

# Estimación y pronóstico de la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto de Ecuador: una visión a corto plazo

## *Estimation and Forecasting the Gross Domestic Product's Growth Rate in Ecuador: a Short-term Vision*

*Ph.D. Yadier Alberto Torres-Sánchez<sup>I</sup>, [ytorres@unach.edu.ec](mailto:ytorres@unach.edu.ec); Ph.D. Asterio Denis Barbaru-Grajales<sup>I</sup>, [abarbaru@unach.edu.ec](mailto:abarbaru@unach.edu.ec); Dr.Cs. Ramón Rodríguez-Betancourt<sup>II</sup>, [rr828845@gmail.com](mailto:rr828845@gmail.com)*

*<sup>I</sup>Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador; <sup>II</sup>Profesor Invitado de la Universidad Técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas, Ecuador*

### Resumen

Ecuador es la séptima economía más grande de América Latina. De 2000 a 2012, el país se ha ido expandiendo a una tasa promedio de 1,15 % en un trimestre a base trimestre debido, principalmente, a un aumento de las exportaciones. La economía de Ecuador es altamente dependiente de las exportaciones de petróleo. Con el fin de alcanzar su pleno potencial de crecimiento el país necesita reducir su dependencia de los ingresos petroleros, aumentar la base tributaria, lograr la estabilidad política y reducir los niveles de pobreza y desigualdad. El objetivo de esta investigación se enmarca específicamente en estimar y proyectar la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto del Ecuador, aplicando la Metodología de Box – Jenkins para modelos ARIMA. Se obtuvo una proyección de aproximadamente 3,96 %, lo que representa un resultado lógico en relación con los valores de la serie.

**Palabras clave:** ARIMA, PIB, tendencia, economía, tasa de crecimiento.

### Abstract

Ecuador is the seventh largest economy in Latin America. From 2000 to 2012, the country has been expanding at an average rate of 1,15 % on a quarter over quarter basis, mostly due to a rise in exports. Ecuador's economy is highly dependent on oil exports. In order to reach its full growth potential, the country needs to reduce its dependence on oil revenue; increase the tax base; achieve political stability and reduce the levels of poverty and inequality. The main objective of this research is specifically marked in estimate and forecast the Gross Domestic Product's Growth Rate in Ecuador, applying for this Box – Jenkins' Methodology for ARIMA models. It was obtained a forecast of 3,96 % approximately, that represents a logical result according with the time series.

**Keywords:** ARIMA, GDP, tendency, economy, growth rate.

## **Introducción**

Actualmente existe una gran diversidad de métodos de pronóstico conocidos, basados solo en el análisis de los valores pasados de una secuencia de tiempo, es decir, métodos que emplean principios normalmente utilizados en el análisis técnico. El instrumento principal de estos métodos es el esquema de la extrapolación donde las propiedades de secuencias identificadas en un determinado lapso de tiempo sobrepasan sus límites.

En el análisis económico los modelos de regresión lineal multivariados han sido ampliamente utilizados con fines predictivos, sin embargo, sus resultados han sido pobres (Evans, 2003) por lo que los economistas han recurrido a los modelos de series de tiempo univariados logrando con ello mejores predicciones, pero con la desventaja de que la construcción del modelo no tiene un fundamento teórico, dado que se basa en el uso del comportamiento de la misma variable para realizar la predicción (Asteriou y Hall, 2007).

Los métodos de pronóstico más difundidos que se basan en la extrapolación son aquellos que utilizan los modelos Autorregresivos Integrados de Medias Móviles (ARIMA, por sus siglas en inglés). La popularidad de estos métodos recae en los trabajos realizados por Box y Jenkins (Gujarati) quienes propusieron un desarrollo basado en los modelos ARIMA. Existe, de hecho, otros modelos y métodos de pronóstico a parte de los introducidos por Box y Jenkins.

Este trabajo tiene su justificación en el hecho de que no se ha encontrado fehacientemente en los estudios realizados sobre Ecuador, modelos econométricos de series univariantes que empleen técnicas matemáticas y estadísticas que permitan obtener pronósticos coherentes con la variable objeto de estudio. Ahí radica la importancia del trabajo, en obtener a través de una metodología para series univariantes una acertada previsión siempre que no cambie drásticamente el entorno.

Este trabajo estudiará la aplicación de los modelos Box – Jenkins para pronosticar la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto (tcPIB de ahora en adelante) del Ecuador en el corto plazo.

## **Fundamentación teórica**

### *Visión histórica del desarrollo de Ecuador*

Desde 2001, la actividad económica de Ecuador se enmarca en una tcPIB creciente, aunque muy fluctuante. A partir de entonces, ha mantenido una tendencia más estable al

crecimiento. Este presenta un incremento en 2004, una estructura que es la más larga del período de análisis.

El año 2008 se enmarcó como de gran actividad económica debido al incremento en los precios internacionales del petróleo y a una fuerte política en inversiones públicas, producto de los ingresos petroleros. También un agresivo dinamismo en las actividades no petroleras se presentó en consonancia con las inversiones privadas.

En 2009, hubo un drástico declive en el valor de las exportaciones petroleras (46 %) a causa de la reducción en los volúmenes de exportaciones (-7 %) y mucho más a los precios nacionales (-42 %). De igual forma, entre las causas de la caída del Producto Interno Bruto se puede encontrar, en mayor medida, la crisis financiera internacional (2007 – 2009), la cual causaría altos niveles de desempleo en los Estados Unidos y Europa. Añadido a esto, el declive de las remesas desde estas regiones, 12 %.

