



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA**

**CARRERA DE ECONOMÍA**

**Proyecto de Investigación, previo a la obtención del Título de Economista**

**Tema:**

---

“El consumo de energía renovable y el crecimiento económico. Un análisis para Ecuador”.

---

**Autora:** Solís Guanín, Carolina Kassandra

**Tutora:** Eco. Cuesta Chávez, Giovanna Alejandra Mg.

**Ambato – Ecuador**

**2019**

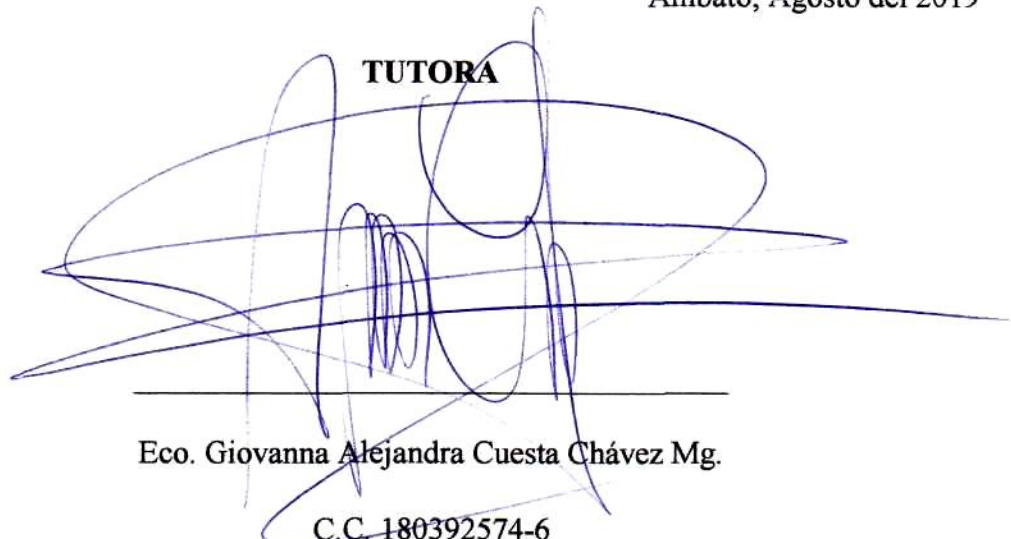
## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, Eco. Giovanna Alejandra Cuesta Chávez Mg. con cédula de ciudadanía N° 180392574-6, en mi calidad de Tutora del proyecto de investigación referente al tema: **“EL CONSUMO DE ENERGÍA RENOVABLE Y EL CRECIMIENTO ECONÓMICO. UN ANÁLISIS PARA ECUADOR”**, desarrollado por Carolina Kassandra Solís Guanín, de la carrera de Economía, modalidad presencial, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos, tanto técnicos como científicos y que corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Graduación de Pregrado de la Universidad Técnica de Ambato y en el normativo para la presentación de Trabajos de Graduación de la Facultad de Contabilidad y Auditoría.

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente, para que sea sometido a evaluación por los profesores calificadores designados por el H. Consejo Directivo de la Facultad.

Ambato, Agosto del 2019

**TUTORA**

A large, complex handwritten signature in blue ink, consisting of multiple overlapping loops and lines, covering the word 'TUTORA' and extending across the name and ID number below.

Eco. Giovanna Alejandra Cuesta Chávez Mg.

C.C. 180392574-6

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Carolina Kassandra Solís Guanín, con cédula de ciudadanía N°185030514-3, tengo a bien indicar que los criterios emitidos en el proyecto investigativo, bajo el tema: **“EL CONSUMO DE ENERGÍA RENOVABLE Y EL CRECIMIENTO ECONÓMICO. UN ANÁLISIS PARA ECUADOR”**, así como también los contenidos presentados, ideas, análisis, síntesis de datos; conclusiones, son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autora de este Proyecto de Investigación.

Ambato, Agosto del 2019

**AUTORA**



---

Carolina Kassandra Solís Guanín

C.C. 185030514-3

## **CESIÓN DE DERECHOS**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto de investigación, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi proyecto de investigación con fines de discusión pública; además apruebo la reproducción de este proyecto de investigación, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial; y se realice respetando mis derechos de autora.

Ambato, Agosto del 2019

**AUTORA**



Carolina Kassandra Solís Guanín

C.C. 185030514-3

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

El Tribunal de Grado, aprueba el Proyecto de Investigación con el tema: **“EL CONSUMO DE ENERGÍA RENOVABLE Y EL CRECIMIENTO ECONÓMICO. UN ANÁLISIS PARA ECUADOR”**, elaborado por Carolina Kassandra Solís Guanín, estudiante de la Carrera de Economía, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Facultad de Contabilidad y Auditoría de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Agosto del 2019



Eco. Mg. Diego Proaño

**PRESIDENTE**



Eco. Julio Villa

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Eco. Álvaro Vayas

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## DEDICATORIA

*Lo que parece ser el  
final, suele ser en  
realidad un nuevo  
comienzo.*

***Anónimo***

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por cuidarme constantemente y permitirme dar un paso más en mi vida; a mis padres por su esfuerzo y apoyo incondicional, a pesar de la distancia siempre estuvieron presentes; a Jona por su cariño, comprensión y cuidado; a mi tutora, Eco. Alejandra Cuesta por su idoneidad y confianza que ha depositado en mí; y a todas aquellas personas que han aportado luz en mi vida.*

*Muchas gracias...*

***Carolina Solís***

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA**  
**CARRERA DE ECONOMÍA**

**TEMA:** “EL CONSUMO DE ENERGÍA RENOVABLE Y EL CRECIMIENTO ECONÓMICO. UN ANÁLISIS PARA ECUADOR”

**AUTORA:** Carolina Kassandra Solís Guanín

**TUTORA:** Eco. Giovanna Alejandra Cuesta Chávez

**FECHA:** Agosto, 2019

**RESUMEN EJECUTIVO**

El presente proyecto de investigación exhibe un análisis econométrico para identificar la relación del consumo de energía renovable y el crecimiento económico, medido por el producto interno bruto por habitante (PIB per cápita) y el consumo de energía renovable (% del consumo total de energía final) en el periodo 2000 al 2015 para la economía ecuatoriana.

En primera instancia se efectuó una revisión general de la literatura relacionada al tópico y se constató que no existe ningún consenso, ya que cada autor o cada país que ha realizado dicho estudio, presenta diferentes resultados respecto a su relación.

Esta investigación se encuentra articulada en torno a dos ejes principales: uno, destinado a revisar la relación teórica del crecimiento económico y del consumo de energía y a revisar la evolución de dichas variables, y el otro, a un análisis econométrico, en el cual se realiza un modelo de Vectores Autorregresivos (VAR) para Ecuador.

**PALABRAS DESCRIPTORAS:** PIB PER CÁPITA, CONSUMO DE ENERGÍA RENOVABLE, MODELO VAR, CAUDALIDAD DE GRANGER.



**TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO**  
**FACULTY OF ACCOUNTING AND AUDIT**  
**ECONOMICS CAREER**

**TOPIC:** “THE CONSUMPTION OF RENEWABLE ENERGIES AND ECONOMIC GROWTH. AN ANALIZYN FOR ECUADOR”

**AUTHOR:** Carolina Kassandra Solís Guanín

**TUTOR:** Eco. Giovanna Alejandra Cuesta Chávez.

**DATE:** August, 2019

**ABSTRACT**

The present research project exhibits an econometric analysis to identify the relationship between renewable energy consumption and economic growth, measured by gross domestic product per capita (GDP per capita) and renewable energy consumption (% of total final energy consumption) in the period 2000 to 2015 for the Ecuadorian economy.

In the first instance, a general review of the literature related to the topic was carried out and it was found that there is no consensus, since each author or each country that has carried out said study presents different results regarding their relationship.

This research is articulated around two main axes: one, intended to review the theoretical relationship of economic growth and energy consumption and to review the evolution of these variables, and the other, to an econometric analysis, in which it is carried out a model of Autoregressive Vectors (VAR) for Ecuador.

**KEY WORDS:** GDP PER CAPITA, RENEWABLE ENERGY CONSUMPTION, VAR MODEL, CAUSALITY OF GRANGER.

## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
<b>PÁGINAS PRELIMINARES</b>	
PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	iii
CESIÓN DE DERECHOS.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
RESUMEN EJECUTIVO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1    Justificación.....	1
1.1.1    Justificación teórica.....	1
1.1.2    Justificación metodológica.....	4
1.1.3    Justificación práctica.....	6
1.2    Objetivos.....	8
1.2.1    Objetivo general.....	8
1.2.2    Objetivos específicos.....	8
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>9</b>
MARCO TEÓRICO.....	9
2.1    Revisión de la literatura.....	9
2.1.1    Antecedentes investigativos.....	9
2.1.2    Fundamentos teóricos.....	12
2.2    Hipótesis.....	22
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>23</b>

METODOLOGÍA .....	23
3.1    Recolección de la información .....	23
3.1.1    Población, muestra, unidad de investigación .....	23
3.1.2    Fuentes primarias y secundarias.....	24
3.1.3    Instrumentos y métodos para la recolección de información.....	24
3.1.4    Confiabilidad y validez de los instrumentos de investigación .....	25
3.2    Tratamiento de la información .....	25
3.3    Operacionalización de las variables .....	32
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>34</b>
RESULTADOS.....	34
4.1    Resultados y discusión .....	34
4.2    Verificación de la hipótesis .....	59
4.3    Limitaciones del estudio.....	60
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>61</b>
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
5.1    Conclusiones.....	61
5.2    Recomendaciones .....	62
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>69</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁGINA
<b>Tabla 1:</b> Operacionalización de las variables.....	32
<b>Tabla 2:</b> PIB per cápita.....	34
<b>Tabla 3:</b> Consumo de energía renovable.....	36
<b>Tabla 4:</b> Estadísticas principales .....	39
<b>Tabla 5:</b> Modelo MCO.....	41
<b>Tabla 6:</b> Modelo adicional de comprobación.....	42
<b>Tabla 7:</b> Contrastes del modelo econométrico.....	42
<b>Tabla 8:</b> Modelo con corrección de heteroscedasticidad .....	43
<b>Tabla 9:</b> Sistema VAR, máximo orden de retardos 8 .....	46
<b>Tabla 10:</b> Prueba de raíz unitaria .....	47
<b>Tabla 11:</b> Contraste de Engle-Granger.....	48
<b>Tabla 12:</b> Modelo VAR.....	49
<b>Tabla 13:</b> Contraste de autocorrelación hasta el orden 7 .....	52
<b>Tabla 14:</b> Contraste de ARCH de orden hasta 7 .....	52
<b>Tabla 15:</b> Normalidad de Doornik- Hansen.....	53
<b>Tabla 16:</b> Causalidad de Granger.....	57

