

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE ECONOMÍA Y PLANIFICACIÓN



**“COMPORTAMIENTO DEL GASTO PÚBLICO DE UNA
ENTIDAD PÚBLICA USANDO EL MODELO BOX-JENKINS,
2009-2017”**

PRESENTADO POR

JUAN CORMAN TRUJILLO

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL

TÍTULO DE

INGENIERO ESTADÍSTICO E INFORMÁTICO

Lima – Perú
2020

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE ECONOMÍA Y PLANIFICACIÓN

**“COMPORTAMIENTO DEL GASTO PÚBLICO DE UNA ENTIDAD
PÚBLICA USANDO EL MODELO BOX-JENKINS, 2009-2017”**

**PRESENTADO POR
JUAN CORMAN TRUJILLO**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO DE INGENIERO ESTADÍSTICO E INFORMÁTICO**

SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL SIGUIENTE JURADO

.....
Dr. Rino Nicanor Sotomayor Ruiz
Presidente

.....
Mg. Iván Dennys Soto Rodríguez
Asesor

.....
Dr. Jorge Chue Gallardo
Miembro

.....
Mg. Jesús Walter Salinas Flores
Miembro

Lima – Perú
2020

DEDICATORIA

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años de mi vida, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A mi hermano por su cariño y apoyo incondicional

AGRADECIMIENTOS

A Dios y Santa María Magdalena por ser mis guías y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A los todos docentes del Departamento de Estadística e Informática que, con sus conocimientos y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional.

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I PRESENTACIÓN	1
CAPÍTULO II INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO III OBJETIVOS	4
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	4
CAPÍTULO IV DESEMPEÑO LABORAL	5
4.1 FUNCIONES DESEMPEÑADAS	5
4.2 PUESTA EN PRÁCTICA DE LO APRENDIDO EN LA CARRERA.....	5
4.2.1 DESCRIPCION DE LA TÉCNICA ESTADÍSTICA UTILIZADA.....	5
4.2.2 REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	26
4.2.3 PROPUESTA DE ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN	28
4.3 CONTRIBUCIÓN EN LA SOLUCION DE SITUACIONES PROBLEMÁTICAS	31
4.4 ANALISIS DE LA CONTRIBUCIÓN EN TÉRMINOS DE COMPETENCIAS Y HABILIDADES	32
4.5 BENEFICIO OBTENIDO POR EL CENTRO LABORAL.....	32
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
5.1 CONCLUSIONES	33
5.2 RECOMENDACIONES.....	33
CAPITULO VI REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	34
CAPITULO VII ANEXOS.....	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Pruebas de Dicker-Fuller Aumentado y Phillip-Perron.....	21
Tabla 2. Comparación de modelos obtenidos.....	22
Tabla 3. Estimación de parámetros del modelo.....	23
Tabla 4. Pruebas para diagnóstico de los residuales.....	23
Tabla 5. Pronóstico del gasto público de la Entidad para el año 2018	24
Tabla 6. Porcentaje de ejecución anual del gasto público de la Entidad 2009-2018.....	25
Tabla 7. Pronóstico mensual del gasto público de la Entidad para el año 2018.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Metodología Box-Jenkins (Gujarati & Porter, 2009).....	8
Figura 2. Serie de tiempo del gasto público de la entidad 2009-2017.....	18
Figura 3. Puntos de quiebre	19
Figura 4. Prueba CUSUM del gasto público de la Entidad 2009-2017.....	20
Figura 5. Estimación box-cox del gasto público de la Entidad 2009-2017.....	21
Figura 6. Prueba CUSUM de la serie transformada del gasto público de la Entidad 2009-2017	22
Figura 7. Pronóstico del gasto público de la Entidad para el año 2018.....	25
Figura 8. Evolución del porcentaje anual del gasto público de la Entidad 2009-2018	26
Figura 9. Serie de tiempo del gasto público de la Entidad 2009-2017	29
Figura 10. Serie de tiempo del gasto público de la Entidad y datos ajustados 2009-2017..	29
Figura 11. Pronóstico del gasto público de la Entidad para el año 2018.....	31

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis Descriptivo.....	36
Anexo 2. Puntos de quiebre.....	36
Anexo 3. Estabilidad estructural.....	37
Anexo 4. Transformación Box-Cox	37
Anexo 5. Pruebas de raíces unitarias.....	38
Anexo 6. Estabilidad estructural de la serie transformada	40
Anexo 7. Estimación de parámetros del PGD identificado.....	41
Anexo 8. Pruebas para diagnóstico de residuales.....	42
Anexo 9. Predicción	43
Anexo 10. Gasto público mensual de la Entidad entre el periodo 2009-2017	45

CAPITULO I PRESENTACIÓN

La entidad pública brinda servicios de capacitación para el Sector Vivienda, Construcción y Saneamiento, inicia su vida institucional en el año 1977. Tiene como finalidad la formación de los trabajadores del sector construcción, la educación superior no universitaria, el desarrollo de investigaciones vinculadas a la problemática de la vivienda y edificación, así como la propuesta de normas técnicas de aplicación nacional. Y se ha establecido en doce sedes a nivel nacional y capacita a más de 30,000 trabajadores en el desarrollo de nuevas tecnologías.

La entidad según su estructura organizacional se encuentra conformado por: Consejo Directivo, Gerencia General, Oficina de Administración y Finanzas, Oficina de Planificación y Presupuesto, Gerencia de Formación profesional y Gerencia de Investigación y Normalización; cabe señalar que el Departamento de Informática forma parte de la Oficina de Administración y Finanzas, en la cual se desempeñó el cargo.

Se cumplió las siguientes funciones:

- Seguimiento de los principales indicadores establecidos en el Plan Estratégico Institucional.
- Elaboración y validación de los instrumentos de recolección de la información (formularios, registros y otros).
- Realización de la sistematización de las estadísticas provenientes de los sistemas internos de la entidad.
- Elaboración del diseño muestral, para el desarrollo de estudios promovidos por las unidades orgánicas de la entidad.
- Elaboración de estudios e investigaciones en coordinación con las unidades orgánicas de la entidad.

- Elaboración de planes estadísticos anuales y el diseño de esquemas de producción de la información estadística y de la generación de indicadores e índices.
- Coordinación con las unidades orgánicas para el procesamiento de la información estadística, la producción de indicadores y estudios de investigación.
- Elaboración y publicación la información estadística y los estudios realizados.
- Participación en la elaboración de documentos de gestión tales como: Plan Estratégico Institucional, Plan Operativo Institucional y otros.
- Participación como parte del Equipo Técnico responsable del proceso de Concurso Público de Contratación Docente en el periodo 2013-2014.
- Actualización del Sistema Estadístico del Sector Educación correspondiente a Lima Metropolitana.
- Coordinación de las actividades y acciones del Área de Estadística en la Dirección Regional de Educación de Lima Metropolitana, Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo de Lima Metropolitana y el Servicio Nacional de Capacitación en la Industria de la Capacitación.

CAPÍTULO II INTRODUCCIÓN

El presupuesto público es un instrumento de gestión del Estado donde se establece los ingresos que los financian y los límites de gastos durante el año fiscal, el cual es distribuido a nivel de pliegos presupuestarios, se debe considerar que la entidades tienen una serie de atribuciones y obligaciones que deben cumplir con respecto a la ejecución del gasto público, por esta razón se formuló un problema orientado al análisis del gasto público como componente del presupuesto público y su relación con las directrices y/o lineamientos de las políticas expansivas emitidas por el Estado.

En consecuencia, cabe relacionar la variable gasto público con las directrices y/o lineamientos de las políticas expansivas, con el fin de identificar periodos y las razones en las cuales aumento o disminuyo el gasto público en la entidad. Por ese motivo se planteó la siguiente pregunta: ¿Cómo se comportó el gasto público de la entidad entre los años 2009 y 2017 con relación a las directrices y/o lineamientos de las políticas expansivas emitidas por el Estado?

El presente trabajo tiene como objetivo describir el comportamiento del gasto público de la Entidad entre los años 2009 y 2017 y su relación con las directrices y/o lineamientos de las políticas expansivas emitidas por el Estado, empleando un modelo estadístico de series de tiempo adecuado.

El trabajo se divide en siete capítulos, en el primer capítulo se aborda la presentación de la entidad, en el segundo capítulo se trata de la introducción donde se indica la descripción del problema, en el tercer capítulo trata del objetivo general y específicos, en el cuarto capítulo trata del desempeño laboral indicando las funciones desempeñadas, puesta en práctica lo aprendido en la carrea, contribución en la solución de situaciones problemáticas, análisis de la contribución en términos de competencia y habilidades y el nivel de beneficios obtenido por el centro laboral, en el quinto capítulo se indica las conclusiones y recomendaciones, en el sexto capítulo se indica la referencias bibliográficas y en el capítulo siete se indica los anexos.

CAPÍTULO III OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Presentar un estudio como profesional dentro la Entidad, que permitiera describir el comportamiento de su gasto público entre los años 2009 y 2017 en relación con las directrices y/o lineamientos de las políticas expansivas emitidas por el Estado, empleando un modelo estadístico de series de tiempo, con el cual se puedan tomar mejores decisiones en la Entidad.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Describir el comportamiento del gasto público de la Entidad.
- Aplicar la metodología de series de tiempo a la variable gasto público de la Entidad, de acuerdo a los datos recolectados.
- Describir la evolución del porcentaje de ejecución anual del gasto público de la Entidad.
- Relacionar los puntos de quiebre de la variable gasto público de la Entidad con las directrices y/o lineamientos de las políticas expansivas emitidas por el Estado.

CAPÍTULO IV DESEMPEÑO LABORAL

4.1 FUNCIONES DESEMPEÑADAS

Las principales funciones desarrolladas fueron:

- Seguimiento de los principales indicadores establecidos en el Plan Estratégico Institucional 2017-2019.
- Elaboración y validación de los instrumentos de recolección de la información (formularios, registros y otros) con la finalidad de garantizar la confiabilidad, validez de los instrumentos de recolección, así como su correcto procesamiento.
- Sistematización de las estadísticas provenientes de los sistemas internos de la entidad, para el fortalecimiento de la transparencia y acceso a la información.
- Elaboración del diseño muestral, para el desarrollo de estudios promovidos por las diferentes unidades orgánicas de la entidad.
- Elaboración de planes estadísticos y se diseñó esquemas de producción de la información estadística y de la generación de indicadores e índices, de manera consistente y oportuna.
- Coordinación con las unidades orgánicas de la entidad para el procesamiento de la información estadística, la producción de indicadores y estudios de investigación.
- Elaboración y publicación de la información estadística y estudios realizados para el conocimiento interno de la entidad y externo.

4.2 PUESTA EN PRÁCTICA DE LO APRENDIDO EN LA CARRERA

4.2.1 DESCRIPCION DE LA TÉCNICA ESTADÍSTICA UTILIZADA

4.2.1.1 Descripción de la Técnica Estadística Utilizada

Para este trabajo se usó la metodología Box-Jenkins, el cual es utilizada para desarrollar modelos de series de tiempo que tienen en cuenta la dependencia entre los datos, es decir, cada observación es modelada en función de los valores anteriores. Estos se conocen como los modelos ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average), que intentan identificar patrones en los datos históricos, cuyo objetivo es identificar el proceso que genera e influye en el patrón histórico, que se denomina proceso de generación de datos.

