



BANCO CENTRAL DE BOLIVIA

Efectos asimétricos de la inversión pública sectorial sobre el crecimiento económico

Ricardo Molina Díaz*
Pablo Cachaga Herrera*

Documento de trabajo N.º 02/2018

Revisado por: José Pantoja Ballivián

Diciembre de 2018

* El contenido del presente documento es de responsabilidad de los autores y no compromete la opinión del Banco Central de Bolivia. Comentarios son bienvenidos a: pcachaga@umsa.bo y rmolina@bcg.gob.bo.

Resumen

En el último decenio, la inversión pública aumentó notoriamente constituyéndose en un factor importante del crecimiento del producto. En este sentido, el presente documento realiza un análisis del efecto diferenciado de la inversión pública sectorial sobre el PIB para el periodo 1990 al 2016, asumiendo que el efecto de la inversión pública en la actividad económica dependerá del sector donde se destinen los recursos (productivo, infraestructura, social o multisectorial); asimismo, este efecto será diferenciado en el corto y largo plazo. Considerando las características de los datos, se utiliza un panel cointegrado y un modelo de Vector de Corrección de Errores (VEC) para estimar las elasticidades de corto y largo plazo. Los resultados muestran que la inversión en infraestructura tiene mayor efecto en el largo plazo, seguida por la inversión productiva.

Clasificación JEL: E22, E23, E62

Palabras clave: Inversión, producción, política fiscal, gasto e inversión

Asymmetric effects of public sector investment on economic growth

Abstract

In the last decade, public investment increased considerably becoming an important factor for output growth. In this sense, this document analyzes the differentiated effect of public sector investment on GDP for the 1990 to 2016 period, assuming that the effect of public investment on economic activity will depend on the sector where resources be allocated (productive, infrastructure, social or multisectoral); also this effect will be differentiated in the short and long term. Considering the characteristics of the data, a cointegrated panel and an Error Correction Vector (VEC) model are used to estimate the short and long-term elasticities. Results show that investment in infrastructure has a greater effect in the long term, followed by productive investment.

JEL Classification: E22, E23, E62

Keywords: Investment, production, fiscal policy, spending and investment

I. Introducción

La inversión pública en Bolivia, a partir de mediados de la década anterior, registró importantes niveles de ejecución constituyéndose en un eje fundamental para dinamizar la demanda agregada y, por tanto, la actividad económica, permitiendo acrecentar el *stock* de capital de infraestructura a través de la construcción de vías camineras, modernización del aparato productivo y dotación de mayores servicios básicos.

Existen diversos estudios sobre la relación positiva del gasto público y el crecimiento económico. Asimismo, muchos autores analizan esta relación desagregando el gasto público por tipo de gasto (corriente y de capital). En este documento se analizará la parte correspondiente al gasto de capital ya que el mismo tiene como principal componente la inversión pública.

Planteamientos teóricos de la escuela clásica que asumen plena flexibilidad de los precios y salarios, consideran que la política fiscal no tiene efectos reales sobre la producción, dado que estímulos del sector público sobre la economía son absorbidos por ajustes inmediatos en los precios. Por otro lado, la escuela keynesiana, además de buscar respuestas a los ciclos económicos de corto plazo, propone políticas que puedan contrarrestar procesos contractivos de la actividad económica, políticas fiscales contracíclicas que estimulen la demanda agregada y, de esa manera, coadyuven a dinamizar la economía y la retornen nuevamente a la fase expansiva del ciclo económico.

Asimismo, recientes enfoques dentro de la Nueva Teoría del Crecimiento económico, establecen la importancia del capital público para el crecimiento de la actividad económica. En estos estudios, se establecieron dos tipos de efecto de la inversión pública: el directo, generado por un aumento en la demanda agregada vía el gasto en inversión; y el indirecto, como el potencial aumento en productividad generado por la reducción de costos en las empresas, la mejora en el acceso a territorios productivos, el incremento en los niveles de salud y de educación de la población, la disminución de tiempos en los procesos, entre otros.

El presente documento aborda, principalmente, el efecto de la inversión pública relacionado al aumento de la demanda agregada. Para dicho cometido se analiza el efecto diferenciado de la inversión pública desagregada, según su clasificación, en inversión en infraestructura, productiva, social y multisectorial. Por su parte, también se analiza el efecto de la inversión privada.

Dadas las características de la inversión pública en Bolivia, la cual está mayormente concentrada en los sectores de infraestructura y productiva, es necesario determinar cuál es el efecto de corto y largo plazo de la misma sobre la actividad económica, debido a que la inversión en infraestructura está principalmente relacionada con la construcción de carreteras, las cuales son más intensivas en mano de obra y sus efectos sobre el PIB pueden verse minimizados en el corto plazo, pero pueden ser más significativas en el largo plazo debido a que esta infraestructura aumentaría la productividad del sector privado. Por otro lado, la inversión pública en el sector productivo se concentra en la actividad hidrocarburífera y energética del país. Si bien, las mismas se contabilizan dentro de las cuentas nacionales en la Formación Bruta de Capital Fijo, su efecto neto sería reducido en el corto plazo debido a que las mismas son intensivas en la utilización de bienes de capital, por lo que dicha inversión pública generaría una mayor importación de maquinaria y equipos (bienes de capital) producidos principalmente en economías desarrolladas. *A priori*, los efectos sobre el PIB serían mayores en el largo plazo y mínimos en el corto plazo. El estudio también abarca el análisis de los efectos de la inversión social, la cual podría no tener efectos estadísticos significativos, debido a que la misma tiene un objetivo social y sus efectos pueden verse en otros indicadores como la tasa de pobreza o desigualdad. Así también se analizará la inversión multisectorial, la cual tiene una pequeña participación dentro del total de la inversión pública. En este sentido, *a priori*, se espera que el efecto de la inversión pública sectorial sea diferente en el corto y largo plazo, dependiendo del sector donde se destine los recursos.

En este sentido, el presente documento de investigación evalúa el efecto diferenciado de la inversión pública sobre el PIB, distinguiendo los sectores donde se destina esta inversión y capturando los efectos de la misma en el corto y largo plazo, para lo cual se utiliza información desagregada de la inversión pública en infraestructura, productiva, social y multisectorial. También incluimos, en la función de agregada, la inversión privada. Los datos corresponden a los nueve departamentos de Bolivia para el periodo 1990 al 2016. Si bien se ha realizado una extensa investigación sobre el impacto de la inversión pública en el crecimiento económico boliviano, con el uso de modelos multivariantes basados en técnicas de Vectores Autoregresivos (VAR) y de Vector de Corrección de Errores (VEC) para series de tiempo, entre otros, el presente documento se basa en un panel cointegrado para determinar la relación de largo plazo de las variables estudiadas y para estimar, en primera instancia, el efecto de las diferentes formas de

inversión sobre el PIB agregado¹ y posteriormente estimar el efecto individual de la misma sobre el PIB departamental.

El documento de investigación comprende seis partes: en la primera se tiene la introducción; en la parte dos, se presenta una revisión de la literatura de estudios relacionados al presente trabajo; en la parte tres, se analiza el comportamiento de la inversión pública y el PIB departamental; en la parte cuatro, se presenta la metodología utilizada; en la parte cinco, se muestran los resultados encontrados para el nivel agregado y departamental; y finalmente, se presentan las conclusiones y sugerencias para futuras investigaciones.

II. Revisión de la literatura

En varias investigaciones efectuadas a finales de la década de los 80 y principios de los 90, se evaluaron de manera específica la relación existente entre el capital público y el producto. David Aschauer, en 1989, publicó uno de los trabajos empíricos destacados, abordando el nexo entre el gasto fiscal y la producción de un país. Con datos de la economía norteamericana, encontró evidencia en el sentido de que el gasto público no militar es más importante, sobre la actividad económica, que el gasto militar, específicamente, que la inversión pública en infraestructura tiene una incidencia positiva sobre el crecimiento.

En otro estudio de este período, se encuentra el efectuado por Robert Barro (1991) quien evalúa la relación empírica entre el crecimiento económico y sus posibles determinantes, en base a la función de producción tipo Cobb-Douglas, con información para 98 países en el período 1960-1985. Entre sus principales resultados, se muestra que la relación entre el crecimiento económico no es estadísticamente significativa, empero, expresa que cierto gasto del gobierno contribuye a la inversión privada y por ende al crecimiento económico.

Por otra parte, otros enfoques de estudios señalan que los cambios permanentes en la inversión de capital público podrían tener efectos importantes en la actividad económica. Los argumentos teóricos están incorporados en muchos de los modelos correspondientes a la *New Growth Theory* (NGT) y *New Economic Geography* (NEG). Los modelos mencionados, cuestionan el planteamiento teórico de los modelos de crecimiento neoclásicos tradicionales que predijeron la convergencia sin una consideración teórica

¹ La estimación se realizó a través de un panel VEC y a nivel departamental mediante un VEC para cada departamento.

específica del papel del capital público: se supone que el ingreso per cápita, en el estado estacionario, es independiente de las condiciones iniciales, sin importar el tamaño de las diferencias heredadas en *stock* de capital.

A principios de la década de 1990, los modelos NEG proporcionaron explicaciones para la formación de una gran variedad de aglomeraciones económicas en el espacio geográfico (Fujita y Krugman, 2004). Esta nueva línea de investigación enfatiza la interacción entre los rendimientos crecientes a escala, los costos de transporte y el movimiento de los factores productivos.

Según Fujita y Thisse (2002) el gasto público es fundamental, tanto en la reducción de los costos de transporte como en el suministro de bienes públicos locales, desempeñando un papel clave en la relación fundamental entre los rendimientos crecientes y los costos de transporte.

Esquivel y Loaiza (2016) muestran que existe una alta correlación entre la inversión pública en infraestructura y crecimiento económico. Con la información de 213 países para el período 1960-2014, estiman que un punto porcentual adicional de crecimiento del acervo de infraestructura se asocia con una tasa de crecimiento del PIB entre 0,23 y 0,29 puntos porcentuales más alta.

En otro grupo de estudios sobre el impacto del gasto en infraestructura en la capacidad productiva de las economías, con un énfasis especial en el caso de los países latinoamericanos, se encuentran los de Calderón y Servén (2002) que concluyen que la brecha en infraestructura de los países latinoamericanos explica una considerable fracción de la brecha en producción de estos países, respecto de algunas economías emergentes del este asiático, en las décadas del 80 y del 90; y de Calderón y Servén (2004) quienes extienden el alcance de su trabajo analizando el efecto de la infraestructura sobre la distribución de la riqueza. En ambos casos aplican técnicas de panel de datos dinámicos con variables instrumentales internas para generar estimadores del Método Generalizado de Momentos (GMM).