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

CONTENIDO	PÁGINA
<b>Gráfica 1:</b> PIB per cápita mundial .....	16
<b>Gráfica 2:</b> PIB per cápita .....	35
<b>Gráfica 3:</b> Consumo de energía renovable.....	37
<b>Gráfica 4:</b> Correlación .....	38
<b>Gráfica 5:</b> Grafico Q-Q de los residuos .....	45
<b>Gráfica 6:</b> PIB per cápita proyectado 2019.....	54
<b>Gráfica 7:</b> Consumo de energía renovable proyectado 2019.....	55
<b>Gráfica 8:</b> Raíz inversa del VAR .....	56
<b>Gráfica 9:</b> Respuesta del PIB per cápita al Consumo de energía renovable.....	57
<b>Gráfica 10:</b> Respuesta del Consumo de energía renovable al PIB per cápita.....	58
<b>Gráfica 11:</b> Verificación de la Hipotesis.....	60

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Justificación

#### 1.1.1 *Justificación teórica*

A nivel mundial la relación del consumo de energía renovable y el crecimiento económico, es un tópico que ha sido investigado por varios economistas. Ya que por años en varios países su principal fuente de energía ha sido obtenida del petróleo, lo cual perjudica directamente al medio ambiente, por lo que la propensión actual es potenciar las energías renovables (Valle & Jiménez, 2017).

En América Latina desde aproximadamente dos décadas, se ha debatido sobre la energía renovable, en las cuales se ha planteado algunas políticas energéticas a favor de este tipo de energía, pero no se ha logrado tanto hasta ahora (Altomonte, Coviello, & Lutz, 2003). A partir de una Conferencia Regional que se realizó para América Latina y el Caribe sobre Energías Renovables, en la cual se reunieron todas las autoridades pertinentes de la región, quienes establecieron los puntos necesarios para promover el cumplimiento de la meta planteada por Brasilia, sobre la iniciativa del desarrollo sostenible para alcanzar en el año 2010 que toda la región, por lo menos utilice un 10% de energía renovable del consumo total energético. Obviamente este porcentaje debió ser incrementado voluntariamente por cada país, dicho incremento contribuirá notoriamente y será un gran aporte para lograr una mayor seguridad energética y consumo de energía renovable (Agencia de Cooperación Técnica Alemana, 2004).

La gran parte de la energía utilizada en Ecuador proviene del petróleo. Y cabe mencionar que el petróleo es un recurso no renovable, es por eso que Ecuador ha experimentado un constante cambio a nivel de generación de energía (García , 2014).

Con el fin de disminuir la dependencia del combustible fósil, a través de la generación de energía renovable. En vista de que las fuentes de energía moderna son un elemento básico para que un país se desarrolle económicamente y socialmente (Wolde-Rufael, 2006).

Actualmente en Ecuador la energía hidroeléctrica es la primordial, no obstante, existen más tipos de energías renovables en el Ecuador como son biomasa solar, eólica, y geotérmicas, las cuales son aptas para el aprovechamiento de energía renovable. La totalidad de la producción de electricidad generada en el país es para cubrir el consumo interno del país y evitar la importación de energía, por lo contrario, exportar energía a países vecinos (Mena Pachano, 2014).

Durante varios años se han ejecutado diversas investigaciones acerca de la relación de causalidad del consumo de energía con el crecimiento económico, aplicando diversas metodologías y obteniendo un sin número de conclusiones. La aplicación del análisis de relación de causalidad de dichas variables es muy significativa, pues mediante sus resultados se podría aportar al momento de aplicar políticas energéticas adecuadas en cada país, además permite instaurar el posible efecto que llegasen a tener las políticas conservacionistas en el crecimiento económico (Apergis & Payne, 2009).

Mediante las investigaciones existentes y revisando la correspondiente literatura, se estableció 4 hipótesis, las cuales son la hipótesis de crecimiento, la hipótesis de conservación, la hipótesis de retroalimentación y finalmente la hipótesis de neutralidad.

Abosedra, Dah y Gosh (2008), analizaron la relación que existe entre el consumo de energía y el crecimiento económico, mediante un modelo bivariado de vectores autorregresivos aplicado a Líbano en el periodo de 1995 al 2005, en el cual se encontró una causalidad unidireccional del consumo de energía al crecimiento económico, que sostiene la hipótesis de crecimiento.

En el estudio realizado por Kraft y Kraft se demostró que en Estados Unidos la relación de causalidad es unidireccional del crecimiento económico al consumo de energía y se tomó la hipótesis de conservación, la cual dependiendo de sus resultados de aceptación y/o rechazo, le permite concluir y recomendar políticas conservacionistas respecto al consumo de energía (Kraft & Kraft, 1978).

Dogan (2016), concluye que el consumo de energía no renovable mantiene un impacto significativo positivo en el crecimiento económico, en cambio el consumo de energía renovable mantiene un efecto irrelevante con la misma variable. El cual aporta apoyo a la hipótesis de retroalimentación entre las variables de consumo de energía y crecimiento económico tanto a corto plazo y largo plazo.

En la investigación realizada por Payne sobre la relación del consumo de energía y el crecimiento económico de Estados Unidos, sus resultados obtenidos sostienen la hipótesis de neutralidad, dado que la relación entre el consumo de energía y el crecimiento económico, no presentan causalidad de Granger entre dichas variables (Payne J. , 2009).

Tagvace, Mavuca y Shirazi (2016), analizaron la relación entre el crecimiento económico y el consumo de energía, a través de un modelo autorregresivo de rezagos distribuidos para Irán, en el cual se encontró que la relación es negativa por lo que se recomienda que formulen políticas que reduzcan la cantidad de consumo de energía o se incremente el consumo de energía renovable porque no tienen una repercusión negativa en el crecimiento económico.

Además, existen diversos motivos para evidenciar la importancia del análisis, pues cada país presenta diferentes condiciones económicas, sociales y políticas, que convierten en su crecimiento económico más o menos dependiente del consumo de energía, como son también diferente manejos políticos, diferentes políticas públicas energéticas, diferentes ofertas y demandas de energía y entre otras.



En fin, en el análisis de la relación del consumo de energía renovable y crecimiento económico, aun no existe ningún consenso, ya que cada autor o cada país que ha realizado dicho estudio presenta diferentes resultados respecto a su relación de causalidad. A pesar de ello, la gran parte de estudios realizados demuestran que encontraron varias o ninguna dirección de causalidad.

### **1.1.2 Justificación metodológica**

En la presente investigación con el fin de facilitar la comprensión de la relación de causalidad, se usó datos de series temporales del consumo de energía renovable y del crecimiento económico del Ecuador durante el periodo 2000 al 2015.

Los datos a utilizar fueron obtenidos de bases de datos de instituciones confiables, como lo es el Banco Mundial en el cual se obtuvo los datos del consumo de energía renovable (% del consumo total de energía final) y crecimiento económico (PIB per cápita). Entonces la población de nuestra investigación son los datos existentes de las variables del consumo de energía renovable y el crecimiento económico, lo cual se considerará como muestra los datos de estas variables durante el periodo 2000 al 2015.

Además, en la metodología del procedimiento econométrico primero debemos diseñar un modelo econométrico que relaciona el PIB per cápita y el Consumo de energía renovable:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \mu$$

**Donde:**

**Y=** PIB real per cápita

**$\beta_0$ =**Constante

$\beta_1$ =Coeficiente

$X_1$ =Consumo de energía renovable (% del total del consumo final de energía)

$\mu$ = Terminio de error o perturbaciones.

En el modelo la ecuación es de interés limitado. Pues es necesario tratar los datos de las variables a utilizar. Es decir, debemos estimar los parámetros desconocidos y realizar las pruebas de especificación y diagnostico respectivo, para comprobar si el modelo es adecuado o no. A partir de eso, se realizará el contraste de las hipótesis y finalmente se obtendrá los resultados del modelo, los cuales serán utilizados para analizar, predecir o sugerir (Portillo , 2006).

Además, con los supuestos del modelo junto con los métodos de estimación se determinan los resultados obtenidos de la regresión, mediante los coeficientes, pruebas de hipótesis, intervalos de confianza entre otros.

Generalmente el modelo de regresión lineal cuenta con diez supuestos, los cuales son, el supuesto uno, el modelo de regresión debe ser lineal en los parámetros; el supuesto dos, menciona que la covarianza  $\mu_i$  y  $X_i$  es cero o  $E [\mu_i , X_i]=0$ ; mientras que, en el supuesto tres, el valor medio del error  $\mu_i$  es igual a cero; en el supuesto cuatro, de varianza constante, dice que con el valor de  $X$ , la varianza de  $\mu_i$  son constantes para todas las observaciones e implica que las varianzas condicionales de  $Y_i$  también son homoscedasticas. En discrepancia si la varianza condicional de la población  $Y$  varia con  $X$ , entonces eso se conoce como heteroscedasticidad (Rosales & Bonilla, 2006).

En el supuesto cinco, de no auto correlación entre los errores, en el cual con dos valores cualesquiera de  $X$  como  $X_i$  y  $X_j$  ( $i \neq j$ ), la correlación entre  $\mu_i$  y  $\mu_j$  para todo  $i \neq j$  es

cero. Mientras que, en el supuesto seis, el número de observaciones  $n$  deber ser superior que el número de parámetros por estimar; en el supuesto siete es acerca de la naturaleza de las variables, también, en el supuesto ocho, la variabilidad en los valores de  $X$ , requiere que no todos los valores de  $X$  en una muestra dada sean iguales. Por ende, la  $\text{Var}[X]$  es un número finito positivo (Gujarati & Porter, 2010).

En el supuesto nueve, dice que el modelo está adecuadamente especificado, cuando la omisión de variables importantes del modelo afecta la validez de la interpretación de la regresión. Y por último en el supuesto diez no existe correlación lineal perfecta entre las variables explicativas (Rosales & Bonilla, 2006).

Entonces, si el modelo lineal cumple con dichos supuestos será un modelo de regresión clásico y presentará los Mejores Estimadores Lineales Insesgados (MELI). Con lo cual, dichos intervalos de confianza, predicciones e hipótesis tendrán eficacia estadística (Gujarati & Porter, 2010).

