

# Análisis de la ejecución presupuestal en Colombia

durante el periodo 1954-2013\*

Analysis of the budget execution in Colombia  
during the period 1954-2013

Diego Lemus\*\*  
Alexandra Torres\*\*\*  
Sebastián Cubillos\*\*\*\*  
Fabián Camelo\*\*\*\*\*

Recibido: 8 de febrero de 2017

Revisado: 6 de abril de 2017

Aprobado: 10 de mayo de 2017

## Resumen

El presente documento se constituye en un ejercicio de investigación cuyo objetivo es reconocer el comportamiento de la inversión pública en Colombia entre 1954 y 2013, así como su relación con los lineamientos de política económica contenidos en los planes de desarrollo suscritos por los diferentes gobiernos. Para tal fin, se recurrió a la utilización

\* Artículo de investigación. DOI: <http://dx.doi.org/10.15332/s0124-3551.2017.0030.01>

\*\* Diego Fernando Lemus Polanía. Director de la Maestría en Estadística Aplicada, Facultad de Estadística, Universidad Santo Tomás – Sede Bogotá. Dirección electrónica: [dflemusp@gmail.com](mailto:dflemusp@gmail.com)

\*\*\* Alexandra Torres Romero. Economista y especialista en Estadística Aplicada. Banco Agrario de Colombia. Dirección electrónica: [alexatoro02@hotmail.com](mailto:alexatoro02@hotmail.com)

\*\*\*\* José Sebastián Cubillos Fonseca. Economista y especialista en Estadística Aplicada. Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Dirección electrónica: [sebas.cufon@gmail.com](mailto:sebas.cufon@gmail.com)

\*\*\*\*\* Fabián Eduardo Camelo Sánchez. Administrador público y especialista en Estadística Aplicada. Alcaldía Mayor de Bogotá – Secretaría Distrital de Ambiente. Dirección electrónica: [fabian.camelo0305@gmail.com](mailto:fabian.camelo0305@gmail.com)

de un método cuantitativo en particular: la metodología de identificación de modelos para series temporales de Box-Jenkins, la cual permite identificar los cambios suscitados en los gastos de inversión en los últimos 50 años y posibilita además un pronóstico para el cuatrienio siguiente. Finalmente, se concluye que la inversión pública se encuentra altamente influenciada por los planes de desarrollo de cada gobierno. También se identifica una tendencia creciente con periodos de estancamiento o decrecimiento debido a coyunturas económicas.

**Palabras clave:** Inversión pública, series de tiempo, Gobierno central, política pública, Plan Nacional de Desarrollo.

**Clasificación JEL:** E62, C22, C51.

## Abstract

This document is a research exercise whose objective is to recognize the behavior of public investment in Colombia between 1954 and 2013, as well as its relationship with the economic policy guidelines included in the development plans endorsed by the different governments. For this purpose, a quantitative method in particular was used: the Box-Jenkins identification methodology for time-series model, which allows to identify the changes in investment expenses in the last 50 years and also makes possible a forecast for the next four years. Finally, it is concluded that public investment is highly influenced by the development plans of each government. An increasing trend with periods of stagnation or decrease due to economic conjunctures is also identified.

**Keywords:** Public investment, time series, central government, public politics.

**Classification JEL:** E62, C22, C51.

## Introducción

Si bien es cierto que los análisis enfocados en el estudio del presupuesto público no son una novedad en el campo disciplinario de la administración pública y las ciencias económicas, es notable que no son muy abundantes (ver Iregui, Melo y Ramos, 2006). Por esta razón, formular un problema de investigación orientado al análisis de los gastos de inversión pública como componente del presupuesto general de la nación (PGN) y el grado de asociación con los lineamientos de los distintos planes de desarrollo es un objeto de investigación relevante en términos académicos y sociales. De acuerdo con lo anterior, un rubro como el de gastos de inversión pública reviste especial importancia dado que, mediante instrumentos de planificación tales como los planes de desarrollo, el PGN, el Plan Operativo Anual de Inversión (POAI), entre otros, el Estado interviene los diferentes sectores económicos y sociales. En consecuencia, cabe relacionar la variable gastos de inversión pública con los lineamientos de política económica presentados en los planes nacionales de desarrollo de los últimos 50 años, con el fin de identificar los periodos de gobierno y las razones por las que se incentivó o desincentivó la inversión pública en Colombia, y establecer un antecedente que deje abierto el debate sobre las orientaciones presupuestales relacionadas con el Plan Nacional de Desarrollo (PND) del primer periodo del actual presidente.

Desde esta perspectiva, la presente investigación tiene por objetivo identificar el comportamiento de los gastos de inversión pública en Colombia entre 1954 y 2013 y su relación con los planes de nacionales de desarrollo. Para ello, se emplea un modelo de series de tiempo adecuado, ejercicio relevante, ya que puede interesar a un sector de la comunidad académica enfocado en la aplicación de métodos cuantitativos en campos disciplinarios tales como la administración pública o los estudios de economía pública, para la ciudadanía en general y todos aquellos interesados en conocer las orientaciones gubernamentales para ejecutar los gastos de inversión en consonancia con los PND en los últimos 50 años. Así mismo, este documento es un antecedente importante respecto a las orientaciones presupuestales del componente de inversión pública, traducidas en políticas concretas y trazadas en los distintos PND, teniendo en cuenta la identificación de los periodos de gobierno en los que el rubro gastos de inversión pública en Colombia tuvo cambios relevantes en los últimos 50 años.

Este documento fue construido con el fin de mantener la siguiente estructura. En la sección inicial se da una conceptualización del gasto de inversión pública como componente de inversión del PGN, su marco teórico y su marco conceptual. En la segunda sección se describe la serie objeto de estudio y se realiza un análisis descriptivo de algunos momentos temporales de interés en el proceso; además, se presenta una breve introducción del modelo considerado y de su proceso de identificación. En el tercer acápite se presentan los resultados encontrados en el trabajo. Finalmente, se exponen las conclusiones del estudio.