Montero (2012) utilizando datos de panel para los nueve departamentos de Bolivia en el período 1989-2008, encuentra que la inversión pública en infraestructura tiene incidencia positiva sobre el PIB departamental, a diferencia de la inversión en los sectores productivo y social que, en el mejor de los casos, tienen efecto nulo.

Uno de los aspectos relevantes, al momento de llevar adelante el análisis del efecto de la inversión pública sobre el PIB, es saber cuantificar ese efecto. En este sentido, otros trabajos que realizaron la evaluación de la relación de la inversión pública sobre el producto, encontraron elasticidades que se situaron entre 0,1% y 0,4%. Para el caso de Bolivia, las elasticidades que fueron estimadas por Montero (2012) se situaron entre 0,13% y 0,21% (Cuadro 1).

Cuadro 1: ELASTICIDADES ENCONTRADAS EN TRABAJOS SIMILARES

Países	Variable	Elasticidad	Período	Fuente	Método
EE.UU.	Capital público sobre productividad	0,38-0,56	1949-1985	Aschauer (1989)	MCO 2 etapas
101 países	Inversión en infraestructura sobre crecimiento	0,09-1,7	1960-2000	Calderón y Servén (2004)	Datos de Panel
Chile	Inversión pública en infraestructura	0,33	1980-2009	Mota (2010)	VEC
Perú	Inversión total	0,4	1990-2015	Bravo (2016)	MCO 2 etapas
Colombia	Inversión total	0,1	1960-1999	Posada y Gómez (2003)	MCO 2 etapas
México	Inversión física pública	0,15-0,33	1980-2009	Hernandez (2010)	MCO 2 etapas
Bolivia	Inversión pública en infraestructura	0,13-0,21	1989-2008	Montero (2012)	Datos de panel

Fuente: Elaboración propia con datos de los documentos citados.

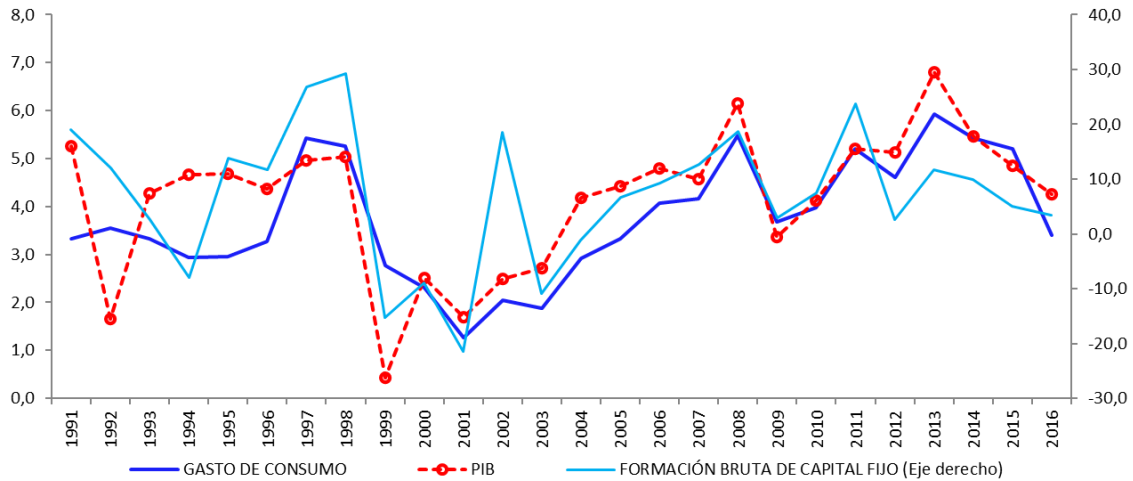
III. Hechos estilizados: Desempeño de la inversión pública y del producto

A mediados de la década del 2000, la demanda interna se constituyó en un factor importante para el crecimiento del PIB. Tanto el consumo como la formación bruta de capital público y privado, registraron un desempeño destacado al registrar tasas de crecimiento superiores a las observadas en las gestiones 1999-2003 (Gráfico 1). En el caso del consumo interno, su crecimiento se vio reflejado en las mayores ventas de los restaurantes y supermercados, así como en la creciente demanda de servicios de transporte aéreo. Según el Instituto Nacional de Estadística (INE) las ventas de restaurantes y supermercados, en 2005, fueron Bs138 millones, mientras que en 2017 alcanzaron a Bs1.322 millones, lo que significa un incremento de más de ocho veces. Por su parte, las ventas de boletos de transporte aéreo en 2017 fueron de Bs439 millones, superior en 189% a lo vendido en 2005.

En el caso de la inversión total, la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF) en el período 2003-2016, registró una tendencia creciente con una tasa promedio de 10%; anterior a

este periodo, se observaron caídas puntuales de la FBKF en las gestiones 1999-2001 (tasas negativas en torno al 20%). Uno de los componentes principales que determinó dicho crecimiento, fue la Formación Bruta de Capital Fijo Público (variable *proxy* de la inversión pública).

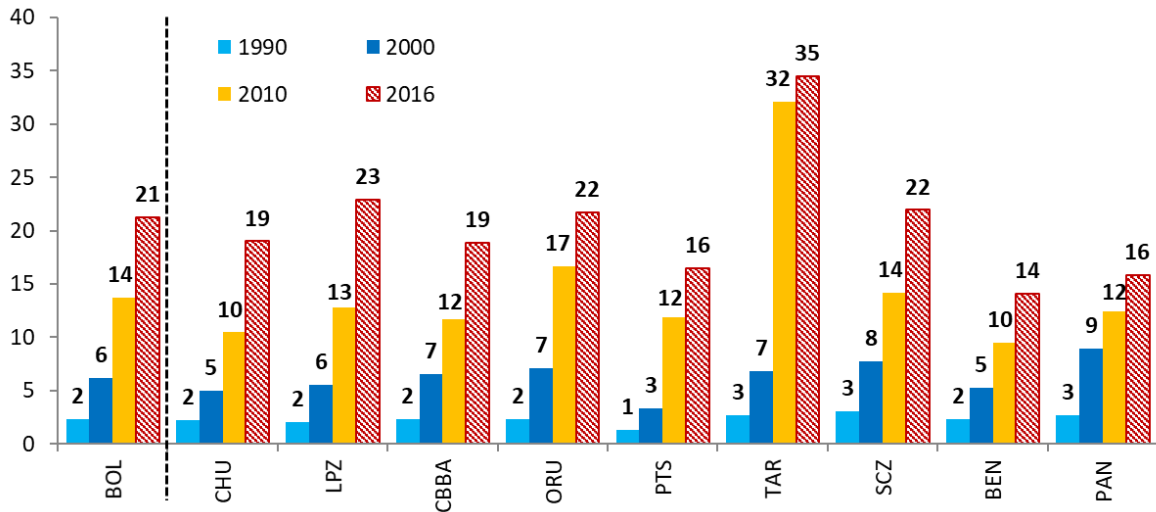
Gráfico 1: CRECIMIENTO DEL PIB, CONSUMO Y FORMACIÓN BRUTA DE CAPITAL FIJO, 1991-2016 (En porcentaje)



Fuente: Elaboración propia con datos del INE

El buen desempeño de la economía, debido a factores externos e internos, se ha traducido en un aumento importante del PIB per cápita. En 2016, esta ratio se situó en Bs21.000, superior en más de 10 veces al observado en 1990 y tres veces más que el registrado en 2010. A nivel departamental, todas las regiones incrementaron su PIB por habitante lo cual significa que, en el transcurso de los años, se ha registrado mayores niveles de actividad económica que han repercutido en mayores beneficios por habitante. Empero, es importante destacar que Tarija fue uno de los departamentos que tuvo mayor aumento en sus ingresos per cápita principalmente por los recursos hidrocarburíferos de Bs3.000 en 1990 a Bs35.000 en 2016 (Gráfico 2).

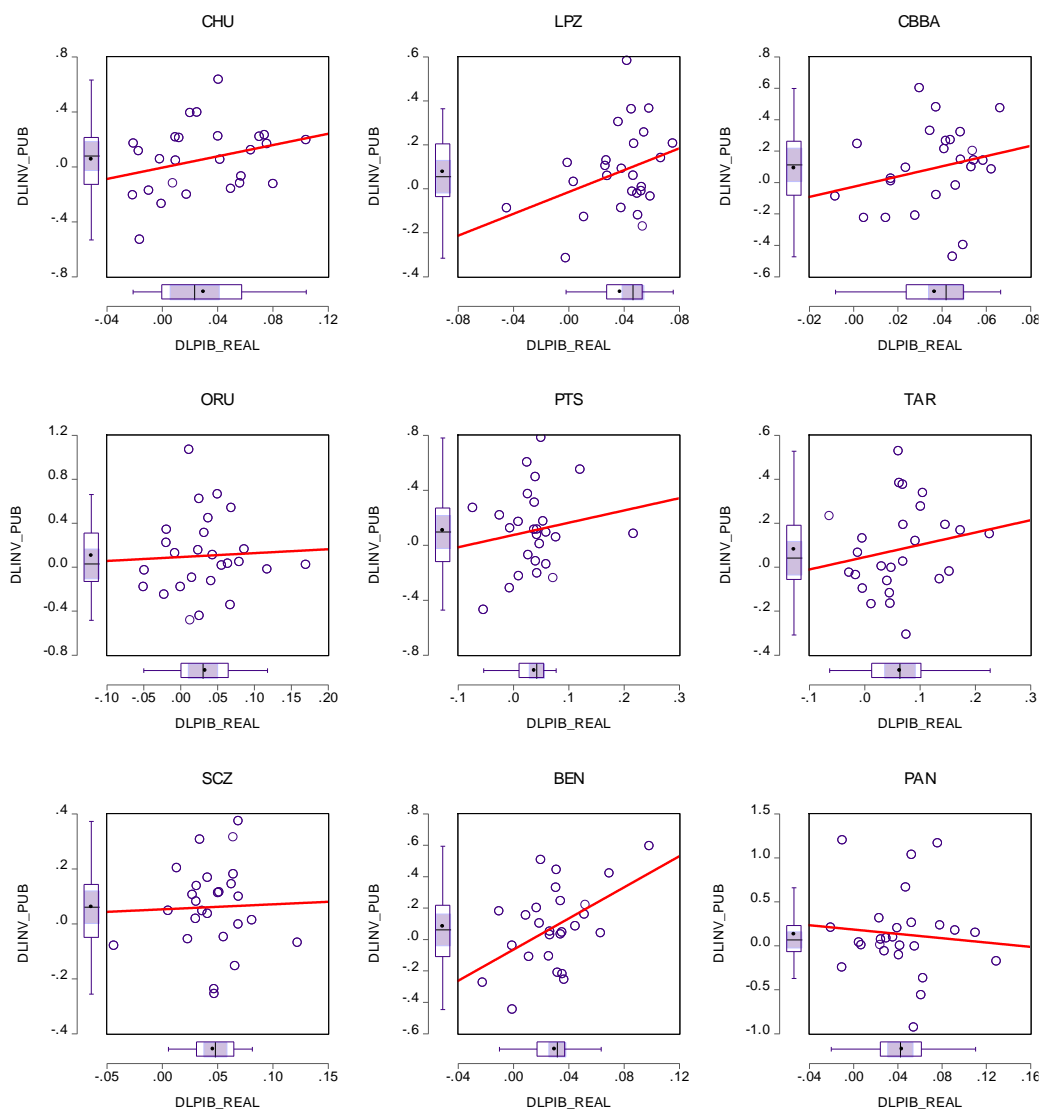
**Gráfico 2: PIB PER CAPITA NACIONAL Y DEPARTAMENTAL
(En miles de bolivianos)**



Fuente: Elaboración propia con datos del INE

Para determinar, *a priori*, cuál es la relación existente entre la inversión pública y la actividad económica, se realizaron correlaciones cruzadas entre la tasa de crecimiento de la inversión pública y el crecimiento del PIB de cada uno de los departamentos (Gráfico 3). Los resultados muestran que, en general, existe una relación positiva entre las variables mencionadas. Aunque se tenga una menor intensidad en el departamento de Pando, estos resultados indican que ante aumentos de la inversión pública, se registra un aumento del producto, lo cual es una referencia de un probable efecto directo de la inversión pública sobre el crecimiento del PIB real.

