



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

## ESCUELA DE POSGRADO MAESTRIA EN ECONOMÍA



### TESIS

## ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN PÚBLICA Y PRIVADA Y SU EFECTO EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO DE PERÚ, 1995-2016

PRESENTADO POR:

JOSE ABEL PANIURA QUISPE

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAGISTER SCIENTIAE EN ECONOMÍA  
MENCIÓN EN PROYECTOS DE INVERSIÓN

PUNO, PERÚ

2020



## DEDICATORIA

A Dios, a mis padres Pedro Pablo Paniura y Juana Quispe por haberme inculcado el valor del conocimiento.

José Abel Paniura Quispe



## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano, Escuela de Posgrado, en especial a los docentes del Programa de Maestría en Economía, quienes me dieron la oportunidad de formar parte de ellas y concluir la Maestría en Economía, Mención en Proyectos de Inversión.

Agradecimiento especial a los miembros del jurado y asesor por haber hecho las observaciones de manera atinada y que contribuye en mejorar la redacción del presente trabajo de investigación.



## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1

## CAPÍTULO I

### REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. Marco teórico y antecedentes	3
1.1.1. Teoría de crecimiento económico y discusión	3
1.1.2. La Literatura teórica sobre crecimiento económico en económicas abiertas	6
1.1.3. La literatura empírica	8
1.1.4. Marco de análisis para el Perú	9
1.1.4.2. El equilibrio interno	11
1.1.4.3. El equilibrio externo	12
1.1.5. La Nueva Teoría del Crecimiento	14
1.1.6. Teorías del Crecimiento Económico Exógeno.	14
1.1.7. Teorías del Crecimiento Económico Endógeno.	15
1.1.7.1. Modelo de Robert Barro	16
1.1.7.2. Modelo de crecimiento endógeno con hogares optimizadores	20
1.1.7.3. Relación entre el tamaño del estado y la tasa de crecimiento	22



1.1.7.4.Un problema de planificación para el gobierno	24
1.1.8.Modelo Neoclásico de Crecimiento de Solow-Swan	26
1.1.9.Modelo AK (Acumulación de capital)	29
1.2.Antecedentes	30

## **CAPÍTULO II**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

2.1. Identificación del problema	38
2.2. Enunciados del problema	39
2.3. Justificación	40
2.4. Objetivos	40
2.4.1. Objetivo general	40
2.4.2. Objetivos específicos	40
2.5. Hipótesis	41
2.5.1. Hipótesis general	41
2.5.2. Hipótesis específicas	41

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1. Lugar de estudio	42
3.2. Población	42
3.3. Muestra	43
3.4. Método de investigación	43
3.5. Descripción detallada de métodos por objetivos específicos	43
3.5.1. Primer objetivo específico: Descripción de variables analizadas	43
3.5.2. Segundo objetivo específico: modelos de regresión	46
3.5.2.1. Modelo de efectos individuales: modelos de efectos fijos y modelos de efectos aleatorios	47



3.5.2.2. Modelo de regresión agrupada	48
3.5.2.3. Modelo de efectos fijos	48
3.5.2.4. Modelo de efectos aleatorios	49
3.5.2.5. Elección del método: Efectos fijos vs. Efectos Aleatorios	51
3.5.2.6. Test de Huasman	51
3.5.2.7. Prueba del Multiplicador de Lagrange de Breusch y Pagan	51
3.5.2.8. Analizar efectos temporales	52
3.5.2.9. Analizar el problema de la autocorrelación	53
3.5.3.0. Analizar el problema de la heteroscedasticidad	54
3.5.3.1. Analizar el problema de correlación contemporánea	54
3.6. Tercer objetivo específico: Determinar la senda de las proyecciones del crecimiento económico, inversión privada e inversión pública.	57

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evolución de la Inversión Pública y Privada en el contexto macroeconómico del Perú.	59
4.1.1. Test de estacionariedad	59
4.1.2. Correlaciones	60
4.1.3. Inversión pública, crecimiento económico y bienestar	61
4.1.4. Formación Bruta de Capital fijo	62
4.1.5. Evolución de la inversión pública y crecimiento económico en las regiones del Perú en el periodo 1997-2016.	63
4.1.6. Evolución de la inversión privada y crecimiento económico en las regiones del Perú en el periodo 1997-2016.	65
4.2. Determinación del segundo objetivo específico: Elección de retardo óptimo	66
4.2.1. Test de cointegración de Johansen	67
4.2.2. Estimación del Modelo Vector de Corrección de Error (MVCE)	68



4.2.3. Test de Causalidad de Granger	68
4.2.4. Estimación del modelo econométrico datos de panel, efectos fijos y efectos aleatorios	69
4.2.4.1. Estimación de datos de panel con modelo agrupado:	70
4.2.4.2. Estimación de datos de panel con efectos fijos:	71
4.2.4.3. Estimación de datos de panel con efectos aleatorios:	72
4.2.4.4. Test para validar Efectos Aleatorios o Fijos	73
4.2.4.5. Test de Hausman	73
4.2.4.6. Discusión con otros autores	75
4.3. Determinación del tercer objetivo específico: senda de proyecciones de la inversión pública y privada sobre el crecimiento económico en el Perú	75
4.3.1. Resultados de la metodología ARIMA proyección de la inversión pública regional	76
4.3.2. Resultado de la metodología ARIMA proyección de la inversión privada regional	78
CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFÍA	82
ANEXOS	86

Puno, 24 de enero del 2020

**ÁREA:** Políticas Públicas y Sociales

**TEMA:** Inversión y Crecimiento

**LÍNEA:** Economía del Bienestar, Pobreza y Crecimiento Económico



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
1. Teorías del crecimiento	5
2. Determinantes del Crecimiento Económico	15
3. Descripción estadística de las variables de estudio	59
4. Tests de Estacionariedad	60
5. Correlaciones de las variables	61
6. Tests de elección de retardo óptimo	67
7. Test de Trace de cointegración	67
8. Test de Max-Eigenvalue de cointegración	68
9. Resultados del modelo MVCE	68
10. Causalidad de Granger (filas son variables causales y columnas variables causadas)	69
11. Resumen de la estimación con datos de panel	73



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
1. Relación entre la tasa de crecimiento y $\tau$	24
2. Como Interactúa la Inversión en Infraestructura y como crece el Bienestar y la Actividad Económica	30
3. Inversión en Infraestructura	30
4. Perú: Inversión Bruta Fija Privada y Pública, 1994-2015	62
5. Perú: Inversión Total, Pública y Privada, 1994-2015	62
6. Perú: Producto Bruto Interno y Formación Bruta de Capital Fijo, 2002-2016	63
7. Evolución Producto Bruto Interno por regiones, 1997-2015	64
8. Evolución inversión pública por regiones, 1997-2015 (variaciones porcentuales)	64
9. Producto Bruto Interno por regiones, 1997-2015 (variación porcentual)	65
10. Inversión Pública por regiones, 1997-2015 (variación porcentual)	66
11. Inversión Privada por regiones, 1997-2015 (variación porcentual)	66
12. Proyecciones ARIMA inversión pública regional 2016-2021	78
13. Proyecciones ARIMA inversión privada regional 2016-2021	79



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
1. Evolución de los agregados macroeconómicos	86
2. Scatter de las variables	87
3. Test de cointegración de Johansen	87
4. Estimación del modelo MVCE	88
5. Test de Causalidad de Granger	91
6. Anexos de datos de panel	91
7. Anexos de figuras	95



## RESUMEN

Un instrumento esencial para impulsar el crecimiento económico, y su posible convergencia, a nivel nacional se origina en el nexo con la inversión pública y privada. El presente trabajo de investigación examina el efecto de la inversión pública y privada sobre el crecimiento económico del Perú en el periodo 1995- 2016. Se utilizó la metodología de Johansen para evaluar la existencia de una relación de largo plazo entre las variables de estudio y luego se estimó un Modelo Vector de Corrección de Error (MVCE) a las variables de estudio. Los resultados revelan la existencia de hasta dos ecuaciones de cointegración entre las variables producto bruto interno, inversión pública e inversión privada. Por otro lado, haciendo uso del test de Causalidad de Granger se obtuvo que las variables de estudio pueden servir para modelar la dinámica para el crecimiento económico y para la inversión en el Perú

**Palabras clave:** Cointegración, crecimiento, inversión, Johansen, MVCE.



## ABSTRACT

An essential instrument to boost economic growth, and its possible convergence, at the national level originates in the nexus with public and private investment. This research paper examines the effect of public and private investment on the economic growth of Peru in the period 1995-2016. Johansen's methodology was used to evaluate the existence of a long-term relationship between the study variables and then an Error Correction Vector Model (MVCE) was estimated for the study variables. The results reveal the existence of up to two cointegration equations between the variables gross domestic product, public investment and private investment. On the other hand, using the Granger causality test, it was obtained that the study variables can be used to model the dynamics for economic growth and investment in Peru.

**Keywords:** Cointegration, growth, investment, Johansen, MVCE.

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento económico en el Perú durante las últimas cuatro décadas observó un largo período de estancamiento. Mientras que para América Latina la década de los ochenta fue pérdida en términos del producto por habitante, el PBI per cápita de Perú correspondiente al año 2005 era similar al de 1975; es decir, se perdieron tres décadas. La contracción de la producción por habitante fue de 29.4 por ciento entre 1975 y 1992. El colapso económico, así como la recuperación que se inició en 1993, guardan relación con la política económica implementada en el país. Desde la década de los sesenta, esta última se caracterizó por un alto proteccionismo e intervención gubernamental que atentó contra la propiedad e incentivos privados, así como políticas fiscales y monetarias excesivamente proactivas, que culminaron con la hiperinflación de fines de los ochenta. A partir de 1990 se cambió el paradigma con la implementación de políticas de libre mercado y de menor participación del Estado en la economía (Secada *et al.* 2016).

El crecimiento económico regional y su relación con el bienestar microeconómico de la población, aún no ha sido desarrollada en su verdadera dimensión; por lo que hoy, el crecimiento no tiene un patrón que permita llevar los beneficios del crecimiento económico regional a sectores más necesitados. Según esta perspectiva implica que la brecha entre los pobres y ricos de nuestro territorio, está en aumento.

El crecimiento económico es la dinámica en la que aumenta la producción de bienes y servicios de un determinado ámbito geográfico, y como consecuencia su renta, durante un periodo de tiempo. Los periodos de tiempo al que se refiere, pueden ser cortos o largos; enfatizando en ampliar la capacidad productiva de un territorio y poniendo menos énfasis en las variaciones en el corto plazo.

La inversión pública, privada y el crecimiento económico regional, se configura hoy en día uno de los temas muy controvertido y debatido por los hacedores de política y académicos, que últimamente han estado desarrollando investigaciones en los distintos factores como la inversión pública y privada sobre el crecimiento económico regional, donde la inversión pública es una partida importante del gasto público en las economías regionales desarrolladas y en desarrollo en el Perú.



El objetivo de este trabajo es determinar el efecto de la inversión pública y privada sobre el crecimiento económico regional en el Perú. Esta investigación se diferencia de dos aspectos fundamentales. El primer aspecto radica en la técnica econométrica a usar, ya que la mayoría de los trabajos utilizan series de tiempo o sección cruzada, pero en esta investigación se utiliza panel data que se distingue con los otros trabajos. El segundo aspecto está en los datos que vamos a emplear que corresponde a las veinte cuatro regiones del Perú. La estructura de la investigación se divide en cuatro capítulos: en el primer capítulo se presenta la revisión de literatura que comprende el marco teórico y antecedente. El segundo capítulo presenta el planteamiento del problema. El tercer capítulo comprende materiales y métodos. Finalmente, el cuarto capítulo se considera los resultados y discusión.

## CAPÍTULO I

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 1.1. Marco teórico y antecedentes

##### 1.1.1. Teoría de crecimiento económico y discusión

El crecimiento económico se evidencia cuando aumenta o disminuye el producto bruto interno (PBI). Si el PBI crece a un ritmo superior al del crecimiento de la población, se dice que el nivel de vida de ésta aumenta. Si por el contrario la tasa de crecimiento de la población es mayor que la tasa de crecimiento del PBI, podemos afirmar que el nivel de vida de la población está disminuyendo.

El análisis del crecimiento económico ha desempeñado un papel cada vez más importante en la economía durante las últimas tres décadas, los problemas de los países en desarrollo y la incapacidad de los mecanismos convencionales para resolverlos, condujeron al desarrollo de una parte de la economía, teórica y descriptiva, que se dedicara a este tema en forma exclusiva. El cambio de enfoque en el problema de que explica los niveles de crecimiento en países sub desarrollados a través del tiempo. Algunos economistas consideran la tasa de crecimiento de la fuerza de trabajo, la proporción del ingreso nacional que se ahorra y se invierte y la tasa de mejoras tecnológicas (incluyendo incrementos en la captación de la fuerza de trabajo y en la eficiencia administrativa) como los determinantes principales de la tasa de crecimiento de la economía.

Las teorías económicas del crecimiento son bastante abstractas y formalísticas, y se ha dedicado mayor atención a las propiedades lógicas y matemáticas de los distintos modelos de crecimiento que a su relevancia empírica, la cual es bastante baja. La preocupación cotidiana acerca del crecimiento económico se debe a la idea de que a

mayor tasa de crecimiento de una economía, mayor será, permaneciendo otras cosas igual, el incremento en el bienestar.

La teoría del crecimiento es la parte de la economía que analiza los determinantes del ritmo en que crece la economía a través del tiempo. Por lo tanto, en una definición generalizada, crecimiento de la economía significa el aumento de sus principales agregados económicos. El estudio del crecimiento económico ha sido la concepción de aspectos o características que lo integran. Así, las teorías del crecimiento económico se encuentran clasificadas (Jones, 2000):

- a. Teorías del Crecimiento Económico. Se constituyen como aquéllas que captan la esencia de los procesos de crecimiento de todas las sociedades a través de la historia; sus principales teóricos son Smith, Ricardo, Malthus, Mill y Marx.
- b. Teorías del Desarrollo Económico. Aquéllas que pretenden aplicarse a problemas específicos de los países que se encuentran en desarrollo.
- c. Teorías Modernas del Crecimiento Económico. Son las teorías desarrolladas en épocas relativamente recientes; tienen que ver no sólo con el tiempo, sino con un determinado estilo y método de análisis.

Esta clasificación se encuentra en función de la evolución de la concepción de crecimiento económico y su evolución, las teorías modernas del crecimiento económico, los estudios empíricos y teóricos neoclásicos muestran la importancia del progreso tecnológico como una fuente esencial del crecimiento económico (Guzman, 2000). En esta vertiente, se encuentran los modelos considerados como exógenos; pero también existen nuevos modelos de crecimiento económico inscritos en el análisis de las fuentes endógenas y factores asociados a ellas. La división de las teorías de crecimiento económico, es por la visión que se tiene del progreso tecnológico y de otras variables, exógena y endógena.

Según Hernández (2006), resume las fuentes del crecimiento y sus características. Enseguida nos concentramos en exponer las principales características de ambas visiones, así como los argumentos de sus máximos exponentes.

Tabla 1

*Teorías del crecimiento*

<b>Teorías del crecimiento</b>	<b>Fuentes del crecimiento</b>	<b>Rasgos característicos</b>
A. Smith (1776)	División del trabajo	Crecimiento ilimitado
D. Ricardo (1817)	Reinversión productiva del excedente	Crecimiento limitado debido a los rendimientos decrecientes de la tierra
R. Malthus (1799)	Reinversión productiva del excedente	Crecimiento limitado debido a la ley de la población
K. Marx (1867)	Acumulación del capital	Crecimiento limitado en el mundo de la producción capitalista, debido a la baja tendencial de la tasa de la ganancia
J. A. Schumpeter (1911, 1939)	Racimos de innovaciones	Inestabilidad del crecimiento, teoría explicativa del ciclo largo tipo Kondratiev
Modelo post-keynesiano R. Harrod (1939), E. Domar (1946)	La tasa de crecimiento es función de la relación entre la tasa de ahorro y la tasa de inversión	Inestabilidad del crecimiento
Modelo neo-clásico R. Solow (1956)	Crecimiento demográfico y progreso tecnológico exógeno	Carácter transitorio del crecimiento en ausencia del progreso técnico
Modelos del Club de Roma Meadows (1972)	Recursos naturales	Crecimiento finito a causa de la explosión demográfica, de la contaminación y el consumo energético
Teoría de la regulación M. Aglietta (1976) R. Boyer (1986)	Articulación entre régimen de productividad y régimen de demanda	Diversidad en el tiempo y en el espacio, y los tipos de crecimiento
Teorías del crecimiento endógeno P. Romer (1986), R. Barro (1990), R. Lucas (1988), J. financieros	Capital físico, tecnología, capital humano, capital público, intermediarios	Carácter endógeno del crecimiento, rehabilitación del Estado, consideración de la Historia

Greenwood y B. Janovic  
(1990)

Modelo de los Formas de organización	Explicación de las
distritos Industriales industrial y territorial	desigualdades regionales del
G. Becattini (1991)	crecimiento

---

Fuente: Documento de Hernández (2006)

### **1.1.2. La Literatura teórica sobre crecimiento económico en económicas abiertas**

La literatura sobre crecimiento económico inicia con los trabajos de Solow (1956), cuya presentación actual puede leerse en Jones (2000) y Barro y Sala-i-Martin (1995). En este modelo, desarrollado para el caso de una economía cerrada, el PBI per cápita depende directamente de la propensión a ahorrar y la tecnología, e inversamente de la depreciación del capital físico y la tasa de crecimiento poblacional. Una extensión del modelo de Solow para el caso de una economía abierta con tecnología exógena, lleva a un resultado en el que la expansión de las exportaciones desestimula el crecimiento económico.

Sin embargo, en la literatura que endogeniza el progreso técnico, como en Lucas (1988), Romer (1990), hay varios canales a través de los cuales el comercio internacional favorece el crecimiento económico. Según Grossman y Helpman (1990), el comercio internacional permite el acceso a nuevos cambios técnicos.

La competencia internacional alienta u obliga a los empresarios a acceder a nuevas ideas y técnicas, elevándose de esta manera la inversión en Investigación y Desarrollo, factor importante para el crecimiento económico. Es importante para una economía pequeña como la peruana, el comercio internacional permite ampliar el tamaño del mercado para las empresas exportadoras (bienes y servicios); el comercio internacional afecta al crecimiento económico de un país a través de su efecto en la tecnología. En consecuencia, la apertura económica, a través de más exportaciones, más importaciones o simplemente más comercio, contribuye al desarrollo tecnológico. Bajo una perspectiva diferente, basada en modelos de crecimiento neoclásicos en el marco de modelos de comercio exterior con competencia imperfecta y economías de escala, sugerida por (Baldwin y Swghezza, 1996), la apertura comercial afecta al crecimiento económico vía la inversión (privada y pública). En resumen los autores presentan tres mecanismos mediante los cuales se da esta conexión:

- a. Asumiendo que el comercio de bienes y servicios es intensivo en capital, la apertura comercial al implicar mayor comercio, genera una demanda por bienes de capital y, en consecuencia, eleva el crecimiento económico.
- b. Las economías que usan bienes intermedios que se importan; la liberalización comercial, al abaratar estos bienes, baja el costo de los bienes de inversión.
- c. Un mecanismo alternativo se origina por el lado pro competitivo que tiene la apertura comercial; más competencia significa bajar el precio de los bienes de capital, incentivando la inversión, y en consecuencia, el crecimiento económico.

En la literatura no neoclásica, el punto de partida es que el crecimiento económico requiere de inversión, y si esta inversión tiene componente importado, el ahorro doméstico puede no ser suficiente para garantizar su financiamiento. Desde este punto de vista, como lo hacen notar Cardoso y Fishlow (1989), las exportaciones no sólo contribuyen al crecimiento económico a través de la elevación de la productividad total de los factores, como en la literatura reseñada más arriba, sino también porque permiten el acceso a la importación de bienes de capital, factor de producción escaso en los países subdesarrollados. Por el lado de las exportaciones, Rodrik (1999) afirma que éstas contribuyen al crecimiento de los países subdesarrollados porque permiten importar bienes de capital y bienes intermedios, necesarios para el crecimiento económico. De esta manera, las exportaciones son una fuente de ingreso para comprar importaciones.

En los mercados internacionales de capitales, Bacha (1982) afirma que aun cuando exista libre movilidad de capitales, el racionamiento de crédito en los mercados internacionales es siempre una amenaza latente para los países subdesarrollados. Damill, Fanelli y Frenkel (1994) a su vez, asocian el pésimo desempeño macroeconómico en Latinoamérica en los ochenta a las salidas de capital registradas en esa década. Dancourt y Vilcapoma (1997) y Mendoza y Olivares (1999), por su parte, encuentran que el mejor desempeño macroeconómico de los noventa en los países de América del Sur, se debe en gran medida al ingreso de capitales observados en esa década. No se han escrito muchos modelos de crecimiento para la economía peruana. Hunt (1997) afirma que hay una alta correlación entre las exportaciones y el crecimiento económico en nuestro país, y sugiere una estructura de análisis para entender el crecimiento económico en el Perú:

Hunt (1997) presenta un modelo como el sugerido, las dos brechas. En su modelo, la tasa de crecimiento potencial de las economías puede estar limitada por el ahorro o por el equilibrio de la balanza de pagos:

$$g = \text{Min} \left[ \frac{s}{v}, (ax + (1 - a)f)/E_m \right]$$

Donde:

$g$ : Tasa de crecimiento del producto potencial.

$s$ : Propensión a ahorrar

$v$ : Coeficiente incremental capital producto

$x$ : Tasa de crecimiento de las exportaciones

$f$ : Tasa de crecimiento de los ingresos de capital

$E_m$ : Elasticidad ingreso de las importaciones

### 1.1.3. La literatura empírica

La literatura empírica que vincula el crecimiento económico con el comercio internacional es amplia, las exportaciones contribuyen al crecimiento económico porque tienden a elevar la productividad total de los factores. En Balassa (1989) se encuentra que en una muestra de 20 países subdesarrollados la tasa de crecimiento de la productividad total de los factores es mayor en aquellos países con orientación “hacia fuera”, que en aquellos con políticas orientadas “hacia adentro”.

De los trabajos de Summers y Heston (1991), que ha permitido contar con una base de datos para poner a prueba un conjunto amplio de hipótesis, los trabajos sobre el crecimiento económico se han multiplicado. Sala-i-Martin (1994) ha contabilizado que entre 1960 y 1992, tomando en consideración sólo aquellos trabajos que tienen como variable endógena la tasa de crecimiento del producto por trabajador, hay 63 variables candidatas a explicar el crecimiento económico. Se examinan si la correlación parcial entre el crecimiento económico y ese conjunto amplio de variables es o no robusta a cambios en la lista de variables explicativas y encuentran que son pocas las variables que interesan para explicar el crecimiento económico, destacando entre ellas el ingreso per cápita inicial, esta última considerada como variable importante a favor de la hipótesis de

convergencia económica, la educación y la propensión a invertir (Levine y Zervos, 1993). De Long y Summers (1990) encuentran además una relación estadística fuerte y robusta entre la inversión en maquinaria y equipo, y el crecimiento del producto por trabajador en un grupo grande de países entre 1960 y 1985, y una relación de causalidad que va desde la inversión al crecimiento económico.

De esta manera, como afirman Mankiw, Romer y Weil (1995), las predicciones básicas que se desprenden de un modelo del tipo de Solow, que incorpora además del capital físico el capital humano, se ven básicamente confirmadas por la evidencia empírica en el ámbito internacional. También se ha estudiado la relación entre volatilidad y crecimiento económico. La conclusión general es que a mayor volatilidad menor crecimiento económico. Ramey (1995), con una muestra de 92 países y con la muestra de los países de la OECD, entre los cuales está el Perú, encuentran que a mayor volatilidad del producto menor crecimiento económico.

Trabajando en dos grandes muestras, confirman esta relación negativa, sin embargo dicha relación no se mantiene para una tercera muestra de 24 países industrializados. Por otro lado, muestran que este resultado no es originado por los efectos de la inestabilidad en la inversión; a pesar de la abundante literatura, no se ha aclarado todavía el papel que juega el comercio exterior en el crecimiento económico (Martín y Rogers, 2000). En la literatura, Sachs y Warner (1995), trabajando con 117 países entre los que está el Perú, para el periodo 1970- 1989, sostienen que las malas políticas, que ponen trabas al comercio internacional, afectan negativamente a la acumulación de capital. Según estos autores, *ceteris paribus*, los países más abiertos al comercio internacional crecen más (convergen más rápidamente) que los menos abiertos.

#### **1.1.4. Marco de análisis para el Perú**

En la presente sección se intenta desarrollar un modelo de crecimiento económico basado en la literatura revisada y que intenta adecuarse a las siguientes características de la economía peruana, dado los siguientes supuestos:

- Economía pequeña y abierta en los mercados de bienes y los mercados financieros.
- Asociación estrecha entre las importaciones y el nivel de actividad.
- El carácter exógeno del cambio técnico.
- La naturaleza exógena de los flujos de capital.

- La importancia de la restricción externa en la evolución del PBI per cápita.
- La asociación inversa entre ahorro doméstico e ingresos de capital externo.