Desde el año 2010, se comienza a reactivar la actividad económica en una tasa de 3,58 %, y el crecimiento continúa en los años posteriores. Este salto, comparado con los años anteriores, está marcado por una leve recuperación en las exportaciones de los derivados del petróleo de las economías globales, las cuales se vieron afectadas por la crisis financiera. Otro factor que contribuyó a la recuperación fue la acumulación de inversiones públicas.

En el año siguiente la economía ecuatoriana marcó un dinamismo en el sector petrolero. Hubo un significativo crecimiento en las inversiones, producción y consumo doméstico y las exportaciones. Es así como, en el año 2011, se registra un incremento de 7,8 %, el más alto logrado desde 2004, debido al incremento de los ingresos petroleros y a la excelente recaudación de impuestos. El petróleo se mantuvo como el motor impulsor de la economía ecuatoriana, las extracciones se habían incrementado en un promedio de 486 071 barriles por día en 2010 a 500 234 en 2011.

Al concluir el año 2012, la tcPIB fue de 5,1 %, la cual excedió las expectativas de las autoridades, los que esperaban una tasa de crecimiento entre el 3,98 % y el 4,61 %. Este crecimiento se debió a los continuos incrementos en la producción de petróleo y la producción de empresas públicas; sin embargo, el crecimiento fue conducido por la demanda nacional. Hubo una gran inversión en infraestructuras de carreteras, puertos y aeropuertos. El consumo privado se elevó a causa de la expansión de créditos, y el sector no petrolero tuvo una rápida expansión.

En lo que respecta al año 2013, el PIB tuvo un crecimiento anual en el primer trimestre de 3,6 %, de acuerdo a las cifras oficiales del Banco Central del Ecuador<sup>1</sup>. El aumento más significativo del crecimiento del PIB se dio por el comportamiento del sector no petrolero, el cual registró un crecimiento anual de 4,2 %.

La disminución de los precios del petróleo, según los analistas por una superproducción de los principales productores de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) que se niegan a disminuir sus producciones, comenzó su caída en agosto. En este año 2016, el precio del petróleo ecuatoriano rodea los \$ 46,86 USD<sup>2</sup>.

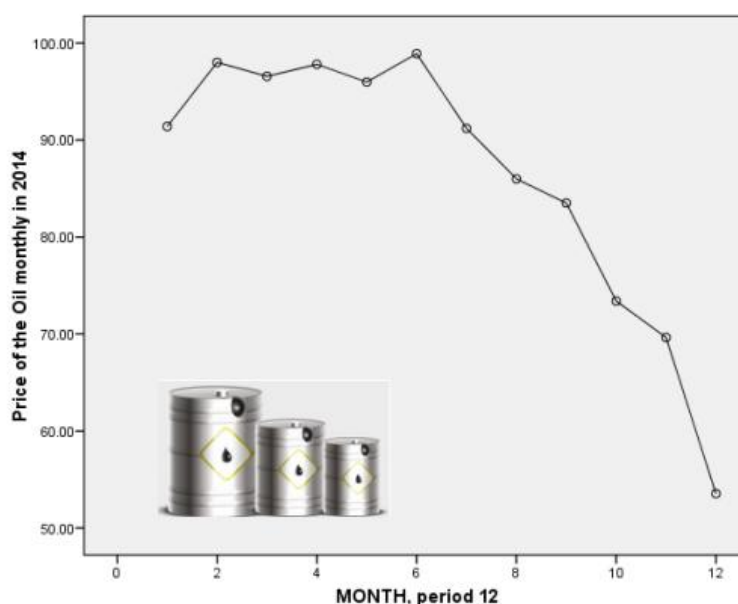


Figura 1: Comportamiento del precio del petróleo ecuatoriano en 2014

## Métodos

### *Modelos ARIMA para pronosticar la tcPIB en Ecuador*

En los modelos causales (también conocidos como modelos econométricos), se tienen en cuenta factores externos que pueden influir en la variable objeto de estudio. Por el contrario, en el análisis univariante, no se necesita conocer ninguna relación de causalidad explicativa del comportamiento de la variable endógena ni, en su efecto, ninguna información relativa al comportamiento de otras variables explicativas, pues en este caso no existe este tipo de variables.

<sup>1</sup> <https://www.bce.fin.ec/index.php/boletines-de-prensa-archivo/item/732-la-econom%C3%ADa-ecuatoriana-creci%C3%B3-en-34>

<sup>2</sup> [https://contenido.bce.fin.ec/resumen\\_ticker.php?ticker\\_value=petroleo](https://contenido.bce.fin.ec/resumen_ticker.php?ticker_value=petroleo)

La predicción univariante se utiliza en problemas económicos, principalmente con dos objetivos (Chatfield, 1989):

- La predicción de algunas variables explicativas de un modelo causal, cuando se espera que en el futuro conserven algunas características de su evolución en el pasado.
- La predicción a corto plazo, debido a su gran capacidad para recoger la dinámica en el comportamiento de la variable estudiada. Además, y en condiciones normales, cuando no existen bruscas alteraciones respecto a la experiencia reciente de la variable, estos métodos proporcionan buenas predicciones.