Gráfico 3: CORRELACIONES CRUZADAS, INVERSIÓN PÚBLICA Y PIB DEPARTAMENTAL



Fuente: Elaboración propia con datos del INE y del Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo

El destino de la inversión pública está concentrado principalmente en los sectores de infraestructura² y productivo³, aunque en los últimos años se incrementó la inversión social⁴.

² La inversión en infraestructura comprende obras ejecutadas en carreteras, puentes y tramos viales, entre otros, que tienen la finalidad de consolidar la integración vial de todo el territorio nacional para beneficio de todos sus habitantes

³ La inversión productiva está relacionada al sector de hidrocarburos y energía que incluye, además de las fuentes tradicionales, otras innovadoras fuentes de energía como la geotérmica,

A nivel general, el comportamiento de la inversión en infraestructura, en términos del PIB, en el periodo de análisis, registró un crecimiento constante debido, principalmente, a la política económica estatal que direccionó una cantidad importante de recursos a la construcción de carreteras, las cuales, según la evidencia empírica, son impulsores del crecimiento económico en el largo plazo, ya que la misma aumenta la productividad del sector privado.

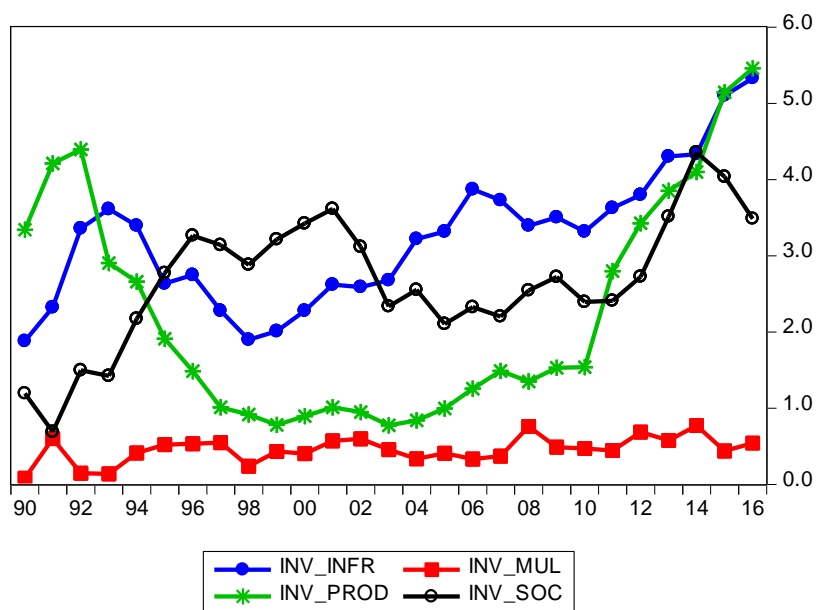
Por otro lado, se observa un repunte importante de la inversión productiva en términos del PIB desde 2010 la cual, principalmente, está destinada a proyectos energéticos (Empresa Nacional de Electricidad) e hidrocarburíferos (Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos). Este último sector también fue impulsado por el Estado a principios de la década de los 90, lo cual refleja un comportamiento de la variable en forma de U. Asimismo se encuentra la inversión pública destinada al sector social, donde se considera la construcción de escuelas, hospitales, viviendas, etc. Específicamente, estos recursos son direccionados para atenuar o disminuir las brechas de desigualdad existentes en la población; gran parte de la inversión social también es construcción de infraestructura residencial, lo cual, en el estricto sentido del objeto del gasto, debería clasificarse dentro de inversión en infraestructura. Sin embargo, la clasificación proporcionada por el Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo (VIPFE) está desagregada según el sector al que se destinen los recursos.

En el periodo comprendido entre 1994 y 2004, se puede apreciar una caída importante de la inversión pública en infraestructura y sectores productivos (Gráfico 4). Coincidentemente en este periodo, el déficit fiscal del Sector Público No Financiero (SPNF) alcanzó niveles superiores al 8% del PIB, reflejando que déficits fiscales altos estuvieron acompañados por bajos niveles de inversión pública y considerable gasto corriente (salarios, aguinaldos, etc).

solar y eólica. Así también, se destinaron recursos al sector industrial para la construcción del ingenio azucarero San Buenaventura, empresas procesadoras de alimentos (miel, lácteos, frutas, almendra, etc.)

⁴ Esta inversión esta relacionado a proyectos de salud y educación, entre otros.

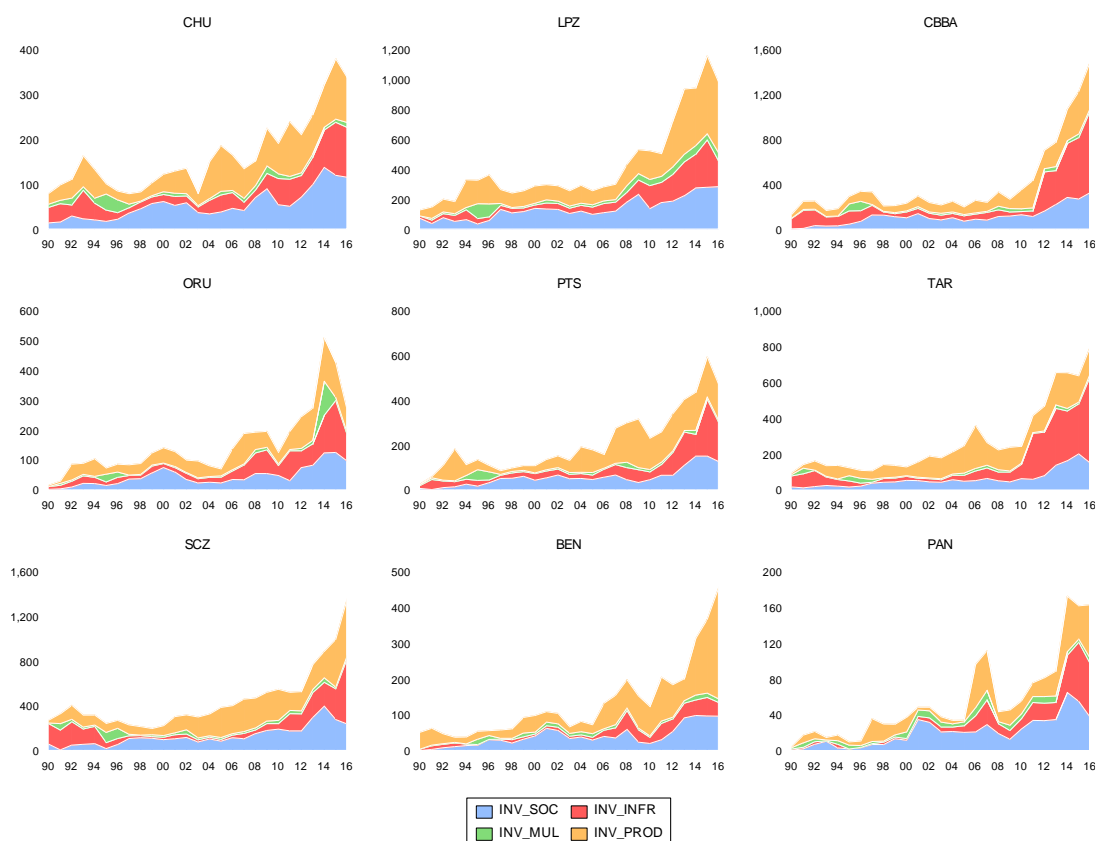
**Gráfico 4: INVERSIÓN PÚBLICA SECTORIAL, 1990-2016
(En porcentaje del PIB)**



Fuente: Elaboración propia con datos del VIPFE

El análisis de la inversión pública por departamento, en niveles, según la clasificación por destino del sector económico (infraestructura, productiva, social y multisectorial) tiene un patrón diferente de comportamiento (Gráfico 5). La inversión social permaneció en niveles bajos, hasta 2013, en la mayoría de los departamentos; por su parte, la inversión productiva tiene una mayor participación y mayor volatilidad en las regiones; por otro lado se puede observar el importante incremento de la inversión pública en infraestructura a partir de mediados del 2000, donde su incremento fue mayor en Tarija, Cochabamba, La Paz y Santa Cruz; por último, la inversión multisectorial tiene una participación muy pequeña respecto al total de la inversión pública realizada en los departamentos.