#### **1.1.4.1. El modelo de análisis**

El modelo presenta dos situaciones de equilibrio; primero, la ecuación del equilibrio interno es en esencia, el modelo clásico de Solow extendido para una economía abierta, donde el ahorro iguala a la inversión; segundo, la ecuación del equilibrio externo, expresa el límite que impone el sector externo al crecimiento económico, a través del equilibrio de la balanza de pagos.

En el equilibrio interno, la igualdad entre el ahorro y la inversión permite obtener el stock de capital por trabajador y, dada la función de producción, el producto por trabajador. Cuando la inversión bruta es mayor que la depreciación, el capital por trabajador aumenta, y viceversa. En el equilibrio externo, a su turno, debe mantenerse el equilibrio de la balanza de pagos, y permite determinar el tipo de cambio real. Si hay un déficit en la balanza de pagos, la entrada de divisas es menor que la necesaria para financiar importaciones, el tipo de cambio real aumenta; y el tipo de cambio real se reduce cuando hay superávit en la balanza de pagos.

En el equilibrio general debe existir equilibrio interno y externo, y se determina el producto por trabajador y el tipo de cambio real. En este marco, el modelo considera como determinantes del crecimiento económico, además de los factores internos como la tasa de ahorro, como en el modelo de Solow, la propensión marginal a importar, los flujos de capital y las exportaciones, variables claves en el desempeño de las economías pequeñas y abiertas.

A continuación, presentamos, en primer lugar de manera resumida, el equilibrio interno; la condición de equilibrio y sus determinantes. Después, hacemos lo propio con el equilibrio externo en forma resumida. Finalmente damos a conocer el equilibrio general del modelo; las variables endógenas, exógenas y los parámetros.

### 1.1.4.2. El equilibrio interno

En el equilibrio interno, la acumulación de capital está determinada por el ahorro global, doméstico y externo. De esta manera, además de factores como la tasa de ahorro doméstica, la tecnología y la tasa de depreciación, como en el modelo clásico de Solow (1956); la propensión marginal a importar, las exportaciones y el flujo de capitales externos también afectan a la acumulación de capital, y por tanto al crecimiento económico. La función de producción, en términos de producto por trabajador ( $y$ ) es neoclásica, del tipo Cobb-Douglas, con tecnología exógena ( $A$ ), igual a la del modelo básico de Solow, donde  $k = K/L$  es el capital por trabajador

$$\frac{Y}{L} = y = Ak^\alpha, \quad 0 < \alpha < 1 \quad (1)$$

La condición de equilibrio interno considera que la demanda agregada ( $DA$ ) debe ser igual a la producción ( $Y$ ). Como la demanda agregada en una economía abierta sin gobierno viene dada por  $DA = C + I + X - M$ , entonces:

$$Y = C + I + X - M \quad (2)$$

El consumo ( $C$ ), es una proporción ( $c$ ) del ingreso real más una fracción ( $v$ ) del flujo de capitales valuados en bienes domésticos, vía el tipo de cambio real ( $e$ ), es decir;  $C = cY + veF_0$ . Las importaciones en términos de bienes domésticos, es una proporción de la producción, esto es;  $eM = mY$ , donde  $m$  es la propensión marginal a importar. A su vez, las exportaciones ( $X$ ) dependen, además del tipo de cambio real, de un componente exógeno, es decir,  $X = X_0 + Qe$ .

Considerando las funciones de comportamiento del párrafo anterior y las ecuaciones (1) y (2), la identidad ahorro-inversión en esta economía está dado por:

$$I_B = S = Y - C + M - X = (s + m)Y - veF_0 - X_0 - Qe \quad (3)$$

Esta ecuación a diferencia de las típicas para economías abiertas sin gobierno, muestra el papel de los flujos de capital en la determinación del equilibrio interno.

Si  $\delta$  es la tasa de depreciación y considerando la función de producción de la ecuación (1), la acumulación de capital o inversión neta ( $\dot{K}$ ) en este modelo viene dado por:

$$\dot{K} = (s + m)Y - (Q + vF_0)e - X_0 - \delta K \quad (4)$$

Usando letras minúsculas para identificar a las variables  $(Q, F_0, X_0)$  en términos per cápita, se tiene que:

$$\dot{k} = (s + m)y - (q + vf_0)e - x_0 - \delta k \quad (4.1)$$

Según esta ecuación, el capital por trabajador se eleva cuando la inversión bruta por trabajador, que llamaremos  $i_b$ ,  $((s + m)y - (q + vf_0)e - x_0)$ , es mayor que la depreciación por trabajador  $(\delta k)$ .

En el equilibrio estacionario, el capital por trabajador debe permanecer constante ( $\dot{k} = 0$ ), introduciendo esta condición junto con el valor del producto por trabajador de la ecuación (1), la ecuación (4.1) viene ahora dada por:

$$(s + m)Ak^\alpha - (q + vf_0)e - x_0 = \delta k \quad (5)$$

Esta es la ecuación del equilibrio interno, donde el ahorro es igual a la inversión, en la que el ahorro global es la variable que limita el crecimiento económico. Es el modelo de Solow extendido a una economía abierta sin gobierno.

En el equilibrio interno, un mayor volumen de exportaciones o un mayor ingreso de capitales reducen el ahorro interno y por tanto, el stock de capital necesario para el crecimiento económico. Es decir, mientras mayor sea el volumen de exportaciones, menor es el ahorro global, por tanto, la inversión y el capital por trabajador.

El rol de los flujos de capital se explica porque el consumo depende, además del ingreso, de una proporción de los flujos de capital. Resumiendo, a mayor flujo de capital, mayor consumo y, por tanto, menos ahorro global y menor capital por trabajador.

#### 1.1.4.3. El equilibrio externo

Bajo el contexto de una economía abierta, a diferencia de las economías cerradas, enfrentan una restricción externa. En el largo plazo, la balanza de pagos tiene que estar en equilibrio, es decir, el déficit de la balanza comercial tiene que ser igual a la entrada neta de capitales o de manera equivalente, las importaciones tienen que ser iguales a la suma de las exportaciones y los flujos de capital.

Incorporando la restricción externa, la cual nos mostrara que una elevación de las exportaciones, o de los flujos de capital, al determinar la capacidad de importar, afecta de manera directa al capital por trabajador y producto por trabajador.

Si las divisas son un factor limitante para el crecimiento económico y si los ingresos de capital son exógenos, el equilibrio en la balanza de pagos viene dado por:

$$eM - X = eF_0 \quad (6)$$

Donde  $X$  representa las exportaciones reales,  $eM$  es el valor de las importaciones en términos de bienes domésticos y  $eF_0$  simboliza los flujos de capital valuados en bienes domésticos, vía el tipo de cambio real ( $e$ ).

Si el auge al crecimiento económico lo impone el sector externo, el producto por trabajador de equilibrio debe ser tal que permita el equilibrio de la balanza de pagos. La ecuación de equilibrio externo (6), dada la función de importaciones y de exportaciones definidas en la sección anterior, expresada en términos per cápita, viene dada por:

$$mAk^\alpha = (x_0 + qe) + f_0e \quad (7)$$

El stock de capital por trabajador es una función creciente de las exportaciones y de la entrada de capitales, que financian las importaciones.

A partir de la ecuación (7) puede observarse que si el tipo de cambio real aumenta, aumenta las exportaciones y el flujo de capitales valuados en términos de bienes domésticos, haciendo elevar la capacidad de importar y por tanto mayor acumulación de capital. Es decir, a mayor tipo de cambio real, para asegurar el equilibrio externo, le corresponde mayor capital por trabajador; existe una relación directa entre el capital por trabajador y el tipo de cambio real en el equilibrio externo.

El efecto de una elevación del volumen de exportación afecta el equilibrio interno y externo de la siguiente forma: las variaciones del volumen de exportación, por un lado reducen el ahorro global, alterando el equilibrio interno y, por otro lado, eleva la capacidad de importar, generando un desequilibrio externo. Según la ecuación de equilibrio interno, debido a la reducción del ahorro, la inversión bruta

no puede compensar a la depreciación y, por tanto, el capital por trabajador se reduce. Menor stock de capital, a su vez, reduce la producción que hace caer las importaciones, dando lugar a un superávit de la balanza de pagos.

### 1.1.5. La Nueva Teoría del Crecimiento

**a) Modelo de Crecimiento de Ramsey.-** Ramsey establece el modelo como un problema de un planificador central en la maximización de los niveles de consumo a lo largo de sucesivas generaciones.

**b) Modelo de Crecimiento de Kaldor.-** Considero los efectos positivos que genera la expansión del producto manufacturero en el conjunto de la economía al inducir el crecimiento del resto de los sectores y elevar la productividad en todas las actividades económicas.

Utiliza esquemas multisectoriales para estudiar las interrelaciones entre los sectores con rendimientos decrecientes (la agricultura) y con rendimientos crecientes (la industria). Se ocupó además del papel del ahorro en la economía. De esta forma, la tasa de beneficio que genera una sociedad depende de la propensión al ahorro que se tenga respecto a la renta que proviene de los beneficios.

### 1.1.6. Teorías del Crecimiento Económico Exógeno.

Desde antaño se han realizado muchas obras concernientes a investigar qué es lo que origina el crecimiento económico, Hernandez (2006) hace énfasis en Adam Smith, quien en 1776 señaló a la división del trabajo como la fuente del crecimiento del crecimiento económico. A raíz de ello, otros autores se han dedicado a exponer los factores que explican el crecimiento económico en el largo plazo. Los principales representantes en este contexto han sido: Harrod (1939), Domar (1946), Kaldor (1956), Solow (1956).

Harrod y Domar (Como se cito en Hernandez, 2006) enfatizan la importancia de la inversión en el crecimiento económico. Ante ello es importante resaltar que con el modelo de Harrod se inicia el interés por la teoría del crecimiento; en ella se dieron papeles específicos a la acumulación de capital, expansión de fuerza de trabajo y progreso técnico. Por lo tanto, podemos decir que el modelo de Harrod-Domar abre nuevos caminos para el estudio de la moderna teoría del crecimiento.

### 1.1.7. Teorías del Crecimiento Económico Endógeno.

A raíz de las contribuciones de Romer (1986) y Lucas (1988) la teoría del crecimiento económico se conviene en uno de los campos de investigación más activos de los últimos tiempos. Se trata de modelos en los cuales, a diferencia del modelo de Solow (en el cual el progreso tecnológico es tomado como exógeno), el crecimiento económico surge de forma endógena. En esta nueva concepción del crecimiento económico, el elemento clave es la endogeneización del proceso tecnológico. De esta manera le reconoce un doble carácter al progreso tecnológico: 1) la acumulación del capital físico, y 2) la acumulación del capital humano (Destinobles, 2007).

Loayza y Soto (2002) propone un agrupamiento de dichos determinantes con base a las siguientes categorías<sup>1</sup>: capital físico e infraestructura, capital humano y educación, políticas estructurales, políticas de estabilización, condiciones financieras, condiciones externas, factores culturales e institucionales, y características demográficas.

El cuadro que se muestra a continuación muestra los determinantes agrupados según las categorías anteriormente señaladas.

Tabla 2

#### *Determinantes del Crecimiento Económico*

<b>Determinante</b>	<b>Indicador de medición</b>
Capital físico e infraestructura	Ratio de inversión, mediciones de infraestructura
Capital Humano	Tasa de matrícula por niveles de escolaridad: Primaria, secundaria y superior
Condiciones financieras	Ratios de profundización financiera, mercado de seguros
Condiciones externas	Términos de intercambio, ayuda externa, prima de riesgo y cambios de período específicos
Geografía y población	Latitud: distancia al Ecuador, tamaño de la fuerza laboral, efecto escala, dummies regionales, mediterraneidad
Instituciones	Capital social, religión, nivel de corrupción, calidad de las instituciones, diversidad étnica y lingüística

<sup>1</sup> La presente clasificación no pretende ser categórica, sino más bien ayudar a presentar al lector los potenciales determinantes de una manera ordenada dado el considerable número de estos en la literatura empírica. Al respecto, cabe mencionar que Sala-i-Martin et al. (2004) presentan una lista de hasta 67 variables que podrían constituirse en determinantes del crecimiento.

Políticas de estructurales	Grado de desigualdad: coeficiente de Gini, consumo público y grado de apertura comercial
Políticas de estabilización	Inflación: Ciclos, volatilidad macroeconómica

Fuente: Loayza & Soto (2002)

Según Robert Barro (1991) fue quien usando datos para 98 países para el periodo comprendido entre 1960-1985 busco la relación empírica existente entre el crecimiento económico y algunos de sus posibles determinantes como ser la inversión y el gasto publico así como el capital humano usando para ello diversas medidas como aproximación tanto a la inversión pública real como al capital humano inicial, sus hallazgos demuestran que existe una relación que es estadísticamente insignificativa entre el crecimiento económico y la inversión pública, pero encuentra que existe aquella inversión pública que ayuda a la inversión privada a ser aún más productiva, por ejemplo el gasto en las fuerzas policiales que garantiza la propiedad privada, al mismo tiempo concluye que el crecimiento del Producto Interno Bruto real per cápita y el gasto de consumo del gobierno están negativamente relacionados, porque los gastos de consumo del gobierno introducen distorsiones en el mercado tipo impuestos, y a su vez estas distorsiones tienen un efecto la mayoría de las veces negativo sobre los agentes privados, lo que sobrepasaría el efecto positivo que podría traer consigo el gasto público.

#### **1.1.7.1. Modelo de Robert Barro**

La teoría que se pretende para abordar la dependencia entre crecimiento económico y el gasto público comprende, por un lado, explicaciones teóricas sobre la relación que existe entre ellos y, por otro lado, la teoría econométrica que nos permitirá contrastar la teoría con la práctica.

##### **- El modelo**

En los modelos de crecimiento endógeno como presenta Robert Barro, la política del gobierno tiene implicaciones en la tasa de crecimiento económico incluso en un horizonte de largo plazo determinado por una serie de variables endógenas.<sup>2</sup> Esto genera una externalidad positiva para la rentabilidad de las inversiones privadas promoviendo mayor crecimiento económico, sin embargo el tamaño

<sup>2</sup> Barro retoma esta discusión del trabajo de Aschauer (1989), que afirma que los servicios de infraestructura del gobierno son especialmente deseables en este contexto.

excesivo de los recursos destinados en consumo público por la estructura de financiamiento podría generar distorsiones a través del mercado de tal manera que se relacione negativamente con la dinámica del crecimiento económico. Viendo estos argumentos, Barro (1990) desarrolla una teoría según la cual permita encontrar el tamaño óptimo del gasto público.

### - **Función de Producción**

Barro introduce la provisión de servicios públicos  $g$  como input adicional productivo en la función de producción, además se asume que es un bien privado; es decir, rival y excluible y por tanto son bienes que no están sujetos a problemas de congestión<sup>3</sup>. De esta forma, la función de producción, cuya especificación es de tipo *Cobb-Douglas*.

$$Y_i = AK_i^\alpha (gL_i)^{1-\alpha} \quad (1)$$

Donde  $\alpha \in (0,1)$ ,  $A$  es la tecnología, que esta ecuación implica que la producción se caracteriza por rendimientos constantes a escala de los factores privados  $L_i$  y  $K_i$  (cantidad de capital privado utilizado) y aceptando el supuesto de que la población activa  $L_i$ <sup>4</sup> es constante. Para  $G$ <sup>5</sup> un bien público agregado, la economía se enfrentara a rendimientos decrecientes de la acumulación de capital agregado  $K_i$ . Ahora bien si  $G$  crece cuando crece  $K$ , la ecuación (1) indica que dichos rendimientos decrecientes no aparecerán, es decir, la función de producción específica de rendimientos constantes a escala de  $K_i$  y  $G$  para un  $L_i$  constante. Por este motivo es capaz de generar *crecimiento endógeno*, al igual que el modelo  $AK$ . Observando en la ecuación anterior implica que los servicios públicos son complementarios a los factores privados, en el sentido de que un aumento de  $G$  aumenta el  $PM_g$  de  $L_i$  y de  $K_i$ <sup>6</sup>.

Analizando tres casos sobre el exponente de  $G$  de la ecuación (1). Primer caso si el exponente fuera inferior a  $1 - \alpha$ , por lo tanto se produciría rendimientos decrecientes de  $K_i$  y  $G$ , que se eliminaría el crecimiento endógeno. El segundo

<sup>3</sup> La congestión aparece cuando un aumento del bien público no es excluyente y por tanto el incremento de su uso reduce la productividad de otros agentes, ejemplo: Aeropuertos, autopistas, infraestructura educativa, entre otros.

<sup>4</sup> Se supone que la población  $L$  a una tasa constante y exógena,  $\eta$ , tal que  $\frac{\dot{L}}{L} = \eta \geq 0$ . Por tanto, el crecimiento de la población en  $t$  es igual a  $L(t) = e^{\eta t}$  con lo cual tenemos una economía real con población constante.

<sup>5</sup> Donde  $G = gL$ ; Donde  $g = \text{Gasto per capita}$  y  $L_i = \text{Fuerza de trabajo}$ .

<sup>6</sup> Robert J. Barro // Xavier Sala-i-Martin (2009), "*Crecimiento Económico*". Cap. 4

si el exponente fuera mayor a  $1 - \alpha$ , se produce rendimientos crecientes. Por último si nos encontramos si la potencia de  $G$  fuera a  $1 - \alpha$ , de manera que los rendimientos son constantes a escala de  $K_i$  y  $G$ , implica que la economía es capaz de generar un crecimiento endógeno.

#### - **Restricción presupuestaria**

Se supone además, una condición de equilibrio fiscal y por tanto en cada periodo el gasto público debe ser financiada con impuestos  $\tau$  sobre el nivel de renta<sup>7</sup>. Siendo esta estructura de financiamiento la razón por la cual se considera el gasto público se vuelve endógena, por estar en función del stock de capital físico. Donde en el largo plazo no existe desequilibrio fiscal y la ecuación denotada de la siguiente forma.

$$g = T = \tau y = K [\tau A]^{\frac{1}{\alpha}} \quad (2)$$

Es decir que la ecuación anterior obliga al gobierno a ejecutar un presupuesto equilibrado, teniendo en cuenta que el gobierno no puede financiar el déficit mediante la emisión de deuda, ni superávit por acumulación de activos.

Desde esta perspectiva la externalidad del gasto es donde el modelo adquiere las propiedades de uno de tipo AK ya que se asume que la tecnología es constante, lo que significa que la evolución del capital y el consumo carecen de transición dinámica.

#### - **Ecuación fundamental de Barro**

Suponiendo que el ahorro es proporcional al ingreso disponible, donde la proporcionalidad es la propensión marginal al ahorrar.

$$S = sY^d = s(1 - \tau)\mathcal{Y}L \quad (3)$$

Donde  $s \in (0,1)$ , e  $\mathcal{Y}$  es el ingreso per cápita.

La inversión bruta esta expresada por el cambio en el stock de capital existente más tasa de crecimiento poblacional y la depreciación del capital por el capital.

---

<sup>7</sup> Debido a que el horizonte para el agente representativo se extiende hasta el infinito, lo que implica que cualquier supuesto hecho sobre la financiación del gasto público mediante deuda tendría efectos irrelevantes. (Romer "macroeconomía avanzada" cap.2)

$$I = [\dot{k} + (\eta + \delta)k]L \quad (4)$$

Por la condición de equilibrio tenemos que el ahorro es igual a la inversión, por consiguiente, tenemos la siguiente expresión, llamado *ecuación fundamental de Barro*.

$$\dot{k} = s(1 - \tau) Ak^\alpha g^{1-\alpha} - (\eta + \delta)k \quad (5)$$

También se la puede expresar de la siguiente manera la ecuación fundamental de Barro.

$$\dot{k} = (1 - \tau) Ak^\alpha g^{1-\alpha} - c - (\eta + \delta)k \quad (6)$$

Dividiendo la ecuación (5) sobre  $k$ , obtenemos la tasa de crecimiento del capital denominado versión Barro, al mismo tiempo sustituyéremos la ecuación (2) en (5) y se obtiene la ecuación de acumulación del capital que esta expresión de la siguiente manera.

$$\gamma_k = s(1 - \tau) A A^{\frac{1}{\alpha}} \tau^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - (\eta + \delta) \quad (7)$$

A diferencia de lo que ocurre en el modelo AK, en donde la imposición solo tenía un efecto negativo sobre la tasa de crecimiento a través del término  $(1 - \tau)$ , ahora el tipo impositivo tiene también un efecto positivo a través de  $\tau^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}$ . Para niveles bajos de  $\tau$  aumenta el tipo impositivo de tendrá efectos positivos sobre la tasa de crecimiento del PIB per cápita puesto que dominaran los efectos del gasto público sobre la productividad del capital privado. A medida que  $\tau$  va aumentando este efecto se ve compensado por los efectos negativos que genera una mayor presión fiscal. De hecho, existe un tamaño óptimo del sector público en esta economía, que puede calcularse derivando la ecuación (6) respecto a  $\tau$ , lo que da lugar a que el valor óptimo del tipo impositivo que maximiza la tasa de crecimiento del PIB per cápita.

### 1.1.7.2. Modelo de crecimiento endógeno con hogares optimizadores

De otra parte, se considera que la sociedad esta adecuadamente representada por un agente que busca maximizar una función de bienestar. Este se mide por el valor presente de una serie de utilidades que se extiende hasta el infinito.

La representación de la función, con agentes de vida infinita en una economía cerrada busca maximizar la función de utilidad, dado por:

$$\text{Max}_{\{c_t\}_{t=0}^{\infty}} : U = \int_{t=0}^{\infty} e^{-\rho t} u(c_t) dt \quad (8)$$

Donde  $u(c_t)$  es la función de utilidad (felicidad) instantánea que depende del consumo per cápita en el tiempo  $t$  esta función de utilidad es creciente y cóncava es decir  $u' > 0$  y  $u'' < 0$ . Este supuesto de la concavidad implica una preferencia por el consumo regular a lo largo del tiempo, es decir, tratar de suavizar su consumo. Además,  $u(c_t)$  cumple con las condiciones de Inada, esto es  $\lim_{c_t \rightarrow 0} u'(c_t) = \infty$ ,  $\lim_{c_t \rightarrow \infty} u'(c_t) = 0$ , finalmente  $\rho > 0$  es la tasa de descuento, cuanto mayor es  $\rho$ , menor es el valor que la economía domestica otorga al consumo futuro en relación con el consumo presente<sup>8</sup>. La función de utilidad adopta la forma:

$$u(c_t) = \frac{c_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} \quad \text{si: } \sigma \neq 1 \wedge \sigma \geq 0 \quad (9)$$

Esta forma funcional, conocida como utilidad con *aversión relativa al riesgo constante* (ARRC) es necesaria para que la economía converja hacia un estado estacionario. Con  $\sigma$  igual la inversa de la elasticidad de sustitución intertemporal y por tanto es independiente de  $c$ . Podemos derivar lo dicho arriba al dar la siguiente forma a la función de utilidad y como es habitual partimos del supuesto de que las familias tienen como objetivo maximizar la función de utilidad, pero sujeto a una restricción.

$$\text{Max}_{\{c_t\}_{t=0}^{\infty}} : U = \int_{t=0}^{\infty} e^{-(\rho-n)t} \frac{c_t^{1-\sigma}-1}{1-\sigma} dt \quad (10)$$

<sup>8</sup> Podemos expresar también la utilidad como:  $\int_{t=0}^{\infty} e^{-\rho t} u(c_t) dt$ , si  $\rho' = \rho - n$ . Dado que  $L(t) = L(0)e^{nt}$ , esta expresión es igual a la que aparece en la ecuación (9).

Sujeto a:

$$\dot{k} = (1 - \tau) Ak^\alpha g^{1-\alpha} - c - (\eta + \delta)k$$

Para solucionar este problema se debe cumplir que  $\rho > n$  es decir que la tasa de descuento tiene que ser mayor que la tasa de crecimiento poblacional, porque los agentes individualmente toman al gasto público como dado.

Entonces el *Hamiltoniano* para este problema es:

$$H(\circ) = e^{-(\rho-n)t} \frac{c_t^{1-\sigma}-1}{1-\sigma} + \mu_t [(1 - \tau)Ak^\alpha g^{1-\alpha} - c - (\eta + \delta)k] \quad (11)$$

Realizando algunas maniobras en la optimización se puede llegar a la siguiente ecuación de la tasa de crecimiento del consumo.

$$\gamma_c = \frac{\dot{c}}{c} = \frac{1}{\sigma} \left[ \alpha(1 - \tau)A \left( \frac{g_t}{k_t} \right)^{1-\alpha} - (\rho - \delta) \right] \quad (12)$$

Esta ecuación nos dice que la tasa óptima del consumo por trabajador es la razón del producto marginal del capital menos la tasa de depreciación y la tasa de descuento intertemporal dividido sobre la elasticidad de la utilidad marginal con respecto al consumo por trabajador. De la solución (11) se obtiene la tasa de crecimiento del consumo per- cápita que es en función de  $g/k$ . De la expresión del presupuesto equilibrado,  $g = k[\tau A]^{1/\alpha}$ , se obtiene la ecuación de la tasa de crecimiento de consumo.

$$\gamma_c = \frac{\dot{c}}{c} = \frac{1}{\sigma} \left[ \alpha(1 - \tau)A^{\frac{1}{\alpha}} \tau^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - (\rho + \delta) \right] \quad (13)$$

Podemos apreciar que los parámetros son constantes y por ende la tasa de crecimiento también es constante. Como  $g = k[\tau A]^{1/\alpha}$ , es constante en el tiempo, lo que permite mostrar que hay una senda de crecimiento equilibrado del consumo, producto y el capital a la misma tasa. Es decir:

$$\gamma = \gamma_k = \gamma_y = \gamma_c = \frac{1}{\sigma} \left[ \alpha(1 - \tau)A^{\frac{1}{\alpha}} \tau^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - (\rho + \delta) \right] \quad (14)$$

En efecto si tomamos la restricción presupuestaria y se la divide por  $k$ , al mismo tiempo se tomamos logaritmos y derivamos con respecto al tiempo, terminamos por concluir encontrando la ecuación anterior. Barro supone que la tecnología es

lo suficientemente productiva como para asegurar un estado con sendas de crecimiento balanceado. La función de utilidad está acotada y se parametriza para que no tengan trayectorias explosivas.