A pesar de la simplicidad de las herramientas matemáticas, los pronósticos que se realizan utilizando los alisamientos exponenciales a menudo conllevan a resultados comparables con los obtenidos por los modelos ARIMA; no es fortuito que los métodos de alisamientos exponenciales son un caso especial de los modelos ARIMA.

La forma general de un modelo autorregresivo de promedios móviles estacionales (ARMA) de acuerdo a Asteriou y Hall (2007), se muestra en la ecuación 1. Combina los procesos autorregresivos (AR(p)) y de promedios móviles (MA(q)) y se le acompaña en su definición con los órdenes correspondientes (p,q).

$$Y_t = \Phi_1 Y_{t-1} + \Phi_2 Y_{t-2} + \dots + \Phi_p Y_{t-p} + u_t + \theta_1 u_{t-1} + \theta_2 u_{t-2} + \dots + \theta_q u_{t-q} \quad (1)$$

en el cuál, el valor actual de la serie,  $Y_t$ , (variable temporal), puede explicarse en función de  $p$  valores pasados  $Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}$ , donde  $p$  determina el número de rezagos necesarios para pronosticar un valor actual,  $\Phi_i$  y  $\theta_i$  son los parámetros del modelo,  $u_t$  son valores actuales de la serie influenciados por los valores de una fuente externa. Estos modelos suponen linealidad. El modelo de promedio móviles de orden  $q$  está dado por:

$$u_t = \theta_1 e_{t-1} + \theta_2 e_{t-2} + \dots + \theta_q e_{t-q}$$

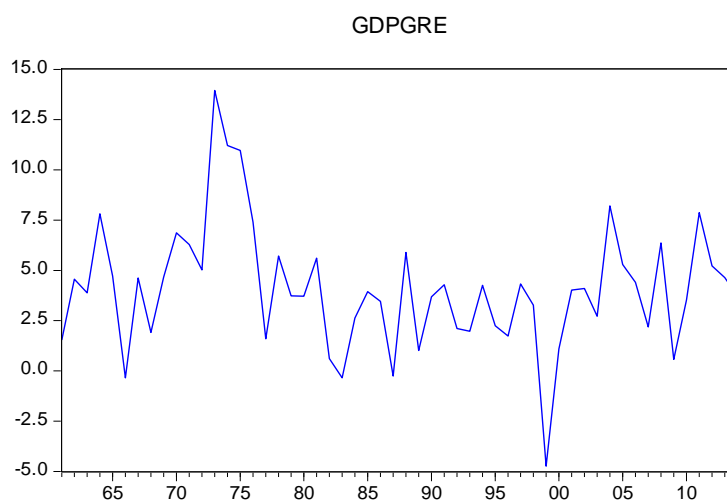
donde  $\varepsilon$  es un proceso de ruido blanco de naturaleza aleatoria (ruido), tal que  $\varepsilon_t \sim Niid(0, \sigma^2)$  para todo  $t$ . Sin embargo, un modelo ARIMA solo tiene utilidad en la estimación cuando  $Y_t$  es estacionaria, significando que la media, varianza y covarianza de la serie sean constantes a lo largo del tiempo. Cuando la estacionariedad no es evidente, es necesario su inducción utilizando la diferenciación (Kennedy, 1998).

La investigación se realizó en Ecuador, con datos reales anuales proporcionados por el Banco Mundial<sup>3</sup>, con la serie de datos de la tcPIB. Se ha seleccionado este tipo de modelos pues el estudio está basado en una serie univariante, y es conveniente, para obtener los resultados que se esperan, basarse en una metodología que provea supuestos que no se dejen de cumplimentar, así como etapas que se deban de seguir, y por ello el autor consideró que la Metodología de Box – Jenkins es la más adecuada para esta investigación.

## Resultados y discusión

En esta investigación, tomando en consideración la tcPIB en Ecuador desde 1961 hasta el 2014 de forma anual, se mostrará la tendencia de este indicador, siendo capaz de estimar y pronosticar hasta el 2015, la posible tendencia de esta variable.

Con la ayuda del programa estadístico Eviews 9, puede observarse la tendencia de la tcPIB ecuatoriano desde 1961 hasta 2014, lo que se muestra en la figura 2.



**Figura 2: Comportamiento de la tcPIB en Ecuador desde 1961 - 2014**

Como se observa, la tendencia de este indicador oscila en un valor medio de 4,07, y se muestran dos valores anómalos: el primero se localiza en 1978 y el otro en 1999. Como conclusión, se puede afirmar que estos resultados representan valores atípicos o heterogéneos en este período. También se muestra que no existe un comportamiento estacional y esto se evidencia en la frecuencia de la serie, que es anual.

Una serie de tiempo es un grupo de observaciones secuenciales a través del tiempo. La serie puede ser denotada por  $X_1, X_2, \dots, X_t$ , donde  $t$  se refiere al período de tiempo y  $X$  se

<sup>3</sup> <http://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?locations=EC>

refiere a los valores de la serie. Si la  $X$ 's son determinadas exactamente por una fórmula matemática, se dice que la serie es determinística. Si los valores futuros pueden ser descritos solamente por su función de probabilidad, se dice que la serie es estadística o sigue un proceso estocástico.