**GRÁFICO 5: INVERSIÓN PÚBLICA SECTORIAL POR DEPARTAMENTO, 1990-2016
(En millones de bolivianos)**

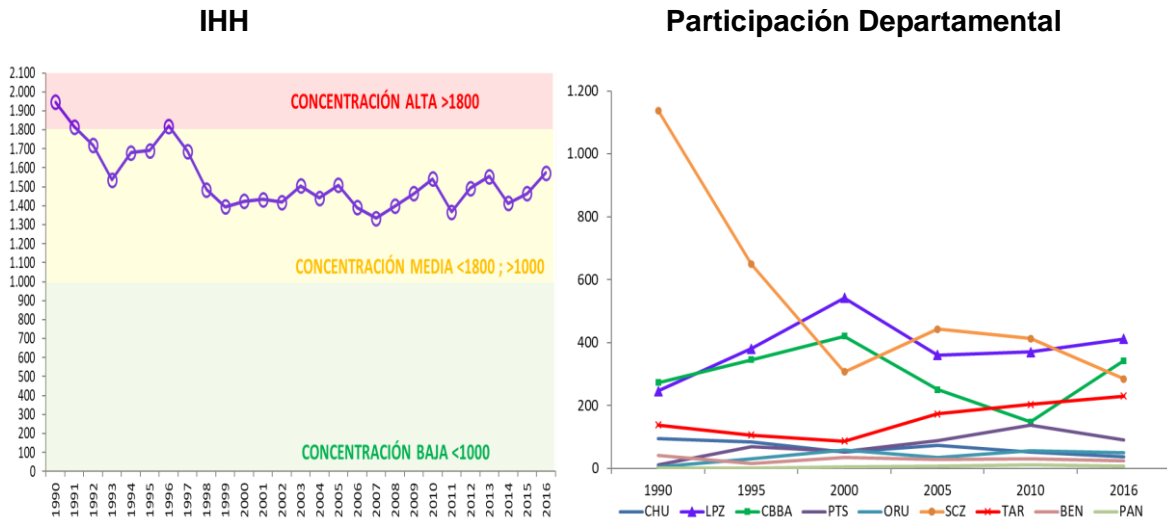


Fuente: Elaboración propia con datos del VIPFE

En este sentido, la inversión pública ejecutada a nivel departamental, muestra una tendencia creciente en todas las regiones. Sin embargo, se tiene una mayor ejecución y concentración en los departamentos del eje troncal del país (La Paz, Santa Cruz y Cochabamba). Empero, a partir de 2005, aumentó considerablemente la inversión en Tarija, lo que acrecentó su participación en el total de inversión pública ejecutada. Cabe mencionar, que la mayor inversión ejecutada en las ciudades de La Paz, Santa Cruz y Cochabamba, responde a su situación geográfica estratégica, dado que comprenden el eje troncal del territorio del país y cuentan con el mayor número de habitantes. Las actividades que se realizan en estos departamentos tienen efectos positivos para los demás departamentos, lo cual se refleja en el creciente comercio de productos, además del mayor intercambio de servicios, como el transporte aéreo y por carretera. Para realizar el análisis de concentración de la inversión pública en los departamentos, se aplicó el índice Herfindahl-Hirschman (IHH) (véase Apéndice A) el cual nos indica que la concentración de la inversión pública ha disminuido, pasando de alta a media, a nivel

nacional, y que entre los principales departamentos que tienen una fuerte ponderación, se encuentran La Paz, Santa Cruz, Cochabamba y, por último, Tarija (Gráfico 6). Un aspecto que destaca, es la fuerte caída de la concentración de la inversión pública en el departamento de Santa Cruz y el aumento de la participación de Tarija.

Gráfico 6: ÍNDICE DE CONCENTRACIÓN DE LA INVERSIÓN PÚBLICA, 1990-2016



Fuente: Elaboración propia con datos del VIPFE

IV. Metodología

La metodología utilizada corresponde a un modelo VEC de panel cointegrado, para determinar la relación causal en el largo y corto plazo de la inversión pública sectorial sobre el PIB per cápita de Bolivia (modelo agregado); asimismo, se realiza dicho ejercicio a nivel departamental (modelo regional) donde los efectos serán estimados para el PIB per cápita departamental (para los nueve departamentos). En este sentido, inicialmente se realizarán los siguientes procesos: i) pruebas de raíz unitaria para datos panel, ii) pruebas de cointegración y iii) método de estimación de parámetros (modelo VEC).

IV. 1. Datos evaluados

Modelo 1 (Nacional)

Se consideró datos, con frecuencia anual, para el período 1990-2016 de las siguientes variables:

- Para el producto se utilizó el PIB per cápita departamental que fue recopilado del INE.

- La inversión pública departamental fue desglosada en infraestructura, productiva, social y multisectorial, estos datos fueron recabados del VIPFE.
- Los datos de inversión privada departamental fueron estimados mediante la diferencia de la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF) departamental y la inversión pública total departamental, con información del INE (véase Apéndice B).
- Todos los datos, excepto el PIB per cápita fueron deflactados por el PIB departamental respectivo.

Modelo 2 (regional)

Para el modelo regional, se utilizaron las mismas variables que para el modelo agregado con frecuencia trimestral. Sin embargo, al no tener información disponible en esta frecuencia conforme a lo requerido para las regresiones, se utilizó el método de cambio de frecuencia de Litterman. Para tener mayor certeza del cambio de frecuencia, se compararon los resultados encontrados con los métodos de Denton y Chow-Lin (véase Apéndice C).

IV. 2. Prueba de raíz unitaria de panel

Se plantea el uso de distintas pruebas, para datos de panel, para determinar si el panel es estacionario debido a que las pruebas individuales tienen un poder limitado (Baltagi, 2008). En este estudio se utilizaron pruebas de raíz unitaria para datos de panel de primera generación⁵, entre las cuales se encuentra el test de Levin et. al. (2002)⁶ donde la hipótesis nula plantea que cada serie de tiempo individual contiene una raíz unitaria, contra la alternativa de que cada serie temporal es estacionaria.

Seguidamente, se empleó la prueba de Im et al. (2003) donde la hipótesis nula es que cada serie en el panel contiene una raíz unitaria, y la hipótesis alternativa permite que algunas (pero no todas) de las series individuales tengan raíces unitarias. Las anteriores pruebas mencionadas son sensibles a la muestra que se utilice, dependiendo del número de unidades y la serie de tiempo que se tome; en este sentido, se utilizará también la

⁵ Otra prueba de raíz unitaria es la de Hadri y Rao (2008) que es considerada de segunda generación. Esta prueba toma en cuenta la dependencia cruzada entre los individuos del panel y también incorpora la presencia de quiebre estructural en la serie.

⁶ Levin et al. (2002) sugieren que una prueba de raíz unitaria de datos de panel es más poderosa que realizar pruebas de raíz unitaria individuales para cada sección transversal.

prueba de Breitung (2001) que sugiere una estadística de prueba que no emplea un ajuste de sesgo y cuyo poder es sustancialmente más alto⁷.

También se emplearon pruebas de tipo Fisher usando pruebas ADF (Augmented Dikey-Fuller) y PP (Phillips y Perron) planteadas por Maddala y Wu (1999) y Choi (2001).

Por último, se realizó la prueba del multiplicador de Lagrange de Hadri (2000). A diferencia de las demás pruebas, esta asume como hipótesis nula la presencia de estacionariedad en los datos panel.

IV. 3. Panel cointegrado

a) Prueba de cointegración de Pedroni

La cointegración significa que existen combinaciones lineales de variables estacionarias involucradas en la estimación, no obstante que estas, en forma individual, no lo sean, debiendo tener el mismo orden de integración. Las variables cointegradas se caracterizan porque su dinámica está influenciada por la desviación del equilibrio de largo plazo.

La prueba de cointegración de Pedroni (1995 y 1999) flexibiliza el supuesto de homogeneidad impuesta por Kao (Rodríguez y Mendoza, 2015) donde se debe estimar la siguiente ecuación:

$$y_{it} = \alpha_i + \delta_1 t + \beta_i y_{it} + e_{it} \quad (1)$$

Este método permite que α_i y β_i varíen entre los miembros del panel, lo que implica que la dinámica puede diferenciarse entre los individuos en el panel y, por lo tanto, el vector de cointegración puede ser diferente entre ellos bajo la hipótesis alternativa⁸ (Rodríguez y Mendoza, 2015). Pedroni (1999) propone siete estadísticos para comprobar la cointegración de las variables de datos panel, cuatro se basan en un término común en una dimensión intra-grupal, y tres se refieren a la dimensión 'entre los grupos'. Todos estos estadísticos se basan en la hipótesis nula de no cointegración: $H_0: \rho = 1$. Empero, la diferencia en estos estadísticos está en la hipótesis alternativa, aquellas que son de dimensión intra-grupal, donde la hipótesis alternativa es $H_1: \rho = \rho < 1$.

⁷ Un análisis con mayor detalle se encuentra en Baltagi (2008).

⁸ La hipótesis alternativa se refiere a $H_1: \rho = \rho < 1$: existe cointegración entre los componentes del panel.

b) Prueba de cointegración de Kao

La prueba de cointegración de Kao (1999) tiene un procedimiento similar al de Engle y Granger de dos pasos, es decir, tiene un enfoque similar al de las series uniecuacionales, pero adaptadas a datos de panel donde la ecuación que se estima es la siguiente:

$$y_{it} = \alpha_i + \delta_i z_{it} + \beta y_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

donde y_{it} y y_{lt} son variables no estacionarias y z_{it} es una matriz de componentes deterministas.

Una vez realizada la regresión, seguidamente se realiza la siguiente estimación con los residuos:

$$\hat{\varepsilon}_{it} = \rho \hat{\varepsilon}_{i,t-1} + v_{it} \quad (3)$$

La hipótesis nula intenta probar la no cointegración: $H_0: \rho = 1$

La hipótesis alternativa intenta probar que y_{it} y y_{lt} están cointegradas: $H_1: \rho < 1$.

c) Prueba de cointegración de Maddala y Wu y Choi

Maddala y Wu (1999) y Choi (2001) proponen la prueba de cointegración de Johansen (1989; 1991) tipo Fisher (1932) (Fisher-ADF, Fisher-PP, Choi-ADF y Choi-PP) para datos de panel, la misma que se basa en un estadístico de prueba para datos de panel elaborado con los valores probabilísticos de los N individuos. En este caso, la hipótesis nula funciona igual que en la prueba de Johansen, en la cual se busca determinar el rango de la matriz (r) basándose en los estadísticos Traza y Lambda-Max (Campo y Mendoza, 2018).

IV.4. Modelo panel VEC

Si la variable (x) de corto (S) y largo plazo (L) son I(1) un modelo de corrección de errores que intenta capturar las dinámicas de corto plazo (desviaciones del equilibrio de largo plazo) tiene la forma:

$$\Delta Y_{St} = \alpha_S (Y_{Lt-1} - \beta Y_{St-1}) + \varepsilon_{St} \quad \alpha_S > 0 \quad (4)$$

$$\Delta Y_{Lt} = -\alpha_L (Y_{Lt-1} - \beta Y_{St-1}) + \varepsilon_{Lt} \quad \alpha_L > 0 \quad (5)$$

La variable Y , de corto y largo plazo, cambia en respuesta a *shocks* estocásticos (representados por ε_{ST} y ε_{LT}) y en respuesta a la desviación del equilibrio de largo plazo

en el período previo. Si la desviación fue positiva, la variable de corto plazo aumentará y la de largo plazo disminuirá. El equilibrio de largo plazo se obtiene cuando:

$$Y_{Lt} = \beta Y_{St} \quad (6)$$

donde el vector cointegrante es $(1, -\beta)$.