La ecuación (14) nos muestra que la tasa de crecimiento del producto *per-cápita* es estable si los parámetros de la función de producción, la tasa de tributación (proporción gasto público sobre el producto), la tasa de depreciación y la tasa de crecimiento poblacional son estables. Por tanto, este modelo hace parte de los llamados de “crecimiento endógeno”.

### 1.1.7.3. Relación entre el tamaño del estado y la tasa de crecimiento

De la ecuación (14), podemos apreciar la relación entre el impuesto  $\tau$  que cobra el gobierno y la tasa de crecimiento de la economía. Para analizar el tamaño del estado y de la tasa impositiva, se debe ver los siguientes casos cuando:  $\tau = 0, \tau = 1$  y  $0 < \tau < 1$ . si  $\tau \in (0,1)$ .

a) Si  $\tau = 0$ , cuando la tasa marginal de tributación es nula.

Si reemplazamos en la ecuación anterior se obtiene que,  $\alpha(1 - \tau)A^{\frac{1}{\alpha}}\tau^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} = 0$ , por lo consiguiente, la tasa de crecimiento del producto per-cápita es negativa:

$$\gamma_y = -\frac{1}{\sigma}[\rho + \delta] < 0$$

Dado que:

$$\underbrace{\rho + \sigma \left( \frac{\dot{C}}{C} \right)}_{\text{Beneficio obtenido del consumo}} = \underbrace{\left[ \alpha(1 - \tau)A^{\frac{1}{\alpha}}\tau^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - \delta \right]}_{\text{Beneficio o rendimiento neto de la inversion}}$$

Es claro que  $\gamma_y$  si  $\tau \rightarrow 0$ . Como  $\tau = \frac{G}{Y}$ , el primer caso implica que no hay suministro del bien público. Debido a que la función de producción satisface las condiciones de *Inada*, si no hay suministro del bien público no hay producción y por lo tanto el nivel de consumo es negativo.

b) Si  $\tau = 1$ , cuando la tasa marginal de tributación es 100%.

Cuando el estado se lleva todas las ganancias, las empresas no se ven incentivadas a producir y con esto se obtiene nuevamente una tasa de crecimiento negativa.

Si reemplazamos en la ecuación (14) se obtiene que,  $\alpha(1 - \tau)A^{\frac{1}{\alpha}}\tau^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} = 0$  esto implica que se obtendrá una tasa de crecimiento del producto per-cápita negativa.

$$\gamma_y = -\frac{\rho + \delta}{\sigma} < 0$$

Por el contrario  $\tau \rightarrow 1$  implica que todo el producto se recauda, lo cual desestimula la producción.

c) Si  $0 < \tau < 1$ , cuando la tasa marginal de tributación está entre 0 y 1.

Para  $0 < \tau < 1$  la tasa de crecimiento de la economía es positiva. Sin embargo,  $\forall \tau < \tau^*$  se tiene que  $\left(\frac{\partial \gamma_y}{\partial \tau}\right) > 0$ , mientras que  $\forall \tau > \tau^*$ ,  $\left(\frac{\partial \gamma_y}{\partial \tau}\right) < 0$ . La derivada parcial será igual a cero sólo cuando  $\tau = \tau^*$ , es decir, cuando el tributo (o el nivel de gasto como proporción del PIB) sea igual al óptimo: en este caso se *maximiza* la tasa de crecimiento de la economía. En este caso el estado va obtener ingresos fiscales y a su vez las empresas se ven incentivadas a producir. De otro lado dicha tasa de tributación  $\tau$ , se puede financiar dicho gasto público. Para ver los casos anteriormente y la tasa de tributación que maximiza la tasa de crecimiento de la economía es.

$$\left(\frac{\partial \gamma_y}{\partial \tau}\right) = 0 \quad \Rightarrow \quad \tau^* = 1 - \alpha$$

Para esto se puede ver la siguiente *grafica 1* donde la curva tiene forma de U invertida.

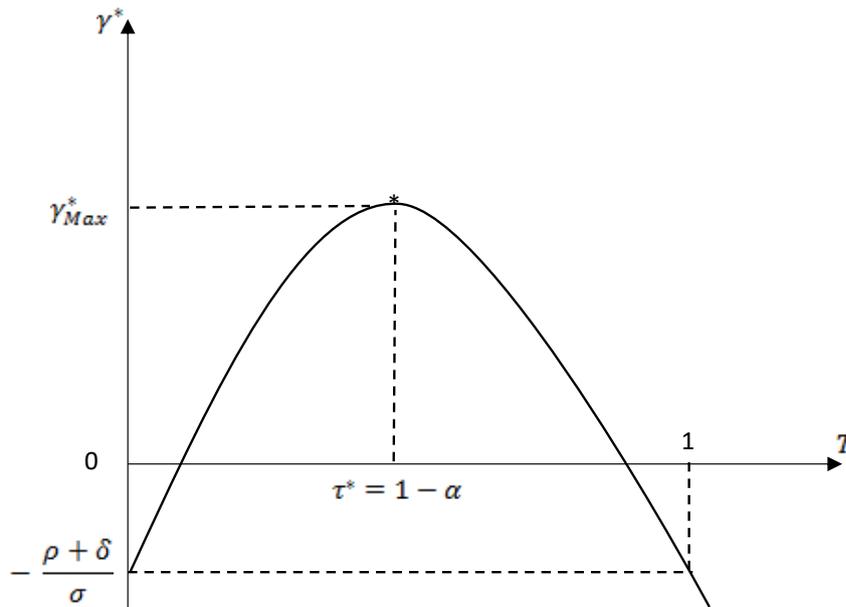


Figura 1. Relación entre la tasa de crecimiento y  $\tau$

Fuente: Robert J. Barro

Por lo que el tipo impositivo que maximiza la tasa de crecimiento de la economía es,  $\tau^* = 1 - \alpha$ , Si el gobierno escoge la óptima recaudación de los impuestos, entonces la tasa de crecimiento sería:

$$\gamma_{Max}^* = \frac{\dot{c}}{c} = \frac{1}{\sigma} \left[ \alpha^2 (1 - \alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} A^{\frac{1}{\alpha}} - \rho - \delta \right] \quad (15)$$

#### 1.1.7.4. Un problema de planificación para el gobierno

El planificador poseerá las siguientes propiedades: Primero, el planificador tendrá el mismo objetivo que los individuos (es decir, maximizan la misma función de utilidad (9)). La razón por la que supondremos que el planificador maximiza la misma función de utilidad es que, al querer utilizar el planificador como aquel ser que lo hace todo bien para compararlo con los individuos privados, debemos suponer que los objetivos del planificador y de los individuos privados son parecidos, ya que, si no, van a encontrar soluciones trivialmente distintas, lo cual no sería interesante. Segundo, el planificador tendrá como única restricción física que dice que todo el producto utilizado (para consumo, para inversión o para lo que sea) debe ser producido por la propia economía. Finalmente a diferencias de los individuos privados, el planificador tendrá en

cuenta todos los mecanismos, todas las externalidades y de toda la información que exista en la economía a la hora de tomar decisiones.

El resultado en este caso será diferente del obtenido en el supuesto de familias productoras, debido a que el planificador tomará en consideración los efectos distorsionadores del impuesto sobre la renta.

a) Preferencias

El planificador maximiza la función de utilidad del individuo.

$$\text{Max}_{\{c_t\}_{t=0}^{\infty}} : U = \int_{t=0}^{\infty} e^{-(\rho-n)t} \frac{c_t^{1-\sigma}-1}{1-\sigma} dt \quad (16)$$

b) Restricción presupuestaria

La cantidad de output producida debe ser repartida entre consumo, inversión y gasto público.

$$y_t = c_t + i_t + g_t$$

Es decir:

$$k_t \dot{=} Ak_t^\alpha g_t^{1-\alpha} - c_t - (n + \delta)k_t - g_t \quad (17)$$

c) Tasa de crecimiento del consumo

De modo que el planificador maximiza la función de utilidad del individuo (16) sujeto a la nueva restricción (17). El Hamiltoniano de este problema es

$$H(\circ) = e^{-(\rho-n)t} \frac{c_t^{1-\sigma}-1}{1-\sigma} + \mu [Ak_t^\alpha g_t^{1-\alpha} - c - (\eta + \delta)k - g] \quad (18)$$

Si procedemos a efectuar algunas operaciones, acabaremos por obtener que la tasa de crecimiento de una economía regida por un planificador está dada por la siguiente ecuación.

$$\gamma_c = \frac{\dot{c}}{c} = \frac{1}{\sigma} \left[ \alpha(1 - \alpha)A^\frac{1}{\alpha} \tau^\frac{1-\alpha}{\alpha} - (\rho + \delta) \right] \quad (19)$$

Si comparamos esta tasa de crecimiento con la que se obtiene en el equilibrio competitivo cuando el gobierno escoge el tipo impositivo que maximiza la tasa de crecimiento (14) aparecería que el parámetro  $\alpha$  multiplicado por la tasa de rendimiento. Dado que  $\alpha < 1$ , es evidente que la solución competitiva proporciona una tasa de crecimiento de la economía inferior, para todo  $\tau$ . La razón intuitiva por la que sucede esto ya fue indicada anteriormente al tomar decisiones de inversión, los agentes privados consideran el rendimiento neto después de impuestos. Como el rendimiento neto se ve reducido por el hecho de que existe un impuesto sobre la renta (recuérdese que  $\tau^* = 1 - \alpha$  por lo que

$1 - \tau^* = \alpha$ ), los agentes privados escogen invertir menos de lo que es óptimo (es decir, menos que el planificador).

### 1.1.8. Modelo Neoclásico de Crecimiento de Solow-Swan

Primer Supuesto. Función de producción neoclásica.

$$Y_t = F(K_t, L_t, A) \quad (1)$$

Propiedades de la función de producción neoclásica.

a) Rendimientos constantes a escala. Es decir la función de producción es homogénea de grado uno.

$$F(\lambda K_t, \lambda L_t, A) = \lambda F(K_t, L_t, A)$$

Que la función de producción sea homogénea de grado uno significa que si el capital y el trabajo se multiplican por un número  $\lambda$ , entonces la producción total también se multiplica por  $\lambda$ .

b) Rendimientos decrecientes del capital y del trabajo cuando estos se consideran por separado.

$$\begin{aligned} Pmg(L) &= \frac{dY}{dL} > 0 & \frac{d^2Y}{d^2L} < 0 \\ Pmg(K) &= \frac{dY}{dK} > 0 & \frac{d^2Y}{d^2K} < 0 \end{aligned}$$

c) Condiciones de Inada. Indican que la productividad marginal de cada factor es cercana a cero cuando la cantidad tienden a infinito y cercana a infinito cuando la cantidad del factor se aproximen a cero.

$$\begin{aligned} \lim_{L \rightarrow 0} \frac{dF}{dL} &= \infty & \lim_{K \rightarrow 0} \frac{dF}{dK} &= \infty \\ \lim_{L \rightarrow \infty} \frac{dF}{dL} &= 0 & \lim_{K \rightarrow \infty} \frac{dF}{dK} &= 0 \end{aligned}$$

Segundo Supuesto. Suponemos una economía cerrada, lo que implica que las exportaciones e importaciones son nulas.

Como la economía no comercia con el exterior en esta economía el producto interior bruto es igual al producto nacional bruto.

Tercer Supuesto. No hay gobierno, lo que implica que el gasto público es cero. Tampoco hay impuestos ni transferencias.

Al no haber impuesto (ni directos ni indirectos, y tampoco transferencias) el valor de la producción es igual a la renta.

$$Y_t = \text{Producción} = \text{Renta}$$

Bajo los supuestos establecidos en este modelo la producción total se reparte entre consumo e inversión.

$$Y_t = C_t + I_t \quad (2)$$

La renta de los agentes se dedica a consumir o a ahorrar:

$$Y_t = C_t + S_t$$

De lo que se deduce que en la economía descrita en este modelo la inversión es igual al ahorro:

$$I_t = S_t$$

Cuarto supuesto. Se supone que los consumidores ahorran una proporción constante de la renta.

$$S_t = sY_t$$

Donde  $s$  denota la propensión marginal al ahorro.

Bajo este supuesto el consumo de las familias es igual a  $(1-s)Y_t$ .

Quinto Supuesto. Se supone que el stock de capital se deprecia a una tasa constante que denotamos por  $\delta$ .

Sexto Supuesto. Se supone que el nivel de desarrollo tecnológico, que denotamos por  $A$ , se mantiene constante.

Séptimo Supuesto. La población crece a una tasa constante que denotamos por  $n$ .

En toda economía el stock de capital en  $t+1$  es igual al stock de capital en  $t$  más la inversión bruta en capital fijo menos la depreciación:

$$K_{t+1} = K_t + I_t - \delta K_t$$

Denotando la variación del stock de capital por  $\dot{K}$  ( $\dot{K} = K_{t+1} - K_t$ ) la inversión bruta se puede expresar como sigue:

$$I_t = \dot{K} + \delta K_t$$

Bajo los supuestos establecidos por el modelo de Solow-Swan la ecuación (2) puede expresarse como:

$$Y_t = (1-s)Y_t + \dot{K} + \delta K_t \quad (3)$$

Despejando  $\dot{K}$  de la ecuación (3) tenemos la ecuación que describe el comportamiento dinámico del stock de capital:

*Ecuación que describe el comportamiento del stock de capital agregado.*

$$\dot{K} = sY_t - \delta K_t \quad (4)$$

El estudio del crecimiento económico nos interesa analizarlo en términos per cápita. Por ello expresamos el modelo de Solow-Swan en términos per cápita.

#### - Modelo de Solow-Swan en términos per cápita.

Dividimos la expresión (4) por el número de trabajadores:

$$\frac{\dot{K}}{L} = \frac{sY_t}{L} - \frac{\delta K_t}{L} \quad (5)$$

Definimos el stock de capital per cápita como:  $k = \frac{K}{L}$

$$\Rightarrow \dot{k} = \frac{\dot{K}L - K\dot{L}}{LL} = \frac{\dot{K}}{L} \frac{L}{L} - \frac{K}{L} \frac{\dot{L}}{L} = \frac{\dot{K}}{L} - kn \quad (6)$$

Despejamos de la ecuación (6) y tenemos:

$$\frac{\dot{K}}{L} = \dot{k} + kn \quad (7)$$

Sustituimos (7) en (5):

$$\dot{k} + kn = sy - \delta k \quad (8)$$

$$\dot{k} = sy - (\delta + n)k \quad (9) \quad \text{Ley de evolución del capital per cápita}$$

Suponemos que la función de producción es la siguiente.  $Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}$ , que en términos per cápita se puede escribir como:

$$y = Ak^\alpha$$

Sustituimos en la expresión (9):

$$\dot{k} = sAk^\alpha - (\delta + n)k$$

### **1.1.9. Modelo AK (Acumulación de capital)**

En este modelo el factor que explica el crecimiento es homogéneo al bien final producido. Generalmente los factores homogéneos al bien son:

#### **A.- El Capital Físico Privado.**

Teniendo en cuenta a Paúl Romer (1986), plantea una visión alternativa a los modelos de crecimiento neoclásicos: En un equilibrio competitivo completamente especificado, el producto per cápita puede crecer ilimitadamente, posiblemente a una tasa que es creciente en el tiempo.

La tasa de inversión y la tasa de ganancia del capital pueden crecer, en lugar de decrecer, con los incrementos en el stock de capital. El nivel del producto per cápita en diferentes países no tiene por qué converger; el crecimiento puede ser persistentemente más lento en países menos desarrollados e incluso puede no ocurrir. Estos resultados no dependen de ningún cambio tecnológico exógenamente especificado o diferencias entre países. Las preferencias y la tecnología son constantes e idénticas. Incluso el tamaño de la población puede mantenerse constante. Lo que es crucial para estos resultados es el abandono del supuesto de rendimientos decrecientes.

Romer (1986) propone un modelo de crecimiento endógeno en el cual el crecimiento de largo plazo está dirigido principalmente por la acumulación de conocimiento, considerado como un bien de capital intangible, por parte de agentes maximizadores de beneficios y previsores perfectos. A diferencia del capital físico, el nuevo conocimiento es producto de una investigación tecnológica que exhibe retornos decrecientes a escala. Dado el stock de conocimiento en un momento en el tiempo, duplicar los insumos necesarios para la investigación, no duplicará la cantidad de nuevo conocimiento producido.

#### **B.- El Capital Público de Infraestructura:**

En lo que respecta al estado, este al invertir en las infraestructuras puede conducir al mejoramiento de la productividad de las empresas privadas.

Según Barro, Robert (1990) en su primer modelo recalcó que las infraestructuras facilitan la circulación de las informaciones, de los bienes y de las personas. El

impuesto (que es destinado para financiar esas inversiones) juega un papel positivo sobre el crecimiento.

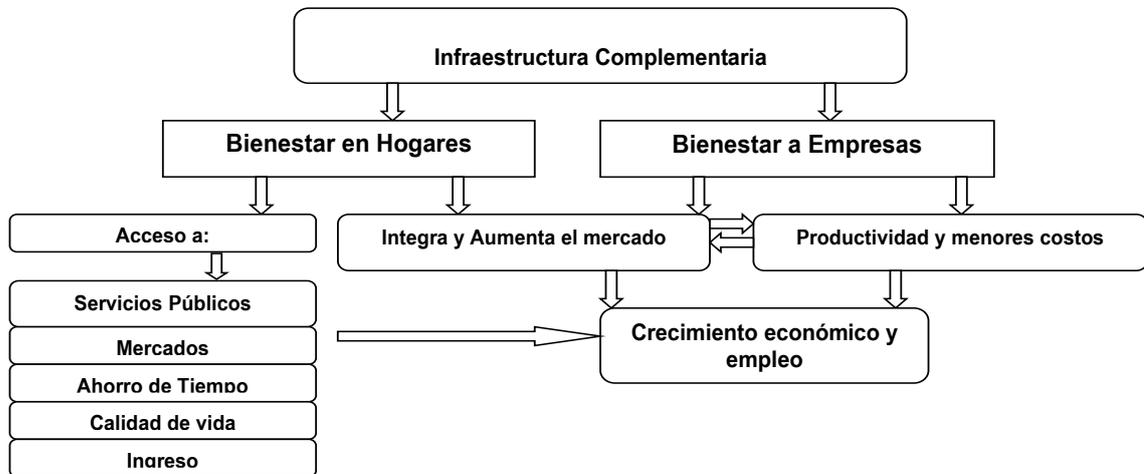


Figura 2. Como Interactúa la Inversión en Infraestructura y como crece el Bienestar y la Actividad Económica

Fuente: BRICENO, y ESTAHE Cecilia, Antonio. Los servicios de infraestructura en los países en desarrollo: acceso, calidad, costos y reforma de las políticas del Banco Mundial, documento de investigación de las Políticas N° 346

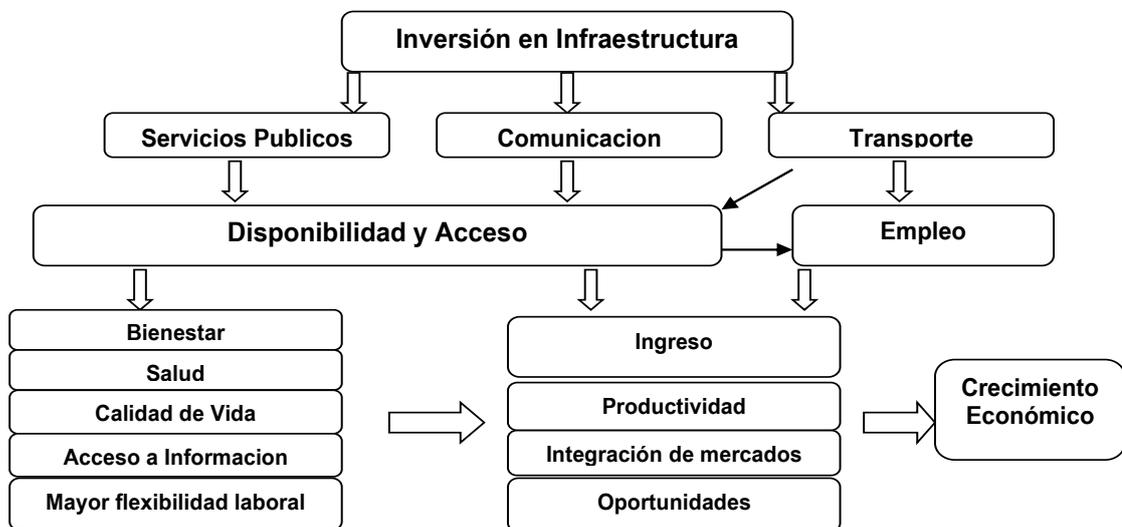


Figura 3. Inversión en Infraestructura

Fuente: BRICENO, y ESTAHE Cecilia, Antonio. Los servicios de infraestructura en los países en desarrollo: acceso, calidad, costos y reforma de las políticas del Banco Mundial, documento de investigación de las Políticas N° 346  
Elaboración Propia

## 1.2. Antecedentes

Jenkner (2010), relaciona directamente el crecimiento peruano con el índice de reformas estructurales, controlando por los posibles efectos de otras variables que reflejan la

estabilidad macroeconómica, las libertades civiles, el nivel educativo y la infraestructura de servicios públicos. El incremento de la inversión pública permite aumentar el stock de capital disponible en la economía, el cual ejerce influencia sobre las variables de crecimiento económico y progreso social. Por ejemplo, el capital físico (carreteras, puertos, aeropuertos, sistema urbano de transporte masivo, entre otros), capital humano (educación, salud y nutrición), el capital intelectual (investigación, desarrollo e innovación tecnológica), entre otros; incrementan la eficacia conjunta de la productividad de empresas y de la oferta laboral, permitiendo un incremento en la producción y en los niveles de ingresos de la población, proceso que la literatura especializada denomina como productividad total de los factores.<sup>9</sup>

El Estado al promover la inversión en infraestructura, no solamente busca el crecimiento de la economía, sino también la inclusión social para mejorar la calidad de vida de la población que se encuentran en situación de mayor exclusión.<sup>10</sup> La inversión privada expande demanda agregada, crecimiento y empleo. Aumenta dotación de capital y la frontera de posibilidades de producción. Provee bienes públicos (infraestructura) y productividad-competitividad sistémica. Genera inversión complementaria (crowding in). Es clave para crecimiento redistributivo, garantiza derechos y capacidades humanas. Inversión en infraestructura eleva PIB de corto y largo.<sup>11</sup>

Meir (1976), Argumentaba que el proceso de crecimiento basado en las decisiones privadas de inversión, no constituyen un fundamento suficiente para el crecimiento en las regiones subdesarrolladas, ya que las iniciativas privadas subestiman los beneficios sociales reales.

Zambrano y Aguilera (2011) calcularon las brechas de infraestructura para la subregión andina el costo de cerrar dichas brechas y, basado en un panel de 209 países desde 1960, estima los potenciales impactos de cerrar dichas brechas sobre el crecimiento y la desigualdad del ingreso. El análisis se realizó para los países de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia. Los resultados indican que persisten en la subregión andina importantes brechas en infraestructura y que el costo de cerrar dichas brechas implica una movilización de recursos físicos y financieros de gran magnitud. A pesar de los costos, la

---

<sup>9</sup> Balance de la inversión pública, 2015

<sup>10</sup> Inversión Pública en Infraestructura, Crecimiento Y Desarrollo Regional. (Roberto Arpi)

<sup>11</sup> CEPAL

inversión en infraestructura resultaría beneficiosa, puesto que se alcanzaría un mayor crecimiento (4 puntos adicionales en promedio).

Mendoza y García (2006), realizó un estudio en el cual le resulta importante crear los mecanismos para que la sostenibilidad del crecimiento económico permita a su vez un incremento del nivel de empleo. Para ello señalan que el Estado debe promover la igualdad y equidad en las oportunidades de desarrollo que puedan alcanzar las personas, como agentes económicos, son el fin de mejorar su nivel de competitividad, a través de la inversión en capital humano. Ello se logra mediante inversión pública en salud y educación, que son los factores clave que determinan la distribución del ingreso en el largo plazo, mediante el incremento de la productividad. Por ello resulta importante el análisis de la orientación del gasto público.