### ***1.1.3 Justificación práctica***

Mediante esta investigación se logrará comprender la relación del consumo de energía renovable y el crecimiento económico del Ecuador, lo cual es un tópico de gran relevancia y de secuela en nuestro país, razón por la cual distinguí la necesidad de investigar, para lograr comprender dicha relación y de esta manera aportar a la sociedad.

Personalmente me voy a beneficiar con el conocimiento que se obtenga de este estudio y también se pretende otorgar nueva evidencia para quienes están encargados de mejorar o diseñar nuevas políticas económicas, energéticas y medioambientales en Ecuador, presentando información la cual es escasa en el país y será de gran utilidad tanto para el sector público como privado.

Para iniciar esta investigación se requirió del aporte de otros investigadores, pero el estudio en el que principalmente se basó, fue realizado por Gadelha & Gagliardi (2014), quien demostró la relación del consumo de energía y el crecimiento económico, a través de un modelo bivariado.

Y la investigación se fundamenta en dos ejes, el teórico y empírico en los cuales en la parte teórica nos permiten seguir argumentando coherentemente antes de obtener los resultados, gracias a la literatura existente. Y respecto a lo empírico se tomó en cuenta los modelos ya diseñados para comprobar dicha relación con las variables de estudio.

Esta investigación será de gran aporte para la carrera, porque será el inicio de grandes investigaciones que se puedan realizar a continuación en un postgrado, y la misma proporcionará una línea base para los próximos estudios sobre el consumo de energía y el crecimiento económico de nuestro país.

Además, el fin es motivar a las generaciones venideras a unir esfuerzos y propuestas para iniciar nuevos estudios que podrían enfocarse en situaciones específicas para el país. Y a la vez brindar información a la sociedad de fuentes sustentables, mediante diversas investigaciones y recolección de datos.

Finalmente, la literatura de la presente investigación será de gran utilidad para la elaboración de la tesis doctoral en Economía Medioambiental de la Economista Giovanna Alejandra Cuesta Chávez en la Universidad Nacional Agraria La Molina de Lima, Perú.

### ***1.1.4 Formulación del problema de investigación***

¿De qué manera influye el consumo de energía renovable en el crecimiento económico del país?

## **1.2 Objetivos**

### ***1.2.1 Objetivo general***

Analizar la relación entre el consumo de energía renovable y el PIB per cápita del Ecuador en el periodo 2000 – 2015, para verificar la dependencia entre las variables.

### ***1.2.2 Objetivos específicos***

- Describir la evolución y correlación que existe entre el consumo de energía renovable y el PIB per cápita del Ecuador, para analizar el comportamiento de las variables en el periodo 2000 – 2015.
- Estimar la relación entre el consumo de energía renovable y el PIB per cápita del Ecuador en el periodo 2000 - 2015, para identificar la relación lineal entre las variables
- Determinar si existe causalidad entre el consumo de energía renovable y el PIB per cápita del Ecuador en el periodo 2000 - 2015, a través de un modelo econométrico de Vectores Autorregresivos VAR.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### **2.1 Revisión de la literatura**

##### ***2.1.1 Antecedentes investigativos***

Para el desarrollo de esta investigación se ha establecido una referencia y validez a través de la revisión de diversas fuentes de literatura correspondiente, las cuales presentan diversas perspectivas y aportan a la investigación. En vista de que, en Ecuador no se han realizado investigaciones puntuales acerca de este tópico, se ha tomado en cuenta estudios realizados en otros países.

De esta manera a partir de dichas investigaciones se obtuvo los antecedentes investigativos sobre la relación del consumo de energía y crecimiento económico. Por ejemplo, el artículo de Kraft y Kraft (1978) quien dio origen a esta investigación y en sus resultados presento una relación de causalidad unidireccional del Producto Interno Bruto al consumo de energía en el estudio realizado para la economía de Estados Unidos en el periodo de 1947 al 1974. No obstante, en la reexaminación realizada por Akarca y Long (1980), arguyeron que el estudio realizado por Kraft y Kraft en 1978 contienen resultados espurios, ya que no se encontró ningún tipo de relación de causalidad.

A diferencia de los estudios anteriores Erol y Yu (1987), realizo una investigación para varios países, en la cual se obtuvo un sinnúmero de resultados entre ellos: Para Alemania encontraron una causalidad unidireccional del consumo de energía al producto interno bruto; para Japón e Italia encontraron una causalidad bidireccional y para Canadá, Francia y UK no se encontró ninguna dirección de causalidad, es decir sostienen la hipótesis de neutralidad.

Hwang y Gum (1991), en su investigación encontraron una relación de causalidad bidireccional del consumo de energía al producto interno bruto en la economía de Taiwán. Así mismo, Chang et al. (2001), realizaron un estudio para la economía de Taiwán, en el cual aplicaron un análisis de cointegración y un modelo de vectores autorregresivos para el periodo 1982 al 1997 y encontraron una relación a largo plazo entre el consumo de energía renovable y el producto interno bruto, adicionalmente con el contraste de impulso-respuesta, demostraron que el consumo de energía es un gran aliado para el crecimiento económico.

En cambio, Masih y Masih (1996), investigan las relaciones causales entre el consumo de energía renovable y el crecimiento económico de Túnez en el periodo comprendido de 1974 al 2011. A través de su investigación concluyeron que las políticas energéticas son muy importantes y las mismas, tienen que tomar en cuenta la relación que existe entre dichas variables, para de esta manera lograr un crecimiento económico sostenible.

Cheng (1997), en un estudio aplicado a México analizan la relación entre el consumo de energía y el crecimiento económico y encuentran en los resultados que las dos variables no presentan relación en ninguna dirección, por lo que apoyan a la hipótesis de neutralidad debido a que el consumo de energía no estimula al crecimiento económico de ninguna manera, sin embargo hallaron evidencia de que la economía de México requiere consumir más energía.

Además, Soytaş et al. (2001), examinan la relación del consumo de energía al crecimiento económico mediante un análisis de cointegración y un modelo de vectores de corrección aplicado a Turquía, en el cual demostraron que existe una relación unidireccional que va del consumo de energía al producto interno bruto. También Soytaş y Sari (2003), aplicaron un análisis de cointegración para diez países emergentes y para los países de la G7, en sus resultados demostraron que Corea e Italia presentan una causalidad de conservación es decir unidireccional; Alemania, Francia, Japón y Turquía presentan una causalidad unidireccional a favor de la hipótesis de

crecimiento y Argentina presenta una causalidad de retroalimentación es decir bidireccional.

Igualmente, Siddiqui (2004), en su estudio aplicado a Pakistán, analizó la relación del consumo de energía y el crecimiento económico para el periodo 1971 al 2003. A través de varios modelos econométricos (VAR-VEC) en los cuales utilizo series de tiempo y se comprobó que las dos variables si están relacionadas, además que un aumento en el crecimiento económico provoca un mayor consumo de energía, por lo que se demostró que las políticas son muy importantes para que la economía de un país crezca.

Chiou- Wei, Chen y Zhu (2008), establecen en su estudio para Indonesia, Hong Kong, Malasia y Taiwán, en dichos países se encontró una relación de causalidad desde el crecimiento económico al consumo de energía es decir presentan una causalidad unidireccional a favor de la hipótesis de conservación. En cambio, para Corea del Sur, Estados Unidos y Tailandia no hallaron ninguna relación por lo que contribuye a la hipótesis de neutralidad.

Igualmente, Chontanawat, Hunt y Pierse (2008), en su investigación sobre la relación del consumo de energía y el PIB per cápita aplicado a más de cien países, entre ellos Colombia, Chile y Uruguay presentaron evidencia a favor de la hipótesis unidireccional que va del consumo de energía al PIB per cápita, así mismo en Argentina presento una causalidad bidireccional, en cambio en Ecuador presento una ausencia de causalidad.

En cambio, Ilhan, Alper y Husevin (2010), en su estudio sobre la relación del consumo de energía y el crecimiento económico aplicado a 51 países durante los años 1971 al 2005, concluyeron que en los países de bajos ingresos, presentan una relación de causalidad con una dirección que va desde el crecimiento económico al consumo de energía y en los países de ingresos medios no encontraron una relación de causalidad es decir están a favor de la hipótesis de neutralidad.



Razzaqi, Bilquees y Sherbaz (2011), comprobaron que cuando inicio el proceso de industrialización, en varios países se reflejó la gran importancia del consumo de energía, ya que se obtuvo un aporte muy significativo en el crecimiento económico, razón por la cual la teoría del crecimiento económico ha ido evolucionando y se encargó de tomar en cuenta a la energía como un factor muy importante en el crecimiento económico.

Igualmente en un estudio realizado por Mehara y Musai (2012), para once países en un periodo de análisis del 1970 al 2010, cabe mencionar que los países estudiados son todos exportadores de petróleo, por lo que en sus resultados se encontró una fuerte relación de causalidad que va del producto interno bruto al consumo de energía, sin que existan efectos de retroalimentación.

Con los resultados presentados en dichos estudios, se demuestra que este tópico aun no llega a un consenso y se requiere gran atención en futuras investigaciones, por lo cual en este documento se realizara un análisis de la relación del consumo de energía renovable y el crecimiento económico aplicado a Ecuador.

## ***2.1.2 Fundamentos teóricos***

### ***2.1.2.1 Crecimiento económico***

Los modelos precursores de la teoría neoclásica del crecimiento económico fueron desarrollados por Robert Solow y Trevor Sawm en el año 1956, quienes, a través de un modelo de crecimiento exógeno, en el cual se considera la mano de obra, el capital y la tecnología como factores que generaban crecimiento (Acemoglu, Laibson, & List, 2017).

Además, en el modelo de crecimiento exógeno se asume que el Estado no puede intervenir en ningún rol específico en el proceso de crecimiento económico. También

el modelo explicaba que el crecimiento económico crecerá solo si existe progreso tecnológico, a pesar de que en este mismo modelo no existía progreso tecnológico, es decir la tecnología permanecía constante, por lo que no se tomaba en cuenta el progreso de la tecnología. En discrepancia, para tratar de explicar la importancia del progreso tecnológico, crearon un nuevo modelo de crecimiento endógeno en el que la intervención del Estado era fundamental para incentivar a invertir más en el progreso tecnológico y de esta manera estimular el crecimiento (Hernández Aragón, 2006).