Basado en los métodos anteriormente presentados, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\Delta Y_{it} = \alpha \beta' Y_{it-1} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \Gamma_i + \Delta Y_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

donde ΔY_{it} es el vector de las variables respectivas, α se refiere al vector de coeficientes de ajuste, β' vector de cointegración, Γ_i rezagos de las variables en niveles, ΔY_{it-1} vector de rezagos de variables en diferencias, y ε_{it} términos de los errores.

V. Resultados

V.1. Efectos de la inversión en el PIB (modelo agregado)

Inicialmente, se evalúa la estacionariedad de las seis variables utilizadas (PIB per cápita, inversión privada, inversión pública en infraestructura, productiva, social y multisectorial, todas estas en términos reales) utilizando pruebas de raíz unitaria para datos de panel⁹. Todas las pruebas de panel utilizadas en este acápite se basan en la hipótesis nula de la presencia de una raíz unitaria en la serie, con la excepción de la prueba de Hadri (2000) cuya hipótesis es que las series son estacionarias.

Según las pruebas de Levin et al. (2002) y Breitung (2001) en el caso de las seis variables de estudio, se rechaza la hipótesis nula de que el proceso, en su conjunto, tiene raíz unitaria a un nivel de significancia del 1%, es decir, las series son estacionarias en su primera diferencia. Seguidamente, las pruebas de Im et al. (2003) y las pruebas tipo Fisher sugeridas por Maddala y Wu (1999) nos sugieren un rechazo de la hipótesis nula de que el proceso, individualmente, tiene raíz unitaria, es decir, las series analizadas son estacionarias en su primera diferencia. Por último, en el caso de la prueba de Hadri (2000), solo en cuatro casos se rechaza la hipótesis nula de que el proceso en su conjunto no tiene raíz unitaria (inversión productiva e inversión en infraestructura). Del análisis se determinó que las series son de orden $I(1)$ (Cuadro 2).

⁹ La utilización de pruebas de raíz unitaria en datos de panel se justifica por los resultados de estudios de Banerjee (1999), Baltagi y Kao (2001) o Breitung y Pesaran (2008) entre otros, los cuales sugieren que pruebas de raíz unitaria basadas en datos de panel son más poderosas que aquellas basadas en series individuales.

Cuadro 2: PRUEBAS DE RAÍZ UNITARIA

	PIB per cápita	Inversión Privada	Inversión en Infraestructura	Inversión Productiva	Inversión Social	Inversión Multisectorial
Hipótesis Nula: El proceso en su conjunto tiene raíz unitaria						
Levin-Lin-Chu	-4,99 ***	-9,62 ***	-9,03 ***	-7,29 ***	-16,21 ***	-1,23
Breitung	-4,15 ***	-7,16 ***	-5,58 ***	-3,85 ***	-4,31 ***	-3,94 ***
Hipótesis Nula: El proceso individualmente tiene raíz unitaria						
Im-Pesaran-Shin	-7,28 ***	-11,80 ***	-10,43 ***	-9,42 ***	-16,88 ***	-9,85 ***
Maddala-Wu ADF-Frisher	81,79 ***	130,02 ***	117,61 ***	105,26 ***	251,89 ***	113,17 ***
Maddala-Wu PP-Frisher	85,50 ***	144,17 ***	499,18 ***	298,92 ***	348,04 ***	1067,84 ***
Hipótesis Nula: El proceso en su conjunto no tiene raíz unitaria						
Hadri	3,65	3,29	2,14 *	1,73 **	4,78	5,60

*** Significativo al 1%, ** significativo al 5% y * significativo al 10%.

Nota: Para mayor detalle de los test de raíz unitaria véase Apéndice D.

Luego de determinarse el orden de integración de las variables, y a fin de establecer el tipo de modelo a ser utilizado en la estimación de la relación del PIB per cápita con la inversión pública y privada, se procedió a verificar si existe o no cointegración entre las variables respectivas, propósito para el cual se emplearon las pruebas de Pedroni (2004) y Kao (1999) las cuales están basadas en residuos que suponen un único vector de cointegración. También se recurrió a la prueba tipo Fisher que es una metodología subyacente de Johansen (Maddala y Wu, 1999) que permite múltiples relaciones de cointegración.

En el caso de la prueba de Pedroni, se rechaza la hipótesis nula de no cointegración en dos de los v-stat (Cuadro 3).

Cuadro 3: PRUEBA DE COINTEGRACIÓN DEL PANEL - PEDRONI

Hipótesis nula: Sin cointegración				
	v-stat	p-stat	PP-stat	ADF-stat
Hipótesis alternativa: coeficientes AR comunes. (dentro de la dimensión)				
Panel v-Statistic	8,74 ***	1,99	0,64	4,56
Panel ADF-Statistic	11,22 ***	1,96	0,43	3,65
Hipótesis alternativa: coeficientes AR individuales. (entre dimensiones)				
Group rho-Statistic		2,99	0,79	3,49

*** Significativo al 1%, ** significativo al 5% y * significativo al 10%.

Según la prueba de Kao, se confirma la relación de cointegración, debido a que se rechaza la hipótesis nula de no cointegración a una significancia del 1% (Cuadro 4).

Cuadro 4: PRUEBA DE COINTEGRACIÓN DEL PANEL - KAO

Hipótesis nula: Sin cointegración	
	t-stat
ADF	-4,94 ***

*** Significativo al 1%, ** significativo al 5% y * significativo al 10%.

Por último, la prueba de cointegración de panel tipo Fisher de Maddala y Wu, muestra que por lo menos existe una relación de cointegración entre las variables estudiadas (Cuadro 5).

Cuadro 5: PRUEBA DE COINTEGRACIÓN DEL PANEL - TIPO FISHER DE MADDALA Y WU

Hipótesis nula: Número (r) de relaciones de cointegración		
	Trace - stat	Max. Eigen - stat
$r = 0$	95,75 ***	40,08 ***
$r \leq 1$	69,82	33,88 **
$r \leq 2$	47,86	27,58
$r \leq 3$	29,80	21,13
$r \leq 4$	15,49	14,26
$r \leq 5$	3,84	3,84

*** Significativo al 1%, ** significativo al 5% y * significativo al 10%.

Dados los resultados de los diferentes test de cointegración realizados para datos panel, la evidencia empírica muestra que existe relación de cointegración entre el PIB per cápita, la inversión privada y la inversión pública en infraestructura, productiva, social y multisectorial¹⁰. Este resultado es consistente a favor de la existencia de una función de producción agregada como una relación de equilibrio a largo plazo.

Debido a que el panel es cointegrado, utilizamos la metodología de panel VEC para estimar las elasticidades de largo y corto plazo. Los resultados obtenidos muestran que, en el largo plazo, la inversión privada, la inversión pública en infraestructura y productiva tienen una incidencia positiva y significativa sobre el producto; sin embargo, la inversión social y multisectorial no son significativas y en uno de ellos el signo encontrado es contrario al esperado¹¹ (Cuadro 6).

¹⁰ Para mayor detalle respecto a los test de cointegración para datos de panel véase el Apéndice E.

¹¹ Por su parte, el modelo panel VEC presentado, cumple satisfactoriamente con los test de los residuos (véase Apéndice F).

En el caso de la inversión en infraestructura, ante un incremento del 1%, se observa que el producto per cápita crece en 0,44%. Este resultado está en línea con la evidencia empírica encontrada para Bolivia, reforzando la idea de que las carreteras generan un crecimiento mayor en el largo plazo, debido a que las mismas aumentan la productividad del sector privado.

Por su parte, un incremento de la inversión productiva de 1% incrementa el producto per cápita en 0,86%, siendo la mayor elasticidad encontrada, dado que las inversiones en este sector están destinadas a los sectores de hidrocarburos, minería, energía, agropecuario, e industria y turismo. Este resultado muestra que el destino de mayores recursos públicos a los sectores mencionados genera un mayor crecimiento en el largo plazo, aunque se basen, en mayor proporción, en sectores tradicionales como el energético.

Por otro lado, el coeficiente estimado de la inversión social no tiene el signo esperado. Este resultado estaría asociado a que los recursos utilizados en este sector tienen un objetivo social y más relacionado al desarrollo económico, es decir, se puede incrementar sustancialmente la construcción de escuelas, hospitales y viviendas, pero esto no se reflejaría en un aumento de los ingresos de la economía sino más bien sus resultados derivan en menores índices de mortalidad, disminución de la desigualdad y disminución de la pobreza, entre otros indicadores sociales.

Respecto a la inversión multisectorial, la misma tendría un efecto menos significativo en el largo plazo ya que está direccionada principalmente al sector comercio, justicia y policía, entre otros, sectores que generan valor de manera indirecta en la economía.

Por último, el análisis muestra que no existe un efecto desplazamiento de la inversión pública respecto a la privada (*crowding out*) debido a que un aumento del 1% de la inversión en el sector privado, repercute en un incremento del producto del 0,35%, resultado que refleja la complementariedad con la inversión pública.

En el corto plazo, en general, los parámetros son negativos y no significativos. Este efecto se puede asociar al hecho de que los recursos de inversión, sean públicos o privados, afectan al producto luego de un proceso de maduración (varios años siguientes) es decir, su efecto no es inmediato y los cambios que pueden lograr en la matriz productiva del país se verán reflejados en el largo plazo.

Por otra parte, el coeficiente de ajuste del modelo panel VEC se situó en 0,0177, por lo que el desvío tendería nuevamente a su estado estacionario en un periodo de aproximadamente siete meses¹².

Cuadro 6: PANEL VEC – BOLIVIA
EFFECTOS A LARGO Y CORTO PLAZO EN EL PIB

Elasticidad de:	Inversión Privada	Inversión en Infraestructura	Inversión Productiva	Inversión Social	Inversión Multisectorial
Largo Plazo	0,35 *** [-3,23]	0,44 ** [-1,80]	0,86 *** [-6,45]	-2,27 [0,96]	0,30 [-1,28]
Corto Plazo	-0,07 [-0,55]	-0,11 [-0,49]	-0,02 [-0,19]	0,14 [-0,69]	-0,02 [-0,22]

*** Significativo al 1%, ** significativo al 5% y * significativo al 10%.

En corchetes se encuentran los estadísticos “t”

V.2. Efectos de la inversión sobre el PIB departamental (modelo regional)

Para estimar dicho efecto, se realizó un modelo VEC para los nueve departamentos de Bolivia (Cuadro 7). Los resultados indican que el efecto de la inversión privada sobre el PIB per cápita departamental es positivo en el largo plazo y significativo en el eje troncal del país. Por su parte, la inversión en infraestructura tiene un coeficiente cercano a la unidad y es significativo en todos los departamentos (a excepción de Beni) siendo, este tipo de inversión, uno de los factores principales para el crecimiento a largo plazo de las regiones. Por otro lado, la inversión productiva en seis de los nueve departamentos tiene un efecto positivo, aunque menor a los encontrados para la inversión en infraestructura. Por otro lado, la inversión social tiene un efecto diferenciado, en algunos departamentos es positivo (Chuquisaca, Oruro, Potosí y Beni) y en otros, negativo (La Paz, Cochabamba y Pando). Este resultado dependerá del destino de los recursos, si algunos de ellos van a la construcción de infraestructura residencial, o si se destinan a cerrar brechas relacionadas a la pobreza o desigualdad. Por último, la inversión multisectorial tiene similar comportamiento al observado para la inversión social. Estos resultados en general reflejan la importancia de la inversión pública y privada para el dinamismo de la actividad económica y la complementariedad que existe entre ambos tipos de inversión.