Un modelo ARIMA tiene tres componentes, cada uno de los cuales ayuda a modelar un cierto tipo de patrón.

El componente AR (Autorregresivo), que especifican los valores previos utilizados para predecir el comportamiento de la serie, el componente MA (Media Móviles), que especifican el modo en que se utilizan las desviaciones de la media de la serie para predecir su comportamiento y el componente I (Integrados), que especifican las diferencias realizadas a la serie para conseguir su estacionariedad.

Un modelo de Box-Jenkins no estacional se simboliza como ARIMA (p, d, q) donde "p" indica el orden del término AR, "q" el orden del término MA y "d" el número de veces que los datos debe diferenciarse para reducir la tendencia o facilitar el modelado ARIMA.

El modelo de Box-Jenkins estacional se simboliza como ARIMA (p, d, q) * (P, D, Q), donde p, d, q indica las órdenes del modelo para los componentes a corto plazo, y P, D, Q indica las ordenes de modelo para los componentes estacionales.

El método consiste en cuatro pasos (Gujarati & Porter, 2009)

Paso 1. Identificación.

El primer paso de la metodología Box-Jenkins consiste en la identificación del modelo. El objetivo en este primer paso es determinar un modelo que se ajuste al comportamiento de los datos en el tiempo y que genere un pronóstico confiable.

Se realiza un acercamiento exploratorio graficando la serie, se analiza su comportamiento y trata de identificar si es estacionaria, para tener certeza sobre la estacionariedad de la serie se realiza una prueba formal mediante un estadístico, para esto se utilizan las pruebas de raíz unitaria de Dickey-Fuller, Fuller Aumentado, Phillips-Perron, Kwiatkowski-Phillips-Smichdt-Shin y Contraste de Elliott-Rothenberg-Stock Point Optimal.

Donde las hipótesis a contrastar son:

H_0 : La serie de tiempo no es estacionaria ($\gamma = 0$) y presenta raíz unitaria.

H_1 : La serie de tiempo es estacionaria ($\gamma < 0$) y no presenta raíz unitaria.

Si se da como resultado la no estacionariedad, se deben aplicar las primeras diferencias a la serie.

Una vez que se tiene un proceso estacionario se realiza la primera inferencia sobre los posibles valores p y q del modelo, tomando como referencia las funciones de Autocorrelación simple, que analizan las correlaciones de los residuos del modelo estimado y Autocorrelación parcial, que analizan las correlaciones después de controlar los valores de la serie en los puntos de tiempo intermedios.

Con el fin de garantizar una mayor precisión en el orden de los valores p y q se usan otros criterios que miden la bondad de ajuste del modelo tales como: El Criterio de Información de Akaike, El Criterio Bayesiano de información de Akaike y el Criterio de información bayesiano de Schwartz; el orden del modelo se determina con el criterio que arroje el menor valor.

Paso 2. Estimación.

Una vez identificados los valores de p y q apropiados, se procede a estimar los parámetros de los componentes Media Móviles y Autorregresivo incluidos en el modelo. Algunas veces este cálculo se puede hacer por mínimos cuadrados simples o métodos de estimaciones no lineales.

Paso 3. Diagnóstico

Cuando se ha identificado el modelo que mejor describe el comportamiento de la serie se realiza la verificación del diagnóstico, es decir, hacer las validaciones sobre los residuos del modelo, garantizando que: La variable aleatoria del error $\sim N(0, \sigma^2)$ y sean independientes entre sí.

Paso 4. Pronóstico

Una de las razones de la popularidad del modelo ARIMA es su éxito en el pronóstico. En muchos casos, los pronósticos obtenidos por este método son más confiables que los obtenidos del modelado tradicional, particularmente para pronósticos a corto plazo. Por supuesto, cada caso debe ser verificado (Gujarati & Porter, 2009).

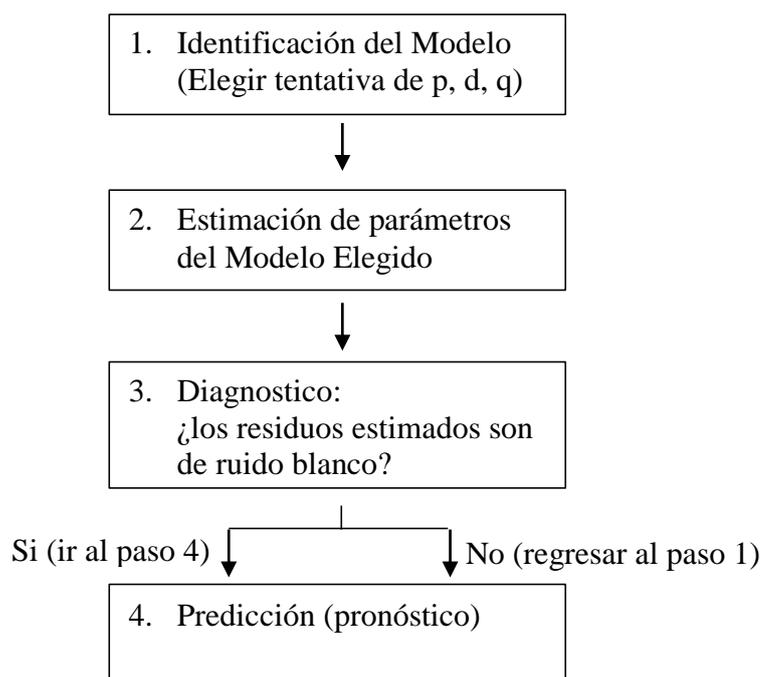


Figura 1. Metodología Box-Jenkins (Gujarati & Porter, 2009)

4.2.1.2 Revisión de la Técnica Estadística utilizada

Los profesores Box y Jenkins desarrollaron modelos estadísticos para series temporales que tiene en cuenta la dependencia existente entre los datos, esto es, cada observación en un momento dado es modelada en función de los valores anteriores, estos modelos se conocen con el nombre de ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average), que deriva de sus tres componentes AR (Autoregresivo), I (Integrado) y MA (Medias Móviles). (Senna, Lima Junior, Rezer de Menesses, Wolff, & Souza, 2014)

El modelo ARIMA permite describir un valor como función lineal de datos anteriores y errores debido al azar, además, puede incluir un componente cíclico o estacional. Es decir, debe contener todos los elementos necesarios para describir el fenómeno. Box y Jenkins recomiendan tener como mínimo 50 observaciones en la serie temporal.

Según (Fernandez, 2018) y (O. D., 1977) se explican los Modelos ARIMA de la siguiente forma:

Modelo Autorregresivos AR(p).

Un modelo autorregresivo AR describe una clase particular de proceso en que las observaciones en un momento dado son predecibles a partir de las observaciones previas del proceso más un término de error. El caso más simple es el ARIMA (1,0,0) o AR (1) o de primer orden, cuya expresión matemática es:

$$AR(1) \equiv X_t = \phi_1 X_{t-1} + a_t$$

El proceso autorregresivo de orden p, representado por ARIMA (p,0,0) o simplemente AR(p):

$$AR(p) \equiv X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + a_t$$

Que puede ponerse, mediante un operador de cambio retroactivo B, en la forma:

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) X_t = a_t \quad B^k(X_t) = X_{t-k}$$

Un proceso autorregresivo AR(p) es estacionario si las raíces del polinomio en B dado por:

$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)$ caen fuera del círculo unidad. Esta condición es equivalente a que las raíces de la ecuación: $x^p - \phi_1 x^{p-1} - \phi_2 x^{p-2} - \dots - \phi_{p-1} x - \phi_p = 0$ sean todas inferiores a uno en módulo.

Un proceso autorregresivo siempre es invertible.

Modelo de Medias Móviles MA (q)

Un modelo de medias móviles MA describe una serie temporal estacionaria. En este modelo el valor actual puede predecirse a partir de la componente aleatoria de este momento, y en menor medida, de los impulsos aleatorios anteriores. El modelo ARIMA (0,0,1), también denotado por MA (1), viene dado por la expresión:

$$X_t = a_t - v_1 a_{t-1}$$

El proceso de medias móviles de orden q, representado por ARIMA (0, 0, q), o también por MA (q), viene dado por la expresión:

$$X_t = a_t - v_1 a_{t-1} - v_2 a_{t-2} - \dots - v_q a_{t-q}$$

Que puede ponerse, mediante el operador de cambio retroactivo B, en la forma:

$$X_t = (1 - v_1B - v_2B^2 - \dots - v_qB^q)a_t$$

Un proceso de medias móviles es siempre estacionario

Un proceso de medias móviles MA(q) es invertible si las raíces del polinomio en B definido por $(1 - v_1B - v_2B^2 - \dots - v_qB^q)$ caen fuera del círculo unidad. Esta condición es equivalente a que las raíces de la ecuación: $x^q - \phi_1x^{q-1} - \phi_2x^{q-2} - \dots - \phi_{q-1}x - \phi_q = 0$ sean todas inferiores a uno en módulo.

Modelos ARMA (p, q)

Una extensión de los modelos AR(p) y MA(q) es un tipo de modelos que incluyen tantos términos autorregresivos como de medias móviles y se definen como ARIMA (p, 0, q), se representan por la ecuación:

$$X_t = \phi_1X_{t-1} + \phi_2X_{t-2} + \dots + \phi_pX_{t-p} + a_t - v_1a_{t-1} - v_2a_{t-2} - \dots - v_qa_{t-q}$$

Que puede ponerse de la forma:

$$X_t - \phi_1X_{t-1} + \phi_2X_{t-2} + \dots + \phi_pX_{t-p} = a_t - v_1a_{t-1} - v_2a_{t-2} - \dots - v_qa_{t-q}$$

Es decir

$$X_t(1 - \phi_1B + \phi_2B^2 + \dots + \phi_pB^p) = a_t(1 - v_1B - v_2B^2 - \dots - v_qB^q)$$

El proceso ARMA (p, q) es estacionario si lo es su componente autorregresiva, y es invertible si lo es su componente de medias móviles.

Un modelo ARMA (p, q) es estacionario si las raíces del polinomio definido por $(1 - \phi_1B + \phi_2B^2 + \dots + \phi_pB^p)$ caen fuera del círculo unidad. Esta condición es equivalente a que las raíces de la ecuación:

$$x^p - \phi_1x^{p-1} - \phi_2x^{p-2} - \dots - \phi_{p-1}x - \phi_p = 0 \text{ sean todas inferiores a uno en módulo}$$

Un modelo ARMA (p, q) es invertible si las raíces del polinomio en B definido mediante $(1 - v_1B - v_2B^2 - \dots - v_qB^q)$ caen fuera del círculo unidad. Esta condición es equivalente a que las raíces de la ecuación:

$$x^q - \phi_1x^{q-1} - \phi_2x^{q-2} - \dots - \phi_{q-1}x - \phi_q = 0 \quad \text{sean todas inferiores a uno en módulo}$$

Modelos ARIMA (p, d, q)

Un modelo ARIMA (0, d, 0) es una serie temporal que se convierte en ruido blanco (proceso puramente aleatorio) después de ser diferenciada d veces.