## I. Antecedentes del problema

Los estudios y análisis del presupuesto público comportan múltiples aristas, sin embargo, en lo que a inversión pública compete, cabe resaltar una publicación del Banco de la República titulada “¿Hacia dónde se dirigen los recursos de inversión del presupuesto general de la nación?” (Iregui, Melo y Ramos, 2006). En el documento en mención, se describen las características del componente de inversión del PGN, se analizan su distribución y marco normativo y se relaciona el concepto de inversión de las cuentas nacionales con la respectiva discriminación del presupuesto asociado con la inversión en cada uno de los programas, subprogramas y fuente de recursos según entidad, lo que representa un insumo importante para el estudio del componente de inversión pública y entendimiento de los criterios mediante los que este se distribuye o se asigna.

El Departamento Nacional de Planeación (DNP), por medio de la Dirección de Estudios Económicos, ha efectuado numerosos estudios sobre el PGN, entre los cuales resalta el trabajo de Ayala (2001), en el que se presentan aspectos importantes sobre el proceso presupuestal y se reconoce la composición de la inversión pública. También expone una serie de indicadores que permiten relacionar la coyuntura económica del país con las decisiones de política tomadas en los años noventa.

Los cambios que sufre el mecanismo de inversión del PGN obedecen a decisiones de política directamente relacionadas con las directrices de los diferentes PND y con las coyunturas económicas, sociales y políticas. Pero, a pesar de la relación formal y funcional definida, los cambios enunciados son resultado de la confluencia de factores legales y procedimentales establecidos por organismos como el Departamento Nacional de Planeación (DNP y ESAP, 2007). En la figura 1 se presenta un esquema que hace manifiesta tal relación:

Figura 1. Relación Plan de Desarrollo – PGN



Fuente: Elaboración propia.

Además de los procedimientos interinstitucionales y respectivos del PND, la Constitución Política de Colombia define:

El Gobierno formulará anualmente el presupuesto de rentas y Ley de Apropriaciones, que será presentado al Congreso dentro de los primeros diez días de cada legislatura. El presupuesto de rentas y Ley de Apropriaciones deberá elaborarse, presentarse y aprobarse dentro de un marco de sostenibilidad fiscal y corresponder al Plan Nacional de Desarrollo. En la Ley de Apropriaciones no podrá incluirse partida alguna que no corresponda a un crédito judicialmente reconocido, o a un gasto decretado conforme a la ley anterior, o a uno propuesto por el Gobierno para atender debidamente el funcionamiento de las ramas del Poder Público, o al servicio de la deuda, o destinado a dar cumplimiento al Plan Nacional de Desarrollo. (Const., 2015, art. 346).

Los gastos de inversión pública son uno de los componentes del PGN, que a su vez debe obedecer a las disposiciones contenidas en el respectivo Plan de Desarrollo para el periodo de gobierno determinado, lo cual evidencia la relación existente entre los gastos de inversión pública y el PND. El presente documento está enfocado en la implementación de metodologías estadísticas en campos disciplinarios como la administración pública y la economía pública, y presenta, a todos aquellos interesados en conocer las orientaciones gubernamentales para ejecutar los gastos de inversión en consonancia con los PND en los últimos 50 años, un antecedente relevante respecto a las orientaciones presupuestales del componente de inversión pública, las cuales se ven traducidas en políticas concretas y trazadas en los distintos PND según la identificación de los periodos de gobierno en los que el rubro gastos de inversión pública en Colombia tuvo cambios importantes en la ventana temporal definida en el estudio.

El marco de referencia del problema planteado implicó identificar, desde la teoría económica, el concepto de gastos de inversión; así mismo, se llevó a cabo un esbozo conceptual de la inversión pública o gastos de inversión, identificando sus principales características. En consecuencia, se tomaron como referencia múltiples definiciones cuyos estudios abordan temas propios de la economía y la administración pública.

## **1.1 Marco teórico**

Es importante situar desde la teoría económica los planteamientos sobre gastos de inversión pública. Para tal fin, es pertinente retomar los postulados keynesianos, que reconocen que, ante la incapacidad de autorregulación de la economía, se hace necesaria la intervención del Estado para lograr un nivel de equilibrio. Desde esta perspectiva, Keynes sostiene que los mercados son incapaces de regular el comportamiento de la economía y que el Estado es el que debe intervenir para contrarrestar esas fallas naturales (ver Keynes, 1986), siendo el Estado un agente económico que habrá de intervenir mediante políticas públicas que incentiven la actividad económica de un país.

La argumentación keynesiana se sustenta por medio del planteamiento de modelos que describen diferentes escenarios en donde componentes como la inversión, los intereses, el ahorro, el consumo y otros elementos de producción terminan afectando de manera directa los niveles de empleo, reflejando de esta manera una deficiencia en la economía, para lo cual el Estado debe desarrollar e implementar los mecanismos que garanticen el equilibrio. Es precisamente este el escenario, en el que el Estado es un agente activo de la economía, en donde se identifica la necesidad de la planificación de políticas públicas de gasto ajustadas a la realidad y a las necesidades sociales, políticas y económicas de un país, apoyando sus decisiones con los datos económicos observados y recolectados en determinado periodo.

## **1.2 Marco conceptual**

Respecto a la inversión pública y sus ámbitos de aplicación, existen múltiples conceptos que revisten cierta homogeneidad, no obstante, cabe destacar que el mecanismo de inversión en el cual el Gobierno central ejecuta el PGN está conformado por un variado conjunto de proyectos que incluyen, entre otros, aquellos asociados a infraestructura, subsidios, consolidación institucional y defensa (Iregui, Melo y Ramos, 2006, p. 50). Por lo tanto, el componente definido como inversión pública es transversal a la implementación de múltiples programas, proyectos y políticas, razón que evidencia la gran relevancia que denota el presupuesto de inversión.

De acuerdo con lo anterior, y con el fin de comprender la composición de la inversión pública en Colombia, se debe resaltar que los gastos de inversión pueden ser encasillados como programas, subprogramas y proyectos. Según Mendoza (2007), los programas están conformados por aquellos recursos destinados a actividades similares en un sector de acción financiero, administrativo, social o económico, que tienen como propósito la implementación y consolidación de los objetivos trazados desde el Gobierno central por medio de la asignación y la sinergia del capital físico (humano o material) y los recursos financieros. Los subprogramas delimitan una agrupación de planes de inversión que buscan proporcionar la correcta implementación de un conjunto de actividades concretas de órganos estatales para dar cumplimiento a las metas establecidas en un campo puntual. Es una división de los programas.