¹² El período se cálculo mediante la siguiente relación $X\% = (1 - |\alpha|^T)$.

**Cuadro 7: EFECTOS A LARGO PLAZO EN EL PIB DEPARTAMENTAL
(Elasticidades)**

Departamento	Inversión Privada	Inversión en Infraestructura	Inversión Productiva	Inversión Social	Inversión Multisectorial
Chuquisaca	0,05	0,81 ***	0,03	0,60 ***	0,01
La Paz	0,18 ***	0,20 ***	0,15 ***	-0,16 ***	-0,03 ***
Cochabamba	0,60 **	0,82 ***	0,14	-0,83 ***	0,79 ***
Oruro	0,07	0,86 ***	0,47 ***	0,28 *	-0,39 ***
Potosí	0,31 ***	0,96 ***	0,00	0,35 ***	0,19 ***
Tarija	0,48 ***	0,97 ***	0,11 ***	-0,10	0,25 ***
Santa Cruz	0,57 ***	0,54 ***	0,01 ***	-0,01	0,03 ***
Beni	0,03	-0,27	0,44 ***	1,16 ***	0,10
Pando	0,36 ***	0,33 ***	0,17 ***	-0,23 ***	0,21 ***

*** Significativo al 1%, ** significativo al 5% y * significativo al 10%.

Por su parte, también se calcularon los efectos individuales para el corto plazo mediante un modelo VEC individual (Cuadro 8) donde las primeras diferencias son las elasticidades de corto plazo. En este caso, la mayor parte de las variables son no significativas, tienen signos diferentes a los esperados y son menores a los observados en el largo plazo; empero, la inversión pública en infraestructura y la privada son las más representativas. Los resultados encontrados se explicarían por el ciclo de vida de los proyectos, ya que los mismos requieren de un proceso de maduración para que posteriormente tengan una incidencia en el producto.

**Cuadro 8: EFECTOS A CORTO PLAZO EN EL PIB DEPARTAMENTAL
(Elasticidades)**

Departamento	Inversión Privada	Inversión en Infraestructura	Inversión Productiva	Inversión Social	Inversión Multisectorial
Chuquisaca	0,01	0,13 *	-0,30 ***	-0,40 ***	0,05
La Paz	-0,12 ***	-0,10 ***	-0,01	-0,01	0,00
Cochabamba	-0,09 *	-0,15 ***	0,00	-0,05	0,00
Oruro	-0,11 ***	-0,05	-0,09 *	-0,13	-0,03 ***
Potosí	0,03	0,01	-0,08	-0,14	0,01
Tarija	-0,02 *	0,14	-0,02	-0,02 ***	-0,01 *
Santa Cruz	-0,42 ***	-0,68 ***	0,02	0,00	0,00
Beni	0,03	0,16 ***	-0,01	-0,03 *	0,01 *
Pando	0,02	0,05 ***	-0,01 *	0,05 ***	-0,04 **

*** Significativo al 1%, ** significativo al 5% y * significativo al 10%.

VI. Conclusiones y recomendaciones

La inversión pública en Bolivia, desde mediados de la década de los 2000, registró un crecimiento sostenido, destacando la inversión en infraestructura y sectores productivos. La inversión privada, por su parte, presentó una ejecución con tendencia creciente, aunque menor que la inversión pública.

A nivel departamental, la inversión pública muestra una tendencia creciente en todas las regiones, destacando la desconcentración hacia los departamentos que anteriormente tenían casi nula participación, como es el caso de Oruro, Potosí, Beni y Pando.

Los resultados econométricos obtenidos muestran que, en el largo plazo, la inversión pública en infraestructura y en el sector productivo tiene incidencia positiva y significativa sobre el PIB per cápita. Por su parte, la inversión privada también incide de forma positiva en el producto, reflejando la complementariedad con la inversión pública. En el corto plazo, los efectos de la inversión pública o privada muestran que no son significativos, resultado que refleja de alguna forma la relación temporal entre la ejecución financiera de la inversión y el proceso de maduración para el logro de resultados en el producto. A través del coeficiente de corrección de errores, se estableció que los desvíos de la misma respecto a su estado estacionario convergerían en cerca de un año.

A nivel departamental, los resultados muestran que, a largo plazo, la inversión pública en infraestructura tiene mayor significancia, los signos son positivos y sus coeficientes están cercanos a la unidad en todos los departamentos (a excepción de Beni). Por su parte, la inversión productiva también presenta una incidencia positiva. En el caso de la inversión social y multisectorial, se tienen resultados menos significativos y heterogéneos; en algunos casos su efecto es positivo y en otros negativos. En el corto plazo, los resultados son similares a los encontrados a nivel nacional, ya que la mayoría de los parámetros estimados son bajos y poco significativos, reforzando, de esta manera, el argumento de que los efectos de la inversión pública no repercuten de manera inmediata en la economía.

Se considera necesario señalar que los resultados obtenidos a nivel departamental deben tomarse en cuenta como iniciales, dado que, si bien los modelos estimados pasan las pruebas de validación de manera satisfactoria, se podría mejorar el tamaño de la muestra con información observada. Asimismo, se sugiere explorar los efectos derrames que puede generar la inversión pública realizada en una región sobre otra.

Referencias bibliográficas

- ANTELO, E. y F. VALVERDE (1994). “Determinantes de la inversión privada en Bolivia” Unidad de Análisis de Políticas Económicas y Sociales, *Revista de Análisis Económico*, 8
- ASCHAUER, D. (1989). “Is public expenditure productive?” *Journal of Monetary Economics*, 23 (2), pp. 177 - 200
- BALTAGI, B. (2008). *Econometric Analysis of Panel Data*, John Wiley & Sons Ltd, United Kingdom
- BALTAGI, B. and C. KAO “Nonstationary panels, cointegration in panels and dynamic panels: A survey” in BALTAGI, B. H., T.B. FOMBY, R. CARTER HILL (Eds.) (2001) *Nonstationary Panels, Panel Cointegration, and Dynamic Panels*, Advances in Econometrics, Volume 15, Emerald Group Publishing Limited, Bingley, England, pp. 7 - 51
- BARRO, R. (1991). “Economic Growth in a Cross Section of Countries” *The Quarterly Journal of Economics*, 106 (2), pp. 407 - 443
- BARRO, R. and X. SALA-I-MARTIN (1990). “Public finance in models of economic growth” National Bureau of Economic Research, Working paper N.º 3362, May
- BANERJEE, A. (1999). “Panel Data Unit Roots and Cointegration: An Overview”, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61 (S1), pp. 603 - 629
- BAUM, A and G. B. KOESTER (2011). “The impact of fiscal policy on economic activity over the business cycle – evidence from a threshold VAR analysis” Deutsche Bundesbank, Discussion Paper Series 1: Economic Studies N.º 3, March
- BRAVO, S. (2016). “¿Más gasto corriente o más inversión? ¿Cómo impactan en el crecimiento?” artículo disponible en <http://blogs.gestion.pe/inversioneinfraestructura/2016/07/mas-gasto-corriente-o-mas-inversion-como-impactan-en-el-crecimiento.html>
- BREITUNG, J. “The local power of some unit root tests for panel data” in B. H. BALTAGI (Ed.) (2001) *Nonstationary Panels, Panel Cointegration, and Dynamic Panels*, Advances in Econometrics, Volume 15, JAI Press, Amsterdam, pp. 161 – 178
- BREITUNG, J. and S. DAS (2005). “Panel unit root tests under cross-sectional dependence” *Statistica Neerlandica*, 59 (4), pp. 414 – 433

- BREITUNG, J. and M. H. PESARAN "Unit Roots and Cointegration in Panels" in MÁTYÁS, L., P. SEVESTRE (Eds.) (2008) *The Econometrics of Panel Data. Fundamentals and Recent Developments in Theory and Practice*, Advanced Studies in Theoretical and Applied Econometrics 46, Third edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany, pp.279 - 322
- CALDERON, C. and L. SERVÉN (2004). "The effects of infrastructure development on growth and income distribution" Central Bank of Chile, Working papers N.º 270, September
- CALDERON, C. and L. SERVÉN (2002). "The output cost of Latin America's infrastructure gap" Central Bank of Chile, Working papers N.º 186, October
- CAMPO J. y H. MENDOZA (2018). "Gasto público y crecimiento económico: Un análisis regional para Colombia, 1984-2012" Universidad de Antioquia, *Lecturas de economía*, 88, pp. 77 - 108
- CHOI, I. (2001). "Unit root tests for panel data" *Journal of International Money and Finance*, 20 (2), pp. 249 – 272
- CHOI, W. G. and M. B. DEVERAUX (2007). "Asymmetric Effects of Government Spending: Does the Level of Real Interest Rates Matter?" International Monetary Fund, *IMF Staff Papers*, 53, pp. 147 – 181
- CHOW, G. C. and A.-I. LIN (1971). "Best Linear Unbiased Interpolation, Distribution, and Extrapolation of Time Series by Related Series" *The Review of Economic and Statistics*, 53 (4), pp. 372 - 375
- DENTON, F. T. (1971). "Adjustment of Monthly or Quaterly Series to Annual Totals: An Approach Based on Quadratic Minimization" *Journal of the American Statistical Association*, 66 (333), pp. 99 - 102
- EASTERLY, W. and S. REBELO (1993). "Fiscal policy and economic growth: An empirical investigation" National Bureau of Economic Research, Working paper N.º 4499, October
- ESQUIVEL M. y K. LOAIZA (2016). "Inversión en infraestructura y crecimiento económico, relevancia de factores institucionales" Banco Central de Costa Rica, Documento de investigación N.º 003|2016, mayo