El modelo (0, d, 0) se expresa mediante: $(1 - B)^d X_t = a_t$

El modelo ARIMA (p, d, q) denominado proceso autorregresivo integrado de medias móviles de orden p, d, q, toma la expresión:

$$(1 - \phi_1B + \phi_2B^2 + \dots + \phi_pB^p)(1 - B)^d X_t = (1 - v_1B - v_2B^2 - \dots - v_qB^q)a_t$$

Un modelo ARIMA (p, d, q) permite describir una serie de observaciones después que hayan sido diferenciadas d veces, a fin de extraer las posibles fuentes de no estacionariedad. Esta fórmula puede aplicar a cualquier modelo. Si hay algún componente p, d, q, igual a cero, se elimina el término correspondiente de fórmula general.

Los modelos cíclicos o estacionales son aquellos que se caracterizan por oscilaciones cíclicas, también denominadas variaciones estacionales. Las variaciones cíclicas a veces se superponen a una tendencia secular.

Las series con tendencia secular y variaciones cíclicas pueden representarse mediante los modelos ARIMA (p, d, q) (P, D, Q). El primer término (p, d, q) se refiere a la tendencia secular o parte regular de la serie y el segundo término (P, D, Q) se refiere a variaciones estacionales, o parte cíclica de la serie temporal.

Identificación de Modelos ARIMA (p, d, q)

Un proceso estocástico $(X_t)_{t=1,2,3,\dots}$ se define como una colección de variables aleatorias X_t ordenadas de acuerdo con el parámetro t tiempo.

Los modelos estocásticos de series temporales contemplan una serie temporal X_t como una colección de observaciones muestrales, cada una correspondiente a una variable del proceso.

La media del proceso estocástico se define por $\mu_t = E(X_t)$ y generalmente es una función de tiempo. La función de autocovarianza se define como:

$$g(t, t+k) = \text{cov}(X_t, X_{t+k}) = E([X_t - E(X_t)][X_{t+k} - E(X_{t+k})]) \quad t = \dots, -1, 0, 1, \dots$$

A partir de la función de autocovarianza se obtiene dos resultados útiles:

Función de varianza del proceso: $g(t, t) = \text{var}X_t$

Función de Autocorrelación: $h(t, t+k) = \frac{g(t, t+k)}{\sqrt{g(t, t)g(t+k, t+k)}}$

Estacionariedad

Un proceso estocástico es estacionario en sentido estricto si los vectores $[X_{t_1}, X_{t_2}, \dots, X_{t_n}]$ y $[X_{t_1+s}, X_{t_2+s}, \dots, X_{t_n+s}]$ tienen la misma función de probabilidad, independientemente de s , para cualquier n dado. Esta definición implica que las características del proceso estocástico no sufren alteración en tiempos históricamente diferentes, condición quizá demasiado fuerte para imponer en la práctica.

Un proceso es estacionario en sentido amplio (o estacionario de segundo orden, o de covarianza estacionaria, o débilmente estacionario) cuando se verifica que $\mu = \mu < \infty$ y $g(t, t+k) = g_k < \infty$ es decir, la media del proceso es constante (no depende del tiempo) y la autocovarianza es solo función del lapso temporal considerado, y no del tiempo histórico. Los momentos de orden superior pueden variar con el tiempo.

Función de Autocorrelación

En procesos estacionarios, la función de Autocorrelación es:

$$h_k = \frac{g_k}{g_0} = \frac{\text{cov}(X_t, X_{t+k})}{\text{var}(X_t)} \quad k = \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots$$

En procesos reales se verifica además que $g_0 > 0$, $g_k = g_{-k}$, $h_k = h_{-k}$, $h_0 = 1$ y $|h_k| \leq 1$

Se denomina correlograma del proceso a la representación gráfica con h_k en ordenadas y k en abscisas.

La función de Autocorrelación de las series estacionarias disminuye sensiblemente a medida que aumenta el desfase temporal, característica que no suele pasar en series no estacionarias.

Función de Autocorrelación Estimada

En un proceso estacionario, la media del proceso se estima mediante $\bar{x} = \sum_{t=1}^T \frac{x_t}{T}$, análogamente, la función de Autocorrelación h_k se estima mediante la función de Autocorrelación muestral, que se define por:

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^T (X_t - \bar{X})(X_{t-k} - \bar{X})}{\sum_{t=1}^T (X_t - \bar{X})^2}$$

Se denomina correlograma muestral a la representación gráfica de r_k

Ruido Blanco

Es un proceso puramente aleatorio, se define por las condiciones:

$$\mu = E(X_t) = 0, g_0^2 = \text{var}(X_t), g_k = \text{cov}(X_t, X_{t+k}) = 0 \quad k = \dots, -1, 0, 1, \dots$$

Estacionariedad y Eliminación de la Tendencia

La mayoría de series temporales presentan tendencia, varianza no constante y variaciones estacionales.

A las series no estacionarias que presentan una tendencia lineal se les somete a la transformación $Z_t = X_t - X_{t-1}$ para convertirlas en estacionarias. Si X_t muestra una tendencia lineal, la primera diferencia de la serie Z_t ya no tendrá esa tendencia. En este caso se dice que X_t es una serie temporal homogénea de primer orden o integrada de primer orden y se denota por $I(1)$.

La eliminación de una tendencia cuadrática puede conseguirse mediante una doble diferenciación. Esta operación se realiza en dos etapas, primero se obtiene $W_t = X_t - X_{t-1}$ y, si sigue existiendo tendencia, se obtiene $Z_t = W_t - W_{t-1}$. Si Z_t ya no incorpora tendencia (es estacionaria) se dice que X_t es una serie temporal homogénea de segundo orden $I(2)$.

Análogamente, una tendencia de orden p puede eliminarse llevando a cabo una diferenciación de orden p dando lugar a una serie homogénea o integrada $I(p)$ de orden p .

Transformación Logarítmica

Se denomina proceso homogéneo de orden h , o integrado de orden h , denotado por $I(h)$, a un proceso no estacionario que se convierte en estacionario después de h operaciones de diferencia y no antes.

Si X_t muestra una tendencia exponencial, puede eliminarse la tendencia hallando primero el logaritmo de la serie, y luego la diferencia primera de la nueva serie así calculada. La serie $Z_t = \text{Ln}X_t - \text{Ln}X_{t-1}$ puede tener la tendencia eliminada.

Transformación de Box-Cox

Permite estabilizar la varianza de una serie temporal (serie estacionaria en varianza) y aproximar su distribución a una normal.

Si X_t es la serie temporal inicial, la transformación viene dada por:

$$Z_t = \frac{(X_t + I_2)^{I_1 - 1}}{I_1 g^{I_1 - 1}} \quad \text{si } I_1 \neq 0 \text{ y } X_t > -I_2$$

$$Z_t = g \text{Ln}(X_t + I_2) \quad \text{si } I_1 = 0 \text{ y } I_2 < 0$$

Donde g es la media geométrica simple $X_t + I_2$, el primer parámetro I_1 gobierna la fuerza de la transformación. Para $I_1 = 1$ se tiene la serie original X_t y I_2 se elige de la forma que $X_t + I_2$ sea siempre positiva. En consecuencia, I_2 será cero si se trabaja con datos positivos e igual en valor absoluto al valor más negativo observado, en otro caso.

La transformación Box-Cox es una familia de transformaciones dependiente del parámetro I_1 , que incluye como casos particulares la transformación logarítmica, la raíz cuadrada y la inversa.

Función de Autocorrelación Parcial Estimada

El primer término de la función de Autocorrelación parcial se denota por ϕ_{11} , puede estimarse transformando la serie X_t en desviaciones respecto a su media muestral $Y_t = X_t - \bar{X}$ y a continuación estimando una regresión de Y_t sobre $Y_{(t-1)}$.

El modelo de regresión: $Y_t = \phi_{11}Y_{t-1} + \mu_t$, la pendiente estimada de esta regresión es ϕ_{11} .

Además, el primer valor de la función de Autocorrelación parcial ϕ_{11} es igual al primer valor de la función de Autocorrelación, propiedad de las funciones de Autocorrelación de todo proceso estocástico estacionario.

El segundo valor de la función de Autocorrelación parcial ϕ_{22} se estima mediante una regresión de Y_t sobre Y_{t-1} e Y_{t-2} . El modelo de regresión: $Y_t = \phi_{21}Y_{t-1} + \phi_{22}Y_{t-2} + \mu_t$

El tercer valor de la función de Autocorrelación parcial ϕ_{33} se estima mediante una regresión de Y_t sobre Y_{t-1} , Y_{t-2} e Y_{t-3} . El modelo de regresión: $Y_t = \phi_{31}Y_{t-1} + \phi_{32}Y_{t-2} + \phi_{33}Y_{t-3} + \mu_t$

La función de Autocorrelación parcial puede estimarse mediante una serie de regresiones, cada una de las cuales contiene como variable explicativa un retardo más que la anterior, y en cada caso se eligen los coeficientes estimados en los retardos más altos ($\phi_{11}, \phi_{22}, \phi_{33}, \dots$), que son así los valores estimados de la función de Autocorrelación parcial.

Existe otra manera de obtener la función de Autocorrelación parcial estimada es mediante fórmulas recursivas, utilizando la función de Autocorrelación previamente estimada y utilizando las ecuaciones de Yule-Walker.

Identificación del Término Independiente

Para ajustar la serie temporal a veces conviene introducir un término independiente en el modelo ARIMA.

Para contrastar la hipótesis nula de que el modelo se ajusta con una constante, se utiliza el estadístico

Si X_t es ruido blanco (proceso aleatorio), el estadístico: $t_{N-1} = \frac{\bar{X}}{\sqrt{S_X^2/(N-1)}} (t - \text{Student})$

Si X_t esta autocorrelacionada, siendo significativos los primeros k coeficientes de Autocorrelación (r_1, r_2, \dots, r_k) el estadístico a utilizar es: $t_{N-1} = \frac{\bar{X}}{\sqrt{S_X^2(1+2r_1+\dots+2r_k)/N}}$

Estimación de Modelos ARIMA (p, d, q)

Los parámetros se suelen obtener de manera que la suma cuadrática de los errores sea la menor posible.

Representando el proceso ARIMA (p, d, q) de la forma $\phi(B)X_t = v(B)a_t$, los errores del modelo pueden expresarse de la forma $a_t = \phi^{-1}(B)\phi(B)a_t$.

El objetivo es encontrar el vector de parámetros $\phi = \phi(\phi_1, \dots, \phi_p)$ y $v = (v_1, \dots, v_p)$ que minimice la suma de cuadrados de los errores $\sum_t a_t^2 = S(\phi, v)$.

La estimación es complicada ya que la ecuación es no lineal en los parámetros, por lo que se debe recurrir a un método iterativo de estimación no lineal (Marquardt). Para comenzar el algoritmo se necesitan estimaciones preliminares de los parámetros, que se obtienen mediante el método de momentos.