Según Escobar, Gutiérrez y Gutiérrez (2007), los gastos de inversión pueden ser clasificados en intermedios y finales, según el tipo de adquisición de bienes durables. Mediante esta clasificación, se pueden relacionar los gastos de trabajo que son de contrapartida directa y personal. Según los autores, los gastos de funcionamiento y de inversión buscan elevar el patrimonio fiscal mediante la retribución de bienes de servicios y consumo, en el primer caso, y la retribución de bienes de capital, en el segundo.

Teniendo en cuenta la anterior conceptualización, es evidente la importancia que reviste el presupuesto de inversión pública, que no es novedad en términos teóricos para la administración pública ni para el mismo Gobierno nacional, que por medio del DNP y la promulgación del Estatuto Orgánico del Presupuesto (Ley 38 de 1989) establece y crea el Banco de Proyectos de Inversión Nacional (BPIN) como estrategia para sistematizar y distribuir adecuadamente el gasto público y para robustecer todo el proceso de toma de decisiones de inversión estatal (DNP, 2015).

## 2. Datos y métodos

### 2.1 Datos objeto de análisis

La serie objeto de estudio relaciona la variable gastos de inversión en millones de pesos para el periodo comprendido entre los años 1954 y 2013. Esta variable contempla información del sector definido como Gobierno nacional central o Administración central, que incluye la Presidencia, las altas cortes y los ministerios, el Congreso, los departamentos administrativos, entes de control y establecimientos públicos nacionales (Cárdenas, 2009, p. 208). Adicionalmente, las bases de datos utilizadas fueron consolidadas por el Banco de la República y el DNP<sup>1</sup> teniendo en cuenta que la mejor información histórica corresponde al Gobierno nacional central (Cárdenas, 2009, p. 211), la información que se construye a partir de los reportes que hacen los distintos entes y organismos públicos por medio de registros históricos y aplicativos como el Sistema Integrado de Información Financiera (SIIF)<sup>2</sup>, evidenciando los gastos de cada entidad pública y consolidándose por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Finalmente, y con el ánimo de darle un tratamiento correcto a las series de tiempo económicas, se debió aislar el efecto de los precios, razón por la que se deflactó la serie con el índice de precios al consumidor (IPC), tomando como base el año 2008, lo que permitió dejar en términos constantes o en valores reales el rubro gastos de inversión pública, teniendo en cuenta que existían datos expresados en pesos corrientes desde 1954.

---

1 Los datos de las series fueron extraídos de las páginas web del Banco de la República (<http://www.banrep.gov.co/>) y el Departamento Nacional de Planeación - DNP (<http://www.dnp.gov.co/>), teniendo en cuenta que es información de dominio público.

2 Decreto 2789 de 2004. Artículo 2.º. El Sistema Integrado de Información Financiera SIIF Nación es una herramienta modular automatizada que integra y estandariza el registro de la gestión financiera pública con el fin de propiciar una mayor eficiencia en el uso de los recursos de la Nación y de sus entidades descentralizadas, y de brindar información oportuna y confiable.

## 2.2 Análisis exploratorio de la variable gastos de inversión pública

En la figura 2 se exhibe la serie temporal de la variable gastos de inversión pública, en la que se observa que el proceso bajo estudio presenta una posible tendencia determinística lineal. Al observar este gráfico, se puede identificar que al aumentar los gastos de inversión aumenta también su variabilidad. El logaritmo natural resultó ser la transformación más conveniente para normalizar la varianza incondicional del proceso.

Figura 2. Comportamiento de la variable gastos de inversión



Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, la figura 3 presenta los puntos de quiebre de la variable utilizando el comando *breakpoints* de la librería *Strucchange* del *software* estadístico R, lo que permite establecer una clara relación con los lineamientos de política orientados a la inversión pública contenidos en los diferentes planes nacionales de desarrollo.

Figura 3. Posibles puntos de quiebre



Fuente: Elaboración propia.

Si bien en el año 1968 no se formulaban planes nacionales de desarrollo como se conocen hoy en día, sí se planteó el Plan Decenal de 1961, que tenía fines parecidos; la variación identificada en 1968 fue durante la presidencia de Carlos Lleras Restrepo. En su periodo presidencial, se observó un aumento de los gastos de inversión para el Gobierno central debido a que un gran número de entidades públicas colombianas fueron creadas o reestructuradas, lo que conllevó un aumento de la participación del Estado en el PIB (Universidad Nacional de Colombia, 2013).

En 1984, año que forma parte del Gobierno de Belisario Betancur (1982-1986), se llevó a cabo el Plan de Desarrollo “Cambio con Equidad”, en el cual se evidenció un aumento de los gastos de inversión pública, teniendo en cuenta que se trazó el Plan Nacional de Rehabilitación (PNR) y se mantuvo el Programa de Desarrollo Rural Integrado implementado por el presidente López dos periodos antes. Mediante esta estrategia, el Gobierno buscaba garantizar la inclusión de la población desplazada por criterios de orden público y violencia como parte fundamental del desarrollo. Después de la crisis de 1982, el Gobierno central se esforzó por estabilizar y restituir la confianza en el sector financiero; para tal fin, fue indispensable una notable inyección de recursos con el objetivo de reestablecer la estabilidad del sector. Durante este gobierno fue creado el Fondo de Garantías de Instituciones Financieras (FOGAFÍN), entidad que tuvo la obligación de dirigir y/o liquidar aquellas sociedades financieras con problemas de liquidez (Universidad Nacional de Colombia, 2013).

Durante el Gobierno de Ernesto Samper Pizano, se observó un gran déficit fiscal entre 1995 y 1996, situación que obligó a realizar grandes recortes en la inversión pública. En el Plan de Desarrollo denominado “El Salto Social”, se diseñó e implementó una reforma tributaria que permitió financiar un conjunto de programas de carácter social, entre los cuales se destacan el Régimen Subsidiado de Salud, los subsidios de crédito para pequeños productores, los Hogares Comunitarios, la masificación del gas natural, entre otros (Universidad Nacional de Colombia, 2013). Tales factores marcaron una tendencia de austeridad en los gastos de inversión pública nacional para los años subsiguientes.