Una clase especial de procesos estocásticos son los estacionarios. Un proceso estocástico es estacionario si la distribución de probabilidad es la misma para todos los valores de  $t$ . Una serie que exhibe una tendencia simple no es estacionaria porque los valores de la serie dependen de  $t$ . Un proceso estocástico estacionario se define completamente por su media, varianza y función de autocorrelación. Una de las etapas en la Metodología de Box – Jenkins es transformar una serie no estacionaria, en estacionaria.

El punto de partida para la técnica es tener datos de longitud media a larga (al menos 50 datos)<sup>4</sup>, en este trabajo, el tamaño muestral es de 54 observaciones, lo que permitió realizar la investigación. Es muy importante tener en cuenta los supuestos en los que se basa esta metodología:

1. Un proceso estacionario en medias.
2. Un proceso estacionario en varianzas.
3. Un proceso estacionario en auto-covarianzas.
4. Un proceso de Ruido Blanco.

En la mayoría de las aplicaciones prácticas, cuando se tratan variables económicas temporales, a menudo suelen violarse los criterios de estacionariedad (media y varianza constante), vistas desde el punto de vista de la Metodología de Box – Jenkins. Esto es muy usual en series económicas, debido a las tendencias crecientes o decrecientes de las series, con presencia de variaciones estacionales y las oscilaciones alrededor de la tendencia.

En una forma de estimar y pronosticar la tcPIB en Ecuador a través de la metodología, se mostrarán los pasos que se deben seguir para su aplicación:

1. Identificación de la serie de tiempo.
2. Estimación de la serie de tiempo.
3. Validación o diagnóstico de la serie de tiempo.
4. Pronóstico.

---

<sup>4</sup> Para la estimación de series de tiempo utilizando la Metodología de Box – Jenkins, una de las cuestiones a tener en cuenta es que las series deben tener en promedio más de 50 observaciones, debido a que el propio modelo necesita de muchas observaciones para obtener mejores estimaciones.

Para mostrar el primer paso, en la figura 2 se puede observar que no existe una marcada tendencia al decrecimiento o decrecimiento, esta figura muestra una realidad que no es concluyente, para esto se necesita aplicar contrastes de hipótesis. En este caso se utilizó el contraste de Dickey – Fuller Aumentado de Raíz Unitaria (Damodar, 2004). Los resultados se muestran en la siguiente tabla 1.

**TABLA 1: RESULTADOS DEL CONTRASTE DE RAÍZ UNITARIA**

Null Hypothesis: GDPGRE has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4,961 718	0,0001
Test criticalvalues:		
1 % level	-3,560 019	
5 % level	-2,917 650	
10 % level	-2,596 689	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(GDPGRE)  
 Method: LeastSquares  
 Date: 05/23/16 Time: 11:50  
 Sample (adjusted): 1962 2014  
 Includedobservations: 53 afteradjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GDPGRE(-1)	-0,644 785	0,129 952	-4,961 718	0,000 0
C	2,665 396	0,664 111	4,013 478	0,000 2

R-squared	0,325 563	Mean dependentvar	0,040 755
Adjusted R-squared	0,312 339	S.D. dependentvar	3,525 071
S.E. of regression	2,923 176	Akaikeinfocriterion	5,020 224
Sum squaredresid	435,793 0	Schwarzcriterion	5,094 575
Log likelihood	-131,035 9	Hannan-Quinncrier.	5,0488 16
F-statistic	24,618 65	Durbin-Watson stat	2,056 761
Prob(F-statistic)	0,000 008		

Se puede observar en la tabla anterior, que la variable GDPRE (tcPIB) rezagada un período, no presenta problemas de autocorrelación, pues el valor de Durbin – Watson = 2,056 761 se encuentra dentro de los límites 1,85 y 2,15, esto infiere ausencia de correlación serial, de igual forma, la tcPIB rezagada en sus niveles = 0,000 000, es significativa incluso al 1%, por lo que los resultados del contraste ADF (Dickey – Fuller Aumentado) son válidos. Para concluir si la serie en sus niveles es estable o no, se plantearán dos hipótesis:

$H_0$ : Existe una Raíz Unitaria



$H_1$ : No existe una Raíz Unitaria

El estadístico de ADF calculado, muestra un valor de -4,961 718, al ser menor que el valor crítico al 5 % de -2,917 650, no se puede rechazar la hipótesis alternativa de estacionariedad.

Cabe resaltar que no se estabilizó la serie en varianzas, pues se observa en la tabla 2 a través del estadístico de Levene, que la serie presenta estabilidad en la misma, al no rechazar la hipótesis de homogeneidad (probabilidad = 0,2228 mayor que 0,05), es decir, la varianza es constante y no depende del tiempo.