Diagnóstico, Validación o Contraste de Modelos ARIMA (p, d, q)

Si el modelo se aproxima satisfactoriamente a la serie observada, los residuos deben tender a comportarse como ruido blanco, lo que se comprobaría mediante las funciones de Autocorrelación de los residuos (ACF, ACFP), dichas funciones de Autocorrelación deben ser nulas en todo su recorrido, excepto en el cero.

Si el modelo no se aproxima satisfactoriamente a la serie observada, los residuos se comportarían como un ruido autocorrelado. Por ello, deben emplearse contrastes como el de Durbin-Watson (para la Autocorrelación de primer orden) o el de Walls (para la de cuarto orden).

Otros test aplicados a los residuos van encaminados a comprobar si los residuos obtenidos son consistentes con el supuesto de ruido blanco (aleatorios):

Box y Pierce proponen el estadístico $Q = \sum_{k=1}^m r_k^2$ donde $r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n a_t a_{t-k}}{\sum_{t=1}^n a_t^2}$ siendo a_t residuos estimados y n el número de observaciones. Bajo el supuesto de que m es suficientemente grande, Box y Pierce demuestran que el estadístico Q se distribuye como una Chi-cuadrado con $(m-p-q)$ grados de libertad. Rechazándose la hipótesis de que los residuos son un ruido blanco para valores de Q muy altos. Más concretamente, se halla la región crítica para un nivel de significación α , calculando un valor I que cumpla $P(Q > I) = \alpha$. Cuando el valor de Q cae dentro de la región crítica se rechaza la hipótesis nula de que los

residuos son un ruido blanco. Si cae fuera de la región crítica se acepta la hipótesis nula. El valor de m es arbitrario, aunque conviene tomarlo lo más elevado posible.

Para valores de m no muy grandes, Ljung y Box proponen un estadístico alternativo:

$$Q' = \frac{n(n+2) \sum_{k=1}^m r_k^2}{n-k} \approx \chi_{m-p-q}^2$$

Se halla la región crítica para un nivel de significación α , calculando un valor I que cumpla $P(Q' > I) = \alpha$. Cuando el valor de Q' cae dentro de la región crítica se rechaza la hipótesis nula de que los residuos son un ruido blanco. Si cae fuera de la región crítica se acepta la hipótesis nula.

Un diagnóstico completo surge de la inspección del gráfico de los residuos. Si los residuos provienen de un proceso de ruido blanco, deben de ser incorrelacionados entre sí, lo que les hará alternar en signo, sin ningún criterio obvio. Por el contrario, racha de residuos consecutivos de un mismo signo son, en general, un indicativo de mala especificación del modelo, bien por ser una indicación de Autocorrelación de los residuos o por indicar no estacionariedad en los mismos. Si el gráfico (t, a_t) tiene una tendencia conocida, puede haber heterocedasticidad de los residuos.

Predicción en Modelos ARIMA

Los modelos ARIMA proporcionan, además de una predicción puntual, la distribución de probabilidad completa para los futuros valores de la serie.

Considerando como predicción óptima la que tiene un error cuadrático medio de predicción mínimo, se trata de elegir una predicción a horizonte I , $Z_t(I)$, tal que $E[e_t^2(I)] = E[X_{t+1} - Z_t(I)]^2$ fuese mínimo.

En general, se demuestra que dicha predicción viene dada por la esperanza condicionada de X_{t+1} :

$$Z_t(I) = E[X_{t+1} / X_t, X_{t-1}, \dots, X_1]$$

El cálculo real de la predicción $Z_t(I)$ puede hacerse de forma recursiva utilizando el modelo ARIMA estimado, de forma que si el modelo se expresa como:

$$d_t = \phi_1 d_{t-1} + \phi_2 d_{t-2} + \dots + \phi_p d_{t-p} + a_t - v_1 a_{t-1} - v_2 a_{t-2} - \dots - v_q a_{t-q}$$

Donde d_t , diferenciada de orden d de X_t (supuesto X_t no estacionaria y convertible en estacionaria mediante, de forma un proceso de d diferenciaciones consecutivas).

Para calcular la predicción $Z_t(I)$ se comienza calculando la estimación de $d_t(1)$ como la esperanza condicionada de d_{t+1} , y posteriormente se calcula la estimación de $d_t(2)$, y así sucesivamente hasta calcular la estimación de $d_t(I)$. Una vez que la serie d_t han sido predicha, se puede obtener una predicción de X_t sumando d_t d -veces. Para calcular la predicción $Z_t(I)$ se utiliza la fórmula:

$$Z_t(I) = \phi_1 d_t + \phi_{I+1} d_{t-1} + \phi_{I+2} d_{t-2} + \dots = Z_{t+I}$$

4.2.1.3 Aplicación de la Técnica Estadística utilizada

La serie objeto de este trabajo es la variable gasto público de la Entidad expresada en millones de soles, para el periodo comprendido entre los años 2009 y 2017, que contempla la información acerca del personal y obligaciones sociales, pensiones y otras prestaciones sociales, bienes y servicios, donaciones y transferencias, adquisiciones de activos no financieros y otros gastos, la información fue obtenida del Sistema Integrado de Administración Financiera de los Recursos Públicos (SIAF RP¹) y se trabajó a un nivel de significación del 5%.

Análisis Exploratorio²

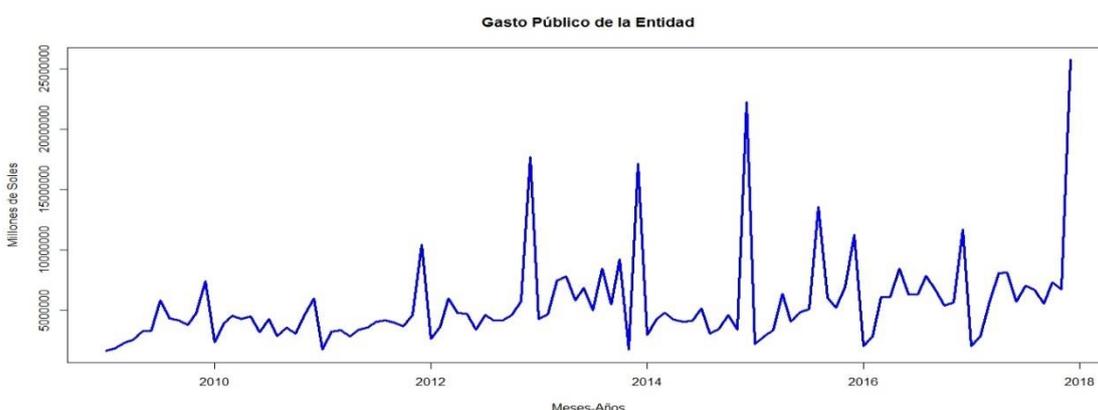


Figura 2. Serie de tiempo del gasto público de la entidad 2009-2017

¹ SIAF RP: El Sistema Integrado de Administración Financiera de los Recursos Públicos, es el sistema informático de uso obligatorio por parte de las entidades del sector público, que brinda soporte a todos los procesos y procedimientos de la administración financiera, garantizando la integración de la información que administra, porque ahí se registran información de ingresos y gastos de la institución, también brinda reportes y estados de gestión valiosos para el control concurrente y toma de decisiones.

² Ver Anexo 1

En la Figura 2, se puede observar que el gasto público de la Entidad refleja una tendencia suavemente creciente a través del tiempo, lo que permite analizar el comportamiento de la variable y obtener de manera informal indicios de cómo actúan los momentos muestrales de la serie, se verificara la estabilidad estructural de la serie de modo que permita detectar puntos de quiebre inmersos en el comportamiento de la serie y por consiguiente aplicar la metodología Box Jenkins para aplicar una predicción al mejor modelo.

Al detectar los puntos de quiebre³ de la variable se puede establecer una clara las directrices y/o lineamientos de las políticas expansivas orientados al gasto público emitidas por el Estado.

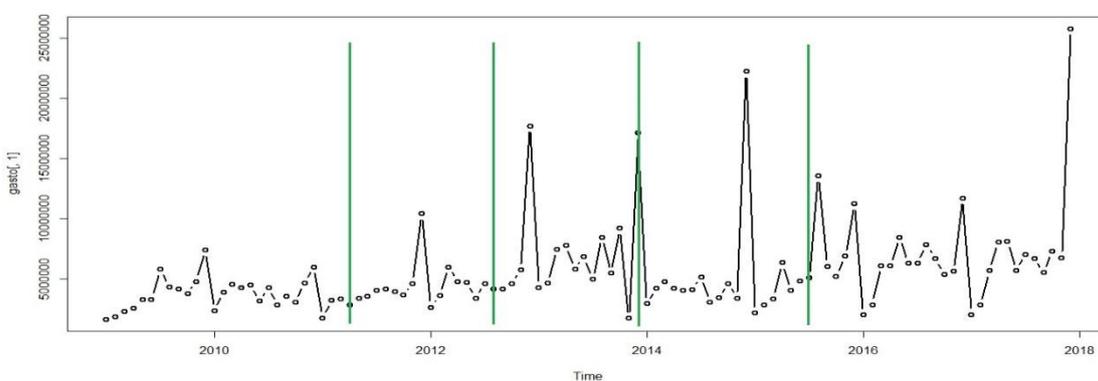


Figura 3. Puntos de quiebre

En la Figura 3, aplicando la revisión de puntos de quiebre, se refleja 4 meses que están generando acciones de cambio en la temporalidad del gasto público en la Entidad, los cuales son los meses Abril (2011), Agosto (2012), Diciembre (2013) y Julio (2015).

Mes Abril (2011). El gobierno que en aquel tiempo ya finalizaba su periodo de vigencia ante la persistencia de problemas para la ejecución del gasto público, en particular de las inversiones y ante la mayor incertidumbre por el deterioro de las condiciones externas, se aprobaron medidas extraordinarias para promover el dinamismo de la economía. Con tal fin se emitieron decretos de urgencia indicando dichas medidas.

Mes Agosto (2012). Ante la baja ejecución del gasto público, obligo al gobierno vigente emitir la Ley que establece las medidas para incentivar el gasto público y mejorar la eficacia en su ejecución.

³ Ver Anexo 2

Mes Diciembre (2013). A inicios del año 2013 se emitió la Ley de presupuesto del Sector Público, en donde se incluyeron y establecieron medidas de control sobre la ejecución del gasto y registro de los avances en materia de inversiones de obras públicas. Para finalizar el año, dichas medidas marcaron una tendencia en los gastos.

Mes Julio (2015). El gobierno vigente, emitieron normas de austeridad para la disciplina y calidad en el gasto público en el tema de inversiones públicas.

1. Identificación del Modelo

Antes de identificar el modelo hay que proceder a verificar:

El análisis de la serie temporal correspondiente a su estabilidad para definir que la variable este acorde al comportamiento para la identificación del proceso generador de datos.

A partir de la prueba CUSUM (prueba de estabilidad) se obtuvo la probabilidad $(0.006158)^4$ menor a la significancia del 5%, reflejando inestabilidad y posibles quiebres estructurales en la serie que se pueden identificar y que afectan la tendencia de la variable. Teniendo en cuenta la exploración inicial y los puntos de quiebre, se aplica las transformaciones box-cox, el cual permitió minimizar y volver constante la varianza.