En el PND del Gobierno de Álvaro Uribe Vélez, se presentó un aumento de los gastos de inversión pública, fundamentalmente por el componente seguridad democrática, el cual implicaba en gran medida el fortalecimiento de la justicia y las Fuerzas Armadas; adicional a esto, se buscaba apoyar el desarrollo económico y social de las áreas nacionales azotadas por el conflicto armado, garantizar el Derecho Internacional Humanitario (DIH) y el amparo de los derechos humanos. En este PND se mantuvo la norma de eficiencia en el gasto social, y a partir de esta se incrementó la inversión en algunos sectores claves (Universidad Nacional de Colombia, 2013). Se presenta a continuación una descripción del modelo en series de tiempo considerado en el presente estudio.

### 2.3 Modelo ARIMA(p, d, q)

Según Brockwell y Davis (2002), la ecuación (1) define el proceso autorregresivo y de media móvil integrado, usualmente conocido como Modelo ARIMA(p, d, q).

$$\phi(B) (1-B)^d Y_t^\lambda = \theta_0 + \theta(B) a_t \quad \text{Ecuación (1)}$$

En la ecuación (1),  $\phi(B)$  y  $\theta(B)$  son el polinomio autorregresivo (estacionario) y el de media móvil (invertible), de órdenes p y q respectivamente. Las raíces de las ecuaciones  $\phi(B) = 0$  y  $\theta(B) = 0$  están por fuera del círculo unitario y no tienen raíces comunes entre sí.  $(1-B)^d$  es el operador de diferenciación entera y B es el operador de rezagos del proceso. Por su parte, d es el parámetro de diferenciación del proceso y toma valores en los enteros no negativos. Cuando d=0, la ecuación (1) representa un Modelo ARIMA (p, q) invertible y estacionario. Las condiciones de estacionariedad e invertibilidad se aplican independientemente, y en general los operadores  $\phi(B)$  y  $\theta(B)$  no serán del mismo orden (Box, Jenkins y Reinsel, 2008).  $\lambda$  denota el parámetro de transformación de potencia,  $\theta_0$  representa la parte determinística del proceso y  $a_t$  es un proceso estocástico de media cero y varianza constante  $\sigma_a^2$  usualmente conocido como ruido blanco.

### 2.4 Algoritmo de Box-Jenkins para determinar procesos ARIMA(p, d, q)

El algoritmo diseñado por Box y Jenkins, y que es explicado por Guerrero (2003), tiene el objetivo de establecer el número de raíces unitarias y el orden de los polinomios del proceso ARIMA(p, d, q) en series de tiempo univariadas. El algoritmo está especificado en cuatro etapas:

1. Selección de un Modelo ARIMA potencial. En esta etapa se determinan los órdenes de los polinomios autorregresivos (AR) y medias móviles (MA), así como el número de veces que deberá aplicarse el operador diferencia (pruebas de raíz unitaria) para cancelar la no-estacionariedad homogénea.
2. Estimación de los parámetros del modelo identificado en la etapa anterior.
3. Validación de los supuestos y de la bondad de ajuste del modelo.
4. Utilización del modelo final para realizar pronósticos, control o simulación del proceso.

Se presentan a continuación algunas de las más reconocidas en la literatura.

### 2.5 Pruebas de no estacionariedad homogénea

Las pruebas de raíz unitaria permiten evaluar el grado de no estacionariedad homogénea de una serie de tiempo. En el presente trabajo, se consideran las propuestas de Dickey-Fuller (DF), Dickey-Fuller Aumentada (DFA), Phillips-Perron (PP) y Zivot-Andrews (ZA).

### 2.5.1 Prueba de Dickey Fuller (DF)

La prueba DF evalúa la estacionariedad de una serie de tiempo  $Y_t$  con base en el estadístico  $\tau$  (Tau) construido a partir de la hipótesis nula de no estacionariedad homogénea; por su parte, la de la hipótesis alterna considera la estacionariedad de la serie (Gujarati y Porter, 2010). Esta prueba toma en cuenta tres modelos en los cuales la serie de tiempo podría comportarse como una caminata aleatoria –ecuación (2)–, una caminata aleatoria con deriva –ecuación (3)– o como una caminata aleatoria con deriva alrededor de una tendencia determinista estocástica –ecuación (4)–.

$$(1-B)Y_t = \delta Y_{t-1} + a_t \quad \text{Ecuación (2)}$$

$$(1-B)Y_t = \beta_0 + \delta Y_{t-1} + a_t \quad \text{Ecuación (3)}$$

$$(1-B)Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \delta Y_{t-1} + a_t \quad \text{Ecuación (4)}$$

En cada una de las ecuaciones, el estadístico de prueba está dado por  $\tau = \delta / ee(\delta)$ . La distribución del estadístico de prueba bajo la hipótesis nula no es la conocida t-student, usual para estas estructuras; esta corresponde a un conglomerado de distribuciones no estándar. La hipótesis nula se rechazará si el valor observado de  $\tau$  es menor al percentil  $\alpha$ - inferior de esta distribución (Wei, 2006).

### 2.5.2 Prueba de Dickey Fuller Aumentada (DFA)

En Gujarati y Porter (2010) se afirma que la prueba DFA considera la correlación en el término de error  $a_t$  de la prueba DF, lo cual implica aumentar la sumatoria de valores rezagados del proceso  $Y_t$  en las ecuaciones de la prueba DF estándar.

$$(1-B)Y_t = \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m a_i \Delta Y_{t-i} + a_t \quad \text{Ecuación (5)}$$

$$(1-B)Y_t = \beta_0 + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m a_i \Delta Y_{t-i} + a_t \quad \text{Ecuación (6)}$$

$$(1-B)Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m a_i \Delta Y_{t-i} + a_t \quad \text{Ecuación (7)}$$

donde  $\Delta Y_{t-1} = Y_{t-1} - Y_{t-2}$ ,  $\Delta Y_{t-2} = Y_{t-2} - Y_{t-3}$ ,... corresponde al número de rezagos por tomar hasta que  $a_t$  no esté correlacionado y se pueda realizar la estimación de  $\delta$  sin sesgo. Los estadísticos y criterios de rechazo en la prueba DFA son los mismos que se aplican en la prueba DF.