Serven y Calderon (2004), “la importancia de la infraestructura para el desarrollo nacional es indiscutible”, señalan que el desarrollo de la infraestructura tiene un impacto positivo sobre el crecimiento económico y la distribución del ingreso. En el caso peruano, si se desarrolla la infraestructura social y productiva a niveles similares a los alcanzados por Costa Rica, el PBI se incrementaría en un 3.5% anual y en 2.2% si se logran los niveles de Chile. Cabe anotar que dos tercios de este mayor crecimiento se explicarían por el mayor acervo de infraestructura, y el tercio restante por la mejora en la calidad de servicios que resulta de contar con una mejor infraestructura.

Loayza (2008), analiza la experiencia de crecimiento económico del Perú en las últimas cinco décadas. Describe sus características básicas, explica sus cambios a lo largo del tiempo y proyecta su comportamiento futuro. El enfoque metodológico consiste en una combinación de técnicas contables y econométricas, ambas basadas en comparaciones entre países y entre períodos de tiempo. El estudio encuentra que los virajes más importantes del crecimiento económico se han debido a cambios en la productividad total de los factores, más que a la mera acumulación de capital. Específicamente, el artículo concluye que la recuperación del crecimiento económico en el Perú desde los años 1990 se ha debido sobre todo al proceso de reformas estructurales y de estabilización que se comenzaron desde entonces. El futuro del crecimiento en el país depende de si este proceso se continúa y profundiza.

Laos (2015), investiga la relación entre crecimiento económico y tasa de desempleo para el caso de la economía peruana en el periodo comprendido del año 2000 al 2013, para

ello se estima la Ley de Okun usando un modelo de vectores autorregresivos, conocido como VAR. Se encuentra evidencia a favor de la Ley de Okun en el caso peruano, estimándose que el producto deberá crecer en 7.43 por ciento para que la tasa de desempleo disminuya un punto porcentual.

Murga (2015), investiga la incidencia del crecimiento económico en la desigualdad económica de la economía peruana durante el periodo 1997 - 2014, es importante porque contribuye en el análisis del crecimiento económico y el diseño de políticas orientadas a la reducción de los niveles de desigualdad y de este modo sentar bases para promover el desarrollo económico. Para el desarrollo de la investigación se recopiló datos estadísticos del Banco Mundial, Comisión Económica Para América Latina y el Caribe, Instituto Nacional de Estadística e Informática y Banco Central de Reserva del Perú, enseguida se organizó los datos para caracterizar el crecimiento económico a través del PBI a precios de 2007 y la desigualdad económica con el coeficiente de GINI, luego se calculó el coeficiente de correlación para determinar la relación y fuerza de asociación entre las variables, finalmente se estimó un modelo econométrico para determinar la incidencia del crecimiento en la desigualdad en la desigualdad económica. Los resultados de la investigación señalan que el crecimiento económico experimentado por la economía peruana ha permitido reducir los niveles de desigualdad económica; sin embargo, es necesario diseñar y aplicar políticas económicas orientadas a reducir aún más los niveles de desigualdad, principalmente en las regiones naturales de la sierra y selva, con el fin de promover el desarrollo económico sostenido del país.

Melgarejo (2014), El presente trabajo de investigación tiene como finalidad analizar y determinar la influencia del crecimiento económico de La Libertad en la reducción de la pobreza rural en el periodo 2000 - 2012. Este trabajo investiga sobre la evolución del crecimiento económico departamental y construye un indicador de crecimiento rural cuyas variaciones porcentuales permiten comparar el desarrollo económico rural con la pobreza departamental. La presente investigación es de tipo explicativo y comparativo, se recurrió a fuentes secundarias que han sido trabajadas según el periodo estudiado. Se utilizaron series de crecimiento y pobreza del departamento separándolas por provincias para clasificarlas en urbanas las que pertenecen a la costa y rurales las que se encuentran en la sierra. Se utilizaron además series urbanas y rurales sobre la producción agrícola, producción pecuaria, inversión privada, inversión pública y programas sociales de La Libertad. Se concluye que el crecimiento económico del departamento de La Libertad no

está contribuyendo a reducir la pobreza en la parte rural porque el crecimiento se concentra en la zona urbana, la tecnología en la zona rural es rudimentaria, la inversión rural privada proviene de un solo sector y no es constante y la inversión rural pública no es efectiva.

Solís (1997), la inversión pública debe servir de base a la inversión privada en actividades que generen un valor agregado y contribuyan a desarrollar competencias productivas frente al exterior. Así, la inversión pública de ninguna manera es excluyente de la inversión privada; todo lo contrario, la estimula a través de la dotación eficiente y oportuna de insumos de uso general y en la provisión de servicios de salud y educación que permiten una mano de obra más capacitada. En toda economía, bajo condiciones de equilibrio, el ahorro debe ser igual a la inversión. De esta manera, si la política económica fomenta el ahorro fomenta la inversión, y viceversa. Así, lo importante para la inversión de un país es no solo el ahorro de los hogares y las empresas (ahorro privado), sino el nivel de ahorro nacional, que incluye el ahorro público, es decir, el superávit o déficit presupuestario (Stiglitz, 2000).

Para Naqvi (2002), examina las relaciones entre el crecimiento económico, la inversión pública y la inversión privada. Sugiere que la inversión pública tiene un impacto positivo en la inversión privada y ambos afectan positivamente al crecimiento económico. Rivera y Toledo (2004). Analizan los efectos de la inversión en obras públicas en el crecimiento de la economía partiendo de un modelo estocástico para constatar las hipótesis del crecimiento endógeno contra la del exógeno en la economía chilena. Concluyen que un incremento del 10% en la inversión pública en infraestructura genera un incremento de 1.6% en el PBI. Tomando como base el modelo teórico de Aschauer (1989).

Jaén y Piedra (2007), investigan la relación existente entre el crecimiento económico y el capital público en España. Específicamente analizan cómo las dotaciones de capital público favorecen el crecimiento de la productividad en el sector privado. La elasticidad del output con respecto al capital público en infraestructura es de 0.2686.

Hernández (2010), estudia la relación entre la inversión pública y el crecimiento económico teniendo énfasis en el gasto público productivo. Para el autor, el ahorro no es un prerrequisito para generar la riqueza mediante la canalización de la inversión. Por tanto, no depende de la generación de ahorro *ex ante*, sino depende de las políticas públicas y las acciones privadas creen las condiciones propicias para la inversión

productiva. Para demostrar esta hipótesis, el autor demuestra a través del modelo función de producción que depende de capital, trabajo, y principalmente de gasto productivo del Estado. Los resultados muestran que el gasto del sector público en inversión física tiene efecto positivo en el crecimiento económico en 0.15% por cada variación de gasto publico productivo.

Vásquez y Bendezú (2008) analizan los efectos de la inversión en infraestructura vial sobre el crecimiento económico del Perú en el marco de la teoría del crecimiento endógeno. Concluyen que la expansión de la infraestructura tiene un impacto positivo y significativo sobre el crecimiento económico encontrando que la elasticidad del PIB de largo plazo de la infraestructura vial corresponde a un valor de 0.218.

Mora (2010) indica que: “en el contexto internacional el crecimiento económico tiene dos tendencias: Una, con un bajo crecimiento económico en los países desarrollados y otra con un alto crecimiento económico en los países emergentes”. La explicación de este fenómeno se encuentra en que los países desarrollados acudieron a un alto endeudamiento y a un fuerte déficit externo para mantener un buen consumo interno. Los países emergentes se beneficiaron de esa circunstancia para exportar hacia los países desarrollados bienes hechos por la manufactura, creada con el capital transferido por los países desarrollados hacia los países emergentes.

Mendoza y García (2006), muestran que desde una perspectiva regional el crecimiento de la economía peruana registrado en los últimos años no ha sido equitativo. Al observar las estadísticas a nivel regional durante el período 2004-2013, las cifras muestran que las regiones que han alcanzado un mayor crecimiento son: Cusco (14,7%), Ayacucho (14,33%) e Ica (13,07%), mientras que las regiones que han alcanzado un menor crecimiento son: Moquegua (6,92%), Tacna (7,44%) y Huancavelica (7,50%). Acorde a los estudios realizados por Tanzi y Zee (1996), el gasto público puede afectar al crecimiento de dos formas: 1) las inversiones públicas aumentan el stock de capital de la economía y 2) aumentos en la productividad de los factores (capital humano) a través del gasto e inversión en salud, educación, entre otras. Con respecto al primer punto, es importante mencionar, que el capital público, como cualquier otro capital podría estar sujeto a rendimientos decrecientes. Esto abre la puerta a la posibilidad que un excesivo gasto de gobierno en infraestructura (relativo a la inversión privada) podría ser ineficiente.

Agenor (2005), las inversiones públicas destinadas al aumento del stock de capital, están sujetas al financiamiento de gobierno cuyos ingresos provienen en la mayoría de los casos principalmente de los impuestos. Si el gasto de capital está financiado por un incremento en los impuestos directos y por lo tanto una reducción en los ahorros privados, el efecto neto en el crecimiento podría ser negativa; a pesar de un efecto positivo en el nivel de productividad marginal del capital.

Ponce (2014), en su investigación “Inversión Pública y Desarrollo Económico Regional”, el mismo que tiene como objetivo, analizar la relación que posee la inversión pública sobre el crecimiento y desarrollo económico regional, para generar crecimiento económico y rentabilidad social. Obtuvo como resultados que la relación que tiene la inversión pública con el desarrollo económico busca confirmar la influencia de la inversión existente en las regiones, para poseer una mayor rentabilidad social. Concluye que la inversión pública y privada contribuye de manera positiva a la reducción de la desigualdad regional, sin embargo, la participación de la inversión pública no es suficiente ni equitativa. Finalmente, recomienda a las regiones que presentan deficiencias en la cobertura de sus servicios básicos; replantear su presupuesto anual, para mejorar la situación socioeconómica de los pobladores.

Bravo (2014) estudia los determinantes del crecimiento económico con presencia de instituciones públicas en México en el periodo 1982-2012, a raíz del proceso de apertura, los resultados en términos de crecimiento y desarrollo para la economía y sociedad mexicanas no han sido satisfactorios; por lo que recobrar la importancia del Estado en el crecimiento ha sido elemental. Los resultados muestran que los determinantes del crecimiento económico están explicados principalmente por variables económicas relacionadas con los acervos netos de capital fijo (CF), el personal ocupado (PO), el avance científico- tecnológico (TEC), el gasto público en general y el relacionado con la infraestructura: salud (GPSAL), Justicia (DER), Educación (GPEDUC), inversión física (GPIF) y el mantenimiento de Estado de derecho (GPDER) .La variable con mayor magnitud en el crecimiento económico fue acervos de capital fijo (1.08%), personal ocupado (0.87%), e inversión en el mantenimiento del Estado de derecho (0.41%), finalmente el gasto de estado en inversión física (0.085%).

Chirinos (2007), estima los determinantes del crecimiento económico para 188 países del mundo en el periodo 1960-2000. Para ello, se basa en el marco del modelo del estado



estacionario de Solow-Swan. La metodología del estudio es el panel de dinámico (no balanceado). Los resultados a que llega el autor, es que los determinantes del crecimiento económico son diversos entre las que se encuentra, las variables asociados al estado estacionario del modelo Solow (capital físico (K) y humano (L) y tasa de fertilidad ( $n$ )).

Silvina (2004) profundiza la investigación de la importancia de la calidad educativa en la formación del capital humano y su influencia en el crecimiento económico a través de un estudio empírico de panel de datos y de cross-section para una muestra de 33 países del mundo, agrupando los países por niveles de ingreso. Para medir la calidad de la educación se utilizaron dos clases de variables. Por un lado, el gasto por alumno como porcentaje del PBI en el ámbito primario y secundario y la razón alumno -docente en los mismos niveles que son medidas convencionales de los recursos escolares que pueden influir en la calidad educativa.

## CAPÍTULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 2.1. Identificación del problema

Según el reporte de la actividad productiva departamental-primer trimestre 2017 que emite el INEI, los sectores minería e hidrocarburos y construcción registran cifras por encima del 5 por ciento, el resto de los sectores presentan cifras negativas y próxima a cero; en palabras de Mendoza (2017), ante la desaceleración del crecimiento de la economía peruana, las autoridades deberían de impulsar el crecimiento de sectores no primario, este último implica mayor inversión privada y pública que dinamice la economía en el corto plazo.

Desde la óptica de la producción nacional se encuentra un problema de indefinición, ya que el crecimiento económico del país está explicado por un conjunto de variables exógenas tales como la inversión privada y pública. El problema de indefinición en cuanto a la cuantificación de los parámetros asociados a la inversión privada y pública no se conoce en una realidad específica como la nuestra. Así mismo no existe evidencia empírica para la región de Perú acerca del efecto que genera una mayor inversión privada y pública, este último denotado como la prueba de la hipótesis de crecimiento económico impulsada por las variables antes mencionadas.

La estimación correcta de los parámetros nos permite conocer con certeza el aporte de la inversión privada y pública. En base a ello el reto de los hacedores de política es como diseñar y formular las políticas públicas para aprovechar los efectos de una mayor inversión privada, por ejemplo las inversiones turísticas, implican participación conjunta tanto del sector público y privado, especialmente las destinadas a infraestructura, como

aeropuertos, hoteles y carreteras, requieren compromisos financieros de largo plazo y errores en la predicción de las necesidades futuras de utilización, pueden traer consigo altísimos costos según (Cruz *et al.*, 2016).

Finalmente para las mejores políticas macroeconómicas gubernamentales; Lee y Chun (2008) afirman, las predicciones tempranas ayudan a las autoridades a implementar las estrategias apropiadas en el mediano y largo plazo, de manera de poder aprovechar potenciales oportunidades para un mejor desarrollo de la región.

Las regiones inmersas en el contexto actual, nos revela una situación bastante conocida en el país sobre el avance de la inversión pública y privada. Sin embargo, indicar que existe un déficit por cubrir en el desarrollo de la infraestructura: este déficit se debe principalmente a dos limitaciones que presenta el estado: recursos insuficientes y prácticas inadecuadas en el proceso de inversión pública.

En este contexto, el problema de la presente investigación que, el estado cumple un rol fundamental sobre las inversiones públicas y privadas, a pesar de existir la brecha por cubrir en el desarrollo de infraestructura social y productiva que afecta el crecimiento económico regional y el nivel de bienestar de la población peruana.

## **2.2. Enunciado del problema**

### **2.2.1. Problema General**

¿Cómo es el efecto de la inversión pública y privada sobre el crecimiento económico de Perú: 1997-2016?

### **2.2.2. Problemas Específicos**

- ¿Cuál es el comportamiento individual de las variables inversión pública y privada que afectan sobre el crecimiento económico de Perú: 1997-2016?
- ¿Cómo es el efecto a largo plazo de la inversión pública y privada sobre el crecimiento económico de Perú: 1997-2016?
- ¿Cuáles son las proyecciones de la inversión pública y privada sobre el crecimiento económico regional en el Perú?

### **2.3. Justificación**

El crecimiento económico, tiene su efecto directo sobre el bienestar de una determinada población. Ello significa que el incremento del bienestar de la población será mayor, siempre que sea mayor la tasa de crecimiento de la economía y menor la tasa de crecimiento de la población.

Por lo tanto, resulta de mucha importancia realizar un estudio para determinar el impacto que genera el crecimiento económico en el Perú y su relación con el bienestar social de la población. Asimismo, la importancia de determinar cómo afecta a las regiones el crecimiento de la economía a nivel nacional, pasa por analizar el proceso de descentralización, que implica viabilizar recursos para mejorar el nivel de bienestar de los individuos.

Del mismo modo que el fin último del Estado es contribuir al bienestar de la sociedad, el resultado esperado de incrementar el nivel de inversión pública y privada apunta a mejorar el nivel socio-económico de los pobladores. En ese sentido, la ejecución de la inversión pública y privada regional debe contribuir a incrementar los ingresos de la población a través del aumento de la actividad económica o alternativamente, a través de la mejora del bienestar social.

Siendo la inversión pública y privada parte central de una política fiscal que otorgue este deseado equilibrio económico-social, se ha planteado la necesidad de identificar el impacto económico alcanzado producto de la inversión pública y privada realizada a nivel regional en el Perú (sobre la base de las series de datos disponibles)

### **2.4. Objetivos**

#### **2.4.1. Objetivo general**

Determinar el efecto de la inversión pública y privada sobre el crecimiento económico de Perú: 1997-2016.

#### **2.4.2. Objetivos específicos**

- Analizar el comportamiento individual de las variables inversión pública y privada que afectan sobre el crecimiento económico de Perú: 1997-2016.

- Determinar el efecto a largo plazo de la inversión pública y privada sobre el crecimiento económico de Perú: 1997-2016.
- Determinar las proyecciones de la inversión pública y privada sobre el crecimiento económico regional en el Perú.

## **2.5. Hipótesis**

### **2.5.1. Hipótesis general**

La inversión pública y privada afecta de manera positiva sobre el crecimiento económico de Perú: 1997-2016.

### **2.5.2. Hipótesis específicas**

- Las variables Producto Bruto Interno, inversión pública e inversión privada regional, presentan una media cambiante en el tiempo, no estacionario durante el periodo de análisis.
- El efecto de la inversión privada es más significativo que la inversión pública en el largo plazo explicando el crecimiento económico de Perú: 1997-2016.
- La inversión pública y privada sobre el crecimiento económico regional en el Perú, presenta diferentes comportamientos de acuerdo al escenario asumido para dicha proyección.



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de estudio

La investigación se realiza en la región de Puno, ubicado al sureste de la República del Perú, entre las coordenadas geográficas 13°00'00" y 17°17'30" Latitud Sur y los 71°06'57" y 68°48'46" Longitud Oeste del meridiano de Greenwich.

Del mismo modo la unidad de análisis en la investigación son las regiones del Perú que se encuentra ubicado en el hemisferio occidental (al oeste del meridiano de Greenwich) al sur de la línea ecuatorial, en Sudamérica. Limita por el norte con Ecuador y Colombia; por el este con Brasil y Bolivia; por el sur con Chile, y todo su extremo oeste es una extensa costa bañada por el Océano Pacífico. Igualmente se aprecia la presencia de la cadena de montañas denominada Cordillera de los Andes, que atraviesa longitudinalmente al país, determina una peculiar geografía, marcando en los 1,285,216 Km<sup>2</sup> de su superficie tres regiones naturales de muy diferentes características: la cálida costa peruana, rica en recursos marinos y muy favorable a la agroindustria; la sierra, de altos picos y frías regiones, abundante en recursos mineros y agropecuarios; y la selva, región de bosques lluviosos y tropicales, de extraordinaria riqueza forestal y rica en gas e hidrocarburos.

#### 3.2. Población

La población del presente estudio comprende a todas las inversiones públicas y privadas realizadas por las regiones en el Perú, teniendo en cuenta la ubicación geográfica.

### 3.3. Muestra

El tamaño de la muestra estará representado por las 24 regiones. Asimismo, el procedimiento seguido en la determinación del tamaño de muestra será la siguiente fórmula:

$N*T=24*19=456$  observaciones (24 regiones en un período de 19 años).

### 3.4. Método de investigación

#### - Nivel descriptivo

La investigación es de carácter descriptivo y no experimental debido a que no se realiza manipulación directa de las variables independientes y lo que se realiza es una observación del efecto del proceso en el tiempo, pero observando a través de la información de la inversión pública y privada sobre el crecimiento económico regional en el Perú.

#### - Nivel explicativo

La investigación es explicativa, debido a que el propósito es determinar el grado del impacto que la inversión pública y privada, sobre el crecimiento económico regional en el Perú, para el periodo 1997-2016.

### 3.5. Descripción detallada de métodos por objetivos específicos

#### 3.5.1. Primer objetivo específico: Descripción de variables analizadas

Las variables a utilizar para el presente análisis de esta investigación para el modelo econométrico con el propósito de establecer una relación entre la inversión pública, la inversión privada y el crecimiento económico regional, se propone las variables que son las siguientes.

#### - Especificación del modelo

El modelo a ser estimado, en su especificación básica, es la siguiente:

$$\log PBIR_{i,t} = \beta_{it} + \beta_1 \log IPRIVR_{i,t} + \beta_2 \log IPUBLR_{i,t} + u_{i,t}$$

Donde:

$\log PBIR_{i,t}$  = Logaritmo Producto Bruto Interno Regional.

$\log IPUBLR_{i,t}$  = Logaritmo Inversión Pública Regional.

$\log IPRIVR_{i,t}$  = Logaritmo Inversión Privada Regional.

Se utiliza un modelo econométrico de datos de Panel en la cual se describe, el sub-índice  $t$  se refiere al año, el sub-índice  $i$  se refiere a las regiones y  $\beta_{it}$  son los efectos de las regiones  $i$  con el regiones  $t$ , los que se suponen fijos en el tiempo. Una manera de interpretar esto es que el crecimiento regional  $i$  tienen una cierta preferencia de inversión hacia la región  $t$ , dada por sus características geográficas, la inversión privada y pública, los cuales no cambian en el tiempo, por lo tanto, siempre van a invertir al menos cierta cantidad de veces hacia esa región. Con esto lo que se está diciendo es que hay un crecimiento especial por cada región por parte del estado, pero constante en el tiempo. Por lo que habrá un intercepto distinto para cada región.

En la presente investigación las observaciones transversales corresponden a los sectores de actividad de la economía regional (24 regiones), cuyas observaciones serán anuales para el periodo 1997-2016.

Las variables incluidas en el modelo se definen a continuación:

- **Producto bruto interno regional**

PBI Regional (La variable “ $Y_{it}$ ”).- Equivale al valor de los bienes y servicios finales que se producen internamente en la economía de cada región. Asimismo se medirá mediante el indicador de la actividad económica PBI regional comprendido entre los periodos de análisis. Calculado por el método de la producción de acuerdo al Sistema de Cuentas Nacionales del Instituto Nacional de Estadística e Información. Medida en millones de nuevos soles constantes.

- **Inversión pública regional**

La Inversión Pública Regional (Componente de la variable Capital Físico).- Para la construcción de esta variable se ha utilizado el nivel de gasto realizado por las regiones en las genéricas de gasto “inversión” y “otros gastos de capital” bajo la modalidad de aplicaciones directas, las cuales consideran aquellas actividades y proyectos de inversión que implican una mejora en la productividad, adquisición de

inmuebles, equipos, vehículos y materiales para la realización de los mismos, excluyendo las transferencias de capital. Asimismo, se adiciona la inversión que realiza el Gobierno Nacional en las regiones. Medida en millones de nuevos soles constantes. Los datos han sido tomados del Sistema Integrado de Administración Financiera (SIAF) del Ministerio de Economía y Finanzas.

#### - **Inversión privada regional**

La Inversión Privada regional (Componente de la variable Capital Físico). En la elaboración de esta variable se tendrá en consideración dos aspectos, debido a que no se cuenta con información directa de la inversión privada por regiones. Primero, se determinara que parte de la inversión privada total representa a la inversión privada departamental. Segundo, se fijara la estructura del PBI regional del sector construcción para determinar la inversión privada por región. Ambos aspectos permitirá construir una serie de datos que se aproxima a la inversión privada a nivel regional. Medida en millones de nuevos soles constantes. Los insumos para construcción han sido tomados del Instituto Nacional de Estadística e Información.

#### - **Fuentes de recolección de la información**

Para la recolección de información se han utilizado las siguientes fuentes de recolección de información:

- Compendio Estadístico del INEI
- Portal Institucional (INEI)
- Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)
- Banco Central de Reserva del Perú (BCR)

#### - **Análisis de los datos**

Es importante tanto la transcripción como el análisis, para lo cual se determina los resultados de las variables, se presenta las relaciones entre las variables tabuladas, a fin de dar respuesta al problema planteado inicialmente, así como al objetivo general y a las hipótesis planteadas.

Para el análisis de los datos, se muestra los pasos a seguir para la presente investigación:

- Se detalla primeramente las variables a ser objeto de estudio (PBI Regional; Inversión Pública Regional y Inversión Privada Regional).
- Para el análisis de los datos se hace uso del paquete estadístico STATA 13.
- Se analiza el comportamiento de cada variable, individualmente.
- Se determina la causalidad y efecto de cada variable.
- Se realiza una lista de los respectivos cuadros a presentarse.

### 3.5.2. Segundo objetivo específico: modelos de regresión

#### - Modelo de regresión con datos de panel

Teniendo en cuenta la naturaleza de los datos, la metodología empleada para la medición de la relación entre el crecimiento económico regional y la inversión pública regional y la inversión privada regional en el Perú es la de datos de panel.

Una base de datos longitudinal de sección cruzada es una matriz con tres dimensiones: unidades de análisis, variables y tiempo. El objetivo de los datos de panel es realizar un análisis dinámico que integra las dimensiones temporal y transversal de los datos longitudinales de sección cruzada, lo cual captura la variación a través de unidades sociales diferentes y a través del tiempo.