A partir de la década de 1980, aparecieron más modelos de crecimiento económico, en los cuales se consideraban nuevas variables como el capital humano, las instituciones, la energía y los recursos naturales, ya que la teoría neoclásica no consideraba estas variables como factores que intervienen en el crecimiento económico. También en estos modelos enfatizaron, en como las políticas económicas pueden influir de forma positiva en el crecimiento económico (Mankiw & Taylor, 2017).

Inicialmente los modelos de crecimiento endógeno, fueron desarrollados por Paul Romer en 1986, estos modelos otorgan una nueva alternativa, en la cual no existe dependencia de factores exógenos, por lo que se convirtieron en modelos adecuados para países subdesarrollados. (Romer, 1994).

Con la aparición de los modelos de crecimiento endógeno y con la inserción de nuevos factores, empezaron a surgir nuevas funciones de producción que impulsaban un crecimiento económico no estacionario. Pero estos modelos fueron atraídos por las diferentes dotaciones de recursos y por el diferente progreso tecnológico que existe en cada país (Barro & Sala-i-Martin, 2003).

En sí, los modelos de crecimiento económico han evolucionado y con ello han ido considerando nuevos factores y a la vez dejando de lado los factores que no se acoplan tanto a la realidad. Como en nuestra investigación se tomó en cuenta el consumo de

energía y se dejó a un lado los otros factores. Es por eso que en la economía surgió una nueva línea de pensamiento que es conocida como economía de la energía.

### ***2.1.2.2 Economía de la energía***

Esta nueva corriente de pensamiento económico admite que los recursos energéticos a más de ser un factor predominante para explicar el crecimiento económico, es también un factor fundamental. Esa es la razón por lo que tiene como fin determinar la relación que existe entre la energía y el crecimiento económico, para comprobar dicha relación, además se empleó una metodología empírica, en la que se ha aplicado varias pruebas estadísticas a sus argumentos para comprobar la veracidad de los mismos.

A partir de esto, varios economistas han realizado estudios para diferentes países, analizando la relación entre dichas variables y aplicando un sin número de métodos econométricos, pero a la vez utilizando el término energía con una interpretación diferente. En estos modelos el término de energía se refiere al consumo, uso, disponibilidad o incluso intensidad de cierto recurso, como la electricidad, combustibles fósiles, u otros.

En las investigaciones sobre el consumo de energía y el crecimiento económico, varios autores han utilizado el modelo de Solow-Stiglitz como base para explicar el cambio de la función de producción. Pero este modelo no ha sido con el único que se han sostenido diferentes estudios.

El modelo de Foley y Michl (1999), fue planteado con un enfoque de David Ricardo que considera que la tierra es un factor productivo escaso, por lo que su modelo es utilizado como introducción a los modelos de crecimiento económico con recursos naturales agotables. Por lo que menciona que acorde se vayan agotando los recursos

naturales, se presentara un incremento en el precio, por lo que inducirá a visualizar otras opciones tecnológicas como más rentables.

Aunque diversos modelos de crecimiento económico admiten que la materia prima es abundante y no se agota cuando es transformada de recursos naturales. Stiglitz menciona que el crecimiento económico mantendrá un aumento gracias a la utilización de recursos naturales y entre más se utilicen se obtendrán un mayor crecimiento, pero en el largo plazo igual se presentara un efecto negativo por la degradación del medio ambiente (Stiglitz, 1974).

Pero esto se puede cambiar o disminuir sus efectos, con un adecuado diseño de políticas, que se encarguen de la correcta dirección de utilización y aprovechamiento de los recursos naturales.

### ***2.1.2.3 Producto interno bruto***

El crecimiento económico se mide a través del Producto Interno Bruto (PIB), este es un indicador que muestra la medida más completa de una economía (Samuelson & Nordhaus, 2006).

En sí, el PIB es un indicador económico que mide el valor monetario de todos los bienes y servicios finales producidos en un año generalmente. Existen dos maneras de medir el PIB, que es el PIB real que se calcula a precios constantes con un año base, esta es la medida más común y el PIB nominal que se calcula a precios actuales o corrientes del mercado (World Bank, 2017).

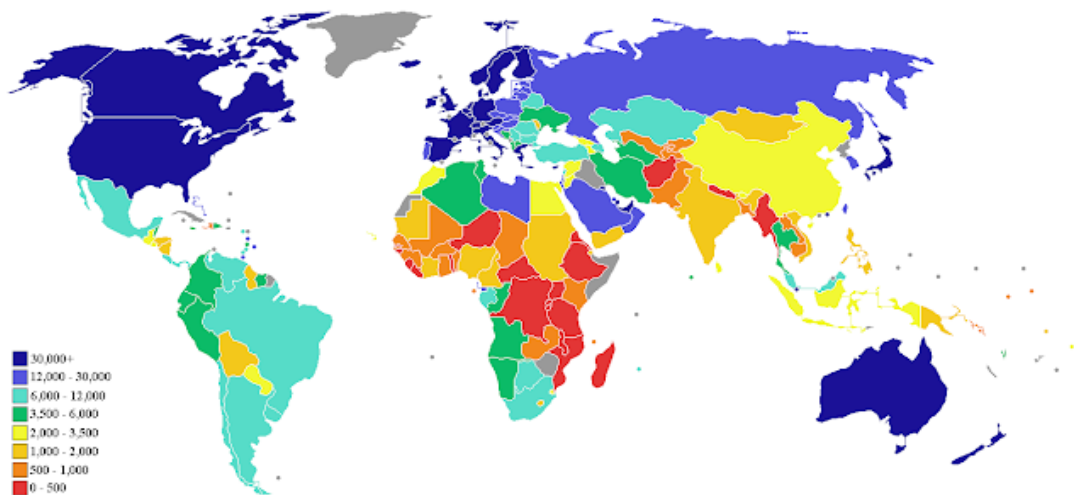
### 2.1.2.4 PIB per cápita

Para calcular el crecimiento económico también se suele emplear el Producto Interno Bruto por habitante o PIB per cápita, el cual es un indicador que calcula la relación entre todo los bienes y servicios finales producidos en un país durante un año y el número de habitantes existentes en ese año (Pontevedra, 2012). Es decir, el PIB per cápita dividido para todos los habitantes de un país:

$$PIB \text{ per cápita} = \frac{PIB}{N \text{ de habitantes}}$$

Para tener referencia del PIB per cápita a nivel mundial se presenta la siguiente gráfica:

*Gráfica 1: PIB per cápita mundial*



**Fuente:** Elaboración propia a partir de Economipedia

**Elaborado por:** Carolina Solís

En la gráfica 1 podemos observar que los países que presentan el PIB per cápita más alto están coloreados de azul, en cambio los países que presentan el PIB per cápita más bajo están coloreados de color rojo.

El PIB per cápita mundial, en el periodo de estudio del 2000 al 2015 ha aumentado de \$8.182,416 a \$10.326,6 respectivamente. Y para el año 2018 presenta un valor de \$10.882,309 (World Bank, 2017).

En términos de paridad del poder adquisitivo, el país que presenta el PIB per cápita más alto en el año 2018 es Liechtenstein con \$139,100 dólares, en cambio el país que tiene el menor PIB per cápita es República Centroafricana con \$700 dólares. Además, Ecuador está ubicado en el puesto 134 de 226 países y presenta un PIB per cápita de \$11,200 dólares (CIA World Factbook, 2018).

#### ***2.1.2.5 Consumo de energía***

El consumo de energía es muy importante debido a que todos los seres humanos y en la mayoría de procesos productivos se requieren energía. Es por eso que se ha convertido en un indicador que mide el grado de desarrollo y crecimiento económico de un país.

El consumo de energía varía de una manera muy significativa entre países. Por ejemplo, en América Latina parte su consumo de energía proviene de la producción de recursos hídricos o del petróleo. Aunque esta región es más conocida como la región líder en recursos hídricos (International Energy Agency, 2010).

Según la Agencia Internacional de Energía (2010), el sector industrial presenta una gran cabida para impulsar al crecimiento de la economía y concentrar más fuerza de trabajo, lo que simultáneamente conduce a un incremento en el consumo de energía como insumo en el proceso de producción, con diferentes intensidades en las distintas industrias. Igual este sector es uno de las primordiales fuentes de crecimiento y desarrollo económico, además son uno de los más grandes consumidores de energía.

### ***2.1.2.6 Fuentes de energía***

Son recursos presentes en la naturaleza, de los que pueden extraerse o usarse parte de la energía que resulte aprovechable en las actividades.

Estas fuentes de energía se pueden clasificar en fuentes no renovables y fuentes renovables (Navarro García , 2012).

#### ***2.1.2.6.1 Energías no renovables***

Este tipo de energía es agotable y no puede ser reutilizada, porque presenta una capacidad de regeneración por medios naturales a un ritmo muy lento, que su consumo actual llevaría a su agotamiento, en sí, su disponibilidad es limitada. Las energías no renovables están comprendidas por los combustibles fósiles y la energía nuclear (Martínez, 2010).

Los combustibles fósiles, que incluyen el carbón, el petróleo y el gas natural, han sido fuentes de energía que activan la sociedad industrial. También se utiliza en actividades cotidianas la gasolina, el carbón y el gas natural que han sido fuente de energía básica (De Pro Bueno, 2008).

La energía nuclear se genera a partir de las reacciones nucleares y de las radiaciones emitidas en la fisión del uranio y del plutonio produciendo una gran cantidad de calor, que es aprovechado para producir una cierta cantidad de energía (HC Energía, Cajastur e IDAE, 2009 ).

### ***2.1.2.6.2 Energías renovables***

Los problemas ambientales han inducido a la creciente atracción por las fuentes de energía renovable, ya que por sus características se convierten en inagotables, aunque sea intermitente su disponibilidad, y su aprovechamiento no causa alteraciones graves al medio ambiente. Este tipo de energía, se define como aquella que, administrada en forma adecuada, puede explotarse ilimitadamente. Además, este tipo de energía se retornó a utilizar cuando se dio la crisis de los precios del petróleo, debido a que su precio de recuperación podía ser competitivo con los otros tipos de fuentes convencionales (Navarro García , 2012).

Las energías renovables son fundamentales para el desarrollo humano y económico de un país, mediante su incorporación se remediará varios inconvenientes de provisión de energía en sectores desconectados; en sí, para remediar la falta de demanda de energía en sectores aislados, se puede optar por la energía solar u otro tipo. Asimismo, al momento de que un país opte por energías renovables, de esta manera contribuirá a mejorar oportunamente la seguridad energética de dicho país, ya que conducirá a diversificar la matriz energética y evitara que se incrementen las importaciones de combustibles ajenos (Coviello, Gollán, & Pérez, 2012).