### 2.5.3 Prueba de Phillips-Perron (PP)

La prueba PP es una variante de la prueba DF. En esta se permite que los  $a_t$  no sean exactamente ruido blanco. Para el desarrollo de la prueba es necesaria una estimación del espectro de  $a_t$  (estimación de las autocorrelaciones del error). La prueba PP utiliza la DF, donde  $a_t$  puede estar autocorrelacionada. En la prueba de Phillips-Perron, el estadístico no es un error estándar, como se refleja en la DFA, es decir, el error estándar es ajustado por el efecto de la autocorrelación (Maddala y Kim, 1998). Finalmente, la prueba PP está bajo las mismas hipótesis de la prueba DF, así como su estimador y los criterios de rechazo.

- $H_0: \delta=0$ . La serie de tiempo posee una raíz unitaria.
- $H_a: \delta<0$ . La serie de tiempo no posee raíz unitaria y el proceso es estacionario.

### 2.5.4 Prueba de Raíz Unitaria de Zivot-Andrews (ZA)

La prueba de Zivot y Andrews es formulada contemplando la poca confianza de las pruebas DF, DFA y PP porque no detectan los posibles cambios estructurales de una serie y, en consecuencia, sesgan su resultado. La prueba consiste en la detección de raíces unitarias independientes de la existencia de una ruptura o cambio estructural, siendo estas en tendencia, en intercepto o ambos casos. De acuerdo con Rangel (2007), la prueba de Zivot-Andrews considera tres modelos. En el primero, las variables explicatorias incluyen una posible tendencia determinística lineal, la variable endógena rezagada de un periodo, una variable indicadora para el cambio estructural y, finalmente,  $j$  términos rezagados de las primeras diferencias de la variable endógena.

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \delta Y_{t-1} + \theta DU_t + \sum_{i=1}^k a_i \Delta Y_{t-i} + a_t \quad \text{Ecuación (8)}$$

donde la variable  $DU_t$  es la variable dicotómica que captura cambio estructural en intercepto, definida así  $DU_t: \{1, \text{Si } t > T_B; 0, \text{ en otro caso si } T_B$  es el periodo en que sucede la ruptura.

El segundo modelo permite la modelación de un cambio estructural en tendencia mediante la inclusión de una variable indicadora que defina una nueva tendencia después de la ruptura, definida en la ecuación (9).

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \delta Y_{t-1} + \lambda DT_t + \sum_{i=1}^k a_i Y_{t-i} + a_t \quad \text{Ecuación (9)}$$

La variable que capta la ruptura estructural en tendencia es  $DT_t$ , la cual se define como  $DT_t = \begin{cases} 1, & \text{Si } t > T_B \\ 0, & \text{en otro caso} \end{cases}$ , donde  $T_B$  es el periodo en que sucede la ruptura.

El tercer modelo tiene en cuenta el cambio tanto en intercepto como en tendencia, empleando las variables indicadoras definidas en los modelos A y B, como se expresa en la ecuación (10).

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \delta Y_{t-1} + \theta DU_t + \lambda DT_t + \sum_{i=1}^k a_i Y_{t-i} + a_t \quad \text{Ecuación (10)}$$

La ecuación consiste en estimar las anteriores ecuaciones por mínimos cuadrados ordinarios de manera secuencial para los valores de  $T_B = 2, \dots, T-1$  y  $T$  corresponden al número de observaciones.

### 3. Resultados encontrados

La serie objeto de estudio relaciona la variable gastos de inversión en millones de pesos durante el periodo comprendido entre los años 1954 y 2013, lo que conlleva un conjunto de 60 datos de la variable de interés. Todos los resultados de la investigación se obtuvieron de la versión 3.4.1 del *software* estadístico R. El código fuente y los datos se encuentran disponibles al lector bajo solicitud. En este documento, el proceso de identificación del modelo comenzará a partir de la serie  $X_t = \log(Z_t)$ , como se muestra en la figura 4.

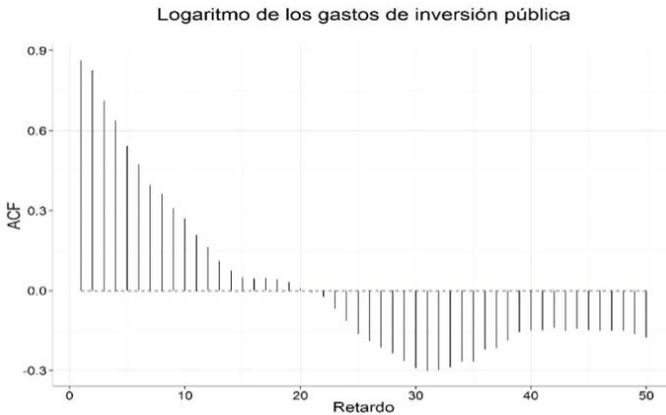
Figura 4. Serie transformada de los gastos de inversión



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 5 se muestra el comportamiento de la función de autocorrelación (ACF) del logaritmo de los gastos de inversión pública. En este gráfico se puede observar que la correlación serial en la serie disminuye muy lentamente (en forma aritmética), es decir, que cualquier innovación en el proceso tiende a permanecer indefinidamente en él. Esto permite suponer un alto grado de persistencia en la serie bajo estudio, por lo cual se comenzará el proceso de identificación a partir de los modelos ARIMA(p, d, q).

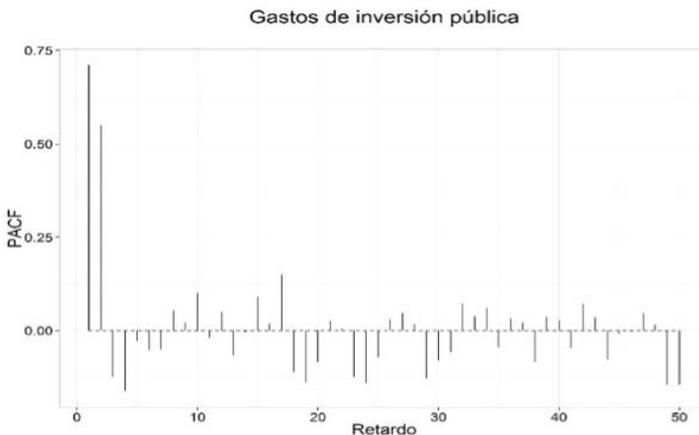
Figura 5. Correlograma de la serie transformada



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 6 se muestra el comportamiento de la función de autocorrelación parcial (PACF) del logaritmo de los gastos de inversión pública. En este gráfico se observa que después del rezago 1 las autocorrelaciones parciales son estadísticamente iguales a cero, lo cual es indicativo de que posiblemente el proceso tiene una raíz unitaria y se necesita diferenciar la serie.