De acuerdo con (Baltagi, 2006) los modelos de datos de panel más utilizados en la literatura empírica son los de coeficientes constantes, los modelos de efectos fijos y los de efectos aleatorios. El mismo autor distingue entre paneles de datos micro y paneles macro, según su amplitud transversal y temporal. Los primeros hacen referencia a un número muy amplio de observaciones transversales (cientos o miles) y un número de periodos temporales reducidos (con un mínimo de dos años a un máximo de veinte años). En tanto que en los paneles macro el número de periodos de análisis es elevado (entre 20 y 60 años) y la información transversal es reducida. También se distingue entre los paneles de datos completos (balanced panels) y los incompletos (unbalanced panel), en donde los primeros recogen el mismo número de observaciones transversales para cada periodo temporal. Al tenor de lo expuesto, nuestro estudio es clasificado como un micro panel incompleto, dado que el periodo

de análisis es reducido, mientras que no todas las empresas están presentes durante todo el periodo de análisis.

El uso de datos de panel en lugar de series temporales (o transversales) se explican no solamente porque permite incrementar significativamente el tamaño de la muestra, sino también, porque permite aprovechar la variabilidad transversal (o temporal) de los datos. La estimación mediante datos de panel puede aportar capacidad extra a la regresión, al permitir mejorar la identificación de la influencia de aquellas variables que aunque no presentan mayor variabilidad temporal, pueden presentar variabilidad a nivel transversal (o viceversa) (Mahia y Aplicada, 2000). De esta forma, entre las principales ventajas del uso de datos de panel se encuentran (Gujarati y Porter, 2010) (1) permiten tomar en cuenta de forma explícita la posible heterogeneidad individual entre las unidades de medición (2) proporcionan un número mayor de observaciones, mayor variabilidad, reducen la colinealidad, aumentan el número de grados de libertad e incrementan la eficiencia (3) al tratarse de observaciones sobre las mismas unidades transversales a lo largo de un determinado periodo de tiempo, los modelos de datos de panel son más convenientes al analizar la dinámica de cambio (4) facilita la identificación y medición de efectos que ni siquiera podría detectarse con observaciones únicamente de series de tiempo o de corte transversal (5) los datos de panel permiten el análisis de modelos de comportamiento más complejos que los datos de series de tiempo o de corte transversal; y, (6) los datos de panel permiten reducir el posible sesgo de agregar observaciones individuales en grandes conjuntos.

En el caso de que el panel disponga de todas las observaciones para cada unidad individual y para cada periodo de tiempo, el panel se denomina panel equilibrado. Por otra parte, cuando el panel no dispone de algunas observaciones para al menos una unidad transversal o para al menos un periodo de tiempo se denomina panel incompleto (Stock *et al.* 2012).

### **3.5.2.1. Modelo de efectos individuales: modelos de efectos fijos y modelos de efectos aleatorios**

De acuerdo a (Mayorga y Muños, 2000), el objetivo principal de utilizar datos de panel es capturar la heterogeneidad no observable entre las unidades de medición (o a través del tiempo), puesto que esta heterogeneidad no puede ser detectada ni

con modelos de series de tiempo, ni con modelos de corte transversal. No todos los sectores económicos comparten las mismas características, existen efectos no observables, específicos de cada sector, capaces de incidir en la forma como los agentes económicos toman sus decisiones.

Siguiendo a Cassoni (1996), la presencia de efectos no observables específicos a cada sector económico, puede ser abordado principalmente a partir de dos tipos de modelos: modelos de efectos fijos y modelos de efectos aleatorios.

### 3.5.2.2. Modelo de regresión agrupada

Es el enfoque más simple de analizar datos tipo panel es omitir las dimensiones del espacio y el tiempo de los datos agrupados y sólo calcular la regresión MCO

(Mínimo Cuadrados Ordinarios) usual. Este modelo se expresa como: Los coeficientes de  $X_{it}$  son constantes para todas las unidades sociales.

$$Y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^k \beta_k X_{kit} + \mu_{it}$$

En forma matricial se la puede expresar de la siguiente manera:

$$Y_{it} = \beta_i' X_{it} + \mu_{it} \quad \forall_i = 1, 2, \dots, N \quad t = 1, 2, \dots, T$$

La estimación por mínimos cuadrados ordinarios de dicha ecuación parte del supuesto de que la varianza de los términos de error es la misma para cada una de las observaciones (supuesto de homocedasticidad) y además que dichos términos de error no están correlacionados, para distintos instantes del tiempo.

### 3.5.2.3. Modelo de efectos fijos

Los modelos de efectos fijos son modelos que permiten tener en cuenta la omisión de variables en datos de panel cuando estas variables difieren entre las unidades de medición, pero son constantes en el tiempo. De esta forma el modelo de efectos fijos capta la variación existente debido a diferentes unidades sociales con la inclusión de un conjunto de N-1 variables dicotómicas  $d_i$  (para cada unidad social, menos el agente de referencia), el modelo de regresión es la siguiente:

$$Y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^k \beta_k X_{kit} + \mu_{it}$$

Pero el término error tiene la siguiente estructura:  $\mu_{it} = \alpha_i + \phi_t + \varepsilon_{it}$  donde:

$$\alpha_i = \sum_{i=1}^{N-1} \alpha_i d_i$$

y

$$\phi_t = \sum_{t=1}^{T-1} \phi_t t_t$$

De manera que  $\alpha_i$  se incorpora una serie de N-1 variables dicotómicas en el modelo de regresión con el fin de controlar el efecto de cada una de las unidades sociales en la variable dependiente. Con  $\phi_t$  se introduce una serie de T-1 variables dicotómicas para controlar por el efecto de tiempo, por lo tanto el error ya no es aleatorio. De manera que el modelo de regresión a estimar es el siguiente:

$$Y_{it} = \beta_0 + \sum_{i=1}^{N-1} \alpha_i d_i + \sum_{t=1}^{T-1} \phi_t t_t + \sum_{k=1}^k \beta_k X_{kit} + \mu_{it} + \varepsilon_{it}$$

En su forma matricial tenemos:

$$Y_{it} = \alpha_i + \phi_t + \beta X_{it} + \mu_{it} \quad \forall_i = 1, 2, \dots, N \quad y \quad t = 1, 2, \dots, T$$

En los efectos fijos se permite que los efectos individuales  $\alpha_i$  y  $\phi_t$  pueden estar correlacionados con las variables explicativas  $X_{it}$  pero para que los estimados por MCO sean consistentes se requiere la exogeneidad estricta de  $X_{it}$  y  $\mu_{it}$ .

#### 3.5.2.4. Modelo de efectos aleatorios

En contraste con el modelo de efectos fijos, el modelo de efectos aleatorios considera que la diferencia entre las unidades de medición es aleatoria e incorrelacionada con las variables incluidas en el modelo. Es decir, se asume que los factores que pueden afectar a la variable dependiente, pero que no han sido incluidos explícitamente como parte de los regresores del modelo, pueden

resumirse apropiadamente en el término de error. De esta forma, bajo el modelo de efectos aleatorios se supone una sola ordenada en el origen y las N ordenadas específicas asociadas a cada unidad de medición se integran en el término de perturbación, de modo que la variable dependiente vendría a ser expresada en función de un término de error compuesto, el mismo que estaría conformado por dos elementos: un componente de error específico a cada individuos  $e_i$ , y una combinación del componente de error de series de tiempo y de corte transversal.

Así, el modelo de efectos aleatorios puede ser expresado de la siguiente manera:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1,it} + \dots + \beta_k X_{k,it} + v_{it}$$

Donde,  $v_{it}$  es el término de error de la ecuación, el cual, está definido como:

$$v_{it} = \varepsilon_i + u_{it}$$

Puesto que  $\varepsilon_i$  está presente en el término de error compuesto en cada periodo, el término  $v_{it}$  se encuentra autocorrelacionado a lo largo del tiempo. Esto es:

$$\text{corr}(v_{it}, v_{is}) = \frac{\sigma_\varepsilon^2}{\sigma_\varepsilon^2 + \sigma_u^2}; \quad t \neq s$$

Donde:

$$\sigma_\varepsilon^2 = \text{var}(\varepsilon_i) \qquad \sigma_u^2 = \text{var}(u_{it})$$

Por lo tanto, la estimación por el método clásico de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) se vuelve inadecuada, ya que no tiene en cuenta esta estructura de correlación en el término de perturbación, en este caso, el método más conveniente es el de Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG).

El método de efectos aleatorios es conveniente cuando se puede suponer que los efectos no observados no están correlacionados con las variables explicativas. Si se ha incorporado las variables apropiadas dentro de la especificación del modelo, se puede suponer que cualquier heterogeneidad omitida únicamente provocara autocorrelacion en el término de error compuesto, sin embargo, no provocara correlación entre los términos de error compuesto y los regresores del modelo.

### 3.5.2.5. Elección del método: Efectos fijos vs. Efectos Aleatorios

En la selección de la estrategia de estimación a seguir, debe tenerse en cuenta que el estimador de efectos aleatorios es el método adecuado si se puede suponer que los efectos individuales están incorrelacionados con todas las variables explicativas incluidas en el modelo. No obstante, si los efectos individuales están correlacionados con algunos de los regresores del modelo, el estimador de efectos fijos resulta ser una mejor opción, puesto que, el modelo de efectos aleatorios producirá estimaciones inconsistentes de los parámetros.

### 3.5.2.6. Test de Huasman

El uso del contraste de especificación de Huasman puede ser una forma de determinar si existe correlación entre la heterogeneidad inobservable y las variables explicativas. Este contraste compara las estimaciones obtenidas por el modelo de efectos fijos y por el modelo de efectos aleatorios, y si encuentra diferencias estadísticamente significativas se puede concluir que existe correlación entre el término de error y los regresores del modelo, de modo que el modelo de efectos fijos debe ser elegido frente al modelo de efectos aleatorios. Así, en base a las estimaciones obtenidas por ambos métodos, se construye el estadístico de prueba de Huasman, definido como:

$$H = \frac{(\widehat{\beta}_{ef} - \widehat{\beta}_{ea})^2}{\text{var}(\widehat{\beta}_{ef} - \widehat{\beta}_{ea})} \sim X_k^2$$

Donde,  $\widehat{\beta}_{ef}$  y  $\widehat{\beta}_{ea}$  se refieren a los estimadores del modelo de efectos fijos y de efectos aleatorios, respectivamente. El estadístico de prueba de Hausman tiene distribución asintótica  $X_k^2$  cuya hipótesis nula es que no existe correlación entre los efectos individuales y las variables explicativas del modelo, por lo que es preferible utilizar el modelo de efectos aleatorios. Si, por el contrario, se rechaza la hipótesis nula el modelo más adecuado es el de efectos fijos.

### 3.5.2.7. Prueba del Multiplicador de Lagrange de Breusch y Pagan

La prueba del multiplicador de Lagrange de Breusch y Pagan permite contrastar la hipótesis nula de que el estimador de MCO para datos agrupados es adecuado

frente a la hipótesis alternativa de que MCG (efectos aleatorios) es más apropiado. La prueba de hipótesis viene expresada en la siguiente ecuación:

$$LM = \frac{nT}{2(T-1)} \left[ \frac{\sum_{i=1}^n [\sum_{t=1}^T e_{it}]^2}{\sum_{i=1}^n [\sum_{t=1}^T e_{it}^2]} - 1 \right]^2 \sim X_1^2$$

Donde  $e_{it}$  son los residuos de la regresión agrupada. La prueba de Breusch y Pagan sigue una distribución  $X_1^2$  con 1 gl. Si la hipótesis nula se rechaza, en ese caso, se confirma la existencia de un componente fijo en el término de error ( $\sigma_u^2 \neq 0$ ), y es necesario aplicar efectos aleatorios. Si por el contrario no es posible rechazar la hipótesis nula, se asume que no existe un componente fijo en el término de error ( $\sigma_u^2 = 0$ ), por lo que es preferible utilizar MCO.

### 3.5.2.8. Analizar efectos temporales

La incorporación de variables dicotómicas estatales permite modelar características de las unidades transversales (regiones) que no cambian en el tiempo pero que sí afectan el resultado de interés. Ahora bien, también es posible agregar variables dicotómicas temporales a nuestro modelo, es decir, una para cada año en la muestra, que capturen eventos comunes a todos los departamentos durante un período u otro. Agregando efectos temporales, la ecuación (4) se transforma en:

$$Y_{it} = v_i + n_t + B_1 X_{1it} + e_{it}$$

Donde  $n_t$  representa un vector de variables dicotómicas para cada año. Estas variables dicotómicas permitirán controlar por aquellos eventos a los que fueron sujetos todos los estados en un año dado y, al igual que los efectos fijos, pueden reducir sesgos importantes. En Stata se incorpora los efectos temporales al modelo de efectos fijos.

Al igual que con los efectos regionales, podemos realizar una prueba F para conocer la significancia conjunta de las variables dicotómicas temporales en nuestro modelo. La hipótesis nula es que  $n_1 = n_2 = \dots = n_t = 0$ .

El p-value de la prueba F nos indica que rechazamos la  $H_0$  (hipótesis nula), por lo que es posible afirmar que las variables dicotómicas temporales son conjuntamente significativas y pertenecen al modelo.

### 3.5.2.9. Analizar el problema de la autocorrelación

Es importante señalar que aun cuando hemos modelado la heterogeneidad temporal y espacial en nuestro modelo, la ecuación efectos temporales puede estar mal especificada en otros aspectos. Recordemos que de acuerdo con los supuestos de Gauss-Markov, los estimadores de OLS son los Mejores Estimadores Lineales Insesgados (MELI) siempre y cuando los errores  $e_{it}$  sean independientes entre sí se distribuyan idénticamente con varianza constante  $\sigma^2$ . Desafortunadamente, con frecuencia estas condiciones son violadas en datos panel: la independencia se viola cuando los errores de diferentes unidades están correlacionados (correlación contemporánea), o cuando los errores dentro de cada unidad se correlacionan temporalmente (correlación serial), o ambos. A su vez, la distribución “idéntica” de los errores es violada cuando la varianza no es constante (heteroscedasticidad). Se puede analizar los problemas de la correlación serial o “autocorrelación”; es decir, cuando los errores  $e_{it}$  no son independientes con respecto al tiempo.

Existen muchas maneras de diagnosticar problemas de autocorrelación. Sin embargo, cada una de estas pruebas funciona bajo ciertos supuestos sobre la naturaleza de los efectos individuales. Wooldridge desarrolló una prueba muy flexible basada en supuestos mínimos que puede ejecutarse en Stata. La hipótesis nula de esta prueba es que no existe autocorrelación; naturalmente, si se rechaza, podemos concluir que ésta sí existe.

La prueba nos indica que tenemos un problema de autocorrelación que es necesario corregir. Una manera de hacerlo es a través de un modelo de efectos fijos con término ( $\square$ ) autorregresivo de grado 1 (AR1) que controla por la dependencia de  $t$  con respecto a  $t-1$ . El modelo AR1 con efectos fijos se especifica de la manera:

$$Y_{it} = v_i + n_t + B_1 X_{1it} + e_{it}$$

Donde:  $e_{it} = \rho e_{i,t-1} + n_{it}$ , es decir, los errores tienen una correlación de primer grado,  $\rho$ .

### 3.5.2.10. Analizar el problema de la heteroscedasticidad

Cuando la varianza de los errores de cada unidad transversal no es constante, nos encontramos con una violación de los supuestos Gauss-Markov. Una forma de saber si nuestra estimación tiene problemas de heteroscedastidad es a través de la prueba del Multiplicador de Lagrange de Breusch y Pagan. Sin embargo, de acuerdo con Greene, ésta y otras pruebas son sensibles al supuesto sobre la normalidad de los errores; afortunadamente, la prueba Modificada de Wald para Heteroscedasticidad funciona aun cuando dicho supuesto es violado. La hipótesis nula de esta prueba es que no existe problema de heteroscedasticidad, es decir,  $\sigma_i^2 = \sigma^2$  para toda  $i=1\dots N$ , donde  $N$  es el número de unidades transversales (“Regiones” en nuestro caso). Naturalmente, cuando la  $H_0$  (hipótesis nula) se rechaza, tenemos un problema de heteroscedasticidad. Esta prueba puede implementarse en Stata después de estimar el modelo de efectos fijos.

La prueba nos indica que rechazamos la  $H_0$  (hipótesis nula) de varianza constante y aceptamos la  $H_a$  (hipótesis alternativa) de heteroscedasticidad. Antes de abordar cómo solucionar nuestro problema de heteroscedastidad, resulta conveniente analizar otro problema que surge de la estimación con datos tipo panel.

### 3.5.3.1. Analizar el problema de correlación contemporánea

Las estimaciones en datos panel pueden tener problemas de correlación contemporánea si las observaciones de ciertas unidades están correlacionadas con las observaciones de otras unidades en el mismo periodo de tiempo. Como en el caso de la heterogeneidad, las variables dicotómicas de efectos temporales se incorporan al modelo para controlar a los eventos que afectan por igual a todas las unidades (regiones) en un año dado. La correlación contemporánea es similar, pero con la posibilidad de algunas unidades estén más o menos correlacionadas que otras. El problema de correlación contemporánea se refiere a la correlación de los errores de al menos dos o más unidades en el mismo tiempo  $t$ . En otras palabras, tenemos errores contemporáneamente correlacionados si existen características inobservables de ciertas unidades que se relacionan con las características inobservables de otras unidades. Por ejemplo, los errores de dos

regiones pueden relacionarse, pero mantenerse independientes de los errores de las demás regiones.

En Stata se ejecuta la prueba de Breusch y Pagan para identificar problemas de correlación contemporánea en los residuales de un modelo de efectos fijos. La hipótesis nula es que existe “independencia transversal” (cross-sectional independence); es decir, que los errores entre las unidades son independientes entre sí. Si la  $H_0$  se rechaza, entonces existe un problema de correlación contemporánea.

El p-value del estadístico  $X^2$  indica que podemos rechazar la  $H_0$ ; por lo tanto, también es necesario corregir el problema de correlación contemporánea.

### - Integración

Sea una variable  $Y_t$  que sigue un proceso autorregresivo de primer orden:

$$Y_t = \alpha Y_{t-1} + \varepsilon_t, \quad t = 1, 2, \dots, T$$

Donde  $\alpha$  es el coeficiente autorregresivo de primer orden,  $\varepsilon_t$  el término de perturbación y se asume que es un proceso estocástico con media cero y varianza  $\sigma^2$ . Restando  $Y_{t-1}$  a ambos lados de la ecuación anterior se tiene,

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Donde  $\delta = \alpha - 1$  y  $\Delta$  es el operador de diferencias. Si  $\delta = 0$  o equivalentemente,  $\alpha = 1$ , entonces  $Y_t$  tiene una raíz unitaria y se dice integrada de orden 1, se denota por  $I(1)$ . Esto indica que debe diferenciarse una vez para lograr estacionariedad.

### - Cointegración

Johansen y Juselius (1990) propusieron el test de máximo eigenvalue y el test de trace para verificar la relación de cointegración entre variables de estudio. Ambos tests calculan recursivamente el número de posibles ecuaciones de cointegración empezando de  $r = 0$ . El test de trace testea la hipótesis nula  $H_0$ : a lo más  $r$  relaciones de cointegración. Por otro lado, el test de trace verifica

$H_0$ : exactamente  $r$  relaciones de cointegración. Ambos tests siguen los valores críticos de Johansen y Juselius (1990) para su contraste.

#### - Modelo Vector de Corrección de Error (MVCE)

La estructura del Vector de Corrección de Error (VCE) empieza con un modelo VAR, dada por

$$X_t = \Pi_1 X_{t-1} + \dots + \Pi_k X_{t-p} + \mu + \varepsilon_t \quad (t = 1, 2, \dots, T)$$

Donde  $\mu$  es un vector de constantes y  $\varepsilon_t$  es un vector de errores distribuidos normalmente.  $X_t$  es un vector que contiene todas las variables utilizadas. De esta ecuación se formula el Modelo de Vector de Corrección de Error (MVCE), donde  $\Delta = 1 - L$  es el operador de retardo

$$\Delta X_t = \Gamma_1 \Delta X_{t-1} + \dots + \Gamma_{p-1} \Delta X_{t-p} + \Pi X_{t-1} + \mu + \varepsilon_t \quad (t = 1, 2, \dots, T)$$

Excepto para el término de error  $\Pi X_{t-1}$ . Para mantener la equivalencia en ambos lados de la ecuación,  $\Pi X_{t-1}$  debe ser estacionario. Para ello se verifica el rango  $r$  de la matriz  $\Pi$ . De este modo, si  $\Pi$  tiene rango completo, el término  $\Pi X_{t-1}$  es estacionario. Si el rango  $r$  es cero, el término no forma parte de la ecuación. Pero, si el rango es reducible ( $r \leq k$ ), entonces existe cointegración. De este modo, existe un  $\Pi = \alpha\beta'$  para la cual  $\Pi X_{t-1}$  es estacionario. Cada columna del vector  $\beta$  corresponde a un equilibrio de largo plazo y cada elemento del vector  $\alpha$  describe la velocidad del ajuste para que el sistema retorne al equilibrio después a una perturbación. Los valores de los vectores  $\alpha$  y  $\beta$  pueden ser estimados y para determinar el valor de  $r$ , número de ecuaciones cointegradas, se utiliza los tests de máximo eigenvalue y trace propuestos por Johansen y Juselius (1990).

#### - Especificación del modelo

Para la estimación del modelo MVCE se considera a las variables Producto Bruto Interno (PBI), inversión pública (IPUBLICA) e inversión privada (IPRIVADA), en su especificación es la siguiente:

$$\Delta X_t = \Gamma_1 \Delta X_{t-1} + \dots + \Gamma_{p-1} \Delta X_{t-p} + \Pi X_{t-1} + \mu + \varepsilon_t \quad (t = 1, 2, \dots, T)$$

Donde:

$$X_t = (\text{PBI}_t, \text{IPUBLICA}, \text{IPRIVADA})$$

$\Pi X_{t-1}$  = vector de corrección de error

$\mu$  = vector de constantes

$\varepsilon_t$  = es un vector de errores distribuidos normalmente

### 3.6. Tercer objetivo específico: Determinar la senda de las proyecciones del crecimiento económico, inversión privada e inversión pública.

Para desarrollar el presente objetivo se toma de referencia los modelos de tendencia, los cuales se detalla a continuación:

*Lineal*

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t$$

$\beta_1$  representa el cambio promedio de un periodo a otro.

*Cuadrático*

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + \varepsilon_t$$

Toma en cuenta la curvatura simple en los datos.

*Crecimiento exponencial*

$$Y_t = \beta_0 * \beta_1^t * \varepsilon_t$$

Toma en cuenta el crecimiento o decaimiento exponencial. Por ejemplo el comportamiento de una cuenta de ahorros.

*Curva S de Pearl-Reed.*

Toma en cuenta las observaciones que se ajustan a una curva con forma de S.

$$Y_t = 10^d / (\beta_0 + \beta_1 \beta_2^t)$$

Método de descomposición: Se usa para pronosticar cuando hay un componente de estacionalidad en la serie de tiempo o si se quiere analizar la naturaleza de los componentes. Separa las series de tiempo en componentes de tendencia lineal y estacionalidad así como el error. Se puede usar componente de estacionalidad en modo aditivo o multiplicativo con la tendencia.

Tiene una amplitud de pronóstico amplia siguiendo la tendencia con el patrón de estacionalidad. Se cita dos modelos de descomposición:

*Multiplicativo*

$$Y_t = Trend * Seasonal * Error$$

$Y_t$  es la observación en el tiempo  $t$ .

La descomposición tiene dos pasos:

1. Estimar los índices de estacionalidad usando el método de promedios móviles.
2. Ajustar la serie en estacionalidad.

Estimar la tendencia en la serie ajustada por regresión.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis univariado de las variables que explican el crecimiento económico:

#### 4.1. Evolución de la Inversión Pública y Privada en el contexto macroeconómico del Perú.

La Tabla 1 muestra la descripción estadística de las variables de estudio donde se trabajó con un total de 247 observaciones mensuales de los años 1997-2016 para las variables Producto Bruto Interno (PBI), Inversión Pública (IPUBLICA) e Inversión Privada (IPRIVADA) en millones de soles para la economía peruana.

Tabla 3

*Descripción estadística de las variables de estudio*

Lista de variables	Abreviatura	Obs.	Media	Desv. Estánd.	Mínimo	Máximo
Producto Bruto Interno (millones de S/)	PBI	247	29,112.940	14,650.150	10,358.140	66,851.720
Inversión pública (millones de S/)	IPUBLICA	247	1,386.718	1,128.637	279.128	5,367.500
Inversión privada (millones S/)	IPRIVADA	247	378.970	360.585	-904.108	1,590.295

#### 4.1.1. Test de estacionariedad

Como primer paso se determina si las series son estacionarias, para ello se utiliza los test de estacionariedad de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) y Phillips Perron (PP) a cada una de las series económicas calculadas previamente en logaritmos.

