasticidad de oferta laboral de Frisch en economías con alta movilidad laboral*”, Serie de documentos de trabajo – BCRP, 2012-17

- Galindo, Hamilton (2011), em “Requerimiento de Capital Bancario y ciclos económicos en un modelo DSGE”, Superintendencia de Bancos y Seguros (SBS).
- Chow, Gregory (1992), “*Optimal Control without solving The Bellman Equation*”, Econometric Research Program, Princeton University.
- Hodrick, Robert J. y Prescott, E. (1980) “*Postwar U.S. Business Cycles: an Empirical Investigation*”, Carnegie-Mellon University, Discussion Papers 451.
- Johnson, Paul A. (1997), “*Investment shock and GDP Responses*”, Department of Economics, Vassar College, Poughkeepsie, NY 12604.
- Touhidul Haque , Sheikh ( 2012), “*Effect of public and Private Investment on Economic Growth in Bangladesh : An econometric Analysis*” , Research study series N - FDRS 05/2013

## ANEXOS

### ■ Anexo 1

El método propuesto para el cálculo del stock de Capital es el de *Inventario Perpetuo*, propuesto por **GoldSmith(1951)**<sup>29</sup>. Dado que el análisis es sobre la inversión privada, se usará las series estadísticas de la Inversión Bruta fija privada con una frecuencia anual entre los años 1994 y 2015. Es importante señalar que el análisis que se hace del stock de capital es sobre su trayectoria y no sobre su ciclo económico, es por este motivo, que no es necesario que su frecuencia sea trimestral.

La ecuación de *Inventario Perpetuo* es la siguiente:

$$K_{t+1} = (1 - \delta) * K_t + I_t \quad (30)$$

Dado que para el cálculo del stock de capital en "t+1", es necesario conocer el stock de capital en "t", se utiliza la siguiente formula para conocer el stock de capital inicial.

$$K_{inicial} = \frac{I_1}{g + \delta} \quad (31)$$

---

<sup>29</sup>Para un análisis del método de *Inventario Perpetuo* se puede consultar las "Notas de Estudios del BCRP No. 51, Anexo 1 , pag 11.



donde "g" representa la tasa de crecimiento potencial del PBI, con un valor de 5% , por otro lado, "δ" representa la tasa de depreciación del capital, cuyo valor es de 10% anual.

El stock de Capital inicial se calcula con la ecuación (31) de la siguiente manera:

$$K_{1993} = \frac{18028}{5\% + 10\%} = 120186,7 \quad (32)$$

Por otro lado el stock de capital en 1994 sera de la siguiente manera

$$K_{1994} = (1 - \delta) * K_{1993} + I_{1993} \quad (33)$$

$$K_{1994} = (1 - 10\%) * 120186,7 + 18028 = 126196 \quad (34)$$

y así en adelante de la misma forma. La trayectoria del stock de capital se muestra en el cuadro (7).

<b>Año</b>	<b>Inversión Privada</b>	<b>Stock de Capital</b>
1993	18028	120186.7
1994	25088	126196
1995	31946	138664.4
1996	31247	156743.9
1997	36241	172316.5
1998	35373	191325.9
1999	29981	207566.3
2000	29461	216790.7
2001	28089	224572.6
2002	28145	230204.4
2003	29915	235328.9
2004	32335	241711.1
2005	36217	249874.9
2006	43482	261104.4
2007	53626	278475.9
2008	66453	304254.3
2009	60439	340281.9
2010	75841	366692.8
2011	84028	405864.5
2012	97020	449306.0
2013	103266	501395.4
2014	101064	554521.9
2015	96645	600133.7

Elaboración Propia

Cuadro 7: Stock de Capital

## ■ Anexo 2

Para el análisis de las principales variables económicas( *PBI, Consumo privado e Inversión privada*) se toma como muestra los datos posteriores a las reformas de los años 90, específicamente a partir de 1994. Este punto de partida no es arbitrario , ya que se justifica con un análisis econométrico de cambio de régimen propuesto por **Zivot y Andrews(1992)**.