- FUJITA, M. and P. KRUGMAN, "The new economic geography. Past, present and future" in FLORAX, R. J. G. M. and D. A. PLANE (Eds.) (2004) *Fifty Years of Regional Science*, Springer Berlin Heidelberg, Germany, pp. 139 - 164
- FUJITA, M. and J. – F. THISSE (2002). "Agglomeration and market interaction" Center for Economic Policy Research (CEPR), Discussion paper N.º 3362, May
- HADRI, K. (2000). "Testing for stationarity in heterogeneous panel data" *The Econometrics Journal*, 3 (2), pp. 148 – 161
- HADRI, K. and Y. RAO (2008). "Panel Stationarity Test with Structural Breaks" *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 70 (2), pp. 245 - 269
- HARRIS, R. D. F. and E. TZAVALIS (1999). "Inference for unit roots in dynamic panels where the time dimension is fixed" *Journal of Econometrics*, 91 (2), pp. 201 – 226
- HERFINDAHL, O. C. (1950). *Concentration in the steel industry*, unpublished PhD dissertation, Columbia University, New York
- HERNÁNDEZ, J. L. (2010). "Inversión pública y crecimiento económico: Hacia una nueva perspectiva de la función del gobierno" Universidad Autónoma Metropolitana, *Economía: Teoría y práctica*, 33, pp. 59 - 95
- HIRSCHMAN, A. O. (1980). *National Power and the Structure of Foreign Trade*, expanded edition, University of California Press, United States of America
- IM, K. S., M. H. PESARAN, Y. SHIN (2003). "Testing for unit roots in heterogeneous panels" *Journal of Econometrics*, 115 (1), pp. 53 – 74
- KAO, C. (1999). "Spurious regression and residual-based tests for cointegration in panel data" *Journal of Econometrics*, 90 (1), pp. 1 - 44
- LEÓN, G. y H. L. BENAVIDES (2014). "Inversión pública en Colombia y sus efectos sobre el crecimiento y la convergencia departamental" *Revista Dimensión Empresarial*, 13 (1), pp. 57 - 72
- LEVIN, A., C.- F. LIN, C.- S. J. CHU (2002). "Unit root tests in panel data: Asymptotic and finite-sample properties" *Journal of Econometrics*, 108 (1), pp. 1 – 24
- LITTERMAN, R. B. (1983). "A Random Walk, Markov Model for the Distribution of Time Series" *Journal of Business & Economic Statistics*, 1 (2), pp. 169 – 173

- MADDALA, G. S. and S. WU (1999). "A Comparative Study of Unit Root Tests with Panel Data and a New Simple Test" *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61 (S1), pp. 631 - 652
- MÉNDEZ-MARCANO, R. and J. PINEDA (2014). "Fiscal Sustainability and Economic Growth in Bolivia" BBVA Research, Working papers N.º 14/06, February
- MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS PÚBLICAS DE BOLIVIA (2018). "12 años de estabilidad económica con el mayor crecimiento de la región" *Eco Noticias*, periódico mensual, año 3, número 3
- MOLINA, R. (2017). "Indicador de impulso fiscal para Bolivia" Banco Central de Bolivia, *Revista de Análisis*, 26, pp. 43 - 82
- MONTERO, C. (2012). "Inversión pública en Bolivia y su incidencia en el crecimiento económico: un análisis desde la perspectiva espacial" Banco Central de Bolivia, *Revista de Análisis*, 16, pp. 31 - 57
- PEDRONI, P. (2004). "Panel Cointegration: Asymptotic and Finite Sample Properties of Pooled Time Series Tests with an Application to the PPP Hypothesis" *Econometric Theory*, 20 (3), pp. 597 – 625
- PEDRONI, P. (1999). "Critical Values for Cointegration Tests in Heterogeneous Panels with Multiple Regressors" *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61 (S1), pp. 653 - 670
- POSADA, C. E. y W. GÓMEZ (2002). "Crecimiento económico y gasto público: Un modelo para el caso colombiano" Banco de la República Colombia, Borradores de Economía N.º 218, septiembre
- RAMEY, V. (2011). "Identifying Government Spending Shocks: It's all in the Timing" *The Quarterly Journal of Economics*, 126 (1), pp. 1 - 50
- RODRÍGUEZ-BENAVIDES, D. y M. A. MENDOZA-GONZÁLEZ (2015). "Reexaminando la hipótesis de convergencia a la economía líder regional en México: Un análisis de cointegración en panel" *Paradigma económico*, 1, pp. 5 - 48

APÉNDICES

APÉNDICE A: Cálculo del índice Herfindahl-Hirschman (IHH)

El nombre proviene de los economistas Orris C. Herfindahl (1950) y Otto-Albert Hirschmann (1980). El valor numérico de este índice considera el porcentaje de participación de cada agente económico dentro del mercado o la industria que se está analizando; en síntesis, este índice es un promedio ponderado del tamaño de los participantes en el mercado. En el caso específico de esta investigación, el IHH nos mostrará el grado de concentración que tiene la inversión pública departamental boliviana para el periodo 1990-2016.

$$HHI = \sum_{i=1}^n x_i^2 \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$$
$$x_i = \frac{Inv_i}{Inv_T} * 100$$

donde:

i = cada uno de los departamentos (La Paz, Oruro, Cochabamba, Chuquisaca, Pando, Beni, Tarija, Potosí, Santa Cruz).

x_i = porcentaje de la inversión pública de un departamento i respecto a la inversión pública total.

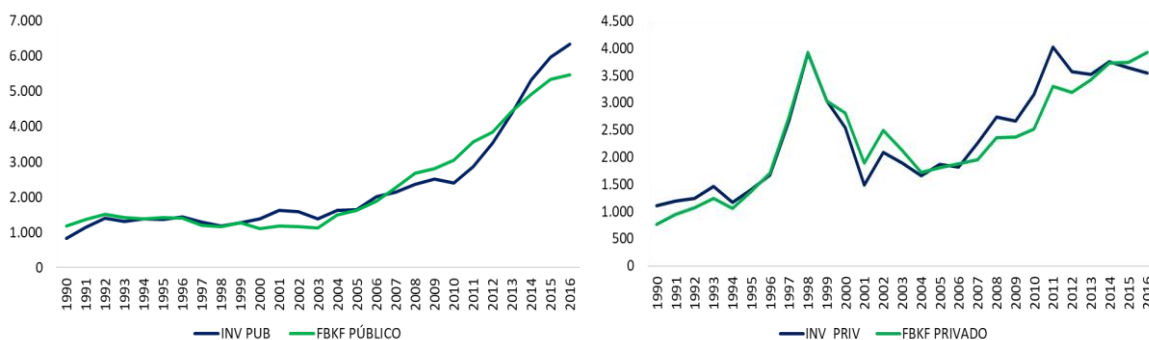
Resultados de los índices:

- Concentración Alta IHH>1800
- Concentración Moderada 1800<IHH>1000
- Concentración Baja IHH<1000

APÉNDICE B: Variable *proxy* de la inversión departamental

Debido a la falta de información de inversión privada por departamento, la misma es generada como la diferencia entre la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF) departamental y la inversión pública departamental. En este caso, asumimos que la inversión pública reportada por el VIPFE es una variable *proxy* de la FBKF pública reportada por el INE. Como se puede observar en el gráfico, el comportamiento de la FBKF pública es muy similar a la inversión pública. Asimismo, la serie generada mediante la inversión privada está muy cercana a la FBKF privada.

Cuadro B.1: INVERSIÓN PÚBLICA Y FBKF PÚBLICA Y PRIVADA, 1990-2016
(En millones de bolivianos)

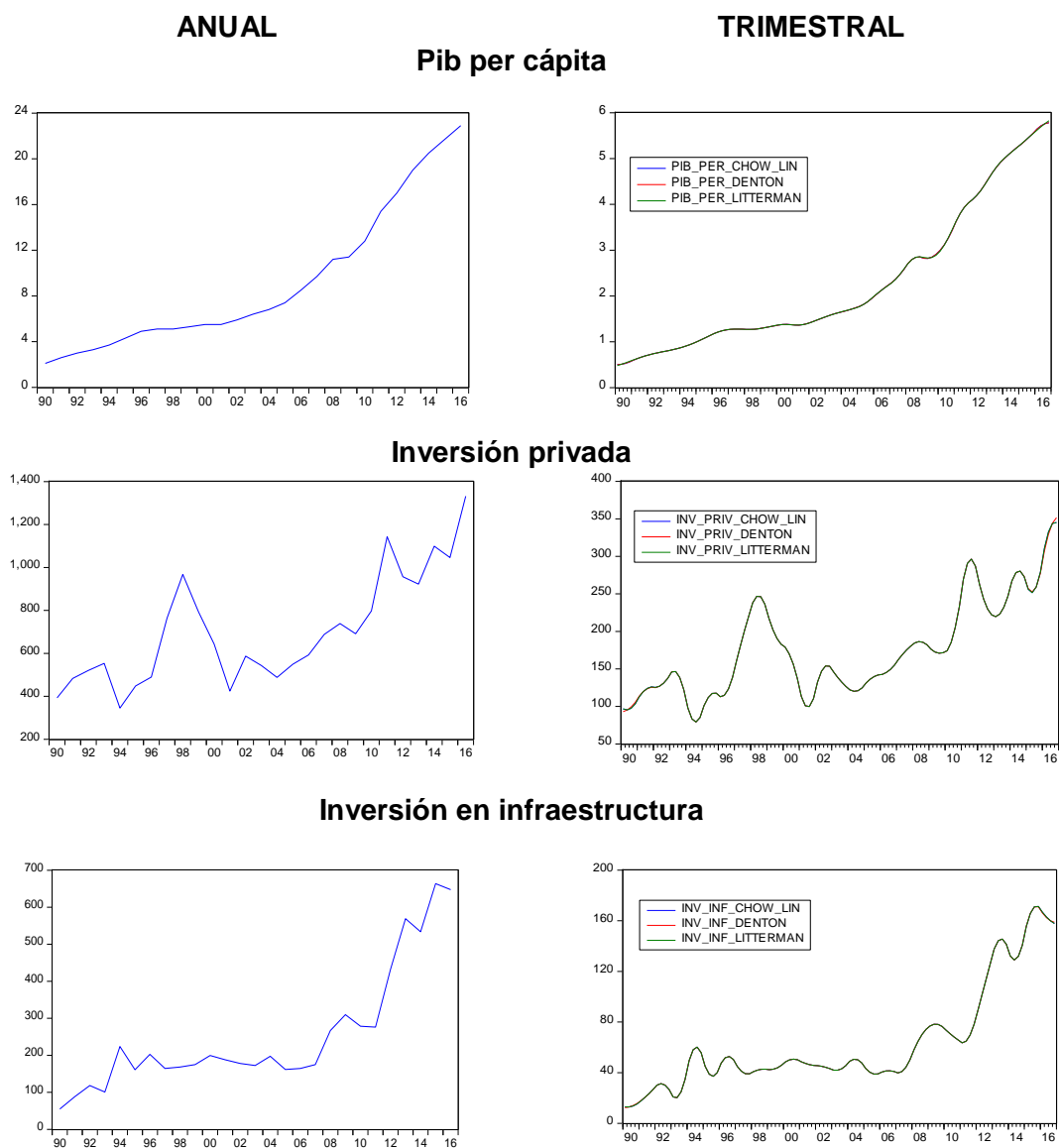


Fuente: Elaboración propia con datos del VIPFE e INE.