Tabla 4

*Tests de Estacionariedad*

	Con intercepto y sin tendencia		Con intercepto y tendencia	
	Nivel	Primera diferencia	Nivel	Primera diferencia
Variable (PBI)				
Test de ADF	0.433	-3.364**	-3.029	-3.441**
Test de PP	-1.946	-119.888*	-18.081*	-116.882*
Variable (Inversión pública)				
Test de ADF	-0.376	-3.073**	-2.3570	-3.132**
Test de PP	-3.516*	-74.027*	-6.499*	-75.177*
Variable (Inversión privada)				
Test de ADF	-3.970*	-12.276*	-6.662*	-12.249*
Test de PP	-3.594*	-29.479*	-6.207*	-30.440*

Nota: Asterisco (\*) y (\*\*) denota serie estacionaria al 1% y 5% de significancia, respectivamente

La Tabla 4 muestra que la variable producto bruto interno (PBI) es no estacionaria con intercepto y sin tendencia al igual que cuando se incluye intercepto y tendencia según el test de Dickey-Fuller Aumentado (ADF). Asimismo, la variable inversión pública (IPUBLICA) es no estacionarias para ambos cálculos del test de Dickey-Fuller Aumentado (ADF). La variable inversión privada (IPRIVADA) es estacionaria a una significancia de 1% para ambos cálculos del test de Dickey-Fuller Aumentado (ADF). Por otro lado, considerando el test de raíz unitaria de Phillips Perron (PP) aplicado a las series, la Tabla 2 muestra que las series económicas son estacionarias a una significancia de 1% a excepción de la variable producto bruto interno (PBI) calculada con intercepto y sin tendencia del test PP. Finalmente, todas las series son estacionarias al 5% de significancia cuando se considera primeras diferencias a los test de ADF y PP.

#### 4.1.2. Correlaciones

La Tabla 5 muestra la correlación de las variables de estudio. Se observa que la variable PBI está relacionada positivamente con la variable inversión privada (IPRIVADA) en un valor de 75.9%. Similarmente, la variable PBI está relacionada positivamente con la variable inversión pública (IPUBLICA) en un valor de 86.8%.

Tabla 5

*Correlaciones de las variables*

	PBI IPRIVADA IPUBLICA		
lpbi	1.000		
liprivada	0.759	1.000	
lipublica	0.868	0.612	1.000

**4.1.3. Inversión pública, crecimiento económico y bienestar**

En el año 2015 la economía peruana medida a través del Producto Bruto Interno, a precios constantes de 2007, creció en 3,3% explicado por el buen desempeño del consumo privado que se incrementó en 3,4% y el consumo del gobierno que aumentó en 5,8%, no obstante, la contracción en la formación bruta de capital fijo (-6,6%). Las exportaciones de bienes y servicios crecieron en 1,6% y las importaciones se redujeron en 0,8%. Las actividades económicas que incidieron positivamente en el crecimiento del PBI, fueron las actividades extractivas y de servicios que crecieron 7,4% y 4,2% respectivamente, en tanto, las actividades de transformación se contrajeron en 3,0%.

La economía nacional se desarrolló en un contexto en que la economía mundial registró un crecimiento de 3,1% en el 2015, tasa inferior a la registrada el año anterior (3,4%). Este resultado muestra, por un lado, la desaceleración de la mayoría de economías emergentes, y por otro lado, la recuperación en el crecimiento de las economías desarrolladas, en particular de Estados Unidos (2,5%), la Eurozona (1,5%) y Japón (0,6%). Las economías emergentes siguieron en desaceleración por quinto año consecutivo, a pesar que obtuvieron crecimientos superiores a las economías desarrolladas.

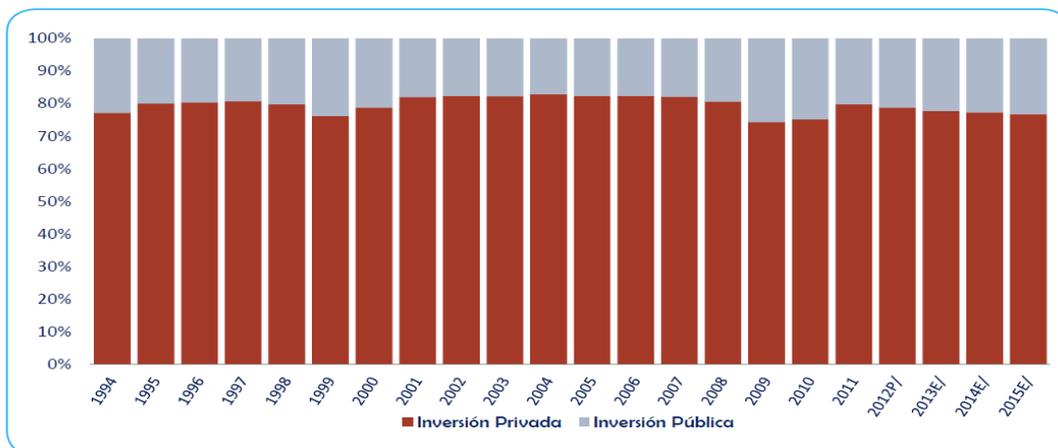


Figura 4. Perú: Inversión Bruta Fija Privada y Pública, 1994-2015

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

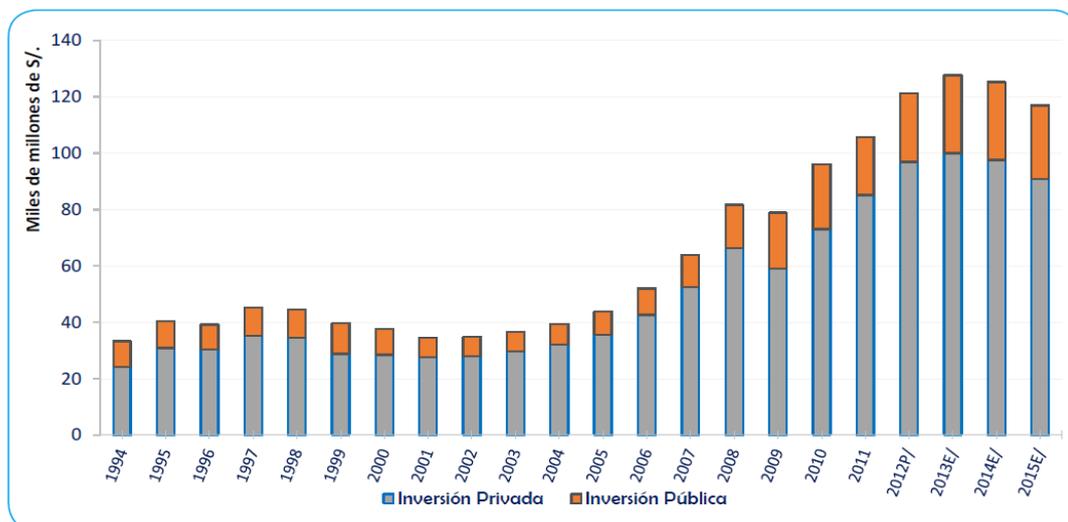


Figura 5. Perú: Inversión Total, Pública y Privada, 1994-2015

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

#### 4.1.4. Formación Bruta de Capital fijo

En el año 2016, la formación bruta de capital fijo, a precios constantes de 2007, ascendió a 111 mil 231 millones de soles, reflejando una contracción de -4,4%, respecto al año anterior, explicada por la disminución de la inversión en construcción en -2,3% y la menor adquisición de maquinaria y equipo en -7,3%. La construcción se contrajo en -2,3%, ante la disminución de la oferta de proyectos inmobiliarios de viviendas y oficinas, carreteras y caminos y otras obras de ingeniería civil. La adquisición de maquinaria y equipo de origen nacional disminuyó en -9,8%, debido a

la menor demanda de otras estructuras metálicas (-18,4%), tanques, depósitos y recipientes de metal (-18,2%), otros productos metálicos diversos (-6,1%); contracción que se atenuó por el incremento en la demanda de muebles de madera y accesorios (5,5%), reparación y mantenimiento de maquinaria industrial (4,4%) y otras maquinarias de uso general (4,3%), principalmente.

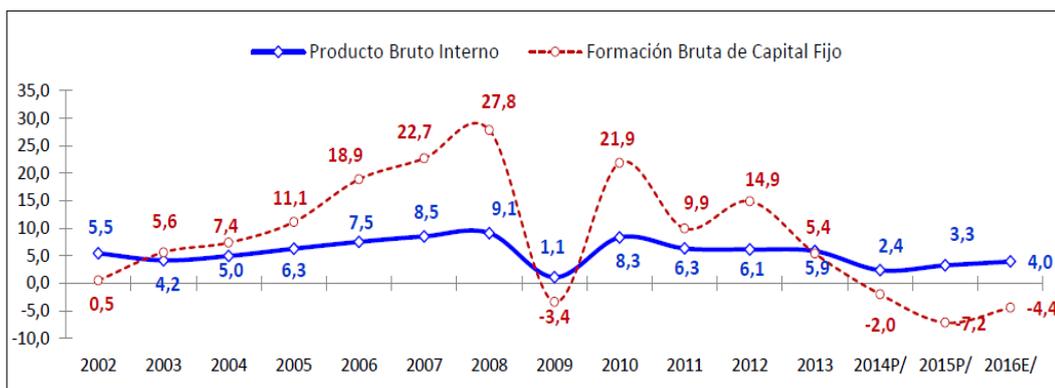


Figura 6. Perú: Producto Bruto Interno y Formación Bruta de Capital Fijo, 2002-2016

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

#### 4.1.5. Evolución de la inversión pública y crecimiento económico en las regiones del Perú en el periodo 1997-2016.

Con información sobre el gasto en inversión pública de las entidades del sector público de los gobiernos regionales, se realizaron mediciones estadísticas, para el periodo 1997 al 2015, de los impactos de dicho gasto sobre los indicadores socioeconómicos conectados con las principales brechas en el acceso de servicios públicos prioritarios, así como su contribución al proceso de crecimiento económico regional.

Tal como se aprecia en el grafico N° 07 para todas las 24 regiones del Perú, el crecimiento del PBI ha sido muy favorable durante el periodo 1997-2015. En términos constantes (1994=100) en el año 2015 el mayor PBI corresponde a Lima cuyo PBI paso de 18.76%.

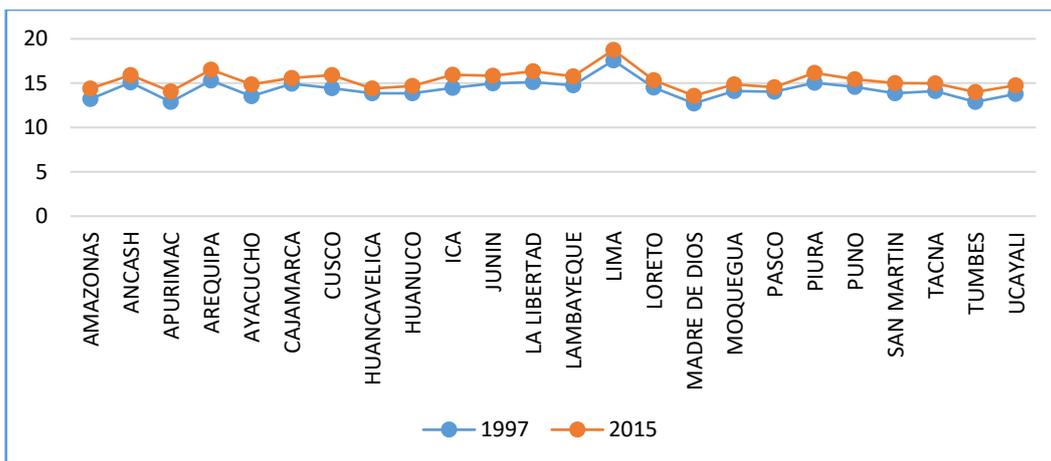


Figura 7. Evolución Producto Bruto Interno por regiones, 1997-2015

Nota: En función a Instituto Nacional de Estadística e Informática.

Al igual que la inversión pública ha experimentado un importante cambio en su estructura. Ello se evidencia en el gráfico N° 08, puede observarse que la región con mayor inversión pública total al 2015 es Ancash con 20.76%, las regiones que siguen en mayor nivel de inversión pública son Cajamarca con 20.35%, Arequipa con 20.00% respectivamente y las regiones con menores niveles de inversión pública son Tacna con 18.20% seguidamente Puno con 18.62% respectivamente.

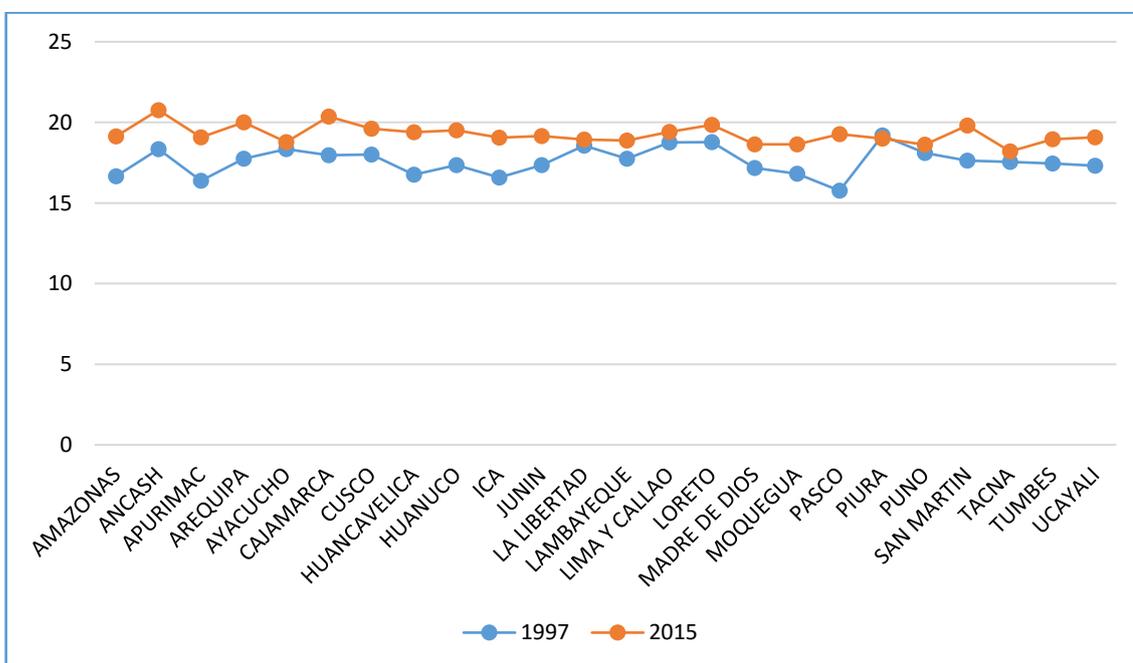


Figura 8. Evolución inversión pública por regiones, 1997-2015 (variaciones porcentuales)

Nota: En función a Instituto Nacional de Estadística e Informática.

#### 4.1.6. Evolución de la inversión privada y crecimiento económico en las regiones del Perú en el periodo 1997-2016.

Es notoria la mayor preponderancia de la inversión privada regional, la cual presenta un valor máximo de 23.09183 nuevos soles en comparación de la inversión pública regional cuyo valor máximo alcanza los 20.76441 nuevos soles, de igual forma ambas variables son muy heterogéneas dado los valores de los coeficientes de variación superiores al 30% para todas las regiones del Perú y dada la asimetría positiva con sesgo hacia la derecha que indica que los valores de la inversión aún son muy bajos.

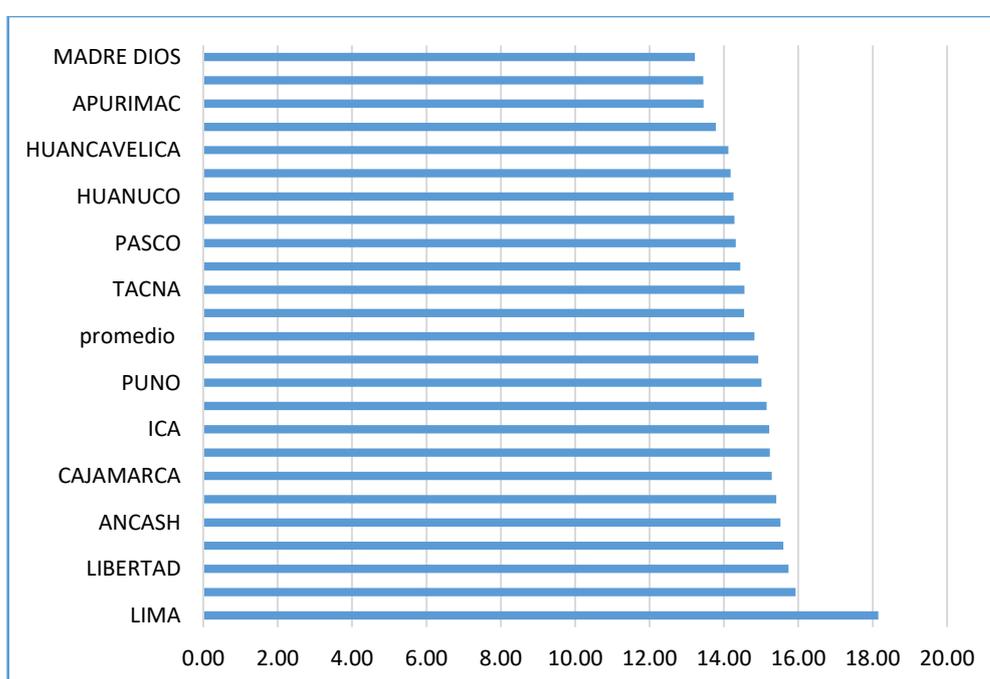


Figura 9. Producto Bruto Interno por regiones, 1997-2015 (variación porcentual)

Nota: En función a INEI

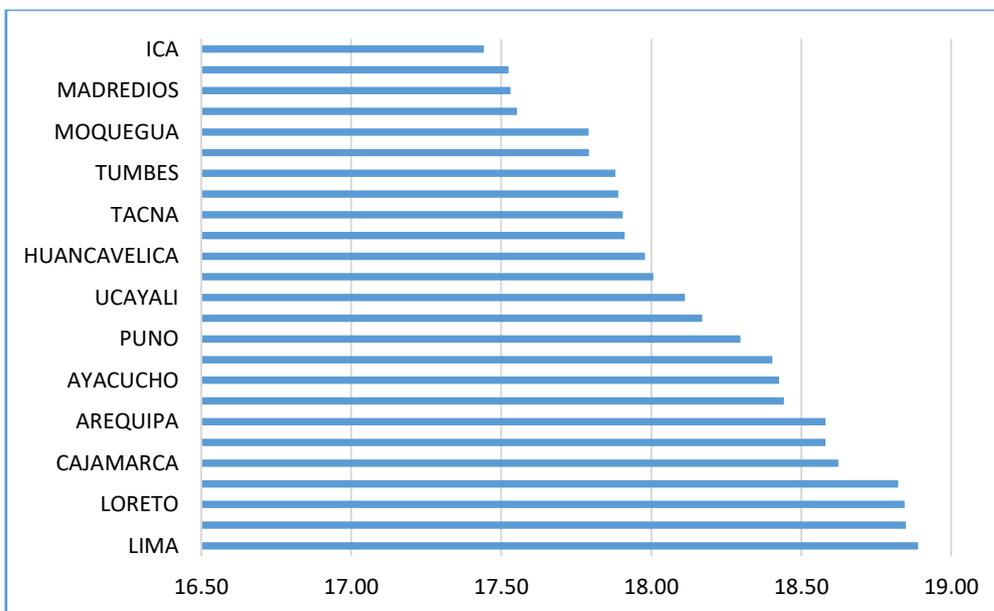


Figura 10. Inversión Pública por regiones, 1997-2015 (variación porcentual)

Nota: En función a INEI

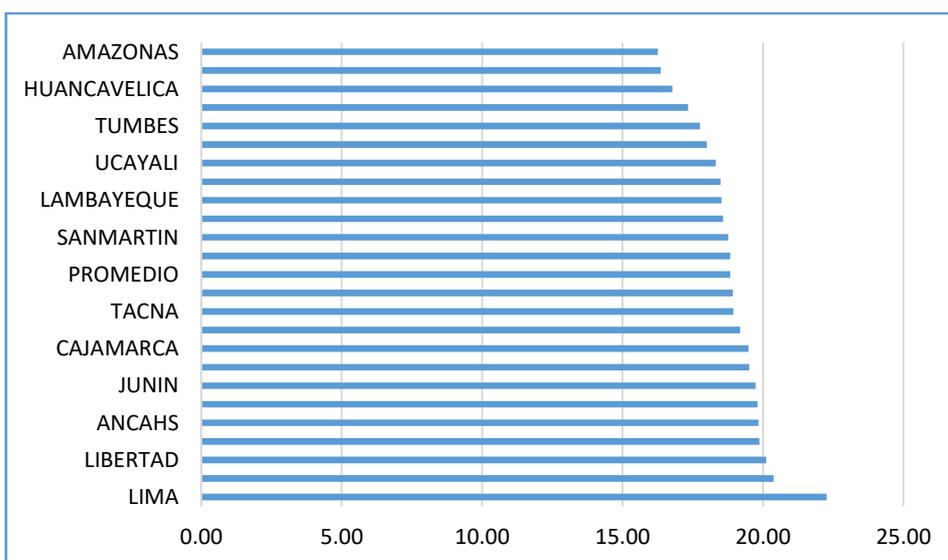


Figura 11. Inversión Privada por regiones, 1997-2015 (variación porcentual)

Nota: En función a INEI

#### 4.2. Determinación del segundo objetivo específico: Elección de retardo óptimo

Para contrastar la existencia de cointegración o para estimar el modelo MVCE, es necesario especificar el número de retardos que se debe incluir. En el documento se usará cuatro retardos para el modelo dado que los el Criterio de Información de Hannan-Quinn (HQIC), Criterio de Información Bayesiano de Schwarz (SBIC) y el Ratio

Likelihood (LR) recomienda la elección de cuatro retardos. La Tabla 6 muestra estos resultados.

Tabla 6

*Tests de elección de retardo óptimo*

lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-482.813				0.015	4.318	4.337	4.364
1	-67.095	831.440	9	0.000	0.000	0.703	0.777	0.885
2	-33.995	66.200	9	0.000	0.000	0.489	0.618	0.808
3	216.924	501.840	9	0.000	0.000	-1.662	-1.478	-1.206
4	287.252	140.66*	9	0.000	0.00*	-2.21*	-1.96*	-1.61*

#### 4.2.1. Test de cointegración de Johansen

Para verificar la existencia de alguna ecuación de cointegración se hace uso de los test de Trace y de Max-Eigenvalue. De la Tabla 7 se concluye que para las variables PBI, inversión pública e inversión privada el test de Trace indica la existencia de hasta dos ecuaciones cointegradas a un nivel de 0.05.

Tabla 7

*Test de Trace de cointegración*

Hipótesis Nº de EC(s)	Eigenvalue	Estadístico Trace	0.05 Valor Crítico	Prob.**
Ninguno*	0.167	61.456	29.797	0.000
A lo más 1*	0.089	20.781	15.494	0.007
A lo más 2	0.000	0.053	3.8414	0.817

Test de Trace indica 2 ecuaciones cointegradas a un nivel de 0.05

\* denota rechazo de la hipótesis a un nivel de 0.05

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Resultado similar muestra el Test de Max-Eigenvalue de la Tabla 8, donde para las mismas variables de estudio, el test admite exactamente dos ecuaciones cointegradas a un nivel de 0.05. Luego, de ambos test se tiene evidencia de la existencia de ecuaciones de largo plazo para las variables Producto Bruto Interno (PBI), inversión pública (IPUBLICA) e inversión privada (IPRIVADA).

Tabla 8

*Test de Max-Eigenvalue de cointegración*

Hipótesis N° de EC(s)	Eigenvalue	Estadístico Max-Eigen	0.05 Valor Crítico	Prob.**
Ninguno*	0.167	40.675	21.131	0.000
A lo más 1*	0.089	20.728	14.264	0.004
A lo más 2	0.000	0.053	3.841	0.817

Test de Max-eigenvalue indica 2 ecuaciones cointegradas a un nivel de 0.05

\* denota rechazo de la hipótesis a un nivel de 0.05

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

**4.2.2. Estimación del Modelo Vector de Corrección de Error (MVCE)**

En esta subsección se estima los parámetros del MVCE, donde en la estimación existen cuatro tipos de parámetros de interés: i) los parámetros de la ecuación cointegrada  $\beta$ , (ii) los coeficientes de ajuste de corto plazo  $\alpha$ , (iii) los coeficientes de corto plazo  $\Gamma$  y (iv) los interceptos  $\mu$ .

Debido que se encontró la existencia de relaciones de cointegración entre las variables PBI, inversión pública e inversión privada, la Tabla 9 muestra la estimación de los parámetros de la ecuación MVCE cointegrada.