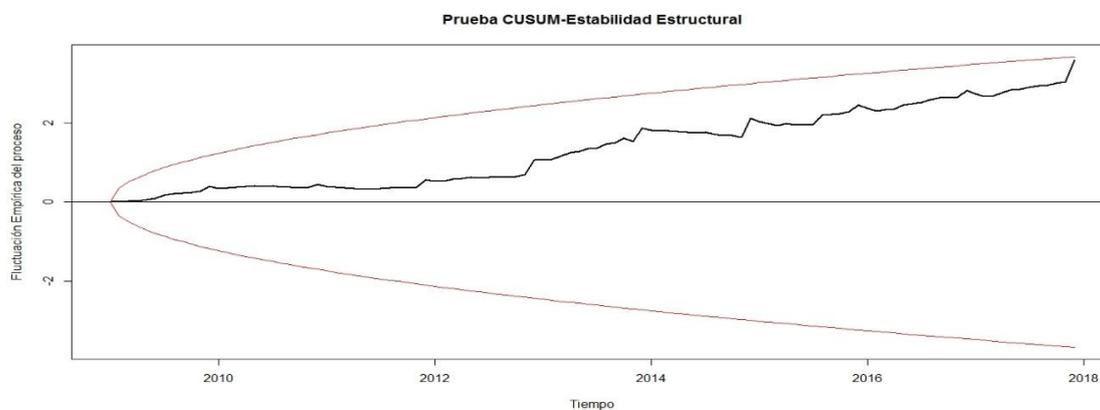


Figura 4. Prueba CUSUM del gasto público de la Entidad 2009-2017

El valor de estimación box-cox es $\lambda=-0.332^5$ por lo que se procedió aplicar una transformación, en este caso se aplicaron los logaritmos naturales (suavizador) en la variable gasto público en la Entidad, lo que permitiría minimizar la varianza y así obtener un ajuste del modelo adecuado con la estimación del proceso generador de datos significativo.

⁴ Ver Anexo 3

⁵ Ver Anexo 4

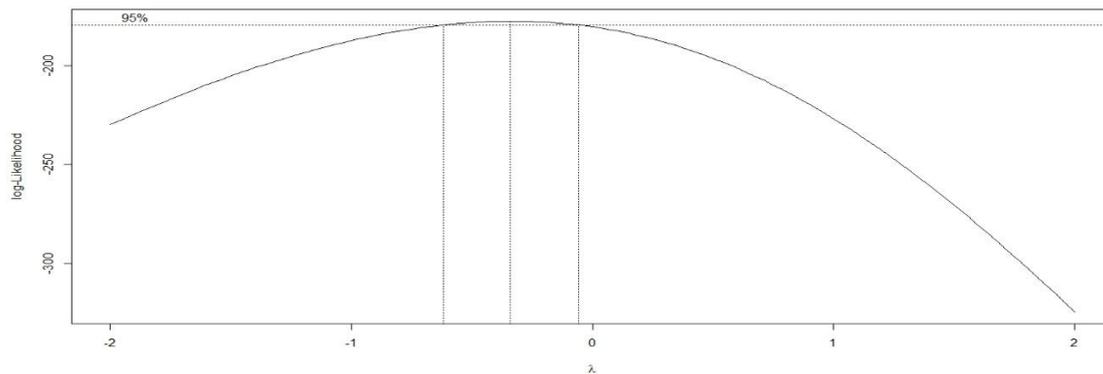


Figura 5. Estimación box-cox del gasto público de la Entidad 2009-2017

Posterior a la aplicación de la transformación se procede aplicar pruebas de raíces unitarias⁶ de Dickey-Fuller aumentado y Phillip-Perron para probar la estacionariedad o no de la serie transformada.

Tabla 1. Pruebas de Dicker-Fuller Aumentado y Phillip-Perron

	Ln(gasto público de la entidad)
Estadístico ADF	-7.111
V.C 1%	-3.99
V.C 5%	-3.43
V.C 10%	-3.13
Estadístico PP	-10.5565
V.C 1%	-4.04
V.C 5%	-3.45
V.C 10%	-3.50

La prueba de Hipótesis se puede describir de la siguiente manera:

H_0 : Tiene raíz unitaria (No estacionaria)

H_1 : No tiene raíz unitaria (Estacionaria)

Donde el criterio de decisión es: si el estadístico ADF y PP es mayor a la significancia del 1%, 5% y 10% en términos absolutos, se rechaza la hipótesis nula. Si no se rechaza la hipótesis nula entonces la serie es no estacionaria. Dado que los estadísticos ADF y PP son

⁶ Ver Anexo 5

mayores en valores absolutos se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, la serie de tiempo transformada es estacionaria.

Una vez verificada que la serie transformada es estacionaria, se procede a identificar el modelo analizando los correlogramas y su estabilidad estructural.

Se volvió a realizar la prueba CUSUM (prueba de estabilidad) se obtuvo la probabilidad $(0.7715)^7$ mayor a la significancia del 5%, lo que refleja estabilidad y evidencia que no hay quiebres estructurales en la serie transformada.

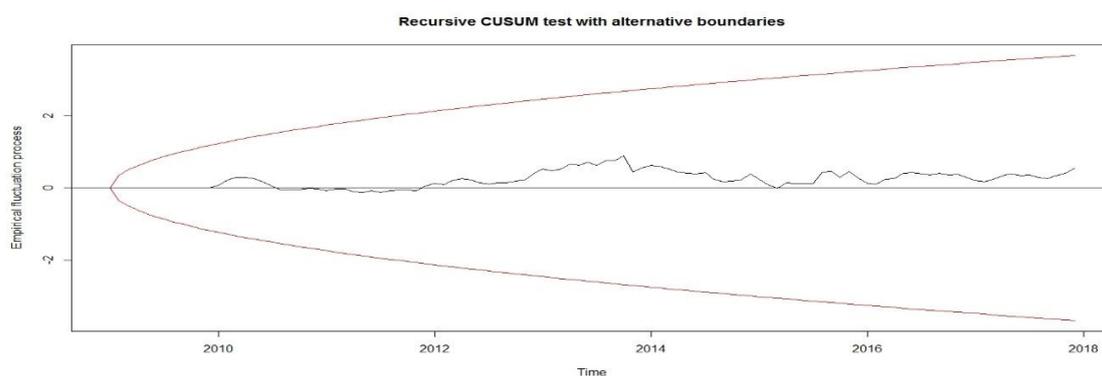


Figura 6. Prueba CUSUM de la serie transformada del gasto público de la Entidad 2009-2017

Se procede hallar el Proceso Generador de Datos:

Tabla 2. Comparación de modelos obtenidos

Modelo	AIC	AICc	BIC
ARIMA (2,0,0) (0,1,1) ₁₂	69.03	69.7	81.85
ARIMA (2,0,0) (1,1,1) ₁₂	72.01	73.2	86.25
ARIMA (2,0,0) (2,1,0) ₁₂	72.56	73.8	88.12

Tomando en cuenta los criterios de selección, se procedió a elegir el Proceso Generador de Datos: ARIMA (2,0,0) (0,1,1)₁₂

⁷ Ver Anexo 6

2. Estimación de Parámetros

En la etapa de Identificación se seleccionó el Proceso Generador de Datos⁸: ARIMA (2,0,0) (0,1,1)₁₂, por lo que se procedió a estimar sus parámetros.

Tabla 3. Estimación de parámetros del modelo

Estimación por Mínimos Cuadrados		
Parámetro	Estimación	S.E
AR1	0.2441	0.0972
AR2	0.3573	0.0993
SMA1	-0.6254	0.1201

3. Diagnostico

Se analiza los residuales como elemento fundamental para así evidenciar su ajuste, si es ruido blanco el proceso, la incorrelación y normalidad de los residuos⁹.

Tabla 4. Pruebas para diagnóstico de los residuales

Diagnóstico de los Residuales		
Pruebas	Estadístico	p-valor
Test Ljung-Box	9.79	0.6368
Test Durbin-Watson	2.05	0.6067
Test de Shapiro - Wilk	0.93	0.4505

La prueba de hipótesis para Test Ljung-Box se puede describir de esta manera

$$H_0: \varepsilon_t \sim \text{RB} (0, \sigma^2)$$

$$H_1: \varepsilon_t \text{ no son ruido blanco}$$

Donde el criterio de decisión es: p-valor < 0.05 se rechaza la hipótesis nula, dado que el p-valor (0.6368) > 0.05 entonces no se rechaza la hipótesis nula por lo tanto los residuales son ruido blanco.

⁸ Ver Anexo 7

⁹ Ver Anexo 8

La prueba de hipótesis para Test Durbin-Watson se puede describir de esta manera

$$H_0: \phi = 0$$

$$H_1: \phi \neq 0$$

Donde el criterio de decisión es: p-valor < 0.05 se rechaza la hipótesis nula, luego si hipótesis nula es cierta $Y_t = \varepsilon_t$ y como $\varepsilon_t \sim RB(0, \sigma^2)$ entonces $Y_t \sim RB(0, \sigma^2)$; dado que el p-valor (0.6067) > 0.05 entonces no se rechaza la hipótesis nula por lo tanto la serie transformada es ruido blanco.

La prueba de hipótesis para Test Shapiro-Wilk se puede describir de esta manera

$$H_0: \varepsilon_t \text{ siguen una distribución normal}$$

$$H_1: \varepsilon_t \text{ no siguen una distribución normal}$$

Donde el criterio de decisión es: p-valor < 0.05 se rechaza la hipótesis nula, dado que el p-valor (0.4505) > 0.05 entonces no se rechaza la hipótesis nula por lo tanto los residuales siguen una distribución normal.

4. Pronostico

A partir de la selección del proceso generador de datos ARIMA (2,0,0) (0,1,1)₁₂ se procede a realizar las predicciones para el gasto público de la Entidad para el año 2018¹⁰.

Tabla 5. Pronóstico del gasto público de la Entidad para el año 2018

Mes	2018
Enero	2,956,805
Febrero	4,177,611
Marzo	6,211,978
Abril	7,444,232
Mayo	7,052,763
Junio	5,761,221
Julio	6,320,886
Agosto	7,200,493
Setiembre	5,585,810
Octubre	6,043,416

¹⁰ Ver Anexo 9

Noviembre	5,553,728
Diciembre	17,037,204

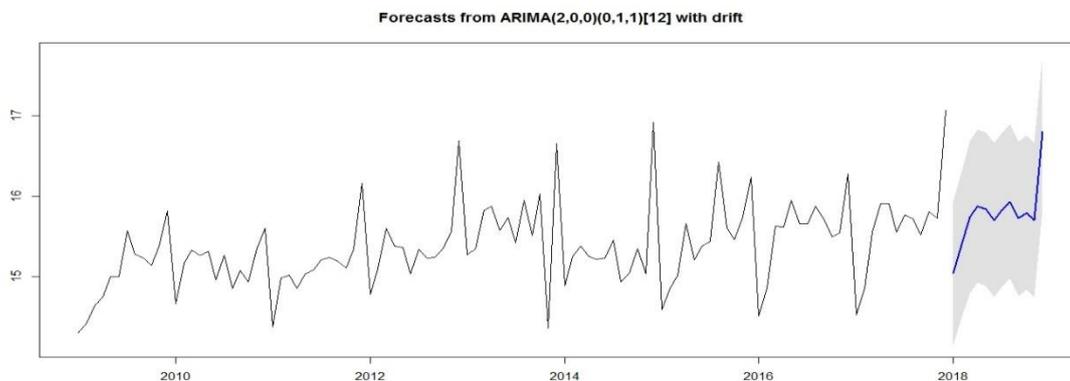


Figura 7. Pronóstico del gasto público de la Entidad para el año 2018

A partir de la información se procede a realizar la evolución del porcentaje (%) de ejecución¹¹ del gasto público de la Entidad, incluido la proyección para el año 2018.