Figura 6. Función de autocorrelación parcial de la serie transformada



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 1 se exponen los resultados de la implementación de las pruebas ADF, PP y ZA sobre la serie del logaritmo de los gastos de inversión pública y sobre la primera diferencia entera de la serie transformada, donde el criterio de decisión es el siguiente: si el estadístico ADF (Modelo 2), PP (Modelo 2) o ZA (Modelo 2) es mayor que el valor crítico asociado al nivel de significancia nominal del 1 % o del 5 %, se rechaza la hipótesis nula y se afirma que la variable o serie analizada es estacionaria.

Tabla 1. Pruebas de raíces unitarias

	<b>Ln (inv.)</b>	<b>Ln (inv.) en primera diferencia</b>
<b>Stat. ADF (Modelo 2)</b>	<b>-2.73</b>	<b>-5.30</b>
V.C 1 %	-3.51	-3.51
V.C 5 %	-2.89	-2.89
<b>Stat. PP (Modelo 2)</b>	<b>-1.99</b>	<b>-12.79</b>
V.C 1 %	-3.54	-3.55
V.C 5 %	-2.91	-2.91
<b>Stat. ZA (Modelo 2)</b>	<b>-3.28</b>	<b>-5.75</b>
V.C 1 %	-4.93	-4.93
V.C 5 %	-4.42	-4.42

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados presentados en la tabla 1 confirman que el logaritmo de la serie del rubro de inversión tiene una raíz unitaria y es no estacionaria homogénea. Sobre la serie diferenciada ( $W_t = (I-B)X_t$ ), se utilizó el lineamiento presentado en Wei (2006) y Cryer y Chan (2008) para determinar el orden adecuado del polinomio autorregresivo (p) y el polinomio medio móvil (q) del modelo en (1). Después de diferenciar la serie transformada, se procedió a identificar el modelo adecuado para explicar el comportamiento de corto plazo del proceso utilizando la función de autocorrelación extendida (ESACF) y otros criterios de selección de modelos.

En la tabla 2 se enseña el resultado del ajuste de la ESACF para la serie transformada y diferenciada. En los resultados de la función se busca el vértice de un triángulo de ceros que revela el orden (p, q) apropiado para el proceso. En esta investigación, el vértice se encuentra en la posición (1,0), lo que indica que un Modelo ARIMA(1,0) es adecuado para explicar el proceso de corto plazo del proceso bajo análisis.

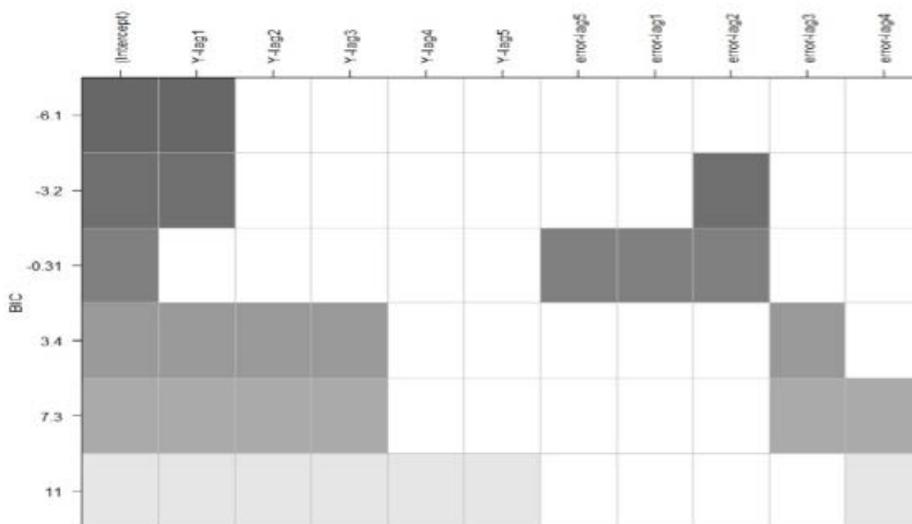
Tabla 2. ESACF de la serie transformada y diferenciada

AR/MA	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	x	x	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	x	0	0	0	0	0	0	0	0
3	x	x	0	0	0	0	0	0	0
4	x	x	x	0	0	0	0	0	0
5	x	0	0	0	0	0	0	0	0
6	x	0	0	0	0	0	0	0	0
7	x	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 7 se presentan gráficamente los resultados del criterio de información bayesiano (BIC) para posibles subconjuntos ARIMA(p, q), donde se observa que el mínimo valor aparece para el proceso ARIMA(1, 0), lo que confirma los resultados obtenidos previamente.

Figura 7. Criterio de selección BIC para la selección del modelo de corto plazo



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3 se presenta la estimación de los parámetros del Modelo ARIMA(1, 1, 0) identificado.

Tabla 3. Ajuste del Modelo ARIMA(p, d, q) identificado

Parámetro	Estimador	Error estándar	Estadístico de prueba	Valor p
Ar1	-0.4521	0.1158	-3.9058	9.393 e-05 ***
Intercepto	0.0324	0.0086	3.7674	8.246 e-05 ***

Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior implica que el Modelo ARIMA(1, 1, 0) presentado en la **ecuación (11)** es adecuado para explicar el comportamiento del rubro de inversión.

$$(\Delta LINV_t) = 0.0324 - 0.4521 \Delta LINV_{t-1} + a_t \quad \text{Ecuación (11)}$$

Finalmente, se presenta la validación de los supuestos sobre los residuales que garantizan que la estimación máxima verosímil de los parámetros del Modelo ARIMA(p, q) es adecuada. En la tabla 4 se muestran los diferentes resultados de la prueba de Ljung-Box, que fue implementada sobre los residuos del Modelo ARIMA(1, 1, 0) ajustado.