$H_0$ : Homogeneidad en varianzas

$H_1$ : Heterogeneidad en varianzas

**TABLA 2: CONTRASTE DE LEVENE PARA HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS**

Test for Equality of Variances of GDPGRE

Categorized by values of GDPGRE

Date: 06/20/16 Time: 10:42

Sample: 1961 2014

Included observations: 54

Method	df	Value	Probability
Bartlett	3	2,945 837	0,400 1
Levene	(3, 50)	1,512 214	0,222 8
Brown-Forsythe	(3, 50)	0,123 226	0,946 0

Category Statistics

GDPGRE	Count	Std. Dev.	Mean Abs. Mean Diff.	Mean Abs. Median Diff.
[-5, 0)	4	2,213 655	1,660 000	1,120 000
[0, 5)	34	1,302 624	1,146 263	1,090 000
[5, 10)	13	1,100 738	0,926 982	0,906 154
[10, 15)	3	1,655 576	1,271 111	0,993 333
All	54	3,090 237	1,138 464	1,042 593

El segundo paso en la metodología brinda una idea del posible proceso que sigue la serie, el cual puede ser analizado a través de los gráficos de autocorrelación simple y parcial (FAS y FAP), respectivamente. Si el proceso que sigue la serie es un proceso de medias móviles, la FAS mostrará después de los primeros retardos no nulos, un rápido decaimiento de los valores tendiendo a 0, y la FAP mostrará un decaimiento más lento en forma de exponenciales o sinusoidales. De igual forma, si la FAP presenta pocos retardos no nulos y decae rápidamente a 0, y la FAS muestra un decaimiento más lento en forma de exponenciales o sinusoidales, se estará en presencia un proceso autorregresivo. Se hace

necesario comenzar la segunda etapa de la metodología con órdenes pequeños, evitando así problemas en el pronóstico.

En el presente caso, el posible proceso que sigue la serie es autorregresivo AR (1), en la FAP se puede observar después del primer retardo, un decaimiento brusco hacia 0, y en la FAS un decaimiento más lento en forma de exponenciales o sinusoidales, el proceso es de orden 1 debido a que el primer palote se encuentra fuera de las bandas de confianza (figura 3).

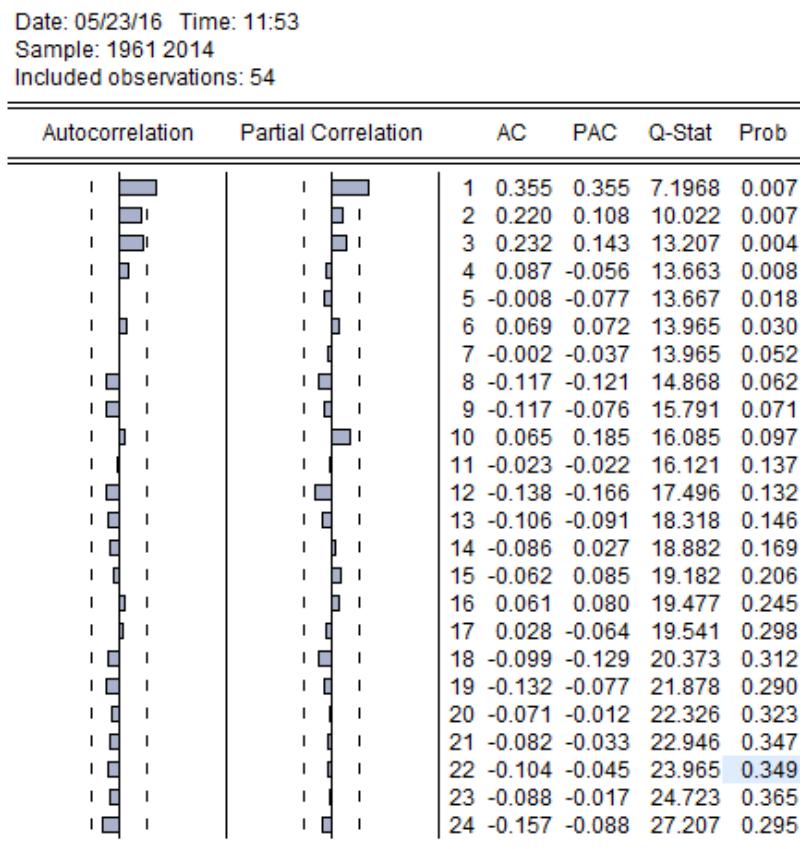


Figura 3: FAS y FAP

De esta forma (tabla 3), el proceso se mostrará como ARIMA (p,d,q)=(1,0,0).

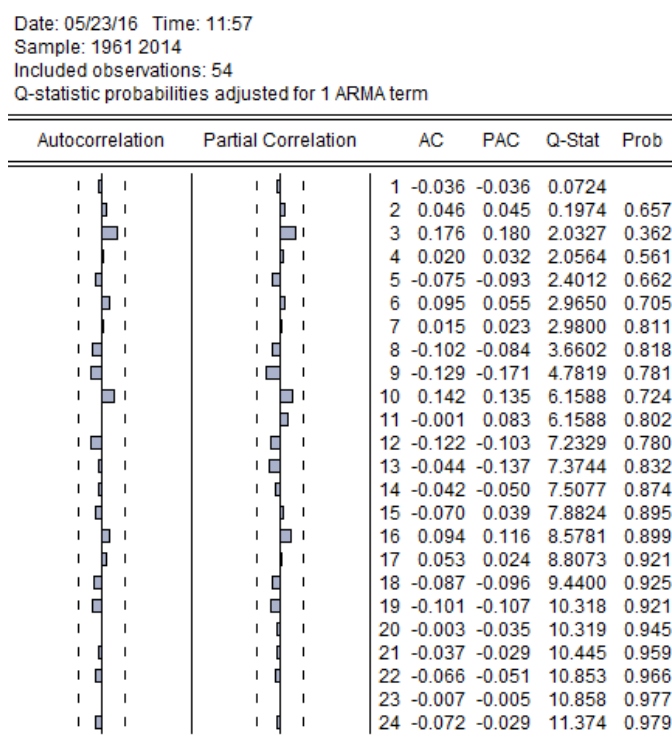
**TABLA 3: PROCESO ARIMA (1,0,0)**

Dependent Variable: GDPGRE  
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)  
 Date: 05/23/16 Time: 11:55  
 Sample: 1961 2014  
 Included observations: 54  
 Convergence achieved after 9 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4,035 074	0,613 411	6,578 090	0,000 0