Tabla 6. Porcentaje de ejecución anual del gasto público de la Entidad 2009-2018

Año	Gasto	PIM¹²	% Ejecución
2009	45,055,428	56,248,723	80.10%
2010	46,904,973	54,595,125	85.91%
2011	48,868,523	72,787,086	67.14%
2012	66,064,563	80,254,692	82.32%
2013	83,779,201	91,415,817	91.65%
2014	66,179,243	98,868,939	66.94%
2015	71,475,372	100,662,424	71.01%
2016	75,321,062	92,633,700	81.31%
2017	91,513,357	131,355,283	69.67%
2018	81,346,147	95,273,863	85.38%

¹¹ % Ejecución del gasto = (Gasto / PIM) x 100

¹² PIM: El Presupuesto Institucional Modificado, es el presupuesto actualizado de la entidad, como consecuencia de las modificaciones presupuestarias provenientes de transferencias de partidas, créditos suplementarios y recursos públicos captados o percibidos directamente por la entidad

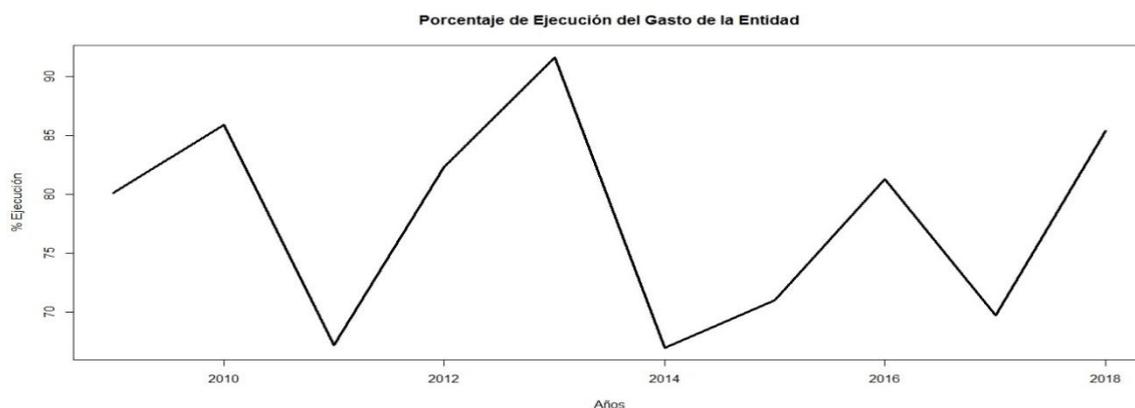


Figura 8. Evolución del porcentaje anual del gasto público de la Entidad 2009-2018

4.2.2 REVISIÓN DE LA LITERATURA

- (Fajardo, Romero, & Ramírez, 2018) “Un análisis de series de tiempo de la producción de carbón en Colombia para el periodo 1995-2015”. El objetivo de dicha investigación es determinar la capacidad predictiva de la metodología Box-Jenkins. Para determinar la mejor capacidad predictiva, se utilizó el estudio de una serie con estacionalidad procedente del sector minero en el cual la variable de análisis es: Producción de toneladas de carbón en Colombia para el periodo comprendido entre 1995 y 2015. El análisis de dicha investigación concluye que los modelos ARIMA permite asegurar que esté explica el comportamiento de la producción de carbón por toneladas en Colombia en los años 1995 y 2015, además tiene la facultad de hacer predicciones de esta variable en un mediano plazo, lo que posibilita utilizar este modelo econométrico como instrumento para procurar conocer la evolución de la producción del carbón en Colombia y anticiparse en la toma de decisiones económicas, siendo la producción de este importante dentro del sector minero, que influye en el desarrollo de la economía del país; así mismo, señala que la metodología: Box-Jenkins presenta una buena capacidad predictiva debido al componente estacional que presentan la variable.
- (Ceballos Perez & Pire, 2015)“Estimación del precio internacional del arroz bajo el modelo ARIMA”. El objetivo de dicha investigación es planificar racionalmente la toma de decisiones basado en pronósticos confiables, tomando la variable econométrica precios se utilizó la metodología Box-Jenkins a fin de aplicar el modelo econométrico ARIMA, para ajustar el comportamiento de la serie de tiempo de los precios internacionales del arroz durante el período comprendido entre junio 2002 a noviembre

2012. Para determinar la mejor capacidad predictiva, se utilizó el estudio de una serie con estacionalidad procedente del sector agrícola en el cual la variable de análisis es: Precio internacional del arroz. El análisis de dicha investigación concluye que con buen seguimiento y evaluación de los precios mediante el modelo propuesto se puede diseñar políticas y estrategias confiables que permita incrementar las inversiones y la producción mundial de dicho cereal; así mismo, señala que la metodología Box-Jenkins es muy útil como predictor, refleja el comportamiento del proceso estocástico generado por la serie de datos.

- (Caminada Bonett & Mamani Vargas, 2016) “Modelación econométrica del producto bruto interno utilizando la metodología Box-Jenkins: Una aplicación para el caso peruano 1992-2015”. El objetivo de dicha investigación es realizar el modelamiento econométrico para el Producto Bruto Interno del Perú utilizando la metodología Box Jenkins, cuya metodología de investigación utilizada corresponde al enfoque cuantitativo, no experimental, de tipo longitudinal con alcance explicativo. Para determinar la mejor capacidad predictiva, se utilizó el estudio de una serie con estacionalidad procedente del sector económico en el cual la variable de análisis es: Producto Bruto Interno Real. El análisis de dicha investigación concluye que el modelo puede ser utilizado para fines de pronóstico y toma de decisiones de política económica; así mismo, señala que la metodología Box-Jenkins es muy útil como predictor.
- (Lemus Polanía, Torres Romero, Cubillas Fonseca, & Camelo Sanchez, 2017) “Análisis de la ejecución presupuestal en Colombia durante el periodo 1954-2013”. El objetivo de dicha investigación 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 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.
- (Salazar Ojeda & Saavedra Cuba, 2014) “Pronóstico de la Ejecución del Presupuesto Asignado al Gobierno Regional de Piura en la Unidad Ejecutora 001 Sede Central para el periodo 2013 y 2014 Aplicando el Modelo Holt-Winters y los Modelos ARIMA y

SARIMA”. El objetivo de esta investigación es evaluar las capacidades predictivas de los modelos Holt-Winters, ARIMA y SARIMA en el pronóstico de la ejecución del presupuesto asignado al gobierno regional de Piura en la Unidad Ejecutora 001 sede central en el periodo 2013 y 2014”.

4.2.3 PROPUESTA DE ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

A. FASE DE COMPRENSIÓN DEL PROBLEMA

La relación entre el gasto público de la Entidad como componente del presupuesto público y las directrices y/o lineamientos de las políticas expansivas emitidas por el Estado.

B. FASE DE COMPRENSIÓN DE LOS DATOS

Variable: Gasto público de la Entidad

Estructura: Los datos están ordenados cronológicamente desde enero 2009 hasta diciembre 2017.

C. FASE DE PREPARACIÓN DE LOS DATOS

No se requiere hacer alguna transformación o limpieza de datos.

D. FASE DE MODELADO

Primero: Se presenta los datos para que tengan forma de serie temporal

```
gasto <- ts(Data, start = c(2009, 1), frequency = 12)
```

```
plot(gasto)
```

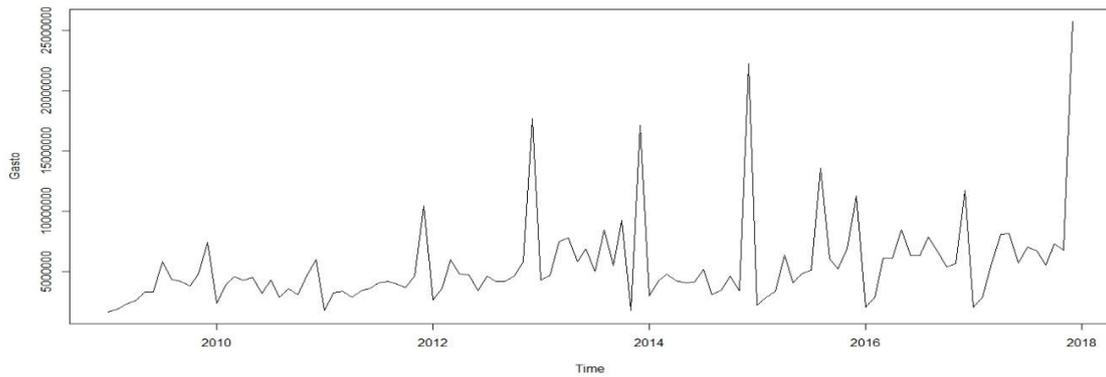


Figura 9. Serie de tiempo del gasto público de la Entidad 2009-2017

Segundo: Se pasa la serie temporal a Holt-Winters y se traza los datos ajustados

```
hw <- HoltWinters(gasto)
```

```
plot(hw)
```

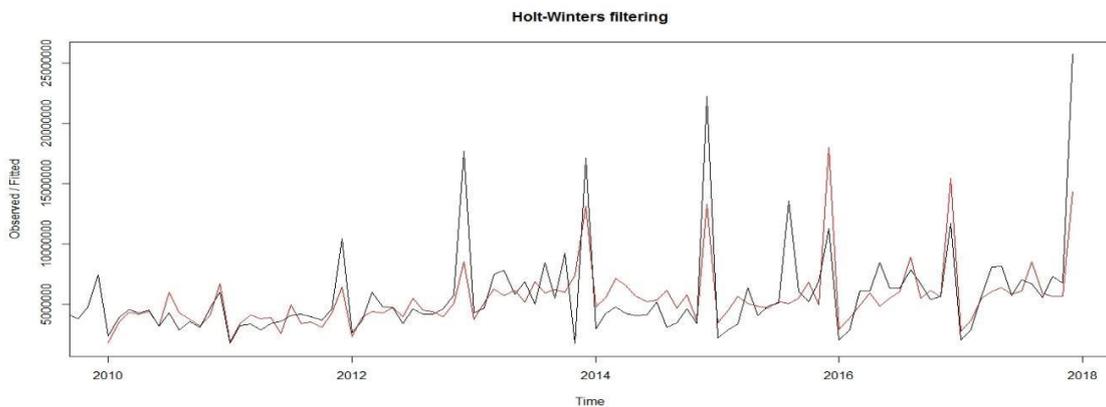


Figura 10. Serie de tiempo del gasto público de la Entidad y datos ajustados 2009-2017

Tercero: Modelado de la serie de tiempo del gasto público de la Entidad mediante la metodología Holt-Winters.

```
Summary(hw)
```

Holt-Winters exponential smoothing with trend and additive seasonal component.

```
Call: HoltWinters(x = gasto)
```

Smoothing parameters:

alpha: 0.11078

beta : 0.002704385

gamma: 0.388479

Coefficients: [,1]

a 7696363.62

b 14378.65

s1 -3396027.19

s2 -2456005.64

s3 -189223.77

s4 967625.65

s5 952068.70

s6 -426238.62

s7 208139.15

s8 1583699.02

s9 -390938.17

s10 119457.44

s11 -264775.22

s12 11860499.59

E. FASE DE IMPLEMENTACIÓN

Calculamos el pronóstico para los 12 meses del año 2018, con un intervalo de confianza de 0,95 y trazamos el pronóstico junto con el gasto público de la Entidad y datos ajustados.