Las series que se presentan en el cuadro (8) se encuentran en niveles, además , contienen un componente estacional producto de la frecuencia trimestral y presentan raíz unitaria. Para eliminar estos problemas, se procede a desestacionalizar las series con el Census X-12, luego se convierte las series en logaritmos naturales y se diferencia una vez para eliminar la raíz unitaria y obtener las series en tasas de crecimiento . En base a las series transformadas que se observan en el cuadro (9), se procede con el test de quiebre estructural de *Zivot y Andrews* implementado en el paquete econométrico *Eviews*.

- Series en Niveles.

<b>Fecha</b>	<b>PBI</b>	<b>Consumo Privado</b>	<b>Inversión Privada</b>
T190	40441	28406	4771
T290	40317	26296	4887
T390	33935	24792	3847
T490	36800	26241	3655
T191	36290	25970	3791
T291	40194	27034	4225
T391	39444	28477	4752
T491	38926	28185	4386
T192	38554	28360	4622
T292	39420	26637	4040
T392	36833	25928	4078
T492	39210	27926	3710
T193	38459	26753	3960
T293	41647	27583	4130
T393	40684	29633	4682
T493	41304	29711	5257
T194	43374	29221	4885
T294	46710	31997	5332
T394	45094	30627	6962
T494	46866	32588	7909
T195	47281	32192	7397
T295	50716	33142	8187
T395	48796	35084	8675
T495	48744	35856	7687
T196	47885	33438	7292
T296	51914	34019	7817
T396	50073	36007	7937
T496	51138	36037	8200
T197	50365	34935	7964
T297	56186	35514	8469

<b>Fecha</b>	<b>PBI</b>	<b>Consumo Privado</b>	<b>Inversión Privada</b>
T397	53280	36993	9557
T497	54197	37113	10251
T198	51487	34160	9139
T298	54479	35325	9335
T398	53515	36279	8873
T498	53709	35934	8025
T199	51215	35110	7032
T299	55518	35132	7134
T399	53196	35563	7906
T499	56448	33861	7909
T100	54675	34942	7667
T200	58256	35361	6801
T300	54622	36161	7355
T400	54655	36727	7639
T101	51760	35365	6835
T201	58431	36089	6772
T301	56120	36684	7476
T401	57268	36491	7005
T102	55138	37166	6669
T202	62307	37694	6730
T302	58404	38481	7277
T402	59924	38332	7469
T103	58249	37521	7264
T203	65202	38831	7141
T303	60552	39645	7917
T403	61589	39491	7593
T104	60914	39277	7996
T204	67640	40054	7768
T304	63146	40862	8202
T404	66071	40576	8369
T105	64341	40601	8333
T205	71310	41348	8497

<b>Fecha</b>	<b>PBI</b>	<b>Consumo Privado</b>	<b>Inversión Privada</b>
T305	67230	42411	9322
T405	71090	42294	10066
T106	69671	42940	10649
T206	75824	43935	10108
T306	72806	45100	10754
T406	76297	45031	11970
T107	73354	46181	12072
T207	80626	47902	12465
T307	80689	48878	14045
T407	85024	49355	15043
T108	80813	50176	14810
T208	89146	53701	16485
T308	88440	53685	17911
T408	90524	51815	17248
T109	82895	51806	14716
T209	88427	54145	13817
T309	88283	55210	15579
T409	92979	54118	16327
T110	87418	55143	16949
T210	96887	59025	17949
T310	96919	60848	20092
T410	101156	59015	20851
T111	94996	59634	19371
T211	102176	63479	20120
T311	102606	63389	21828
T411	107274	61543	22709
T112	100669	63409	22390
T212	107961	67003	23555
T312	109625	66892	25071
T412	113019	65879	26004
T113	105463	66574	24796
T213	114731	70587	25878

<b>Fecha</b>	<b>PBI</b>	<b>Consumo Privado</b>	<b>Inversión Privada</b>
T313	115464	70322	26210
T413	120862	69753	26381
T114	110689	70036	24670
T214	116889	73481	25337
T314	117567	72924	25030
T414	122259	72264	26026
T115	112733	72417	23700
T215	120543	75932	23250
T315	121371	75403	24134
T415	127980	74747	25561

Elaboración Propia

Fuente : BCRP

Cuadro 8: Series Macroeconómicas en Niveles

- Series Desestacionalizadas, en logaritmos naturales y en primeras diferencias.