AR(1)	0,353 276	0,145 329	2,430 880	0,018 6
R-squared	0,127 771	Mean dependentvar		4,063 704
Adjusted R-squared	0,093 566	S.D. dependentvar		3,090 237
S.E. of regression	2,942 116	Akaikeinfocriterion		5,052 557
Sum squaredresid	441,458 5	Schwarzcriterion		5,163 056
Log likelihood	-133,419 0	Hannan-Quinncrier.		5,095 172
F-statistic	3,735 458	Durbin-Watson stat		2,057 855
Prob(F-statistic)	0,030 625			
Inverted AR Roots	.35			

Como se observa en la tabla 3, ambos coeficientes AR y la constante son significativos al nivel del 5 %, y específicamente el coeficiente AR(1) se encuentra dentro del círculo de la unidad, buena evidencia de no existencia de paseo aleatorio. Prosigue en el análisis determinar las características de los residuos, en búsqueda de alguna otra estructura que no se haya contemplado en el modelo. Cabe destacar que no es necesario la búsqueda de algún proceso estacional, debido a que la serie está dada en años. Se analiza el correlograma de los residuos para determinar otros posibles procesos, lo cual se muestra en la figura 4.



**Figura 4: Contraste de Box-Pierce sobre los residuos**

Como se observa, los residuos no contemplan información relevante, estos están dentro de las bandas de confianza, lo que indica que el proceso previamente obtenido se ajusta al modelo. En la última columna de los resultados, se evidencia la aleatoriedad de los

residuos, la significación es mayor que 0,05 (0,979), evidencia a favor de la hipótesis nula, la cual se muestra a continuación:

$$H_0: \text{residuos} = \text{aleatoriedad}$$

$$H_1: \text{residuos} \neq \text{aleatoriedad}$$

La próxima etapa en la metodología está basada en el chequeo de los valores atípicos o heterogéneos dentro del modelo; serán considerados como atípicos aquellos residuos que sobrepasen tres veces la desviación típica del modelo. Esto infiere que se debe multiplicar el error típico del modelo por 3 (tabla 3), y los valores que sobrepasen en valor absoluto este resultado, serán considerados como atípicos, y deberán crearse variables dicotómicas para introducirlas en nuestra estimación, debido a que estos pudieran tener información relevante, se muestra como sigue:

$$\text{Atípicos} \Rightarrow \text{ET de la regresión} * 3$$

$$\text{Atípicos} \Rightarrow 2,942\ 116 * 3$$

$$\text{Atípicos} \Rightarrow 8,826\ 348$$

Luego de realizar la nueva estimación, se necesita analizar el cambio en los coeficientes del modelo, si estos no varían mucho es evidencia del éxito en la estimación propuesta. En este caso solamente se encontró un valor atípico en el año 1973 y se creó una variable dicotómica para este valor, la variable dicotómica creada es D1973 (figura 5 y tabla 4).

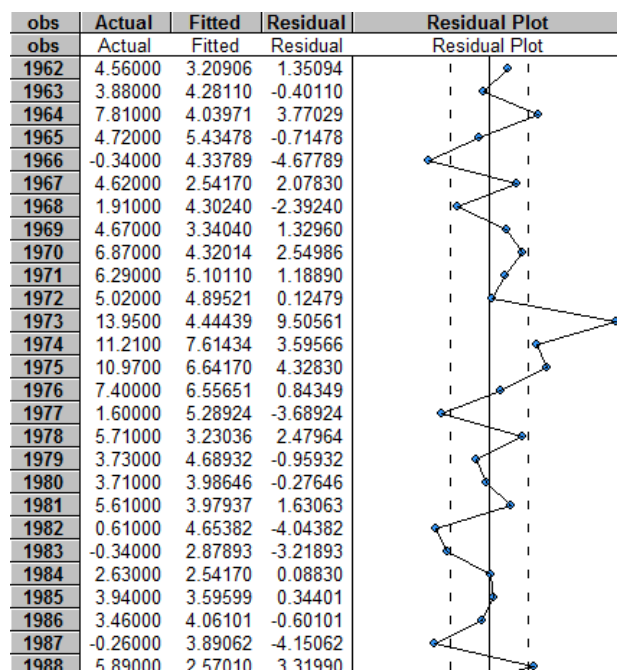


Figura 5: Gráfico de los atípicos para la creación de variables categóricas

**TABLA 4: RESULTADOS CON LA VARIABLE DICOTÓMICA D1973**

Dependent Variable: GDPGRE  
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)  
 Date: 05/23/16 Time: 12:00  
 Sample: 1961 2014  
 Included observations: 54  
 Convergence achieved after 11 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3,899 659	0,539 940	7,222 400	0,000 0
D1973	7,868 022	2,890 438	2,722 087	0,008 9
AR(1)	0,319 004	0,149 701	2,130 941	0,048 2
R-squared	0,252 032	Mean dependent var		4,063 704
Adjusted R-squared	0,207 154	S.D. dependent var		3,090 237
S.E. of regression	2,751 606	Akaike info criterion		4,934 934
Sum squared resid	378,566 7	Schwarz criterion		5,082 266
Log likelihood	-129,243 2	Hannan-Quinn criter.		4,991 754
F-statistic	5,615 934	Durbin-Watson stat		1,992 093
Prob(F-statistic)	0,002 131			
Inverted AR Roots	.28			