En fin, las fuentes de energía renovable, tienen una gran capacidad para regenerarse por medios naturales, a un ritmo muy rápido y no se agotan por su uso. Por lo que se consideran inagotables para la escala temporal.

Existen diferentes fuentes de energías renovables, como son:

- Energía hidráulica
- Energía eólica
- Energía solar
- Energía de biomasa
- Energía mareomotriz



Estas fuentes de energía se han ido desarrollando poco a poco, dependiendo de las necesidades del ser humano, como también por la preocupación de los recursos agotables y por la conservación del planeta.

Por lo cual, los proyectos de energías renovables se han convertido en una prioridad para América Latina y para el mundo, debido a los retos energéticos como: la demanda poblacional, la alta dependencia de combustibles fósiles y el cambio climático (Jacobs, Crawford, Murdoch, & Lethbridge, 2016).

Con el fin de solucionar esta problemática se han venido desarrollando proyectos de inversión en energía renovables en diversos países, ya que resultaron atractivos por que cuentan con recursos naturales que los convierten en un lugar idóneo para incorporar proyectos de inversión, especialmente el mayor recurso de generación es hídrico.

El recurso hídrico es considerado como una de las fuentes de energía más fiables, por lo que aseguran la estabilidad de los precios y el abastecimiento más confiable de energía. Además, por la gran cantidad de agua existente en los ríos y represas, se aprovecha este recurso, ya que tiene un gran potencial de generación, la cual permite almacenar grandes cantidades de energía (Taylor, 2006).

#### ***2.1.2.7 La Relación entre el Consumo de Energía y el Crecimiento Económico***

La relación entre el consumo de energía y el crecimiento económico, es un tópico que ha sido analizado a nivel mundial por varios economistas. Pero sus resultados no han llegado ningún un consenso, debido a situaciones económicas, políticas y sociales que influyen de una manera positiva o negativa en la relación del consumo de energía y el crecimiento económico de cada país (Chiou-Wei, Chen, & Zhu, 2008).

La inexistencia de un consenso en esta relación, se debe a que existe una variedad de condiciones climáticas en cada país, las cuales influyen en el tipo de consumo de energía (Esso, 2010). También puede ser porque existe un sin número de metodologías, análisis econométricos que son aplicados en cada modelo y en los cuales influyen mucho los enfoques económicos, la elección de variables, las series de tiempo y las respectivas especificaciones de cada modelo (Payne J. E., 2010).

Debido a la gran importancia de analizar la relación entre el consumo de energía y el crecimiento económico, Granger (1969), propuso una prueba de causalidad, la cual es muy práctico y está conformado por cuatro hipótesis, las que presentan las cuatro posibles relaciones que puede existir entre las variables, teniendo en cuenta los resultados obtenidos respecto a la relación de causalidad.

Inicialmente, las investigaciones que sustentan la hipótesis de conservación, la cual reconoce una causalidad unidireccional que va del crecimiento económico hacia el consumo de energía. Cuando existe esta relación los gobiernos podrán implementar cualquier política de conservación energética y tendrán un irrelevante o ningún efecto sobre el crecimiento económico (Wolde-Rufael, 2010). También la investigación de Lee (2006), estuvo a favor de la hipótesis de conservación.

En segundo lugar, las contribuciones que se encuentran a favor de la hipótesis de crecimiento, la cual involucra una causalidad unidireccional que va desde el consumo de energía al crecimiento económico. Es decir, el crecimiento económico depende positiva o negativamente del consumo de energía. Por lo que al presentar un mayor consumo de energía creara un impacto positivo respecto al crecimiento económico, por lo que es importante el consumo de energía renovable, mientras que un menor consumo de energía creara un impacto negativo respecto al crecimiento económico (Ebohon, 1996). Igualmente, la investigación de Cheng-Lang, Lin y Chang (2010), estuvieron a favor de la hipótesis de crecimiento.

En tercer lugar, los estudios que apoyan a la hipótesis de retroalimentación, la que presenta una relación causal bidireccional tanto el consumo de energía y el crecimiento económico dependen mutuamente. Apoyando a la noción de que una política activa de impuesto o subvenciones puede tener un efecto positivo en el crecimiento económico (Ozturk, 2010). También el estudio de Fuinhas y Marques (2012), estuvieron a favor de la hipótesis de retroalimentación.

Y, por último, varias investigaciones concluyen que no existe causalidad en ninguna dirección, es decir aceptan la hipótesis de neutralidad, en si el crecimiento económico esta incorrelado con el consumo de energía, por lo que cualquier política sea expansiva o conservadora tendrá un efecto insignificante o ninguno en dicha relación (Saidi & Hammami, 2014). Igualmente, el estudio de Menegaki (2011), estuvo a favor de la hipótesis de neutralidad.

La gran parte de investigaciones sobre la relación de causalidad han aplicado modelos bivariados, utilizando la variable consumo de energía y crecimiento económico, para comprobar inicialmente dicha relación (Wolde-Rufael, 2006).

## **2.2 Hipótesis**

La hipótesis de nuestra investigación es planteada con relación al objetivo y la pregunta plantada, la cual nos motivó a realizar esta investigación.

H<sub>0</sub>: El consumo de energía renovable no incide en el crecimiento económico del Ecuador en el periodo 2000-2015.

H<sub>1</sub>: El consumo de energía renovable incide en el crecimiento económico de Ecuador en el periodo 2000-2015.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1 Recolección de la información

##### *3.1.1 Población, muestra, unidad de investigación*

Para el desarrollo de la presente investigación, se procedió a la búsqueda de información de las variables a utilizar, a través de bases de datos fidedignas, entre ellas en Banco Mundial en el cual se obtuvo los datos históricos tanto de la variable del crecimiento económico (PIB per cápita) como la del consumo de energía renovable.

La población y la muestra se basa en la recolección de información de la base de datos del Banco Mundial de las variables a estudiar para Ecuador en el periodo 2000 – 2015.

La población de la investigación son los datos históricos y como menciona Palella y Martins (2008), la población es la totalidad de observaciones de análisis, en si da origen a los datos de investigación, es por eso que nuestra investigación se conformó por los datos existentes de las variables de crecimiento económico y del consumo de energía renovable.

Gómez (2006), comenta que la muestra es una parte de la población a analizarse, para lo cual como muestra se consideró los 64 datos de cada variable, comprendidos durante el periodo de estudio. Los datos de dichas variables utilizadas para cuantificar, son series temporales trimestrales y su periodo de estudio está comprendido del 2000 al 2015, por disponibilidad de las series estadísticas.

Respecto al origen de los datos, es necesario la especificación de cada variable, el PIB per cápita a precios constantes del 2010 (dólares) se obtuvo los datos del Banco

Mundial, la variable consumo de energía renovable (% del consumo total de la energía final) también se obtuvo del mismo organismo.

La investigación toma un enfoque mixto (cualitativo - cuantitativo), acorde a los objetivos planteados. Además, tiene como finalidad analizar el comportamiento y probar la hipótesis planteada, en base a los datos recolectados, mediante un análisis estadístico y econométrico.

### ***3.1.2 Fuentes primarias y secundarias***

En la investigación se presentaron fuentes secundarias por lo cual no se realizó ningún análisis de población o muestra debido a que fueron extraídas de bases de datos fehacientes de un organismo internacional como es el Banco Mundial.

Antes ello también fue necesario revisar artículos científicos, libros, sitios web e informes investigativos sobre el crecimiento económico y el consumo de energía renovable, los cuales sirvieron de base para desarrollar este estudio.

### ***3.1.3 Instrumentos y métodos para la recolección de información***

La información para el estudio se obtuvo mediante una ficha de observación, este es un instrumento muy utilizado en investigaciones macroeconómicas. La ficha de observación se presenta en el anexo 1 en la cual la información se extrajo de la base de datos del Banco Mundial y se recolectó las observaciones en el software Excel desde el periodo 2000 al 2015.

### ***3.1.4 Confiabilidad y validez de los instrumentos de investigación***

La confiabilidad de este instrumento es de un grado muy alto, debido a que existen varias investigaciones que utilizan este instrumento, además está respaldado por las fuentes de información utilizadas. Y respecto a la validez de este instrumento será validado a través de varios análisis estadísticos y econométricos en el software Excel y Gretl.

### **3.2 Tratamiento de la información**

El tratamiento de los datos se desarrolló de la siguiente manera, primero con los datos anuales recolectados, se analizó el comportamiento de cada variable y su correlación, después se procedió a trimestralizar los datos de todas las variables, a través del software econométrico ECOTRIM, de esta manera dispondremos de más observaciones, para que, al momento de estimar, el modelo econométrico sea más eficiente.

En la investigación se emplea un nivel de investigación de tipo descriptivo con el fin de identificar el comportamiento de las variables. Según Bernal (2010), una investigación de carácter descriptivo tiene como fin, mostrar hechos o características primordiales del fenómeno analizado. Es por eso que el estudio hace uso de técnicas de estadística de tipo descriptivo. El cual permite describir y evaluar el comportamiento de cada variable sujeta a estudios, mediante datos históricos, estadísticos y econométricos, que en este caso es el Consumo de energía renovable y el Crecimiento económico. Un análisis para Ecuador.

En el estudio es muy importante aplicar la investigación de tipo explicativo, porque es la que determinara las variables que se relacionaran. Y este tipo de investigación es muy importante cuando buscan determinar el grado de relación de causalidad entre las variables. Como menciona Moreno (2005), para poder explicar el porqué de un suceso

o porque las variables se relacionan o no, primeramente, debemos conocer los principios o causas de las variables relacionadas, para a partir de eso establecer una buena explicación al respecto.

Además, el estudio tiene por objetivo establecer relaciones causales a partir de métodos econométricos, por lo cual debemos aplicar una investigación de tipo correlacional para describir, analizar y evaluar las relaciones que existen entre dichas variables. La variable dependiente puede obtener diferentes valores, pero dependiendo de la relación que tenga con la variable independiente, en cambio la variable independiente puede adquirir valores sin depender de nada (Moreno, 2005).

### ***Modelo Econométrico***

En la presente investigación al disponer con todos los datos necesarios, se propone un modelo econométrico para analizar la relación entre el consumo de energía renovable y el crecimiento económico, respaldado en la revisión de varios artículos académicos.