Tabla 4. Resultados de la prueba de Ljung-Box

Rezago	Estadístico de prueba	Valor p
10	4.685	0.9112
15	6.741	0.9644
20	10.188	0.9646

Fuente: Elaboración propia.

Nótese que el valor  $p$  de todas las pruebas de Ljung-Box realizadas es mayor que el nivel de significancia nominal estipulado en la investigación ( $\alpha=0.05$ ), por lo tanto, se puede aseverar que los residuos del modelo ajustado no están correlacionados serialmente y que el Modelo ARIMA(1, 0) es útil para analizar el comportamiento de corto plazo intrínseco en la serie de gastos de inversión pública. En la tabla 5 se exhiben los resultados de las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk, Jarque-Bera y de D'Agostino, implementadas sobre los resultados del modelo ajustado.

Tabla 5. Prueba de normalidad

Prueba	Estadístico de prueba	Valor p
Shapiro-Wilk	0.9782	0.3562
Jarque-Bera	12.342	0.5395
D'Agostino	Ómnibus = 1.9914	0.3695
	Skewness = 0.5573	0.5773
	Kurtosis = 1.2965	0.1948

Fuente: Elaboración propia.

En esta tabla se puede observar que el p-valor de los diferentes contrastes de normalidad implementados es mayor que el nivel de significancia nominal estipulado en la investigación ( $\alpha=0.05$ ), por lo tanto, se puede confirmar que los residuos del modelo ajustado presentan una distribución normal. A partir de la selección del Modelo ARIMA(1, 1, 0) es procedente realizar las predicciones del rubro de inversión de los años 2014-2017. La tabla 6 refleja la predicción de las diferencias del proceso elegido hasta el año 2017.

Tabla 6. Pronóstico de la primera diferencia del modelo identificado

Periodo	DLINV
2014	-0.104566730
2015	0.096220779
2016	0.002554769
2017	0.046224933

Fuente: Elaboración propia.

De esta forma se analizarían las tasas de crecimiento del rubro de gastos de inversión, por lo tanto, se debe devolver el proceso y observar las predicciones en niveles. Para llegar a los niveles de la serie, se efectúa lo siguiente:

$$(\Delta LINV_t) = LINV_t - LINV_{t-1}$$

$$LINV_t = (0.0324 - 0.4665 \Delta LINV_{t-1}) + LINV_{t-1}$$

Posteriormente al reemplazo de las diferencias, se estimó el logaritmo proyectado, el cual finaliza aplicando el exponencial para hallar el nivel del rubro de gastos de inversión pública. La tabla 7 denota los valores de la predicción por niveles. La figura 8 evidencia el comportamiento de la predicción.

$$INV_t = \exp^{LINV_t}$$

Tabla 7. Pronósticos por niveles

Periodo	LINV	Niveles
2014	15.87025517	\$7804844.34
2015	15.85776817	\$7707991.26
2016	15.88897637	\$7952336.75
2017	15.89981244	\$8038977.40

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Pronósticos de los gastos de inversión pública



Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la proyección efectuada para los años 2014-2017, se observa la austeridad en el gasto público que el Gobierno colombiano está llevando a cabo para la vigencia 2015, cuyo resultado fue el Plan de Austeridad del Gasto propuesto por el actual presidente, Juan Manuel Santos Calderón (Presidencia de la República, 2014), determinando que, a pesar de la estabilidad interna, el país iba a ser impactado por las condiciones económicas externas. La Directiva Presidencial n.º 06 contiene las instrucciones impartidas a los ministros de despachos, directores de departamentos administrativos, superintendentes, directores, gerentes y, en general, a todos los servidores públicos, para que se lleven a cabo las medidas necesarias que le permitan al Gobierno nacional central ahorrar en sus gastos.

Conforme a la proyección efectuada para aplicar todas las etapas de la metodología Box-Jenkins, se verificaron estadísticamente las predicciones estimadas utilizando el procedimiento de validación cruzada, así:

- No se tuvo en cuenta el año 2013 de la serie original rubro gastos de inversión.
- Se procedió a validar la serie con las 59 observaciones del rubro mencionado con la metodología Box-Jenkins, con el fin de estimar cuál es el proceso generador de datos más acorde con esta serie recortada, replicando el ejercicio anteriormente evidenciado a partir de la estimación del modelo identificado en el presente trabajo. El proceso de parametrización y la evidencia de los resultados reflejaron que se comporta como un ARIMA(1, 1, 0).

En la tabla 8 se presenta la comparación entre el valor pronosticado contrastando con el valor real, la tabla 5 lo demuestra.

Tabla 8. Variación del valor proyectado para el 2013

Periodo	LPINV	Valor proyectado	Valor real
2013	15.5611768	\$5 729 718	\$7 196 280
<b>Variación absoluta</b>			\$1 466 562
<b>Variación relativa</b>			20.38 %

Fuente: Elaboración propia.

Se puede evidenciar de forma preliminar la sensibilidad de la proyección con el proceso generador de datos estimado ARIMA(1, 1, 0). Extrayendo un valor para la vigencia 2013, se contrasta con la realidad de una variación del 20.38 %. De igual forma, se puede inferir que el modelo estimado presenta una sensibilidad relativa tolerable en su pronóstico correspondiente al recorte de datos de la serie original.

## Conclusiones

La metodología Box-Jenkins evidencia ser un instrumento efectivo para la descripción, estimación y proyección de parámetros que dan cuenta de fenómenos o aspectos significativos en las series de tiempo económicas. En este caso, permitió identificar orientaciones presupuestales concretas hacia intereses políticos y gubernamentales definidos en los planes de desarrollo.

La aplicación de instrumentos cuantitativos y descriptivos, como lo es la metodología de Box-Jenkins, permitió analizar de forma acertada los cambios estructurales significativos que ha presentado la serie de gastos de inversión en la periodicidad establecida y su relación con los lineamientos de política de los planes nacionales de desarrollo; por lo tanto, los elementos estadísticos otorgan atributos para detectar comportamientos específicos que ha sufrido la política económica en el Estado colombiano.