La variable dicotómica encontrada refleja el “boom” petrolero en la década de los 70; esto trajo consigo un cambio sustancial en la estructura económica del país, la cual hasta entonces había dependido de las exportaciones de bienes agrícolas, básicamente de banana, café y cacao. Desde 1972, la producción externa y el mercado del petróleo ganaron fuerza. Las condiciones del mercado internacional fomentaron un notable perfeccionamiento en términos de comercio el cual entre 1972 y 1985 se incrementó de 2,5 a 35,2 dólares por barril, dejando a un lado en este período las marcadas fluctuaciones debido a la Crisis del Golfo<sup>5</sup>.

Continuando con la metodología, el proceso de detección de atípicos se vuelve a realizar una vez más, aplicando el mismo proceso descrito anteriormente. Luego del proceso, otro valor atípico se ha encontrado, en este caso corresponde con el año 1999; se ha creado una nueva variable dicotómica y se ha introducido en la estimación propuesta. Como es posible notar a continuación, esta variable no presenta información relevante, pues su significación es mayor al 5 %, por lo que no debería estar en el modelo estimado (figura 6 y tabla 5).

<sup>5</sup> Es conocido que Iraq ha sido tradicionalmente uno de los países punteros en la producción y exportación del crudo, una de las formas que tenía ese país al mando de su antiguo presidente Saddam Hussein era apoderarse de riquezas de otros países contiguos, tal fue el caso del rico estado petrolero de Kuwait, en el cual Saddam Hussein intervino militarmente, y luego se organizó la invasión por la OTAN al mando de los EUA para detener la ofensiva militar, lo que trajo consigo la desestabilización del Medio Oriente, y por ende, la subida del precio del petróleo.

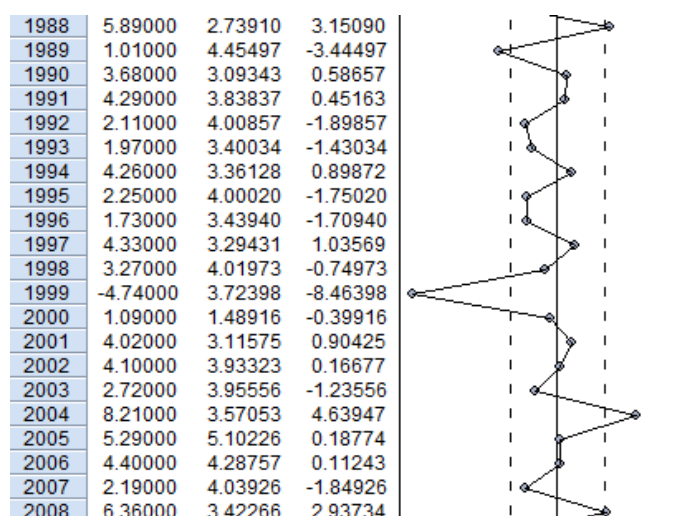


Figura 6: Gráfico de residuos de variables dicotómicas adicionales

**TABLA 5: RESULTADOS CON LA NUEVA VARIABLE DICOTÓMICA D1999**

Dependent Variable: GDPGRE  
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)  
 Date: 05/23/16 Time: 12:06  
 Sample: 1961 2014  
 Included observations: 54  
 Convergence achieved after 19 iterations

Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4,044 434	0,465 909	8,680 737	0,000 0
D1973	7,953 084	2,758 442	2,883 180	0,005 8
D1999	-7,890 143	5,943 453	-1,327 535	0,190 5
AR(1)	0,255 483	0,125 522	2,035 370	0,047 2
R-squared	0,381 217	Mean dependent var		4,063 704
Adjusted R-squared	0,330 704	S.D. dependent var		3,090 237
S.E. of regression	2,528 139	Akaikeinfocriterion		4,782 115
Sum squared resid	313,182 8	Schwarzcriterion		4,966 280
Log likelihood	-124,117 1	Hannan-Quinnriter.		4,853 141
F-statistic	7,546 924	Durbin-Watson stat		2,010 670
Prob(F-statistic)	0,000 081			

Como resultado, la tercera etapa de la metodología se ha completado, y la serie está lista para su previsión o pronóstico (figura 9).

**TABLA 9: PRONÓSTICO DE LA TCPIB ECUATORIANO.  
AÑO 2015**

Años	Pronóstico 2015
2005	<b>5,29</b>
2006	<b>4,40</b>
2007	<b>2,19</b>
2008	<b>6,36</b>
2009	<b>0,57</b>
2010	<b>3,53</b>
2011	<b>7,87</b>
2012	<b>5,22</b>
2013	<b>4,64</b>
2014	<b>4,11</b>
2015	<b>3,96</b>

La figura 9 el valor de pronóstico para el 2015 de la tcPIB es aproximadamente de 3,96 % en promedio. Es necesario tener en cuenta que no sería el valor real, es solo una aproximación en caso que el entorno no cambie repentinamente. Lo real fue que en el 2015 la tcPIB real fue de 0,3%<sup>6</sup>. Esto se debió fundamentalmente a la caída en los precios del petróleo. Se puede afirmar que existen divergencias de acuerdo a los pronósticos realizados por el gobierno ecuatoriano, quien estimó su valor en 1,9%. De igual forma el Fondo Monetario Internacional, vaticinó una tcPIB de 1,9%. La CEPAL había estimado un crecimiento del PIB en 3,5%<sup>7</sup>.