Tabla 9

*Resultados del modelo MVCE*

VEC(4)	Inversión pública		Inversión privada		PBI	
	Coefficiente	p	Coefficiente	p	Coefficiente	p
constante	-80.85*	0.035	89.19*	0.043	126.384	0.133
CE L1	0.01**	0.000	-0.02**	0.000	0.03**	0.000
PBI L1	-0.08**	0.007	0.064	0.080	-0.56**	0.000
Inversión pública L1	0.29**	0.002	-0.32**	0.003	1.04**	0.000
Inversión privada L1	-0.077	0.146	0.014	0.805	-0.214	0.065
PBI L2	-0.08**	0.006	0.061	0.098	-0.56**	0.000
Inversión pública L2	0.347	0.000	-0.31**	0.004	1.07**	0.000
Inversión privada L2	-0.065	0.218	0.071	0.243	-0.201	0.085
PBI L3	0.009	0.771	0.10**	0.006	0.59**	0.000
Inversión pública L3	-0.37**	0.000	-0.057	0.593	-1.93**	0.000
Inversión privada L3	-0.21**	0.000	-0.27**	0.000	-0.075	0.516

\* Representa significancia al 5%

\*\* Representa significancia al 1%

**4.2.3. Test de Causalidad de Granger**

Para contrastar la robustez del modelo MVCE se calculó la causalidad de Granger para verificar la relación de causalidad entre las variables. La Tabla 10 presenta los

resultados del test de Causalidad de Granger donde las variables causales se ubican en las filas y las variables causadas en las columnas de la tabla. De la Tabla 10 se observa que para la variable PBI, las variables inversión pública e inversión privada no la causan individualmente en el sentido de Granger; sin embargo, conjuntamente si tiene un efecto causal a un 5% de nivel de significancia. Lo que da evidencia que el modelo MVCE es válida para modelar el PBI.

Tabla 10

*Causalidad de Granger (filas son variables causales y columnas variables causadas)*

Y	Variables causadas		
	PBI	Inversión pública	Inversión privada
X	-	-	-
PBI	-	82.382 (0.000)**	1.020 (0.313)
Inversión pública	3.672 (0.055)	-	13.887 (0.000)**
Inversión privada	1.295 (0.255)	0.717 (0.397)	-
Inversión pública & inversión pública	7.005 (0.030)*	-	-
PBI & inversión privada	-	0.717 (0.000)**	-
PBI & inversión pública	-	-	66.423 (0.000)**

\* Indica significancia al 5%

\*\* Indica significancia al 1%

Del mismo modo, revisando la variable causada inversión pública, se verifica de la Tabla 10 que las variables PBI e inversión privada la causan conjuntamente a una significancia de 1%. Similar resultado ocurre para la variable inversión privada que es causada por las variables PBI e inversión pública de modo conjunto. Estos resultados son razonables, ya que la teoría económica nos indica que el crecimiento económico (PBI) tiene como sus determinantes a la inversión pública y privada. Similarmente, la inversión pública y privada en un país es determinado por su crecimiento económico (PBI). Luego, el MVCE estimado en este trabajo puede ser utilizado para modelar la dinámica del crecimiento económico (PBI) o para modelar la dinámica de la inversión en el Perú.

#### 4.2.4. Estimación del modelo econométrico datos de panel, efectos fijos y efectos aleatorios

Los resultados encontrados están basados en los cinco modelos econométricos de datos de panel estático estimados para las variables explicativas. Con la finalidad de

determinar si la inversión pública y privada tiene impacto sobre el crecimiento económico regional, se estimaron el siguiente modelo:

$$\log PBIR_{i,t} = \beta_{it} + \beta_1 \log IPRIVR_{i,t} + \beta_2 \log IPUBLR_{i,t} + u_{i,t}$$

Donde:

$\log PBIR_{i,t}$  = Logaritmo Producto Bruto Interno Regional.

$\log IPUBLR_{i,t}$  = Logaritmo Inversión Pública Regional.

$\log IPRIVR_{i,t}$  = Logaritmo Inversión Privada Regional.

Teniendo en cuenta los modelos específicos anteriormente, para la elección del método de estimación de los modelos de datos de panel estático se utilizó el Test de Hausman con la finalidad de tratar la correlación de la heterogeneidad no observable con los regresores, dado que de existir mencionado problema el método adecuado es el de efectos fijos, mientras que en ausencia de correlación entre regresores y heterogeneidad no observable, el estimador adecuado es el de efectos aleatorios.

Por tanto, la tabla N° 11 muestra los modelos estimados, que consideran como variable endógena el crecimiento económico regional y como variables explicativas la inversión pública y privada regional. Entre los resultados encontrados se tiene que los indicadores del desarrollo de la inversión influyeron de forma positiva sobre el crecimiento económico.

Por su parte, el impacto de la inversión pública y privada sobre el crecimiento económico regional es directo, es decir un aumento de la inversión pública y privada influye positivamente sobre el crecimiento económico, debe tenerse en cuenta que no solo el crecimiento económico puede ser explicado por esta variable sino además por otros factores explicativos y cuyos resultados se discuten a continuación.

#### 4.2.4.1. Estimación de datos de panel con modelo agrupado:

Ecuación:

$$Lpbi = 3.84 + 0.062 \text{ linvpubl} + 0.522 \text{ linvpriv}$$

Esta primera prueba es el resultado de nuestro dato de panel con modelo agrupado que consiste en una regresión lineal simple estimado con el método de

mínimos cuadrados ordinarios. El modelo incorpora igual intercepto e igual sensibilidad para todas las incidencias del Producto Bruto Interno ante cambios de la inversión pública y la inversión privada, así mismo, los resultados muestran que el coeficiente de determinación (R-sq) es de 0.6776 el cual indica que la variable Producto Bruto Interno regional se encuentra explicada en un 67.76% por la variable inversión pública y la inversión privada. Con respecto a la ecuación resultante la misma indica que al incrementarse la inversión pública regional en el Perú en 1% la incidencia del producto bruto interno se incrementa en 0.062%. Del mismo modo al incrementarse la inversión privada regional en el Perú en 1% la incidencia del producto bruto interno se incrementa en 0.522%, manteniendo todos los demás factores constantes. Los resultados en mayor detalle, ver anexo.

#### 4.2.4.2. Estimación de datos de panel con efectos fijos:

Ecuación:

$$L_{pbi} = 8.961 + 0.199 \text{ linvpubl} + 0.118 \text{ linvpriv}$$

En el resultado de nuestro panel data efectos fijos muestra que el  $\rho$ -valor asociado al valor F encontrado es menor que  $\alpha=0.05$  por lo tanto rechazamos la hipótesis nula y aceptamos que hay diferencias entre las medias de la inversión pública y la inversión privada de las 24 regiones en el Perú. El modelo presenta un coeficiente de determinación (R-sq overall) de 0.5528 el cual indica que la variable incidencia del producto bruto interno (términos porcentuales) se encuentra explicada en un 55.28% por la variable de la inversión pública y la inversión privada. Con respecto a la ecuación resultante la misma indica que al incrementarse la inversión pública en 1% la incidencia del producto bruto interno se incrementa en 0.199%. De la misma forma que al incrementarse la inversión privada en 1% la incidencia del producto bruto interno se incrementa en 0.118%. Los resultados en mayor detalle, ver anexo.

El estimador intragrupos (within) es de 0.63, es decir un 63% de las variaciones en el tiempo del producto bruto interno regional, es explicado por la inversión

pública y privada regional que se presenta en el modelo, es decir los cambios en el tiempo de la inversión pública y privada regional.

Mientras que un 79% de los cambios en el producto bruto interno regional, es explicada por (between) los promedios de cada grupo de la inversión pública y privada regional, es decir las medias de todas las regiones en cada año, explican totalmente los movimientos del producto bruto interno regional. En general el dato de panel explica en 54% los cambios en el producto bruto interno regional.

Podemos señalar que el producto bruto interno regional es explicado principalmente por las medias de cada grupo, es decir el promedio de la inversión pública y privada para todas las regiones es una variable que cambiará año tras año; según el ministerio de economía y finanzas el gasto de capital para cada región se incrementa de manera heterogénea, según Gonzales y Trelles (2004) las economías sub desarrolladas como Perú, su crecimiento económico está sustentado por los niveles de inversión privada que se genera en cada región; el resultado económico negativo que registra la economía peruana durante los últimos cinco años se traduce en un ahorro negativo; país que no genera ahorro, no realiza actividades de inversión, es decir la formación bruta de capital fijo no incrementa en el largo plazo.

#### **4.2.4.3. Estimación de datos de panel con efectos aleatorios:**

Ecuación:

$$L_{pbi} = 8.806 + 0.193 \text{ linvpubl} + 0.133 \text{ linvpriv}$$

El modelo presenta un coeficiente de determinación (R-sq overall) de 0.5733 el cual indica que la variable incidencia del producto bruto interno se encuentra explicada en un 57.33% por la variable de la inversión pública y la inversión privada. Al incrementarse la inversión pública en el Perú en 1% la incidencia del producto bruto interno se incrementa en 0.193%. De la misma manera al incrementarse la inversión privada en el Perú en 1% la incidencia del producto bruto interno se incrementa en 0.133%. Los resultados en mayor detalle, ver anexo.

Las estimaciones intragrupos son bastante similares, 63% del ajuste cuadrático del modelo, es explicado por los cambios de las variables individuales y un 80% se explica por las medias grupales o las variaciones de las medias de cada año.

Un dato a explicar es que la base del producto bruto interno regional promedio es 8% (constante del modelo) la misma que se moverá para cada estimación hasta en 19%, mostrado por el  $\sigma_e$ . Esta variabilidad se asocia a cada elemento de la muestra, así las regiones con buen producto bruto interno regional pueden llegar a crecer de  $8 + 19 = 27\%$ .

#### 4.2.4.4. Test para validar Efectos Aleatorios o Fijos

Para validar los estimadores se hace necesario probar si el modelo de efectos fijos tienen mejor poder explicativo que el de efectos aleatorios, para decidir qué modelo es recomendable usar, para ello debemos hacer el test de Hausman.

#### 4.2.4.5. Test de Hausman

De acuerdo al resultado del test de Hausman se comparó entre el modelo de efectos aleatorios y de efectos fijos, la prueba F tuvo una probabilidad menor al 5% entonces se rechazó la hipótesis nula de usar como mejor modelo el de efectos aleatorios, concluyendo que el mejor modelo es de efectos fijo. Los resultados en mayor detalle pueden apreciarse en los anexos.

Tabla 11

*Resumen de la estimación con datos de panel*

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
--	----------	----------	----------	----------	----------

Variable independiente	Pooled data (MCO)	Efectos fijos	Efectos aleatorios	Verificación Heterocedasticidad	Corrección Heterocedasticidad y autocorrelación
loginv publ	.0627971 (.0348084)	.1996813 (.0135314)	.1931996 (.0142605)	.1931996 (.0142605)	.0090111 (.0241681)
loginv priv	.5221192 (.0210161)	.1185064 (.012731)	.1330121 (.0132969)	.1330121 (.0132969)	.4735963 (.018191)
Constante	3.845865 (.5335608)	8.961594 (.2162009)	8.806121 (.2476992)	8.806121 (.2476992)	5.7544 (.3696358)
N°	456	456	456	456	456
R <sup>2</sup>	0.6776				
R <sup>2</sup> _a	0.6761				
F	475.97	370.86			
Prob(F)	0.0000***	0.0000***	0.0000***	0.0000***	0.0000***
Chi <sup>2</sup>			701.30	701.30	1045.75
rho		.94738609	.83985037	.83985037	

Los errores estándar corregidos se muestran entre paréntesis

\* Nivel de significancia: \* significativo al 10%, \*\* significativo al 5%, \*\*\* significativo al 1%

Sin embargo, es importante resaltar que en todas las estimaciones realizadas la prueba de significancia global demuestra que todos los modelos son estadísticamente significativos dado que la Prob(F) es menor al 1%, con lo cual se concluye que los modelos estimados son estadísticamente significativos a nivel global, es decir, el modelo como un todo es significativo para explicar el crecimiento económico regional.

En ese sentido tenemos que se postuló como hipótesis específica de investigación que durante el periodo 1997-2016, la inversión privada es más significativa que la inversión pública es relacionada positivamente con el crecimiento económico regional en el Perú, dicha hipótesis presenta evidencia a favor ya que los resultados obtenidos demuestran un impacto positivo sobre el producto bruto interno y además de ello estadísticamente significativo al 1%.

Con la estimación de panel de datos del crecimiento del producto de largo plazo en función de la inversión privada y pública se pudo probar que la inversión privada tiene un impacto positivo y significativo sobre el crecimiento económico regional de largo plazo. Sin embargo, para el caso de la inversión pública se encontró que su impacto es positivo, significativo y, en términos relativos, mucho más pequeño que el privado.

#### 4.2.4.6. Discusión con otros autores

Este resultado se ha encontrado por otros autores como D. Landau (1985), que estimo un efecto negativo del consumo y de la inversión de gobierno (como proporción del PIB) sobre el crecimiento económico en el caso de 16 países de la OCDE. Con este resultado, obviamente, se puede inferir un planteamiento de política económica para el caso de la economía mexicana que es consistente con el enfoque neoliberal, pero no del todo con el planteamiento neoclásico, de que la inversión de gobierno tiene un efecto perverso sobre el crecimiento económico de México, de manera que el incremento en la participación del gobierno en la inversión provoca un menor crecimiento, este resultado implica que uno de los mecanismos consiste en disminuir la inversión del gobierno. Sin embargo es importante acotar que estas implicaciones de política económica se tienen que analizar con base en un estudio más completo donde se detalle el tipo de inversión de gobierno y su efecto en el crecimiento económico.

### 4.3. Determinación del tercer objetivo específico: senda de proyecciones de la inversión pública y privada sobre el crecimiento económico en el Perú

En esta sección se desarrolla las proyecciones de las principales variables que explican el crecimiento económico en el Perú; tales como la inversión privada e inversión pública.

#### - Inversión pública<sup>12</sup>

Para 2018, se mantiene la meta de crecimiento de inversión pública de 17.5% debido a la implementación de medidas de impulso a la ejecución de la reconstrucción, al dinamismo a la obra pública tradicional en todos los niveles de gobierno, y un mayor espacio para inversión pública descentralizada derivado de la reducción de gastos no críticos. Dichas medidas se enfocan en la eficiencia de recursos, el fortalecimiento de la gestión de inversiones entre el nivel nacional y subnacional, así como en la identificación y remoción de elementos normativos que limitan la ejecución.

---

<sup>12</sup> La inversión pública en esta sección es la que se utiliza para el cálculo del PBI. Es decir, registra la inversión del Gobierno General (Gobierno Nacional, Regional y Local) y a las Empresas Públicas no Financieras. Se debe considerar que el Gobierno Nacional incluye entidades presupuestales y extra presupuestales. Además, el registro de la inversión excluye gastos por concepto de pagos por avance de obras, expropiaciones, adelantos, entre otros.

## - **Inversión privada**

Se revisa al alza del crecimiento de la inversión privada de 3.5% en el Marco Macroeconómico Multianual-MMM a 4.5%, la tasa más alta desde 2013, debido a la aceleración de la inversión minera ante el inicio de la construcción de nuevos proyectos y un mayor dinamismo de la inversión en infraestructura de transporte e irrigación. Para asegurar el dinamismo de la inversión privada, se requiere establecer las condiciones necesarias para el desarrollo de nuevos proyectos mineros, y asegurar la ejecución y adjudicación de grandes proyectos de infraestructura.

La proyección para el periodo 2019-2021, se revisa al alza la meta de crecimiento del PBI de 4.0% en el MMM a 4.6% en promedio, alcanzando 5.0% en 2021, impulsando principalmente por el fortalecimiento de la demanda interna. La consolidación de la inversión privada favorecería el retiro gradual del impulso fiscal a partir del 2019 y permitiría del círculo virtuoso inversión-empleo-consumo.

De la misma manera la inversión privada se acelerara de 0.3% en 2017 a 4.5% en 2018 y 7.6% en promedio entre 2019 y 2021 por la mayor inversión minera asociada a la ejecución de los nuevos proyectos mineros y la recuperación de la inversión en infraestructura. Para garantizar este crecimiento se tiene que seguir promoviendo condiciones necesarias para el desarrollo de nuevos proyectos mineros y continuar asegurando la ejecución y adjudicación de grandes proyectos de infraestructura. Entre 2019 y 2021, la inversión minera crecería en promedio 14.0% por la mayor ejecución de los nuevos proyectos mineros.

### **4.3.1. Resultados de la metodología ARIMA proyección de la inversión pública regional**

Siguiendo la metodología de Box Jenkins para la modelización de series univariado se dispone de 19 datos anuales de la serie de inversión pública correspondiente al periodo 1997-2016.

Para la estimación de los modelos ARIMA es necesario que la serie inversión pública sea estacionaria. Si la serie no fuera estacionaria, el modelo ARIMA tendría que ser estimado en sus primeras diferencias o si fuera el caso realizar una segunda diferencia. Para comprobar que la serie analizada es estacionaria se aplicó el test de Dickey Fuller Aumentado (ADF); en donde resulto inferior a los valores críticos al

1%, 5% y 10%, lo cual nos lleva a rechazar la hipótesis nula de que la serie presenta raíz unitaria; por tanto la serie es estacionaria en media y en varianza.

Dado que no fue necesario diferenciar la serie, pues esta resulto ser estacionaria, procedemos a la identificación del modelo; es decir determinar el orden del componente autoregresivo ( $p$ ), así como también el orden del componente móvil ( $q$ ). Para ello se procederá a observar los correlogramas de las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial con el fin de determinar el modelo óptimo de proyección para la inversión pública.

En los gráficos siguientes se presentan los valores reales y estimados de la inversión pública regional para los modelos ARIMA, donde se aprecia que los modelos capturan la tendencia y la evolución de la misma. Los valores proyectados con el modelo ARIMA (1.0.1) son los que se ajustan mayormente a la serie real.

Según los diferentes escenarios de proyección de la inversión pública; para la región de Lima se muestra un patrón creciente de la inversión pública, este último es consistente con las proyecciones que se muestra líneas arriba en el reporte de inflación y el marco macroeconómico multianual, la región de Loreto en los siguientes años por parte del sector público no financiero se tiene pendiente la ejecución de proyectos que generan un impacto positivo en el crecimiento económico. Caso contrario sucede en la región de Piura, el gasto de capital significativo recae en la reconstrucción a causa de los desastres naturales, cuyo monto de inversión aproximado asciende a 15 mil millones de soles; el MEF menciona que aún no se ejecutan los proyectos de reconstrucción, lo que genera un nivel de inversión poco significativo. Para una mejor ilustración ver los siguientes gráficos de proyecciones.

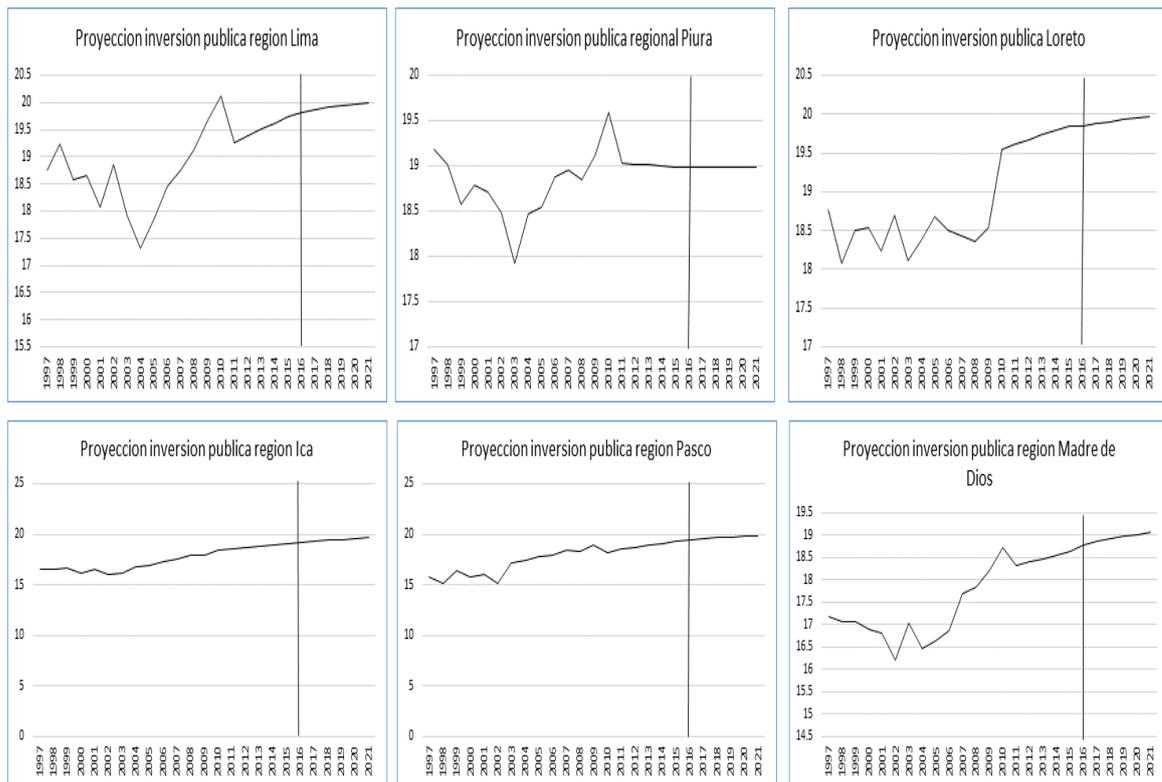


Figura 12. Proyecciones ARIMA inversión pública regional 2016-2021

#### 4.3.2. Resultado de la metodología ARIMA proyección de la inversión privada regional

Durante los tres primeros meses del año 2018 la economía peruana registra una tasa de crecimiento promedio de 3,2 por ciento, explicado por una recuperación de la inversión privada, este último se evidencia en el marco macroeconómico multianual; la región de Lima y la Libertad en los siguientes años se inicial proyectos de inversión, cuya ejecución la realiza la empresa privada por los montos de inversión, según Pro inversión la cartera de proyectos va en alza en ambas regiones; en palabras de Gonzales (2004) mayor inversión privada genera mayor crecimiento económico en el corto y largo plazo.

Trabajando los escenarios de proyección para la región Arequipa, esta última mantiene un escenario de proyección constante para la inversión privada, según la cartera de proyectos que se tiene por invertir en Pro inversión, la región antes mencionada no presenta proyectos pendientes por invertir en los diferentes sectores que generen un crecimiento significativo en la región.

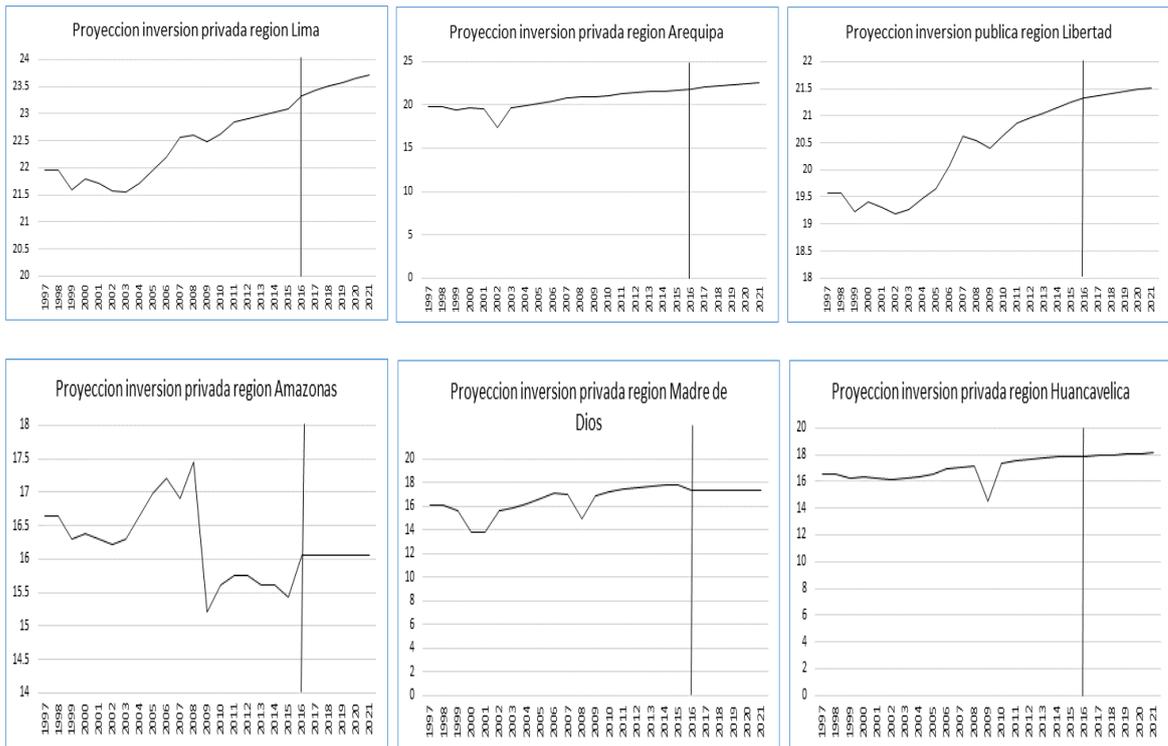


Figura 13. Proyecciones ARIMA inversión privada regional 2016-2021

## CONCLUSIONES

- En base al análisis univariado, se concluye que todas las series son integradas de orden uno, complementado con la metodología de Johansen-Juselius se encontró evidencia de dos relaciones de cointegración para las variables. De los resultados de la causalidad de Granger, se tiene que las variables son causadas de modo bidireccional entre ellas, estos resultados son razonables, ya que la teoría económica nos indica que el crecimiento económico (PBI) tiene como sus determinantes a la inversión pública y privada.
- 
- La inversión pública y privada en un país es determinado por su crecimiento económico (PBI). Luego, el MVCE estimado en este trabajo puede ser utilizado para modelar la dinámica del crecimiento económico (PBI) o para modelar la dinámica de la inversión en el Perú. Finalmente, los resultados de la presente investigación pueden ayudar a los hacedores de políticas para conocer la existencia de una relación de largo plazo o cointegración entre las variables: producto bruto interno, inversión pública y la inversión privada que permitan tomar mejores decisiones.
- 
- Con la estimación de panel de datos del crecimiento del producto de largo plazo en función de la inversión privada y pública se pudo probar que la inversión privada tiene un impacto positivo y significativo sobre el crecimiento económico de largo plazo. Sin embargo, para el caso de la inversión pública se encontró que su impacto es positivo, significativo y, en términos relativos, mucho más pequeño que el privado.
- 
- La proyección de la inversión pública; para la región de Lima se muestra un patrón creciente de la inversión pública, este último es consistente con las proyecciones que se muestra líneas arriba en el reporte de inflación y el marco macroeconómico multianual, la región de Loreto en los siguientes años por parte del sector público no financiero se tiene pendiente la ejecución de proyectos que generan un impacto positivo en el crecimiento económico.