Fecha	DlogPBI	DlogCon	DlogInv
T190	-	-	-
T290	-0.05	-0.06	0.041
T390	-0.11	-0.06	-0.29
T490	0.066	0.02	0.015
T191	-0.03	0.021	0.014
T291	0.048	0.052	0.126
T391	0.039	0.04	0.054
T491	-0.02	-0.04	-0.02
T192	0	0.041	0.046
T292	-0.03	-0.05	-0.11
T392	-0.01	-0.04	-0.05
T492	0.051	0.049	-0.04
T193	-0.009	-0.004	0.078
T293	0.025	0.034	0.05
T393	0.03	0.047	0.054
T493	0.004	-0.01	0.154
T194	0.062	0.027	-0.03
T294	0.016	0.089	0.083
T394	0.016	-0.07	0.198
T494	0.03	0.052	0.152
T195	0.026	0.035	-0.007
T295	0.007	0.021	0.082
T395	0.013	0.022	-0.004
T495	-0.01	0.017	-0.1
T196	0.007	-0.02	0.025



<b>Fecha</b>	<b>DlogPBI</b>	<b>DlogCon</b>	<b>DlogInv</b>
T296	0.012	0.005	0.036
T396	0.016	0.021	-0.04
T496	0.009	0.002	0.041
T197	0.015	0.015	0.053
T297	0.036	0.001	0.025
T397	0	0.008	0.069
T497	0.001	0.006	0.073
T198	-0.01	-0.04	-0.03
T298	-0.02	0.017	-0.007
T398	0.036	-0.001	-0.1
T498	-0.01	-0.003	-0.09
T199	-0.003	0.013	-0.05
T299	-0.002	-0.01	0
T399	0.013	-0.01	0.041
T499	0.041	-0.04	-0.003
T100	0.015	0.061	0.043
T200	-0.02	0	-0.12
T300	-0.004	0.004	0.007
T400	-0.01	0.024	0.043
T101	-0.007	-0.01	-0.04
T201	0.028	0.003	-0.005
T301	0.023	0.001	0.025
T401	0.003	0.004	-0.05
T102	0.008	0.037	0.006
T202	0.026	-0.001	0.022
T302	0.005	0.007	0.005
T402	0.006	0.007	0.032
T103	0.015	-0.006	0.018
T203	0.017	0.02	0.001
T303	-0.001	0.008	0.038
T403	-0.005	0.009	-0.04
T104	0.032	0.005	0.092

<b>Fecha</b>	<b>DlogPBI</b>	<b>DlogCon</b>	<b>DlogInv</b>
T204	0.013	0.006	-0.006
T304	0.002	0.008	-0.004
T404	0.018	0.009	0.014
T105	0.018	0.008	0.035
T205	0.019	0.003	0.042
T305	0.004	0.015	0.04
T405	0.025	0.016	0.062
T106	0.03	0.021	0.103
T206	0.007	0.004	-0.03
T306	0.011	0.018	0.008
T406	0.015	0.021	0.09
T107	0.019	0.03	0.062
T207	0.022	0.013	0.047
T307	0.04	0.014	0.063
T407	0.021	0.036	0.052
T108	0.015	0.02	0.046
T208	0.029	0.038	0.117
T308	0.02	-0.003	0.021
T408	-0.006	-0.004	-0.04
T109	-0.01	0.003	-0.09
T209	-0.001	0.008	-0.05
T309	0.018	0.019	0.058
T409	0.022	0.013	0.038
T110	0.015	0.021	0.107
T210	0.037	0.027	0.053
T310	0.015	0.034	0.054
T410	0.013	0.003	0.031
T111	0.017	0.012	-0.005