En algunos casos, es posible hacer un sobreajuste del modelo, lo que significa probar un o unos modelos alternativos al obtenido, y analizar si brinda mejores resultados. Se han considerado dos modelos alternativos, pero no produjeron mejores resultados, lo que se detalla a continuación (figuras 10 y 11).

ARIMA (p,d,q) = (2,0,0)

<sup>6</sup> <http://www.datosmacro.com/pib/ecuador>

<sup>7</sup> <http://www.revistalideres.ec/lideres/ecuador-reduccion-crecimiento2015-bce-proyeccion.html>

**Tabla 10: Modelo alternativo ARIMA (2,0,0)**

Dependent Variable: GDPGRE  
Method: Least Squares  
Date: 05/24/15 Time: 16:57  
Sample(adjusted): 1963 2014  
Included observations: 52 after adjusting endpoints  
Convergence achieved after 9 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3.918401	0.423824	9.245349	0.0000
D1973	9.495935	2.896485	3.278434	0.0019
AR(2)	0.057031	0.142705	0.399641	0.6912
R-squared	0.200098	Mean dependent var		4.098654
Adjusted R-squared	0.167449	S.D. dependent var		3.130010
S.E. of regression	2.855954	Akaike info criterion		4.992650
Sum squared resid	399.6671	Schwarz criterion		5.105222
Log likelihood	-126.8089	F-statistic		6.128747
Durbin-Watson stat	1.527947	Prob(F-statistic)		0.004211
Inverted AR Roots	.24	-.24		

ARIMA (p,d,q) = (1,0,1)

**TABLA 11: MODELO ALTERNATIVO ARIMA (1,0,1)**

Dependent Variable: GDPGRE  
Method: Least Squares  
Date: 05/24/15 Time: 16:59  
Sample(adjusted): 1962 2014  
Included observations: 53 after adjusting endpoints  
Convergence achieved after 11 iterations  
Backcast: 1961

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3.950999	0.487624	8.102550	0.0000
D1973	8.240588	2.661747	3.095932	0.0032
AR(1)	-0.009772	0.443223	-0.022048	0.9825
MA(1)	0.294453	0.427119	0.689394	0.4938
R-squared	0.254182	Mean dependent var		4.107358
Adjusted R-squared	0.208520	S.D. dependent var		3.100415
S.E. of regression	2.758289	Akaike info criterion		4.939570
Sum squared resid	372.7998	Schwarz criterion		5.088271
Log likelihood	-126.8986	F-statistic		5.566567
Durbin-Watson stat	1.986190	Prob(F-statistic)		0.002285
Inverted AR Roots	-.01			
Inverted MA Roots	-.29			

Como puede observarse en las dos últimas tablas, el aplicar un sobreajuste del modelo provoca que los resultados obtenidos sean peores, en el primer caso, el modelo ARIMA (2,0,0) no es significativo; se puede observar la significación o probabilidad en la última columna de los resultados está por encima de 0,05 (0,691 2). En el segundo caso, ocurre algo similar, el modelo ARIMA (1,0,1) no es significativo, el valor de significación o



probabilidad supera 0,05, la significación de AR (1) = 0,982 5 y la del proceso MA (1) = 0,493 8.

## Conclusiones

1. *La tcPIB de Ecuador puede ser caracterizada por una serie estacionaria con algunas rupturas en niveles, de igual forma las perturbaciones observadas en la serie fluctúan, causada por valores atípicos dentro de la misma.*
2. *Al aplicar la Metodología de Box – Jenkins para modelo ARIMA, obtuvo una tcPIB de Ecuador en términos de porcentaje de 3,96, muy similar a la real obtenida en el 2014, aunque el valor real de la tcPIB fue de 0,3 %, debido fundamentalmente a los efectos de la caída de los precios del petróleo.*
3. *Se hace necesaria la diversificación de la producción de bienes y servicios para mitigar la caída en los precios de la principal fuente de ingresos, y así obtener una tendencia creciente en la tcPIB de Ecuador.*

## Referencias bibliográficas

1. Asteriou, D. y Hall, S. G. (2007). *Applied econometrics. A modern approach*: New York, USA.
2. Box, G. y Jenkins, G. (1976). *Time series analysis, forecasting and control*. Oakland, California, USA: Holdan Day.
3. Chatfield, C. (1989). *The analysis of time series: An introduction*. (4ta ed.) Chapman & Hall.
4. Damodar, N. G. (2004). *Econometría*. (Cuarta edición). México: Mc. Graw Hill. D. F.
5. Evans, M. K. (2003). *Practical business forecasting*. Malden, Massachussets, USA: Blackwell Publishers.
6. Gujarati, D. M., y Porter, D. C. (2010). *Econometría*. México: McGraw Hill.
7. Kennedy, P. (1998). *A guide to econometrics*. (4th ed.). Cambridge Massachussets, USA: MIT press.