## RECOMENDACIONES

- Probar con metodologías alternativas y cuantificar de manera decisiva el efecto de la inversión pública y privada sobre el crecimiento económico, para cerrar las brechas de infraestructura en sectores estratégicos que impulsan el crecimiento a corto plazo y desarrollo económico a largo plazo, según el MEF representan seis sectores estratégicos. Asimismo, es necesario cuantificar los montos presupuesto asignado a la inversión pública según los parámetros estimados en la medida que sea prudente y siempre dentro del marco de la disciplina fiscal.
- Las estimaciones y los resultados presentados en este trabajo son susceptibles de ser mejorados con la incorporación de variables tales como el gasto de capital en educación, gasto en salud, gasto en transporte, etc; a nivel de las 24 regiones, con el objetivo de generar nuevas políticas en materia fiscal y reformas en materia de descentralización fiscal a nivel de los diferentes gobiernos regionales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bacha, E. (1982). Growth with Limited Supplies of Foreign Exchange: A Reappraisal of the Two-Gap Model. *Texto para Discussao No 26, Pontificia Universidade Católica Do Rio de Janeiro*, 21.
- Balassa, B. (1989). Exports and Economic Growth . *Handbook of Development Economics North Holland, USA*, 22.
- Baltagi, B. H. (2006). *Panel data econometrics theoretical contribution and empirical applications*. Amsterdam.: Elsevier.
- Barro, R., & Sala-i-Martin, X. (1995). Economic Growth. *Mc Graw-Hill USA*, 55.
- Cardoso, E., & Fishlow, A. (1989). Latin American Economic Development: 1950-1980. *NBER Working Paper Series No 3161, November*, 34.
- Cassoni, A. (1996). *Modelos con datos de panel. Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Sociales*,. Universidad de la Republica.
- Damill, M., Fanelli, J., & Frenkel, R. (1994). Shocks externos y desequilibrio fiscal. La macroeconomía de América Latina en los ochenta: los casos de Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Chile y México. *CEPAL, Chile*, 52.
- Dancourt, O., Mendoza, W., & Vilcapoma. (1997). Fluctuaciones económicas y shocks externos, Perú, 1950-1996. *Revista ECONOMÍA Vol. XX, No 39-40, Departamento de Economía PUCP, Lima*, 25.
- Grossman, G., & Helpman, E. (1990). Trade, Knowledge Spillovers, and Growth. *NBER Working Papers Series No 3485*, 27.
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometria*. (quinta edicion).
- Guzman, A. (2000). *Las Fuentes Endógenas del Crecimiento Económico, en Economía Teoría y Práctica*. México: Nueva Época, núm. 13.
- Hernández, J. (2006). Una Síntesis de las Visiones Exógena y Endógena de las Teorías del Crecimiento Económico. *Univ. Aut. de Chihuahua, México*, 46.

- Hunt, S. (1997). Perú: La Actual Situación Económica en la Perspectiva del Largo Plazo. *Concytec-IEP, Lima.*, 28.
- Jaén, M., & Piedra, L. (2007). *Análisis de la relación entre crecimiento económico y capital público en España*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/818/81824866013.pdf>
- Jenker, E. (2007). *Growth and Reform in Peru Post-1990: A Success Story?* IMF Country Report No. 07/53.
- Jones, C. (2000). *Introducción al Crecimiento Económico*. México: 1a. ed., Prentice Hall.
- Laos, R. (2015). *Relación entre crecimiento económico y tasa del desempleo en el Perú 2000 - 2013*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/940>
- Lee, H., & Chun, C. (2008). Tourism development and economic growth: a closer look at panels. *Tourism management*, 35.
- Loayza, N. (2008). El crecimiento económico en el Perú. *Economía*. Obtenido de <file:///C:/Users/INSIDE/Downloads/477-Article%20Text-1865-1-10-20120315.pdf>
- Long, B., & Summers, L. (1990). Equipment Investment and Economic Growth. *NBER*, 23.
- Lucas, R. (1988). On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics No 22*, 30.
- Mahia, R., & Aplicada, D. (2000). *Introducción a la especificación y estimación de modelos con datos de panel*. Madrid,: Universidad Autónoma de Madrid.
- Mankiw, G., Romer, D., & Weil, D. (1995). A Contribution to the Empirics of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 34.
- Mayorga, M., & Muños, E. (2000). *La técnica de datos de panel. Una guía para su uso e interpretación*. Documento de trabajo. San Jose; Banco Central de Costa Rica,: División Económica.

- Meir, G. M. (1976). *Leading Issues in Economic Development*. Nueva York. Oxford University Press.
- Melgarejo, M. (2014). *Implicancias del crecimiento económico en la reducción de la pobreza rural en La Libertad*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/658>
- Mendoza Bellido, W. (2017). La Economía de PKK, diagnostico del primer año de gobierno. *Documentos de Trabajo PUCP*, 55.
- Mendoza, W., & Garcia, J. (2006). *Peru 2001-2005: Crecimiento Economico y Pobreza. Documento de Trabajo 250*. Pontificia Universidad Catolica del Peru. Lima-Peru.
- Mendoza, W., & Olivares, A. (1999). Flujos de Capital y Dsempeño Macroeconómico en América del Sur, 1980-1999. *Dirección Académica de Investigación y Departamento de Economía, PUCP, Lima.*, 37.
- Murga, M. (2015). *Incidencia del crecimiento económico en la desigualdad económica en el Perú: 1997 - 2014*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/2133>
- Naqvi, S. (2002). *Development Economics by Syed Nawab Haider Naqvi*. Obtenido de <https://www.amazon.com/-/es/Syed-Nawab-Haider-Naqvi/dp/B01FEP70QW>
- Ramey, G. (1995). Cross-Country Edivence on the link Between Volatility and Growth. *The American Economic Review*, 32.
- Rodrik, D. (1999). The New Global Economy and Developing Countries: Making Openess Work. *Johns Hopkins University Press, Washington DC.*, 25.
- Romer, P. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy* 98(5), 56.
- Sachs, J., & Warner, A. (1995). Economic Convergence and Economic Policies. *NBER Working Paper Series No 5039*, 31.
- Sala-i-Martín, X. (1994). *Apuntes de Crecimiento Económico*. España: Antonio Bosch Editor.
- Secada, P., Cusita, A., & Zapata, V. (2016). Efectos de la inversión en Perú. *CIES*, 16.

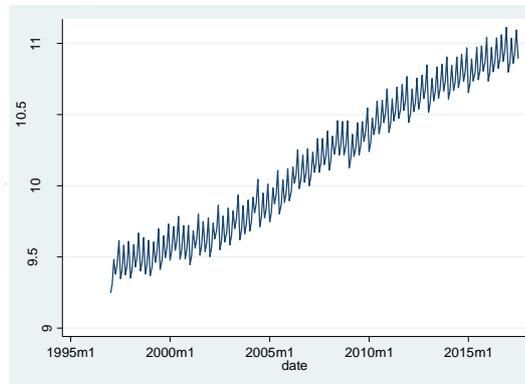


- Serven, L., & Calderón, C. (2004). *The Effects of Infrastructure Development on Growth and Income Distribution*. Santiago: Banco Central de Chile, Documentos de Trabajo, 270.
- Solis, R. (1997). *Inversion Publica e Inversion Privada. Excluyentes o Complementarias*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/461292617/04-Inversion-publica-e-inversion-privada-Excluyentes-o-complementarias-Fortunato-Cuamatzin-pdf>
- Solow, R. (1956). Technical Change and the Aggregate Production Function. *Review of Economic and Statistics* No 39, 68.
- Stock, J., H., & Watson, M., M. (2012). *Introduccion a la Econometria*. Madrid:: Pearson Educacion, S.A. Tercera edicion.
- Summers, R., & Heston, A. (1991). The Penn world table (Mark 5): An Expanded Set of International Comparisons, 1950-1988. *Quarterly Journal of Economics* 106., 23.
- Zambrano, O., & Aguilera-Lizarazu, G. (2011). *Brechas de infraestructura, crecimiento y desigualdad en los paises andinos*. Banco Interamericano de Desarrollo. 32p.

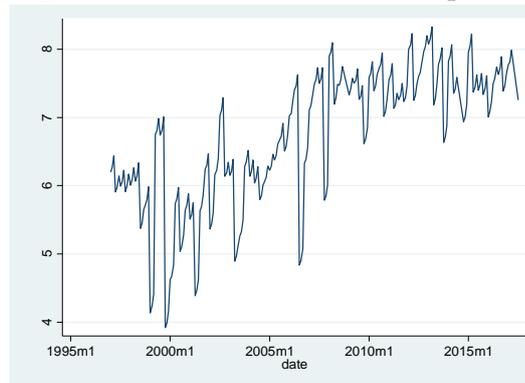
## ANEXO

### Anexo 1. Evolución de los agregados macroeconómicos

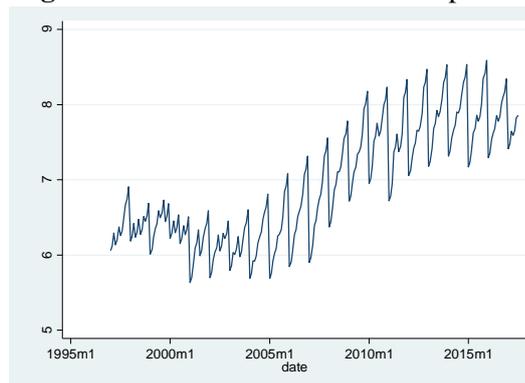
**Figura 1:** Evolución del PBI de Perú



**Figura 2:** Evolución de la inversión privada

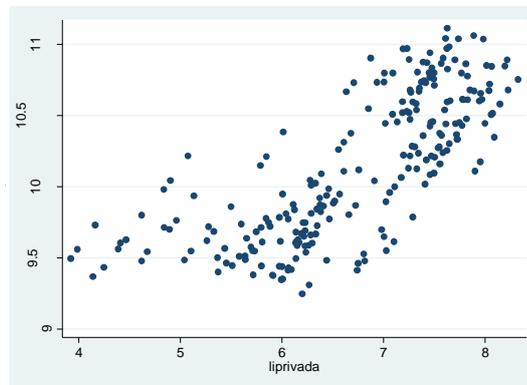


**Figura 3:** Evolución de la inversión pública

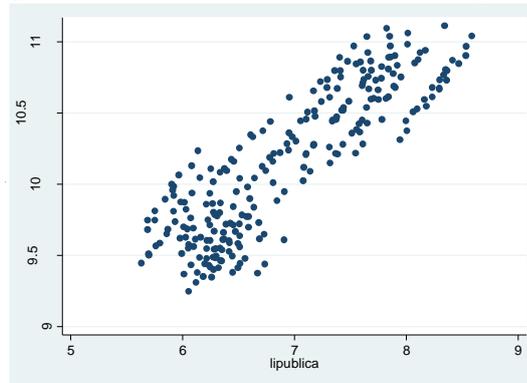


Anexo 2. Scatter de las variables

**Figura 4:** Relación entre PBI e inversión privada



**Figura 5:** Relación entre PBI e inversión pública



Anexo 3. Test de cointegración de Johansen

Johansen tests for cointegration

Trend: constant Number of obs = 243  
Sample: 1997m5 - 2017m7 Lags = 4

---

maximum					5%	
rank	parms	LL	eigenvalue	trace statistic	critical value	
0	30	-5734.2029	.	71.7263	29.68	
1	35	-5710.3508	0.17825	24.0222	15.41	
2	38	-5699.6164	0.08456	2.5535*	3.76	
3	39	-5698.3397	0.01045			

---







D_iprivada							
_cel							
L1.	-.0190133	.0036417	-5.22	0.000	-.0261509	-.0118758	
pbi							
LD.	.0643297	.0367106	1.75	0.080	-.0076217	.1362811	
L2D.	.0608521	.0367968	1.65	0.098	-.0112683	.1329725	
L3D.	.1015959	.0368129	2.76	0.006	.029444	.1737478	
ipublica							
LD.	-.3224081	.1079723	-2.99	0.003	-.5340299	-.1107864	
L2D.	-.3073437	.1076614	-2.85	0.004	-.5183561	-.0963313	
L3D.	-.0571917	.1070816	-0.53	0.593	-.2670677	.1526843	
iprivada							
LD.	.0149932	.0608642	0.25	0.805	-.1042984	.1342847	
L2D.	.0711265	.060951	1.17	0.243	-.0483354	.1905883	
L3D.	-.2762113	.0609187	-4.53	0.000	-.3956098	-.1568129	
_cons	89.19438	43.99657	2.03	0.043	2.962691	175.4261	

Cointegrating equations

Equation	Parms	chi2	P>chi2
_cel	2	142.9572	0.0000

Identification: beta is exactly identified

Johansen normalization restriction imposed

beta	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
_cel						
pbi	1	.	.	.	.	.
ipublica	-20.81948	1.818396	-11.45	0.000	-24.38347	-17.25549
iprivada	9.664128	2.26735	4.26	0.000	5.220204	14.10805
_cons	-4742.013	.	.	.	.	.

### Anexo 5. Test de Causalidad de Granger

Granger causality Wald tests

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
pbi	ipublica	3.6727	1	0.055
pbi	iprivada	1.2957	1	0.255
pbi	ALL	7.0053	2	0.030
ipublica	pbi	82.382	1	0.000
ipublica	iprivada	.71702	1	0.397
ipublica	ALL	137.11	2	0.000
iprivada	pbi	1.02	1	0.313
iprivada	ipublica	13.887	1	0.000
iprivada	ALL	66.423	2	0.000

### Anexo 6. Anexos de datos de panel

#### Modelo 01 datos de panel agrupado (MCO), inversión pública y privada sobre crecimiento económico regional

Source	SS	df	MS	Number of obs =	456
Model	350.260754	2	175.130377	F( 2, 453) =	475.97
Residual	166.679081	453	.367944991	Prob > F =	0.0000
				R-squared =	0.6776
				Adj R-squared =	0.6761
				Root MSE =	.60658

lpbi	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
linvpubl	.0627971	.0348084	1.80	0.072	-.0056088 .131203
linvpriv	.5221192	.0210161	24.84	0.000	.4808181 .5634204
_cons	3.845865	.5335608	7.21	0.000	2.797303 4.894426

#### Modelo 02 datos de panel Efectos Fijos, inversión pública y privada sobre crecimiento económico regional

Fixed-effects (within) regression	Number of obs =	456
Group variable: id	Number of groups =	24
R-sq: within = 0.6330	Obs per group: min =	19
between = 0.7926	avg =	19.0
overall = 0.5528	max =	19
	F(2, 430) =	370.86
corr(u_i, Xb) = 0.5513	Prob > F =	0.0000

lpbi	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
linvpubl	.1996813	.0135314	14.76	0.000	.1730854 .2262772
linvpriv	.1185064	.012731	9.31	0.000	.0934836 .1435293
_cons	8.961594	.2162009	41.45	0.000	8.536652 9.386536
sigma_u	.83937772				
sigma_e	.19780817				
rho	.94738609	(fraction of variance due to u_i)			



### Modelo 04 verificaciones problema Heterocedasticidad

```
Random-effects GLS regression           Number of obs   =       456
Group variable: id                     Number of groups =        24

R-sq:  within = 0.6322                  Obs per group:  min =         19
        between = 0.8019                  avg =         19.0
        overall = 0.5733                  max =         19

corr(u_i, X) = 0 (assumed)              Wald chi2(2)    =       701.30
                                         Prob > chi2     =        0.0000
```

lpbi	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
linvpubl	.1931996	.0142605	13.55	0.000	.1652496 .2211497
linvpriv	.1330121	.0132969	10.00	0.000	.1069507 .1590736
_cons	8.806121	.2476992	35.55	0.000	8.320639 9.291602
sigma_u	.45298332				
sigma_e	.19780817				
rho	.83985037	(fraction of variance due to u_i)			

### Heterocedasticidad

#### Autocorrelacion

#### Heterocedasticidad

Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity  
in fixed effect regression model

H0:  $\sigma(i)^2 = \sigma^2$  for all  $i$

chi2 (24) = 3340.32  
Prob>chi2 = 0.0000

#### Autocorrelación

Breusch-Pagan LM test of independence: chi2(276) = 573.403, Pr = 0.0000  
Wooldridge test for autocorrelation in panel data

H0: no first-order autocorrelation  
F( 1, 23) = 21.474  
Prob > F = 0.0001

**Elaboración: Propia.**

### Modelo 05 corrección problema Heterocedasticidad y autocorrelacion

Cross-sectional time-series FGLS regression

Coefficients: generalized least squares  
Panels: heteroskedastic  
Correlation: no autocorrelation

```
Estimated covariances = 24           Number of obs   =       456
Estimated autocorrelations = 0       Number of groups =        24
Estimated coefficients = 3           Time periods    =         19
                                         Wald chi2(2)    =      1045.75
                                         Prob > chi2     =        0.0000
```

lpbi	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
linvpubl	.0090111	.0241681	0.37	0.709	-.0383575 .0563798
linvpriv	.4735963	.018191	26.03	0.000	.4379425 .5092501
_cons	5.7544	.3696358	15.57	0.000	5.029927 6.478873

### Análisis de Cointegración-Test de Raíz Unitaria Residuos

Panel unit root test: Summary

Series: LY

Date: 04/26/18 Time: 16:15

Sample: 1997 2015

Exogenous variables: Individual effects

Automatic selection of maximum lags

Automatic lag length selection based on SIC: 0 to 2

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	1.04321	0.8516	24	428
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	7.30651	1.0000	24	428
ADF - Fisher Chi-square	6.45783	1.0000	24	428
PP - Fisher Chi-square	10.4235	1.0000	24	432

\*\* Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

### Causalidad de Granger entre el Producto Bruto Interno e inversión pública, privada regional 1997-2015

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 04/26/18 Time: 16:40

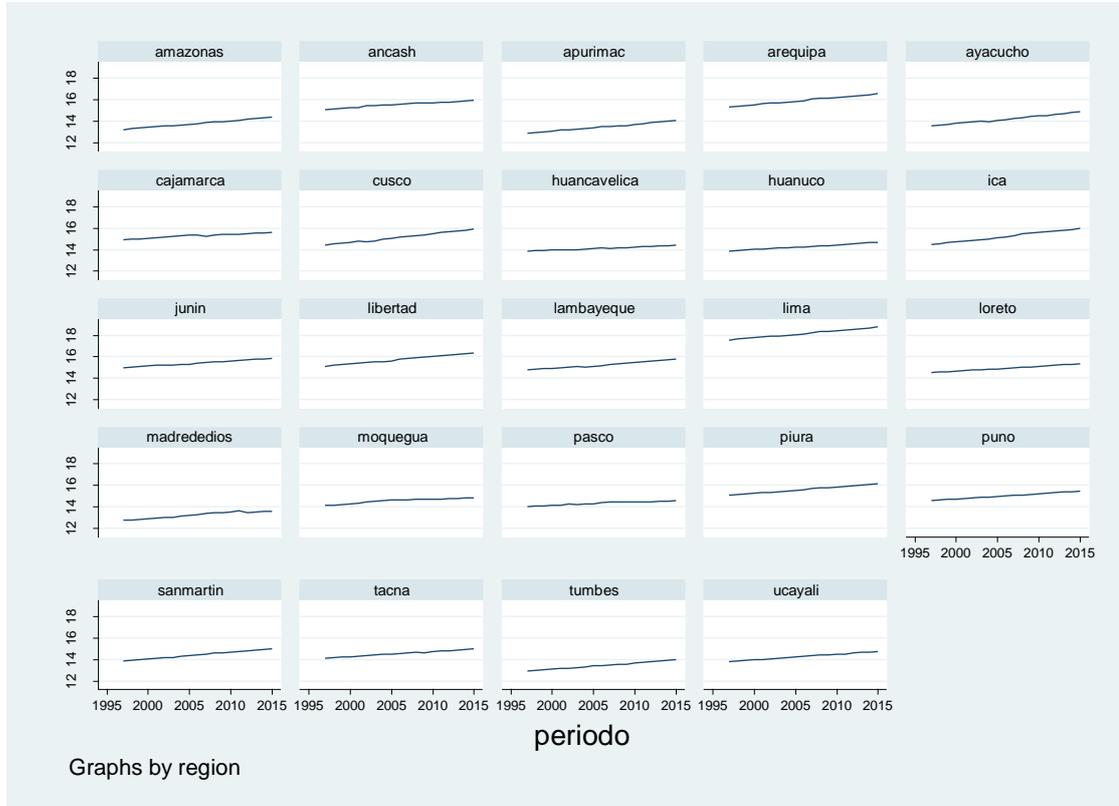
Sample: 1997 2015

Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
LINV_PUBL does not Granger Cause LY	408	0.84221	0.4315
LY does not Granger Cause LINV_PUBL		1.03281	0.3569
LINV_PRIV does not Granger Cause LY	408	1.06179	0.3468
LY does not Granger Cause LINV_PRIV		10.2745	4.E-05
LINV_PRIV does not Granger Cause LINV_PUBL	408	3.84089	0.0223
LINV_PUBL does not Granger Cause LINV_PRIV		1.53918	0.2158

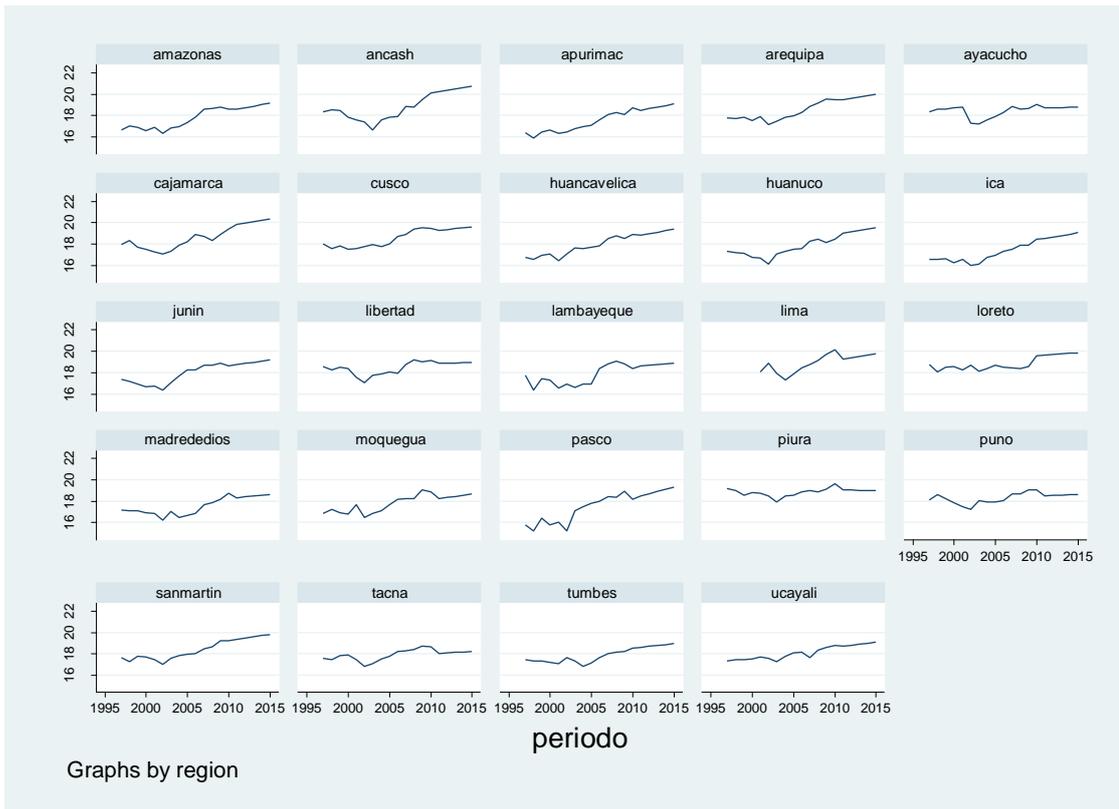
Anexo 7. Anexos de figuras

**Anexo N° 01**  
**Análisis Grafico de la variable Producto Bruto Interno Regional**



Fuente: INEI. Elaboración Propia

**Anexo N° 02**  
**Análisis Grafico de la variable inversión pública Regional**



### Anexo N° 03 Análisis Grafico de la variable inversión privada Regional