<b>Fecha</b>	<b>DlogPBI</b>	<b>DlogCon</b>	<b>DlogInv</b>
T211	0.009	0.019	0.028
T311	0.015	0.006	0.031
T411	0.014	0.003	0.03
T112	0.018	0.031	0.053
T212	0.008	0.011	0.037
T312	0.023	0.009	0.021
T412	-0.001	0.013	0.023
T113	0.014	0.013	0.02
T213	0.024	0.015	0.025
T313	0.012	0.01	-0.02
T413	0.012	0.016	-0.01
T114	-0.001	0.007	0.001
T214	-0.004	0.005	0.008
T314	0.01	0.008	-0.04
T414	0.005	0.012	0.016
T115	0.007	0.006	-0.02
T215	0.008	0.005	-0.03
T315	0.011	0.009	0.01
T415	0.018	0.011	0.032

Elaboración Propia

Fuente : BCRP

Cuadro 9: Series en logaritmos, desestacionalizada y en diferencias.

En base a los datos transformados en logaritmos, desestacionalizados y en primeras diferencias, se realiza el test de cambio de régimen de *Zivot y Andrews* en *Eviews*, como podemos observar e la figura (17) y (18) , en el segundo trimestre del año 1994 se observa un quiebre en la estructura económica producto de las reformas económicas que se implementaron, es por esta razón que se eligió como punto de partida el primer trimestre del año 1994 hasta el cuarto trimestre del año 2015.

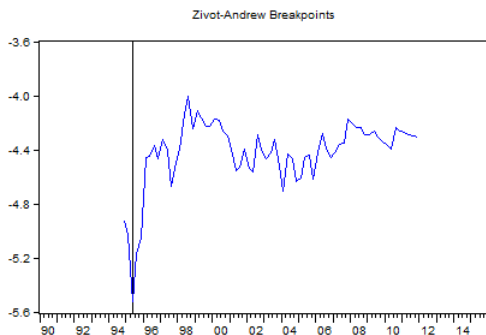
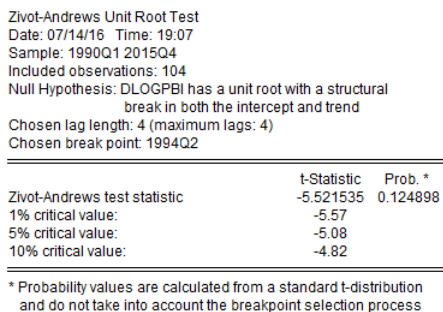


Figura 17: Test de Zivot y Andrews - PBI

Zivot-Andrews Unit Root Test  
Date: 07/14/16 Time: 19:07  
Sample: 1990Q1 2015Q4  
Included observations: 104  
Null Hypothesis: DLOGCON has a unit root with a structural break in both the intercept and trend  
Chosen lag length: 4 (maximum lags: 4)  
Chosen break point: 1994Q2

---

	t-Statistic	Prob. *
Zivot-Andrews test statistic	-6.782304	0.024188
1% critical value:	-5.57	
5% critical value:	-5.08	
10% critical value:	-4.82	

---

\* Probability values are calculated from a standard t-distribution and do not take into account the breakpoint selection process

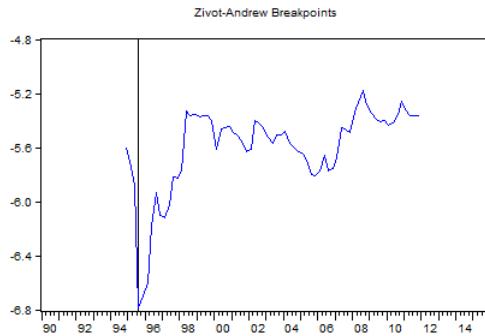


Figura 18: Test de Zivot y Andrews - Consumo Privado

Por otro lado , como se observa en la figura (19), la inversión privada muestra un cambio en su estructura en el año 2004, pero , dado que la inversión privada es un componente del PBI, podemos asumir que existe también un cambio de régimen en el año 1994. En conclusión, con estas demostraciones hemos justificado el inicio del análisis en el año 1994.