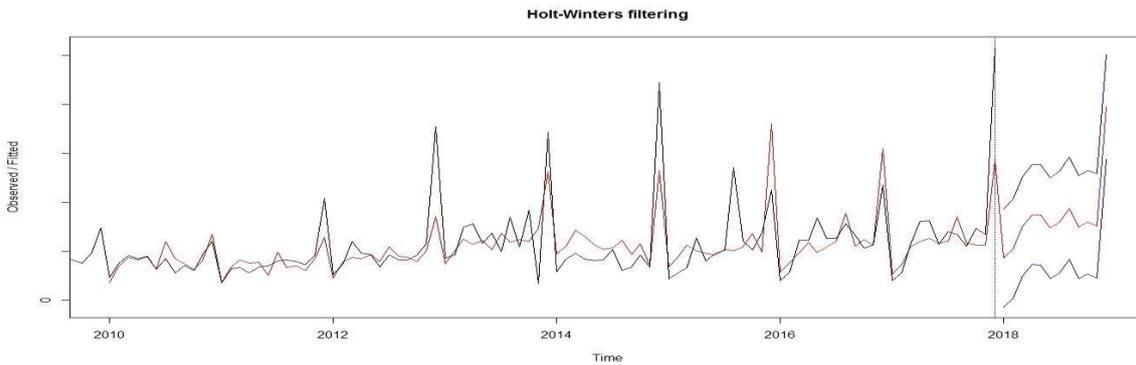


Figura 11. Pronóstico del gasto público de la Entidad para el año 2018

Tabla 7. Pronóstico mensual del gasto público de la Entidad para el año 2018

Mes	2018
Enero	3,327,745
Febrero	4,312,978
Marzo	6,624,948
Abril	7,826,965
Mayo	7,856,554
Junio	6,523,374
Julio	7,202,859
Agosto	8,623,508
Setiembre	6,693,943
Octubre	7,249,394
Noviembre	6,910,200
Diciembre	19,080,498
Total	92,232,966

4.3 CONTRIBUCIÓN EN LA SOLUCION DE SITUACIONES PROBLEMÁTICAS

Se estableció un modelo de predicción de la variable Gasto Público de la Entidad entre cierto periodo de tiempo, usando la metodología Box-Jenkins.

Se relacionó los puntos de quiebre de la variable Gasto Público de la Entidad entre cierto periodo de tiempo con las directrices y/o lineamientos de las políticas expansivas emitidas

por el gobierno, por lo que se pudo explicar el comportamiento y la evolución del porcentaje de ejecución anual de la variable en mención.

4.4 ANALISIS DE LA CONTRIBUCIÓN EN TÉRMINOS DE COMPETENCIAS Y HABILIDADES

La metodología de análisis de series de tiempo considera el hecho que los datos respecto a la variable: Gasto Público de la Entidad entre los años 2009 y 2017, pueden tener algunas características de Autocorrelación, tendencia o estacionalidad que se debe tomar en cuenta, por lo que la aplicación del método tiene dos propósitos: comprender las fuerzas de influencia en los datos y descubrir la estructura que produjo los datos. De esta manera ajustar el modelo y proceder a realizar pronósticos, monitoreo, retroalimentación y control de avance.

4.5 BENEFICIO OBTENIDO POR EL CENTRO LABORAL

Una vez estimado las proyecciones mensuales para el año 2018, estos se establecieron como metas a cumplir por la Entidad, para esto la Alta Dirección tomo las medidas correspondientes tomando en cuenta las directrices y/o lineamientos de las políticas expansivas emitidas por el Estado para ese año, con el fin de cumplir dichas metas.

La entidad mejoro incrementando su ejecución mensual del gasto, de acuerdo a las medidas establecidas por la Alta Dirección.

Se tomó el monto proyectado para el año 2018, como monto base para solicitar el presupuesto anual del año 2019.

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

La aplicación de la metodología de Box Jenkins, permitió analizar de forma acertada los cambios estructurales significativos que presentó la serie del gasto público de la Entidad en el periodo establecido y su relación con las directrices y/o lineamientos de las políticas expansivas emitidas por el Estado, por lo tanto, los elementos estadísticos otorgan atributos para describir comportamientos específicos que ha sufrido la Entidad correspondiente a su gasto público.

El pronóstico efectuado para el año 2018 evidencia una disminución en el gasto público de la Entidad respecto al año anterior, esto se explica mediante una medida en la austeridad emitida por el ejecutivo mediante decreto de urgencia, buscando generar una mayor eficiencia en la ejecución presupuestal y afrontar el déficit fiscal, no obstante, la Entidad se tuvo que regir a dicho decreto y tomar otras medidas que posibiliten la eficiencia en su gasto.

El resultado del análisis de la serie estudiada denota un crecimiento y decrecimiento en el porcentaje de ejecución del gasto pública de la Entidad comprendido entre el 2011 y 2017, esta situación se explica en el marco de las directrices y/o lineamientos de las políticas expansivas emitidas por el Estado.

5.2 RECOMENDACIONES

La aplicación del análisis descriptivo y predictor que se desarrolló, se puede extender en diversos aspectos, analizando los sectores de la economía, complementando el análisis con otros hechos y contrastando con las políticas implementadas y en ejecución, con el fin de comprender cómo se está siendo efectivo en el planteamiento de medidas que permitan incentivar y mejorar la eficiencia del gasto público. Por lo tanto, la metodología Box – Jenkins, al estandarizar su aplicación puede erigirse como el método por excelencia para describir series de tiempo contrastando las políticas públicas económicas y sociales.

CAPITULO VI REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Abusada Salah, R., Cusato Novelli, A., & Pastor Vargas, C. (2008). *Eficiencia del Gasto en el Perú*. Lima-Perú: Instituto Peruano de Economía.
- Caminada Bonett, M., & Mamani Vargas, M. (2016). Modelación econométrica del producto bruto interno utilizando la Metodología Box-Jenkins: Una aplicación para el Caso Peruano 1992-2015. *Revista de Investigación "K uskiyuy"*, 61-80.
- Campana Barbosa, E., Safadi, T., Nascimento, M., Osorio Silva, C., & Manuli, R. (2015). Metodologia Box & Jenkins para previsao de temperatura media mensal da cidade de Bauru (SP). *Rev. Bras. Biom. Sao Paulo*, 104-117.
- Ceballos Perez, S., & Pire, R. (2015). Estimación del precio internacional del arroz bajo el modelo ARIMA. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2083-2089.
- Din, M. A. (2015). ARIMA by Box Jenkins Methodology for Estimation and Forecasting Models in Higher Educations. *Atiner conferencia Paper Series No. EM52015*, 1846.
- Fajardo, E. J., Romero, H., & Ramírez, M. (2018). Un análisis de series de tiempo de la producción de carbón en colombia para el periodo 1995-2015. *Espacios*, 5-15.
- Fernandez, S. d. (2018). *Series Temporales: Modelos ARIMA*. Madrid-España: Universidad Autonoma de Madrid.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). *Basic Econometrics*. McGraw-Hill Irwin.
- Jimenez Guerrero, J. F., Gázquez Abad, J. C., & Sánchez Fernández, R. (2006). La capacidad predictiva en los métodos Box-Jenkins y Holt-Winters: una aplicación al sector turístico. *Revista europea de Dirección y Economía de la Empresa*, Vol 15, núm 3, ISSN 1019-6838, 185-198.
- Lemus Polanía, D., Torres Romero, A., Cubillas Fonseca, S., & Camelo Sanchez, F. (2017). Análisis de la ejecución presupuestal en Colombia durante el periodo 1954-2013. *CIFE 30*, 23-45.

- Marroquin Martinez, G., & Chalita Tovar, L. E. (2011). Aplicación de la Metodología Box-Jenkins para pronóstico de precios de Jitomate. *Revista Mexicana de Ciencia Agrícolas Vol 2 Num 4*, 573-577.
- O. D., A. (1977). The Box-Jenkins approach to time series analysis. *RAIRO. Recherche opérationnelle*, 3-29.
- Resico, M. (2008). *Introducción a la Economía Social de Mercado*. Europa: Konrad Adenauer Stiftung.
- Rodriguez Rodriguez, C. (2001). Modelos Box-Jenkins Aplicación de su Metodología a la producción de azúcar en cuba. *Economía y Desarrollo N0 1 Vol 128*, 167-180.
- Salazar Ojeda, M., & Saavedra Cuba, G. (2014). *Pronóstico de la Ejecución del Presupuesto Asignado al Gobierno Regional de Piura en la Unid Ejecutora 001 para el periodo 2013 y 2014 Aplicando el modelo Holt-Winter y Modelo ARIMA y SARIMA*. Piura: Universidad Nacional de Piura. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/743>
- Senna, V., Lima Junior, A., Rezer de Menesses, F., Wolff, G., & Souza, A. (2014). Análise Exploratoria e aplicacao da metodologia Box e Jenkins na modelagem e previsao de fluxo de caixa de empresa na área gráfica. *Espacios Vol No 35*, 10.