Especialmente se basó en el modelo presentado por Gadelha y Gagliardi (2014) y el modelo está dado por la siguiente ecuación:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \mu$$

**Donde**

$\beta_0$  = Constante

$\beta_1$  = Coeficiente

$\mu$  = Perturbación o termino de error

## **Variable Dependiente**

$Y$  = Crecimiento económico medido por el PIB per cápita

## **Variables Independientes**

$X_1$  = Consumo de energía renovable medido por el Consumo de energía renovable (% del consumo total de la energía final)

Donde  $Y$  mide el PIB per cápita,  $\beta_1$  mide el efecto del consumo de energía renovable ( $X_1$ ) en el crecimiento económico y  $\mu$  es la perturbación o el término de error.

A partir de esto, detallaremos de manera explícita todos los modelos que se estimará y todos los contrastes y procedimientos que se seguirá para obtener modelos bien especificados.

## ***Mínimos Cuadrados Ordinarios***

Este método se aplicará a la primera expresión regresiva del modelo, para estimar e interpretar los coeficientes más relevantes y probar si cumple con sus respectivos supuestos. Además, este método tiene como finalidad informar desde un principio si existe o no, una relación entre las variables de estudio (Gujarati & Porter, 2010).

## ***Supuestos***

Para comprobar el primer supuesto, se aplicó el contraste de RESET de Ramsey, el cual alude que debe existir linealidad en los parámetros. En los resultados arrojados del contraste, se observa que para aceptar la hipótesis nula de que el modelo lineal es decir está bien especificado, el valor  $p$  debe ser



menor a 0,05 en cambio si el valor p es mayor al nivel de significancia el modelo no es lineal y no está bien especificado y por ende deberá ser corregido a través de la aplicación de logaritmos en cada variable.

En el supuesto dos, sobre la covarianza entre  $x_i$  y  $\mu_i$  debe ser cero, es decir los valores de  $x$  deben ser independientes de las perturbaciones. Para comprobar este supuesto se debe correr un modelo adicional en el Software Gretl, en dicho modelo se utilizará los residuos como variable dependiente. En los resultados arrojados, se observa que si el R cuadrado del nuevo modelo es cero (0,0000), entonces se comprueba que si se cumple con este supuesto (Gujarati & Porter, 2010).

En el supuesto tres, expone que el valor medio de los errores o perturbaciones es igual a cero, dicho supuesto podemos comprobar en el Software Gretl si existe algún error de especificación o mediante el valor medio de los errores obtenido en el análisis descriptivo de los principales estadísticos.

En el supuesto cuatro, de homocedasticidad o igual dispersión, es decir que las perturbaciones que aparecen en la regresión tienen la misma varianza. Para comprobar este supuesto se aplicó el contraste de White y el de Breusch – Pagan, los cuales utilizan el estadístico chi-cuadrado. En fin, para aceptar la hipótesis nula de que el modelo no presenta heteroscedasticidad, el valor p debe ser mayor a 0,05 por lo contrario si el valor p es menor a 0,05 el modelo presenta heteroscedasticidad, es decir la varianza de los errores no permanece igual y es necesario corregirlo a través de un modelo con corrección de heteroscedasticidad (Gujarati & Porter, 2010). Por último, una vez corregido este supuesto por ende también se corrige el supuesto tres y para comprobar que el supuesto fue corregido en el modelo, podemos observar que en la pestaña de contrastes de Gretl, la opción de heteroscedasticidad ya no se encuentra activa por lo que ya está corregido.

Asimismo, este supuesto es necesario comprobar en el modelo de Vectores Autorregresivos VAR a través del contraste de ARCH.

En el supuesto cinco, de autocorrelación se define como la autocorrelación que no puede existir entre los errores, por ende, si dos valores de  $X$ , se correlacionan entre dos  $u_i$  y  $u_j$  es cero, este supuesto también se aplicara en el modelo de Vectores Autorregresivos VAR. Para detectar este supuesto se utiliza el contraste de Autocorrelación o el valor estadístico de Durbin Watson, el cual puede tomar valores de cero a cuatro, si toma un valor de dos significa que no presenta autocorrelación (Gujarati & Porter, 2010).

En el supuesto seis, se debe constatar que el número de observaciones sea mayor al número de parámetros.

En el supuesto siete, es sobre la naturaleza de las variables independientes no deben ser iguales y además deben existir datos atípicos en el modelo, es decir los datos de cada variable deben presentar un rango moderado. Este supuesto se puede corregir transformando los datos originales a tasas de crecimiento.

En el supuesto ocho, de multicolinealidad no se aplica en ninguno de los modelos.

En el supuesto nueve, el modelo debe estar adecuadamente especificado, por ende, es necesario cumplir con todos los supuestos, para cumplir con este supuesto y de esta manera no una mala especificación. Para comprobar este supuesto se debe observar la significancia de cada variable y el valor de  $R$  cuadrado. En el modelo de Vectores Autorregresivos VAR se comprobará su correcta especificación a través del contraste de cointegración de Engle – Granger.

Y finalmente en el supuesto diez, de normalidad, deben presentar una distribución normal de los residuos. Para comprobar este supuesto en el modelo de Vectores Autorregresivos VAR, se aplicará el contraste de normalidad de los residuos de Doornik – Hansen.

### ***Modelo Vectores Autorregresivos (VAR)***

En el modelo VAR todas las variables serán consideradas como endógenas y cada una de ellas será explicada por sus propios rezagos. Además, el modelo VAR utiliza dos ecuaciones. En nuestro modelo, la primera ecuación, se presentó al PIB per cápita como variable dependiente y en la segunda ecuación al consumo de energía renovable.

En el método de VAR se verifica, cual es el rezago que explica cada ecuación y se comprueba que se cumpla con los tres supuestos de Autocorrelación, Homocedasticidad con la prueba de ARCH y Normalidad de los residuos.

### ***Contraste de Raíz Unitaria***

En todos los modelos que se utilizó series de tiempo es menester verificar si los datos son o no estacionarios, para verificar en este estudio utilizaremos el test de raíz unitaria de Dickey y Fuller Aumentado. Este contraste se aplicará a la variable en su nivel y a las primeras diferencias.

### ***Contraste de Cointegración de Engle – Granger***

Cuando dos variables están integradas, existe una relación a largo plazo. De la misma forma la cointegración afirma que la relación estimada entre las variables, no sea espuria y no acarree a conclusiones equivocadas.

### *Contraste de Causalidad de Granger*

Esta prueba fue aplicada para probar si los resultados de una variable son útiles para predecir otra variable, es decir si presenta causalidad unidireccional, bidireccional o ninguna.

Finalmente, para todos los procedimientos mencionados se utilizará el Software econométrico Gretl, el cual es un software libre y no necesita de programaciones para analizar el modelo planteado y sus contrastes. Primeramente, se estimará un modelo econométrico de Mínimos Cuadrados Ordinarios en el cual se comprobará los supuestos necesarios y seguido se seleccionará lo rezagos óptimos para estimar un modelo de Vectores Autorregresivos. También se efectuará un análisis de cointegración y por último se aplicará el test de causalidad de Granger, el cual nos servirá para demostrar la relación de causalidad existente entre las variables.

### 3.3 Operacionalización de las variables

*Tabla 1: Operacionalización de las variables*

Variable Independiente: CONSUMO DE ENERGÍA RENOVABLE				
Concepto	Categoría /Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
ES LA PROPORCIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE EN EL CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA FINAL.	Consumo de Energía	Consumo de energía renovable (% del consumo total de energía final)	¿Cuál fue la relación existente entre el consumo de energía renovable y el crecimiento económico durante el periodo del 2000 al 2015?	Base de datos del Banco Mundial / Ficha de observación
		Tasa de variación del Consumo de energía renovable (% del consumo total de energía final)	¿Cuáles son las tasas de variación del consumo de energía renovable durante el periodo del 2000 al 2015?	

Variable Dependiente: PIB PER CÁPITA				
Concepto	Categoría /Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
ES EL PRODUCTO INTERNO BRUTO DIVIDIDO POR LA POBLACIÓN A MITAD DE AÑO.	Crecimiento Económico	PIB per cápita	¿Cómo se ha comportado el PIB per cápita durante el periodo de estudio del 2000 al 2015?	Base de datos del Banco Mundial /Ficha de observación
		Tasa de variación del PIB per cápita	¿Cómo se ha comportado la tasa de variación del PIB per cápita durante el periodo de estudio del 2000 al 2015?	

**Fuente:** Elaboración Propia a partir del Banco Mundial

**Elaborado por:** Carolina Solís

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 Resultados y discusión

En este estudio centrado en la relación del consumo de energía renovable y el PIB per cápita de Ecuador, es importante analizar el comportamiento y evolución de cada variable.

#### *Evolución del crecimiento económico*

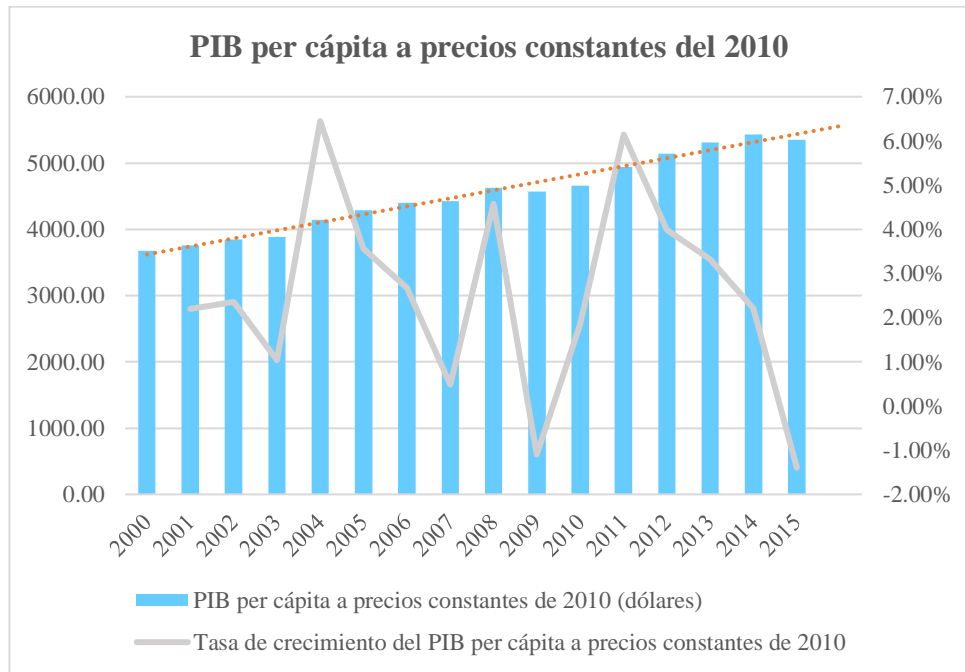
*Tabla 2: PIB per cápita*

Año	PIB per cápita a precios constantes de 2010 (dólares)	Tasa de crecimiento del PIB per cápita a precios constantes de 2010
2000	3678.90	
2001	3759.89	2.20%
2002	3848.27	2.35%
2003	3888.34	1.04%
2004	4139.08	6.45%
2005	4286.52	3.56%
2006	4400.86	2.67%
2007	4421.90	0.48%
2008	4624.20	4.57%
2009	4573.25	-1.10%
2010	4657.30	1.84%
2011	4943.42	6.14%