---

Zivot-Andrews Unit Root Test  
Date: 07/14/16 Time: 20:07  
Sample: 1990Q1 2015Q4  
Included observations: 104  
Null Hypothesis: DLOGINV has a unit root with a structural  
break in the intercept  
Chosen lag length: 4 (maximum lags: 4)  
Chosen break point: 2004Q1

---

	t-Statistic	Prob. *
Zivot-Andrews test statistic	-5.231459	0.004252
1% critical value:	-5.34	
5% critical value:	-4.93	
10% critical value:	-4.58	

---

\* Probability values are calculated from a standard t-distribution and do not take into account the breakpoint selection process

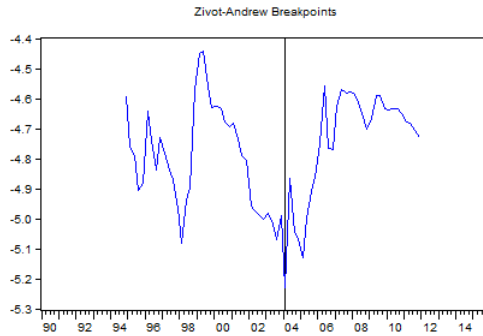


Figura 19: Test de Zivot y Andrews - Inversión Privada

### ■ Anexo 3

Para obtener el componente cíclico de las series macroeconómicas *PBI*, *Consumo privado* e *Inversión privada* se utiliza el filtro (*Band Pass*) de **Baxter y King(1999)** a fin de obtener las fluctuaciones cíclicas de las variables con respecto a su tendencia de largo plazo. Las series a utilizar para obtener el componente cíclico son las obtenidas en el Anexo 2. Estas corresponden a las series desestacionalizadas, transformadas en logaritmos natural y en primeras diferencias del cuadro (9), comprendidas entre el primer trimestre de 1994 y el cuarto trimestre del 2015.

A continuación se muestra el procedimiento utilizando el paquete econométrico *Eviews*. Como se observa en la figura (20), los parámetros *Low* y *High* corresponden a los rangos de los ciclos, un *Low* de 2 corresponde a fluctuaciones cíclicas de 2 trimestres, un *High* de 8 corresponde a fluctuaciones cíclicas de 8 trimestres a más. El componente *Lead-lag* de 3 corresponde a los datos que se restaran en la parte inicial y final de los datos ya que el filtro Band-Pass es un filtro simétrico.

En el cuadro (10) se muestran los datos de los ciclos de las tres variables en estudio obtenidos con el filtro de *Baxter y King* y en la figura (21), se muestran los estadísticos de las series cíclicas de las variables, donde el estadístico mas importante, y a comparar

con los estadísticos del modelo simulado, es la *desviación estándar*, que está resaltado con color rojo.



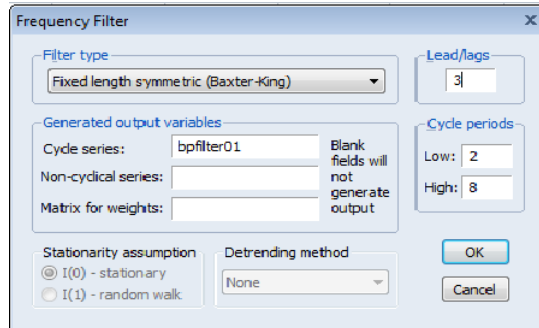


Figura 20: Filtro Baxter y King - Eviews

- **Ciclo de las Series**

Fecha	CicloPBI	CicloConsu	CicloInv
1994Q1	-	-	-
1994Q2	-	-	-
1994Q3	-	-	-
1994Q4	0.0111	0.04644	0.0266
1995Q1	0.0086	0.01403	-0.019
1995Q2	-0.008	-0.0054	0.0221
1995Q3	0.0027	0.00011	-0.009
1995Q4	-0.013	0.01594	-0.120
1996Q1	0.0002	-0.0296	0.0660
1996Q2	0.0011	-0.0029	0.0256
1996Q3	0.0033	0.01332	-0.054
1996Q4	-0.004	-0.0027	0.0040
1997Q1	0.0022	0.00653	0.0365
1997Q2	0.0196	-0.0053	-0.022
1997Q3	-0.005	0.00659	0.0286
1997Q4	-0.001	0.00996	0.0431
1998Q1	-0.010	-0.0366	-0.021