CAPITULO VII ANEXOS

SCRIPT en R

Anexo 1. Análisis Descriptivo

```
gasto=ts(Dataset,start=c(2009,1),frequency=12)

plot.ts(gasto,main="Gasto Público de la Entidad",xlab="Meses-Años",ylab="Millones de
Soles",lwd=3,type="line",col="blue")

par(mfrow=c(2,1))

acf(gasto,lwd=2,main="Gasto Público de la Entidad",xlab="Rezago",ylab="ACF")

pacf(gasto,lwd=2,main="Gasto Público de la Entidad",xlab="Rezago",ylab="PACF")
```

Anexo 2. Puntos de quiebre

```
windows()

plot(gasto[,1],type="b",main="",lwd=2)

pto_quiebre=breakpoints(gasto[,1]~1,breaks=5)

summary(pto_quiebre)
```

Optimal (m+1)-segment partition:

Call:

```
breakpoints.formula(formula = gasto[, 1] ~ 1, breaks = 5)
```

Breakpoints at observation number:

m = 1 46

m = 2 46 88

m = 3 44 60 79

m = 4 28 44 60 79

m = 5 28 44 60 76 92

Corresponding to breakdates:

m = 1 2012(10)

m = 2 2012(10) 2016(4)

m = 3 2012(8) 2013(12) 2015(7)

m = 4 2011(4) 2012(8) 2013(12) 2015(7)

m = 5 2011(4) 2012(8) 2013(12) 2015(4) 2016(8)

Fit:

m	0	1	2	3	4	5
---	---	---	---	---	---	---

RSS	1.507e+15	1.321e+15	1.300e+15	1.263e+15	1.257e+15	1.264e+15
-----	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

BIC	3.585e+03	3.580e+03	3.587e+03	3.594e+03	3.603e+03	3.613e+03
-----	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Anexo 3. Estabilidad estructural

```
est_estruc=efp(gasto[,1]~1)
```

```
plot(est_estruc,alpha=0.01,alt.boundary=TRUE,main="Prueba CUSUM-Estabilidad Estructural",ylab="Fluctuación Empírica del proceso",xlab="Tiempo",lwd=2)
```

```
sctest(est_estruc,type="Nyblom-Hansen")
```

Recursive CUSUM test

data: est_estruc

S = 1.1954, p-value = 0.006158

Anexo 4. Transformación Box-Cox

```
lambda=powerTransform(gasto[,1]~1)
```

```
summary(lambda)
```

bcPower Transformation to Normality

	Est Power	Rounded Pwr	Wald Lwr Bnd	Wald Up Bnd
Y1	-0.3332	-0.5	-0.6131	-0.0532

Likelihood ratio test that transformation parameter is equal to 0 (log transformation)

```
LRT df pval
```

```
LR test, lambda = (0) 5.69823 1 0.016982
```

Likelihood ratio test that no transformation is needed

```
LRT df pval
```

```
LR test, lambda = (1) 98.74591 1 < 2.22e-16
```

```
windows()
```

```
boxcox(gasto[,1]~1,lambda=seq(-2,2,length=40))
```

Anexo 5. Pruebas de raíces unitarias

```
maxlag=round(length(tgasto)^(1/3),0)
```

```
maxlag
```

```
[1] 5
```

```
prueba.ru1=ur.df(tgasto[,1],type=c("trend"),lags=maxlag,selectlags=c("BIC"))
```

```
prueba.ru2=ur.pp(tgasto[,1],type="Z-tau",model="trend",lags="long",use.lag=NULL)
```

```
summary(prueba.ru1)
```

```
#####
```

```
# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #
```

```
#####
```

```
Test regression trend
```

```
Call:
```

```
lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)
```

```
Residuals:
```

```
Min      1Q   Median     3Q      Max
-1.03299 -0.25053 -0.02311  0.17901  1.37725
```

```
Coefficients:
```

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	17.018786	2.397656	7.098	2.01e-10 ***
z.lag.1	-1.127176	0.158511	-7.111	1.89e-10 ***
tt	0.006265	0.001763	3.553	0.000588 ***
z.diff.lag	0.009641	0.105838	0.091	0.927603

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.47 on 98 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.5357, Adjusted R-squared: 0.5215

F-statistic: 37.69 on 3 and 98 DF, p-value: 2.773e-16

Value of test-statistic is: -7.111 17.0122 25.3838

Critical values for test statistics:

	1pct	5pct	10pct
tau3	-3.99	-3.43	-3.13
phi2	6.22	4.75	4.07
phi3	8.43	6.49	5.47

summary(prueba.ru2)

#####

Phillips-Perron Unit Root Test

#####

Test regression with intercept and trend

Call:

lm(formula = y ~ y.l1 + trend)

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.09291	-0.20577	-0.00764	0.17895	1.39532

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	16.351006	1.548531	10.559	< 2e-16 ***
y.l1	-0.063155	0.100802	-0.627	0.532
trend	0.006921	0.001587	4.362	0.0000305 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.4659 on 104 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.1642, Adjusted R-squared: 0.1482

F-statistic: 10.22 on 2 and 104 DF, p-value: 0.00008877

Value of test-statistic, type: Z-tau is: -10.5565

aux. Z statistics

Z-tau-mu 9.1498

Z-tau-beta 4.7086

Critical values for Z statistics:

	1pct	5pct	10pct
critical values	-4.046009	-3.451905	-3.15116

Anexo 6. Estabilidad estructural de la serie transformada

residual_mod=residuals(ajuste)

fluc_emp=efp(residual_mod~1)

windows()

plot(fluc_emp,alpha=0.01,alt.boundary=TRUE)

sctest(fluc_emp,type="Nyblom-Hansen")

Recursive CUSUM test

data: fluc_emp

S = 0.43559, p-value = 0.7715

windows()

tsdiag(ajuste)

res_est=(residual_mod-mean(residual_mod))/sd(residual_mod)

windows()

par(mfrow=c(2,1))

acf(res_est,lag.max=250,main="ACF-Serie de Residuales Estandarizados del modelo ajustado")

pacf(res_est,lag.max=250,main="PACF-Serie de Residuales Estandarizados del modelo ajustado")

Anexo 7. Estimación de parámetros del PGD identificado

modelo=auto.arima(tgasto,max.p=5,max.q=5)

summary(modelo)

Series: tgasto

ARIMA(2,0,0)(0,1,1)[12] with drift

Coefficients:

	ar1	ar2	sma1	drift
	0.1660	0.2842	-0.7735	0.0064
s.e.	0.0984	0.0995	0.1586	0.0019

sigma^2 estimated as 0.1007: log likelihood=-29.52

AIC=69.03 AICc=69.7 BIC=81.85

Training set error measures:

ME RMSE MAE MPE MAPE MASE ACF1

Training set 0.0060128 0.29294 0.20667 0.0032574 1.338247 0.6332494 0.0173905

```
ajuste=arima(tgasto,order=c(2,0,0),seasonal=list(order=c(0,1,1),period=12),method="ML")
```

```
summary(ajuste)
```

Call:

```
arima(x = tgasto, order = c(2, 0, 0), seasonal = list(order = c(0, 1, 1), period = 12),  
      method = "ML")
```

Coefficients:

```
      ar1    ar2    sma1  
0.2441 0.3573 -0.6254  
s.e. 0.0972 0.0993 0.1201
```

sigma² estimated as 0.1087: log likelihood = -32.87, aic = 71.74

```
coef_mod=c(coef(ajuste))
```

```
coef_mod
```

```
      ar1      ar2      sma1  
0.2441133 0.3572914 -0.6253585
```

Anexo 8. Pruebas para diagnóstico de residuales

```
Box.test(res_est,lag=12,type="Ljung-Box")
```

Box-Ljung test

data: res_est

X-squared = 9.7966, df = 12, p-value = 0.6338

```
dwtest(res_est~1,iterations=6)
```

Durbin-Watson test

data: res_est ~ 1

DW = 2.0511, p-value = 0.6057

```
windows()
```

```
qqnorm(residual_mod,xlab="Cuantiles Teoricos",ylab="Cuantiles  
Muestrales",main="Normal Q-Q Plot - Residuales Estandarizados Modelo Ajustado")
```

```
qqline(residual_mod)
```

```
mu=mean(residual_mod)
```

```
sigm=sd(residual_mod)
```

```
x=seq(-4,4,length=100)
```

```
y=dnorm(x,mu,sigm)
```

```
windows()
```

```
plot(density(residual_mod),main="Densidad Residuales",xlab="",ylab="",lwd=2)
```

```
lines(x,y,lwd=2,col=gray.colors(1,start=0.3),lty=2)
```

```
leyenda=c("Densidad Residuales","Densidad Normal Estandar")
```

```
legend(-3.8,0.3,leyenda,col=c(1,gray.colors(1,start=0.3)),lty=c(1,2),lwd=3,bty="n")
```

```
shapiro.test(residual_mod)
```

Shapiro-Wilk normality test

data: residual_mod

W = 0.93414, p-value = 0.4505

```
jarque.bera.test(residual_mod)
```

Jarque Bera Test

data: residual_mod

X-squared = 88.304, df = 2, p-value = 0.2216

Anexo 9. Predicción

```
prediccion=forecast(ajuste,h=12,level=c(99.5))
```

```
plot(prediccion)
```

prediccion

	Point Forecast	Lo 99.5	Hi 99.5
Jan 2018	15.03938	14.14650	15.93226
Feb 2018	15.39334	14.48827	16.29841
Mar 2018	15.74535	14.79854	16.69216
Apr 2018	15.87774	14.92684	16.82865
May 2018	15.84277	14.88726	16.79828
Jun 2018	15.70349	14.74712	16.65987
Jul 2018	15.82512	14.86816	16.78207
Aug 2018	15.93343	14.97632	16.89053
Sep 2018	15.72244	14.76527	16.67962
Oct 2018	15.79441	14.83721	16.75160
Nov 2018	15.70456	14.74742	16.66170
Dec 2018	16.80229	15.84517	17.75942

Anexo 10. Gasto público mensual de la Entidad entre el periodo 2009-2017

Mes/Año	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Enero	1,623,309	2,338,870	1,747,736	2,632,826	4,290,854	2,923,783	2,168,603	1,997,679	2,031,466
Febrero	1,823,041	3,854,720	3,224,003	3,623,070	4,628,402	4,203,527	2,819,495	2,840,212	2,819,202
Marzo	2,272,314	4,539,245	3,326,476	5,977,092	7,457,334	4,776,895	3,336,653	6,104,923	5,677,307
Abril	2,564,724	4,255,644	2,815,842	4,784,046	7,808,434	4,208,089	6,331,262	6,091,743	8,065,565
Mayo	3,269,510	4,462,036	3,397,338	4,693,059	5,809,557	4,066,218	4,029,879	8,438,617	8,108,486
Junio	3,285,397	3,145,246	3,549,562	3,397,372	6,827,373	4,121,901	4,801,044	6,309,273	5,704,291
Julio	5,790,979	4,260,506	4,033,101	4,602,727	4,968,383	5,149,269	5,083,523	6,325,459	7,033,582
Agosto	4,338,908	2,815,827	4,154,944	4,132,645	8,450,153	3,060,912	13,552,728	7,825,292	6,702,681
Setiembre	4,133,239	3,524,953	3,955,593	4,143,949	5,472,309	3,414,564	6,035,481	6,691,526	5,516,669
Octubre	3,770,636	3,067,804	3,648,374	4,622,253	9,195,543	4,612,144	5,176,235	5,360,286	7,308,097
Noviembre	4,784,791	4,644,026	4,601,861	5,740,920	1,726,804	3,394,346	6,894,120	5,615,680	6,750,241
Diciembre	7,398,580	5,996,096	10,413,693	17,714,604	17,144,055	22,247,595	11,246,349	11,720,372	25,795,770
Total	45,055,428	46,904,973	48,868,523	66,064,563	83,779,201	66,179,243	71,475,372	75,321,062	91,513,357