2012	5140.26	3.98%
2013	5311.21	3.33%
2014	5428.71	2.21%
2015	5352.88	-1.40%

**Fuente:** Elaboración Propia a partir del Banco Mundial  
**Elaborado por:** Carolina Solís

**Gráfica 2: PIB per cápita**



**Fuente:** Elaboración propia a partir del Banco Mundial.

**Elaborado por:** Carolina Solís

El crecimiento económico medido a través del indicador PIB per cápita, a partir del año 2000 ha ido evolucionando constantemente y se ha consolidado considerablemente, gracias a las condiciones externas, como muestra las remesas en divisas por parte de los emigrantes, el precio del petróleo. Durante el periodo 2000 al 2015 se evidencio un crecimiento de un 2.56%. El PIB per cápita paso de representar 3678.90 dólares en el año 2000 a alcanzar los 5352.88 dólares en el año 2015.



Respecto a la evolución del PIB per cápita, se observa que en la gráfica 2, presenta una tendencia positiva, en la cual desde el año 2000 se aprecia un incremento constante hasta el año 2008, mientras que en el año 2009 presento un decrecimiento de -1.10%, debido a los desfavorables efectos de la crisis internacional, pero para el año 2010 se logró estabilizar y enseguida el PIB per cápita retomo su crecimiento, alcanzando en el año 2011 un crecimiento de 6.14%. Mientras que, en los tres años siguientes, presenta desaceleración y por último en el año 2015 se reflejó otro decrecimiento de -1.40%.

En los años 2004 y 2011, la tasa de crecimiento del PIB per cápita presentó un crecimiento de 6.45% y 6.14% respectivamente, estos fueron las mayores tasas de crecimiento que se registró en el periodo de estudio.

### *Evolución del Consumo de Energía Renovable*

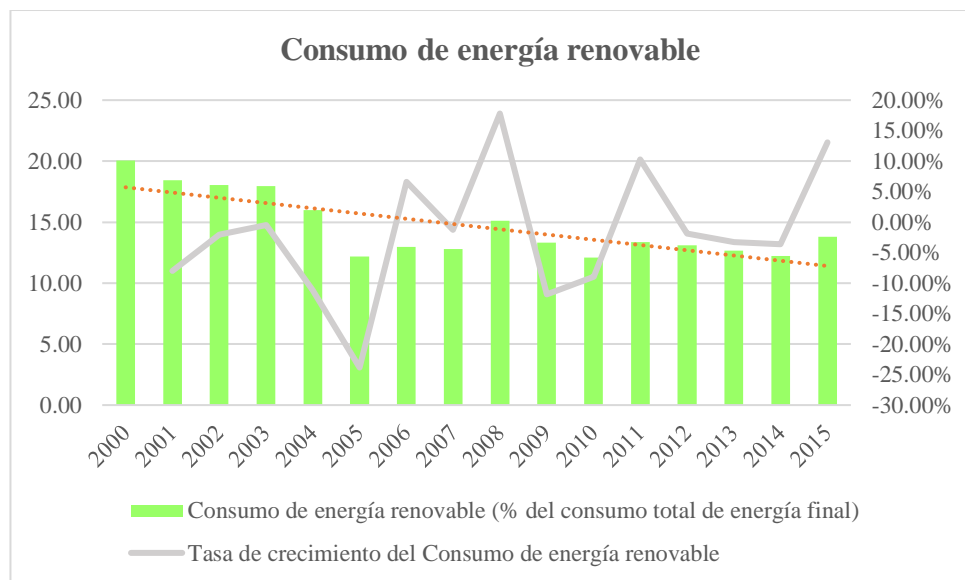
**Tabla 3: Consumo de energía renovable**

<b>Año</b>	<b>Consumo de energía renovable (% del consumo total de energía final)</b>	<b>Tasa de crecimiento del Consumo de energía renovable</b>
2000	20.03	
2001	18.43	-7.99%
2002	18.06	-2.03%
2003	17.97	-0.49%
2004	15.97	-11.12%
2005	12.16	-23.85%
2006	12.97	6.65%
2007	12.81	-1.26%
2008	15.09	17.81%

2009	13.30	-11.86%
2010	12.11	-8.97%
2011	13.35	10.23%
2012	13.10	-1.84%
2013	12.68	-3.24%
2014	12.22	-3.61%
2015	13.82	13.08%

**Fuente:** Elaboración Propia a partir del Banco Mundial  
**Elaborado por:** Carolina Solís

**Gráfica 3: Consumo de energía renovable**



**Fuente:** Elaboración Propia a partir del Banco Mundial  
**Elaborado por:** Carolina Solís

En la gráfica 3, de la evolución del Consumo de energía renovable con el indicador consumo de energía renovable (% del consumo total de energía final), durante el periodo 2000 al 2015 observamos que presenta diversas fluctuaciones y se evidenció un crecimiento promedio de un -1.90%.

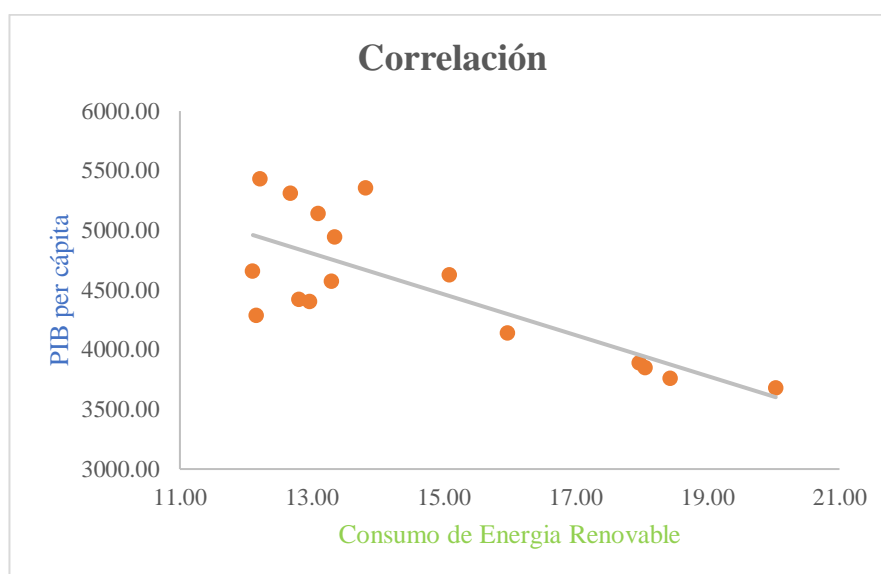
Sin observarse un comportamiento positivo paso de representar 20.03% del consumo total de la energía final, en el año 2000 a alcanzar un valor menor de 13.82% del consumo total de la energía final en el año 2015.

Respecto a la evolución del consumo de energía renovable, se observó una tendencia negativa, en la cual desde el año 2000 se aprecia un decrecimiento constante hasta el año 2005, mientras que en el año 2006 presento un crecimiento de 6.65% pero para el año 2007 retomo un decrecimiento de -1.26%.

En el año 2008 la tasa de crecimiento del consumo de energía renovable presento un crecimiento de 17.81%, esta fue la mayor tasa de crecimiento que se registró en el periodo de estudio, mientras que en los dos años siguientes retorno con sus decrecimientos. Para el año 2011 presento un crecimiento de 10.23% de consumo de energía renovable, en los tres años siguientes presento un decrecimiento y finalmente en el año 2015 reflejo un crecimiento de 13.08%.

#### ***Correlación entre el Consumo de energía renovable y el PIB per cápita***

***Gráfica 4: Correlación***



**Fuente:** Elaboración Propia a partir del Banco Mundial  
**Elaborado por:** Carolina Solís

A través de la gráfica 4, se puede analizar la correlación existente entre el consumo de energía renovable y el crecimiento económico, en primer lugar, observamos que la línea de tendencia indica una relación negativa, es decir que a medida que el consumo de energía aumenta, el PIB per cápita disminuye.

Además, el coeficiente de correlación calculado en Excel y Gretl es de -0.77, que indica que la relación es negativa. Y el coeficiente de determinación R-cuadrado es de 0.60 que permite medir la bondad del ajuste del modelo.

Después de analizar la evolución y correlación de las variables, procedemos a trimestralizar los datos a través del software ECOTRIM como se presenta en el anexo 2 y seguido se presenta los estadísticos descriptivos principales de las variables de estudio.

**Tabla 4: Estadísticas principales**

VARIABLES ESTADÍSTICOS	PIB PER CÁPITA	CONSUMO DE ENERGÍA RENOVABLE
<b>MEDIA</b>	1132,10	3,65
<b>MEDIANA</b>	1130,4	3,35
<b>DESVIACIÓN TÍPICA</b>	142,61	0,64
<b>MÍNIMO</b>	916,18	2,92
<b>MÁXIMO</b>	1362,23	5,09

**Fuente:** Elaboración Propia a partir del Software Gretl  
**Elaborado por:** Carolina Solís

Antes de estimar el modelo econométricamente, en la tabla 4 podemos observar los estadísticos principales de cada variable. Respecto a la variable PIB per cápita, el valor promedio o media aritmética es de 1132,10 dólares con una variabilidad de 142,61.

El valor equidistante de los extremos es decir la mediana de los datos es de 1130,64 dólares. Entre el máximo y mínimo valor hay una diferencia de 4446,05 dólares.

En la variable consumo de energía renovable la media aritmética presenta un valor de 3,65 por ciento. La desviación estándar que nos indica que tan dispersos están los datos en términos absolutos alrededor de la media, presenta un valor de 0,64 por ciento. Entre el máximo y mínimo valor hay una diferencia de 2,17 por ciento.

Además, los datos que se presentan de la media y mediana son similares, por lo que se puede decir que son simétricos y dichas características presentan las dos variables.