<b>Fecha</b>	<b>CicloPBI</b>	<b>CicloConsu</b>	<b>CicloInv</b>
1998Q2	-0.020	0.01926	0.0233
1998Q3	0.0380	-7.2923	-0.053
1998Q4	-0.016	-0.0021	-0.046
1999Q1	-0.006	0.01808	-0.007
1999Q2	-0.007	-0.0113	0.0154
1999Q3	0.0019	-0.0062	0.0445
1999Q4	0.0279	-0.0399	0.0023
2000Q1	0.0093	0.05777	0.0516
2000Q2	-0.022	-0.0141	-0.113
2000Q3	-0.003	-0.0051	0.0222
2000Q4	-0.012	0.01778	0.0555
2001Q1	-0.007	-0.0167	-0.038
2001Q2	0.0181	-0.0009	0.0012
2001Q3	0.0103	-0.0047	0.0348
2001Q4	-0.008	-0.0046	-0.052
2002Q1	-0.004	0.02703	0.0067
2002Q2	0.0097	-0.0117	0.0161
2002Q3	-0.005	-0.0007	-0.007
2002Q4	-0.002	0.00063	0.0151
2003Q1	0.0049	-0.0130	0.0023
2003Q2	0.0036	0.01213	-0.014
2003Q3	-0.006	-2.4176	0.0219
2003Q4	-0.014	0.00108	-0.058
2004Q1	0.0182	-0.0025	0.0761
2004Q2	-0.000	-0.0016	-0.022
2004Q3	-0.006	0.00088	-0.022
2004Q4	0.0019	0.00157	-0.007
2005Q1	0.0010	-0.0004	0.0085
2005Q2	0.0032	-0.0071	0.0022
2005Q3	-0.009	0.00337	-0.007
2005Q4	0.0053	0.00263	0.0154

<b>Fecha</b>	<b>CicloPBI</b>	<b>CicloConsu</b>	<b>CicloInv</b>
2006Q1	0.0108	0.00662	0.0603
2006Q2	-0.006	-0.0119	-0.072
2006Q3	-0.004	0.00059	-0.033
2006Q4	-0.003	0.00239	0.0454
2007Q1	-0.001	0.00973	0.0094
2007Q2	0.0017	-0.0081	-0.010
2007Q3	0.0122	-0.0091	0.0035
2007Q4	-0.003	0.01324	-0.008
2008Q1	-0.004	-0.0011	-0.010
2008Q2	0.0123	0.02123	0.0788
2008Q3	0.0070	-0.0153	0.0098
2008Q4	-0.010	-0.0118	-0.037
2009Q1	-0.014	-0.0027	-0.068
2009Q2	-0.007	-0.0001	-0.044
2009Q3	0.0068	0.00585	0.0469
2009Q4	0.0063	-0.0043	-0.001
2010Q1	-0.002	0.00065	0.0526
2010Q2	0.0148	0.00621	-0.004
2010Q3	-0.005	0.01376	0.0080
2010Q4	-0.002	-0.0143	-0.003
2011Q1	0.0020	-0.0019	-0.031
2011Q2	-0.004	0.00725	0.0021
2011Q3	-6.677	-0.0066	0.0030
2011Q4	0.0008	-0.0105	-0.001
2012Q1	0.0039	0.01767	0.0164
2012Q2	-0.004	-0.0026	0.0042
2012Q3	0.0087	-0.0044	-0.010
2012Q4	-0.013	0.00052	0.0049
2013Q1	-0.001	-0.0003	0.0007
2013Q2	0.0126	0.00201	0.0181
2013Q3	-0.001	-0.0020	-0.027