El resultado del análisis de la serie estudiada denota un aumento de los gastos de inversión pública para el Gobierno central en el periodo comprendido entre 2006 y 2008; esta situación se explica en el marco del Plan de Desarrollo Estado Comunitario: Desarrollo para Todos (2006-2010), del Gobierno de Álvaro Uribe Vélez, el cual presenta como eje principal la seguridad democrática, ejecutando la mayor parte del presupuesto de inversión en temas de pobreza y equidad, de manera que es importante que se evalúe el impacto de las políticas implementadas, con el fin de redirigir esfuerzos en sectores relevantes para el desarrollo social.

De acuerdo con la serie analizada, la recesión del periodo 2008-2009 no generó efectos negativos en el rubro gastos de inversión pública en lo que concierne al Gobierno central, no obstante, sí repercutió en algunos sectores productivos y afectó negativamente algunas variables macroeconómicas, lo cual ocasionó que el Gobierno debiera apoyar a los sectores afectados; por tal razón, el Estado colombiano debería incentivar programas estratégicos que apalanquen el PIB estimulando el crecimiento de la economía.

El pronóstico efectuado para el año 2015 evidencia un descenso en el rubro gastos de inversión pública para el Gobierno central, que se explica como una medida en la austeridad del gasto público y que busca generar mayor eficiencia en la ejecución presupuestal y afrontar el déficit fiscal; no obstante, el Estado colombiano debe implementar otras medidas que posibiliten el crecimiento económico y la eficiencia en el gasto público.

## Referencias

- Ayala, U. (2001). *Análisis de la presupuestación de la inversión de la nación* (Serie Archivos de Economía, Doc. 149, mayo). Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- Box, G. E. P., Jenkins, G. M. y Reinsel, G. C. (2008). *Time Series Analysis: Forecasting and Control* (4.ª ed.). New Jersey: Wiley & Sons, Hoboken.
- Brockwell, P. J. y Davis, R. A. (2002). *Introduction to Time Series and Forecasting* (2.ª ed.). Nueva York: Springer-Verlag.
- Cárdenas, M. (2009). *Introducción a la economía colombiana* (2.ª ed.). Bogotá: Alfaomega Colombiana S. A.
- Congreso de Colombia. (21 de abril de 1989). Ley 38 de 1989. *Diario Oficial*, n.º 38789. Recuperada de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Normal.jsp?i=14811>

- Cryer, J. D. y Chan, K. S. (2008). *Time Series Analysis with Applications in R* (2.ª ed.). Springer Nueva York: Science+Business Media.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP) (2015). *Gestión del Sector de Planeación Nacional 2015-2016*. Recuperado de [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Inversiones%20y%20finanzas%20pblicas/Antecedentes\\_Bpin.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Inversiones%20y%20finanzas%20pblicas/Antecedentes_Bpin.pdf)
- Departamento Nacional de Planeación (DNP) y Escuela Superior de Administración Pública (ESAP). (2007). *El proceso de planificación en las entidades territoriales: el Plan de Desarrollo y sus instrumentos para la gestión 2008-2011*. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- Escobar, H., Gutiérrez, E. E., y Gutiérrez, A. L. (2007). *Hacienda Pública: un enfoque económico* (2.ª ed.). Medellín: Universidad de Medellín.
- Guerrero, V. M. (2003). *Análisis estadístico de series de tiempo económicas* (2.ª ed.). México, D. F.: Thomson.
- Gujarati, D. N. y Porter, D. C. (2010). *Econometría* (5.ª ed.). Nueva York: McGraw-Hill.
- Iregui, A. M., Melo, L. y Ramos, J. (2006). *¿Hacia dónde se dirigen los recursos de inversión del Presupuesto General de la Nación?* Bogotá: Banco de la República. Recuperado de <http://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra405.pdf>
- Keynes, J. M. (2005). *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero* (1.ª reimpresión). México, D. F.: Fondo de Cultura Económica.
- Maddala, G. S. y Kim, I. (1998). *Unit roots, cointegration, and structural change* (1.ª ed.). Nueva York: Cambridge University Press.
- Mendoza, J. F. (2007). *Gestión financiera pública: elementos para su estudio y aplicación. Funciones económicas del Estado, presupuesto, tributos, endeudamiento, gasto público* (1.ª ed.). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Presidencia de la República de Colombia. (2 de diciembre de 2004). Directiva Presidencial n.º 06 de 2014. Recuperada de <http://www.funcionpublica.gov.co/sis-jur/home/Normal.jsp?i=65301>
- Presidencia de la República de Colombia. (31 de agosto de 2004). Decreto 2789 de 2004. Por el cual se reglamenta el Sistema Integrado de Información Financiera, SIIF Nación. *Diario Oficial*, n.º 45659, del 2 de septiembre de 2004. Recuperada de <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1777126>

- Presidencia de la República de Colombia. (19 de septiembre de 2014). *Declaración del presidente Juan Manuel Santos sobre Plan de Austeridad en el Gasto, tras Consejo de Ministros*. Recuperado de [http://wp.presidencia.gov.co/Noticias/2014/Septiembre/Paginas/20140929\\_06-Palabras-del-Presidente-Santos-sobre-plan-austeridad-en-el-gasto-tras-Consejo-de-Ministros.aspx](http://wp.presidencia.gov.co/Noticias/2014/Septiembre/Paginas/20140929_06-Palabras-del-Presidente-Santos-sobre-plan-austeridad-en-el-gasto-tras-Consejo-de-Ministros.aspx)
- Rangel, A. (2007). ¿Histéresis en la tasa de desempleo de Bogotá? Consideraciones sobre el uso de los test ADF y Zivot-Andrews. *Revista de Economía & Administración*, 4(2), 133-150.
- Universidad Nacional de Colombia. (2013). *La planeación en Colombia*. Recuperado del curso Planeación y Gestión Pública: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/economicas/2006842/pdfplaneacion/CAPITULO%20II/La%20planeacion%20en%20Colombia.pdf>
- Wei, W. W. S. (2006). *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods* (2.<sup>a</sup> ed.). Nueva York: Pearson Education. Recuperado de <http://civil.colorado.edu/~balajir/CVEN6833/lectures/wwts-book.pdf>