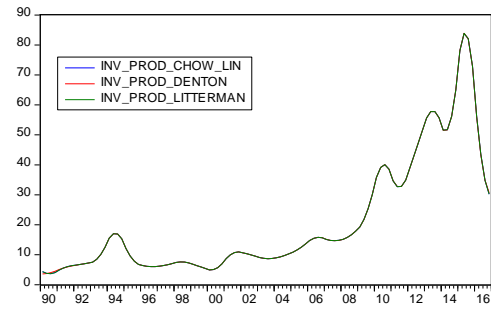
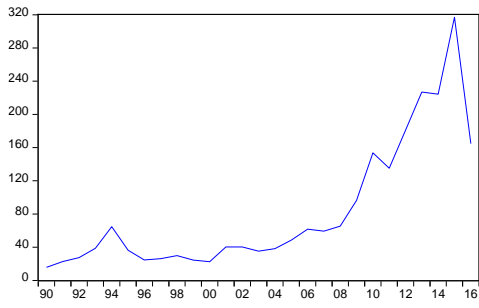
APÉNDICE C: Cambio de frecuencia

Debido a la falta de información departamental con frecuencia trimestral desde 1990 sobre la inversión pública, privada y PIB, se procedió al cambio de frecuencia de las mismas bajo el método de Litterman (1983), Denton (1971) y Chow y Lin (1971) en el programa EViews 10. En los siguientes gráficos se muestra que el cambio de frecuencia de anual a trimestral, mantiene el comportamiento de la variable y los resultados de los tres métodos dan resultados similares. Para el presente trabajo, se tomó la información generada por el método de desagregación temporal de Litterman.

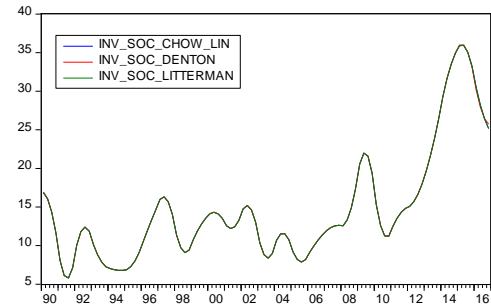
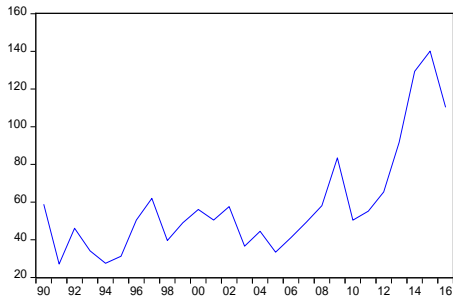
Cuadro C.1: VARIABLES RELEVANTES – DEPARTAMENTO DE LA PAZ, 1990-2016
(En millones de bolivianos)



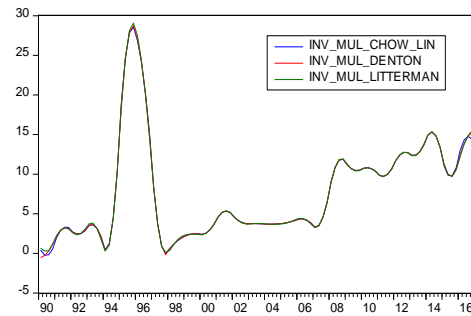
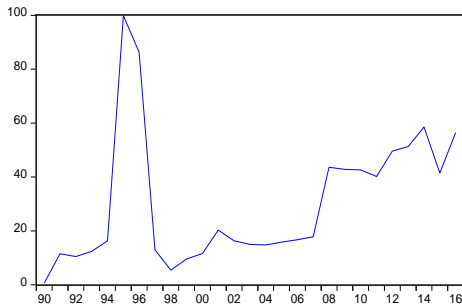
Inversión productiva



Inversión social



Inversión multisectorial



Fuente: Elaboración propia con datos del VIPFE.

Nota: Se muestra el ejercicio solo para el departamento de La Paz, sin embargo, los resultados son similares para los demás departamentos.

APÉNDICE D: Pruebas de raíz unitaria

Hipótesis nula: El proceso en su conjunto tiene raíz unitaria

	Levin, lin and Chu-T ^δ		Breitung-T statistic ^δ	
	Estadístico	Prob. ^Ω	Estadístico	Prob. ^Ω
lpib_per	-4,99 ***	0,00	-4,15 ***	0,00
linv_priv	-9,62 ***	0,00	-7,16 ***	0,00
linv_infr	-9,03 ***	0,00	-5,58 ***	0,00
linv_prod	-7,29 ***	0,00	-3,85 ***	0,00
linv_soc	-16,21 ***	0,00	-4,31 ***	0,00
linv_mul	-1,23	0,11	-3,94 ***	0,00

Ω Las probabilidades se calculan asumiendo una normalidad asintótica

δ Selección automática de retardos basados en el criterio de información de Schwarz: 0 a 5

*** Significativo al 1%, ** significativo al 5% y * significativo al 10%.

Las pruebas se realizaron con efectos individuales y tendencias lineales individuales

Hipótesis nula: El proceso individualmente tiene raíz unitaria

	Pesaran and Shin W Statistic ^δ		ADF-Fisher Chi Square ^δ		PP Fisher Chi square ^ξ	
	Estadístico	Prob. ^Ω	Estadístico	Prob. ^Ω	Estadístico	Prob. ^Ω
lpib_per	-7,28 ***	0,00	81,79 ***	0,00	85,50 ***	0,00
linv_priv	-11,80 ***	0,00	130,02 ***	0,00	144,17 ***	0,00
linv_infr	-10,43 ***	0,00	117,61 ***	0,00	499,18 ***	0,00
linv_prod	-9,42 ***	0,00	105,26 ***	0,00	298,92 ***	0,00
linv_soc	-16,88 ***	0,00	251,89 ***	0,00	348,04 ***	0,00
linv_mul	-9,85	0,00	113,17	0,00	1.067,84	0,00

Ω Las probabilidades para las pruebas de Fisher se calculan utilizando una distribución asintótica de Chi-cuadrado. Todas las demás pruebas asumen una normalidad asintótica

δ Selección automática de retardos basados en el criterio de información de Schwarz: 0 a 5

*** Significativo al 1%, ** significativo al 5% y * significativo al 10%.

Las pruebas se realizaron con efectos individuales y tendencias lineales individuales

APÉNDICE E: Pruebas de cointegración

Prueba de Pedroni de cointegración de panel ^ε

Hipótesis nula: Sin cointegración

Hipótesis alternativa: Coeficientes AR comunes. (Dentro de la dimensión)

			Ponderado ^τ	
	Statistic	Prob.	Statistic	Prob.
Panel v-Statistic	8,74 ***	0,00	11,22 ***	0,00
Panel rho-Statistic	1,99	0,98	1,96	0,98
Panel PP-Statistic ^θ	0,64	0,74	0,43	0,67
Panel ADF-Statistic ^η	4,56	1,00	3,65	1,00

Hipótesis alternativa: Coeficientes AR individuales. (Entre dimensiones)

	Statistic	Prob.
Group rho-Statistic	2,99	1,00
Group PP-Statistic	0,79	0,78
Group ADF-Statistic	3,49	1,00

ε Todas las estadísticas de panel y grupo se han estandarizado por los medios y las variaciones proporcionadas en Pedroni (1999), de modo que todos los valores informados se distribuyen como bajo la hipótesis nula de no cointegración.

τ Las estadísticas ponderadas de estadísticas de panel se ponderan mediante varianzas de largo plazo (Pedroni, 1999, 2004)

θ Para las pruebas de PP semiparamétricas, se ha utilizado la regla de Newey-West (1994) para truncar la longitud de retardo para el ancho de banda del kernel

η Para las pruebas paramétricas del ADF se ha utilizado un procedimiento de reducción empezando por $K = 2$

Los residuos han sido estimados usando el estimador de mínimos cuadrados.

*** Significativo al 1%, ** significativo al 5% y * significativo al 10%.

Los residuos han sido estimados usando el estimador de mínimos cuadrados.

Las pruebas se realizaron con efectos individuales y tendencias lineales individuales

Prueba de Kao de cointegración de panel^ε

Hipótesis nula: Sin cointegración

	Statistic	Prob. ^Ω
ADF	-4,94 ***	0,00

Ω Las probabilidades se calculan asumiendo una normalidad asintótica

*** Significativo al 1%, ** significativo al 5% y * significativo al 10%.

Los residuos han sido estimados usando el estimador de mínimos cuadrados.

Selección automática de retardos basados en el criterio de información de Schwarz: 0 a 6

Selección de ancho de banda Newey-West usando Bartlett kernel

La prueba se realizó con efectos individuales

Pruebas de cointegración de panel tipo Maddala y Wu Fisher

Hipótesis nula: número (r) de relaciones de cointegración

	Fisher Stat. ^Ω			
	Trace-stat	Prob.	Max. Eigen-stat	Prob.
$r = 0$	95,75 ***	0,00	40,08 ***	0,00
$r \leq 1$	69,82	0,15	33,88 **	0,01
$r \leq 2$	47,86	0,92	27,58	0,60
$r \leq 3$	29,80	1,00	21,13	0,99
$r \leq 4$	15,49	0,97	14,26	0,95
$r \leq 5$	3,84	0,92	3,84	0,92

Ω Las probabilidades para las pruebas de Fisher se calculan utilizando una distribución asintótica de Chi-cuadrado.

*** Significativo al 1%, ** significativo al 5% y * significativo al 10%.

Intervalo de retardos (en primeras diferencias): 1 a 1.

Supuesto de tendencia: tendencia determinista lineal

APÉNDICE F. Pruebas de evaluación de los residuos

Con el test de Portmanteau y la prueba LM se evidenció que el modelo no presenta correlación serial de residuos.

Rezagos	Valor de estadístico	Probabilidad
Portmanteau: Q estadístico		
6	131,64	0,10
7	165,60	0,04
8	191,66	0,06
9	211,82	0,07
10	231,95	0,14
11	259,81	0,26
12	288,59	0,38
LM Correlación serial		
1	1,66	0,08
2	2,00	0,06
3	1,22	0,18
4	1,17	0,23
5	1,25	0,15
6	1,02	0,44
7	1,26	0,14
8	0,99	0,49
9	0,81	0,77
10	0,84	0,74
11	1,17	0,24
12	1,13	0,28

El modelo panel VEC no tiene heteroscedasticidad en los residuos.

Heteroscedasticidad residual: Chi cuadrado		
	Estadístico	Probabilidad
Niveles y cuadrados	1.433,77	0,18