Fecha	CicloPBI	CicloConsu	CicloInv
2013Q4	0.0074	0.00643	-0.001
2014Q1	-0.009	-0.0034	0.0037
2014Q2	-0.009	-0.0040	0.0173
2014Q3	0.0039	-0.0004	-0.036
2014Q4	0.0027	0.00637	0.0368
2015Q1	0.0108	0.01778	-0.052
2015Q2	-	-	-
2015Q3	-	-	-
2015Q4	-	-	-

Elaboración Propia

Fuente : BCRP

Cuadro 10: Componente Cíclico de las Variables Macroeconómicas

Date: 07/15/16 Time: 09:08 Sample: 1994Q1 2015Q3			
	CICLOPBI	CICLOCONS	CICLOINV
Mean	7.99E-05	0.000661	-0.000141
Median	-0.001209	-0.000455	0.002368
Maximum	0.038078	0.057773	0.078830
Minimum	-0.022164	-0.039975	-0.120861
Std. Dev.	0.010232	0.014048	0.037261
Skewness	0.775943	0.765879	-0.607811
Kurtosis	4.626991	7.225429	4.174709
Jarque-Bera Probability	17.06215 0.000197	68.17681 0.000000	9.644668 0.008048
Sum	0.006471	0.053562	-0.011423
Sum Sq. Dev.	0.008376	0.015787	0.111070
Observations	81	81	81

Figura 21: Estadísticos del ciclo de las variables macroeconómicas

▪ Anexo 4

• Modelo Loglinealizado

Utilidad Marginal del Consumo	$\widehat{\lambda}_t = \left( c_{ss} - \frac{l_{ss}^{1+\theta}}{1+\theta} \right)^{-\gamma} * \left\{ 1 - \gamma * \left( c_{ss} - \frac{l_{ss}^{1+\theta}}{1+\theta} \right)^{-1} * \left[ c_{ss} * \widehat{c}_t - l_{ss}^{1+\theta} * \widehat{l}_t \right] \right\}$
Ecuación de Euler	$\frac{[1 + \Psi_k * (\widehat{k}_t - \widehat{k}_{t-1})]}{2 + \widehat{\varepsilon}_t} = \beta * \frac{(1 + \widehat{\lambda}_{t+1})^{-1}}{(1 + \widehat{\lambda}_t)} * \dots$ $\left\{ r_{ss} * h_{ss} * (1 + \widehat{r}_{t+1}^k + \widehat{h}_{t+1}) + \frac{(1 - \delta_{ss} * (1 + \delta(h_{t+1})))}{2 + \widehat{\varepsilon}_{t+1}} + \frac{\Psi_k * (\widehat{k}_{t+1} - \widehat{k}_t)}{2 + \widehat{\varepsilon}_{t+1}} \right\}$
Ecuación de Movimiento de Capital	$\widehat{k}_{t+1} = (1 - \delta_{ss}) * \widehat{k}_t - \delta_{ss} * \widehat{\delta}(h_t) + \delta_{ss} * \widehat{l}_t + \frac{\delta_{ss} * \widehat{\varepsilon}_t}{2}$
Depreciación endógena	$\widehat{\delta}(h_t) = \omega * \widehat{h}_t$
Oferta de Trabajo	$\widehat{w}_t = \theta * \widehat{l}_t$
Oferta de utilización de capital	$\widehat{r}_t^k = (\omega - 1) * \widehat{h}_t + (1 - \alpha) * \widehat{l}_t$
Función de Producción	$\widehat{y}_t = \alpha * (\widehat{k}_{t-1} + \widehat{h}_t) + (1 - \alpha) * \widehat{l}_t$
Equilibrio de Mercado	$\widehat{y}_t = \frac{c_{ss}}{y_{ss}} * \widehat{c}_t + \frac{l_{ss}}{y_{ss}} * \widehat{l}_t$
Demanda de Capital	$\widehat{r}_t^k = \widehat{y}_t - (\widehat{k}_{t-1} + \widehat{h}_t)$
Shock de Productividad	$\widehat{\varepsilon}_t = \rho_\varepsilon * \widehat{\varepsilon}_{t-1} + v_t$
Shock de Inversión	$\widehat{a}_t = \rho_a * \widehat{a}_{t-1} + z_t$