Cumpliendo con el primer objetivo específico, procedemos a realizar el primer modelo econométrico por Mínimos Cuadrados Ordinarios, utilizando los datos trimestrales para obtener un modelo más eficiente.

### ***Modelo Económico MCO***

Antes de estimar el modelo econométrico, se procedió a aplicar logaritmos naturales, de modo que se suavizo las series de tiempo de cada variable y los coeficientes podrán ser interpretados como porcentajes.

**Tabla 5: Modelo MCO**

Modelo: Variable dependiente: l\_PIBper cápita

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
<i>Const</i>	7,77407	0,0775849	100,2	<0,0001	***
<i>l_Consumodeenerg íarenovable</i>	-0,584947	0,0599994	-9,749	<0,0001	***
<i>Estadísticos</i>					
<i>R-cuadrado</i>	0,605214	<i>R-cuadrado corregido</i>	0,598847		
<i>F(1, 62)</i>	95,04715	<i>Valor p (de F)</i>	3,94e-14		
<i>Rho</i>	0,993713	<i>Durbin-Watson</i>	0,078417		

**Fuente:** Elaboración Propia a partir del Software Gretl

**Elaborado por:** Carolina Solís

Los resultados arrojados del modelo indican que la variable independiente consumo de energía renovable es estadísticamente significativo (\*\*\*) a un nivel del 10%. También el valor estimado de la constante B0 es positivo y altamente significativo (\*\*\*)).

Con respecto al valor p, es menor que el nivel de significancia (0,05), Es decir, que el modelo es perfecto, Por otra parte, el coeficiente de determinación R-cuadrado corregido presenta un valor de 0.60 lo que significa que la variable PIB per cápita esta explicada en un 60% por la variable explicativa consumo de energía renovable y también el F de Fisher presenta un valor aceptable.

### ***Supuestos del modelo econométrico MCO***

Sin embargo, la estimación del modelo está sujeta ciertos supuestos o contrastes que deben cumplirse para que el modelo tenga validez.

Para comprobar el supuesto uno, de linealidad en los parámetros, en el software Gretl se aplicó el contraste de RESET de Ramsey, como se presenta en el anexo 3. Dicho supuesto esta corregido porque los valores de p arrojados, son inferiores a 0,05, por lo que se aceptó la hipótesis nula de que el modelo está bien especificado.

Para el supuesto dos, de la covarianza entre  $\mu_i$  y  $x_i$  sea cero, para comprobar este supuesto se corrió un nuevo modelo MCO, utilizando los residuos como variable dependiente.

**Tabla 6: Modelo adicional de comprobación**

Modelo: Variable dependiente: uhat2

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>
<i>Const</i>	1,45865e-013	0,0775849	1,880e-012	1,0000
<i>l_Consumodeenergíaarenovable</i>	-1,13818e-013	0,0599994	-1,897e-012	1,0000
<i>Estadísticos</i>				
<i>R-cuadrado</i>	0,000000	<i>R-cuadrado corregido</i>	-0,016129	
<i>F(1, 62)</i>	0,000000	<i>Valor p (de F)</i>	1,000000	
<i>Rho</i>	0,993713	<i>Durbin-Watson</i>	0,078417	

**Fuente:** Elaboración Propia a partir del Software Gretl

**Elaborado por:** Carolina Solís

En la tabla 6, podemos observar los resultados arrojados del modelo de comprobación, el cual presenta un coeficiente de determinación o R-cuadrado de 0,000000 por lo que se comprueba que la covarianza entre  $\mu_i$  y  $x_i$  es igual a cero, por consiguiente, si se cumple con este supuesto.

Continuando con el cumplimiento de los supuestos, para comprobar el supuesto del valor medio de las perturbaciones es igual a cero y el de homocedasticidad o varianza constante, se aplicó el contraste de White y Breusch-Pagan:

**Tabla 7: Contrastes del modelo econométrico**

Contraste de heterocedasticidad de White –
Hipótesis nula: [No hay heterocedasticidad] Estadístico de contraste: LM = 20,0353 con valor p = P(Chi-cuadrado(2) > 20,0353) = 4,46056e-005

---

Contraste de heterocedasticidad de Breusch-Pagan –

---

Hipótesis nula: [No hay heterocedasticidad]  
 Estadístico de contraste: LM = 12,5909  
 con valor  $p = P(\text{Chi-cuadrado}(1) > 12,5909) = 0,000387622$

---

**Fuente:** Elaboración Propia a partir del Software Gretl

**Elaborado por:** Carolina Solís

Como se puede observar en la tabla 7, estos contrastes utilizan la prueba de Chi-cuadrado y sus valores de  $p$  arrojados son inferiores a cero, lo que quiere decir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa de la existencia de heteroscedasticidad.

Es muy importante en la modelación econométrica, corregir cada problema encontrado en los resultados de los contrastes aplicados en el modelo. Para corregir el modelo se procede a correr un nuevo modelo de Mínimos Cuadrados con corrección de Heteroscedasticidad.

**Tabla 8: Modelo con corrección de heteroscedasticidad**

Modelo: Variable dependiente: l\_PIBper cápita

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
<i>Const</i>	7,80762	0,0501909	155,6	<0,0001	***
<i>l_Consumodeenergía renovable</i>	-0,614353	0,0324148	-18,95	<0,0001	***

*Estadísticos basados en los datos ponderados:*

<i>R-cuadrado</i>	0,852805	<i>R-cuadrado corregido</i>	0,850431
<i>F(1, 62)</i>	359,2103	<i>Valor p (de F)</i>	1,75e-27
<i>Rho</i>	0,991541	<i>Durbin-Watson</i>	0,084639

**Fuente:** Elaboración Propia a partir del Software Gretl

**Elaborado por:** Carolina Solís

Los resultados obtenidos en el modelo presentan un buen ajuste e indican que la variable independiente consumo de energía renovable y la constante son significativos



(\*\*\*) al 1%, por lo que se puede decir que las variables presentan una muy buena relación.

Respecto al coeficiente de determinación o R-cuadrado presenta un valor de 0,852805 lo que significa que la variable PIB per cápita es explicada en un 85% por la variable explicativa consumo de energía renovable.

Con este modelo corrido, el contraste de heteroscedasticidad se encuentra inactivo como se observa en el anexo 4, es decir se aprueba el contraste de homocedasticidad y por ende el supuesto tres, de que el valor medio de los errores es igual a cero también se cumple.

El supuesto cinco de autocorrelación, se utilizó el contraste del estadístico de Durbin Watson que arrojó un valor de 0.084639 es decir que hay evidencia de correlación positiva en los términos de error. Pero este contraste se desactivó en el modelo de Mínimos Cuadrados con corrección de Heteroscedasticidad. Sin embargo, este supuesto no se aprobó, con la justificación de que, todo depende del tipo de datos y en nuestro modelo estamos usando series de tiempo trimestrales por lo que es difícil mantener la independencia de este supuesto.

Respecto al supuesto seis, a simple vista, se puede decir que este supuesto si se cumple, porque existen 64 observaciones y solo existen dos parámetros incluido la constante, es decir el número de observaciones si es mayor al número de parámetros.

En el supuesto siete, sobre la naturaleza de la variable X consumo de energía renovable, si se cumple ya que los datos si tienen variabilidad y no presentan valores atípicos en la variable independiente.

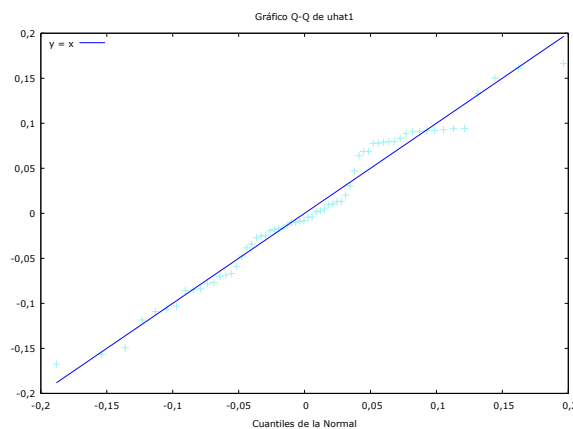
Con estos supuestos comprobados, se concluye el análisis correspondiente para un modelo de regresión simple.

Pero por decisión del investigador, se revisó la significancia tanto individual como en conjunto, por lo que se pudo verificar que el valor p de la variable independiente y el

valor p de Fisher, ambos presentan valores menores a 0,05 por lo que se puede corroborar que el modelo es correcto.

También se revisó la distribución de las perturbaciones, por lo que se procedió aplicar el contraste de normalidad de los residuos, el cual presenta un valor p de 0,74947 que es mayor al nivel de significancia, es decir que los residuos presentan una distribución normal.

**Gráfica 5: Grafico Q-Q de los residuos**



**Fuente:** Elaboración Propia a partir del Software Gretl  
**Elaborado por:** Carolina Solís

En el grafico Q-Q de los residuos se puede presencia que las perturbaciones están cerca de la bisectriz, por lo que se puede determinar que existe una distribución normal en las perturbaciones.

### **Modelo econométrico MCO**

$$PIB \text{ percapita} = 7,80762 - 0,614353 \text{ Consumo de energía renovable} + \mu$$

De acuerdo a los resultados estimados en el modelo se deduce que el PIB per cápita aumentara en 7,81 puntos porcentuales cuando la otra variable es cero y se mantiene constante, es decir cuando no se consume energía renovable.

En cambio, cuando el consumo de energía renovable aumenta en una unidad, el PIB per cápita disminuirá en 0,61 puntos porcentuales.

### ***Modelo de Vectores Autorregresivos VAR***

Antes de iniciar el modelo vector autorregresivos, es necesario seleccionar el orden del VAR para obtener un modelo óptimo. Para verificar el correcto orden de retardos, el software Gretl presenta una gran ventaja ya que tiene un contraste que nos facilita al momento de seleccionar el número de retardos, este contraste se basa en tres criterios de información, los cuales son:

- AIC = criterio de Akaike
- BIC = criterio bayesiano de Schwarz
- HCQ= criterio de Hannan-Quinn

Para elegir el número de retardos óptimo, se debe observar los asteriscos que se presentan en la tabla 9, que nos indica cuáles son los mejores, es decir los mínimos. Y también para elegir debemos escoger el número que coincida con el resto de criterios.

***Tabla 9: Sistema VAR, máximo orden de retardos 8***

Retardos	log.veros	p(RV)	AIC	BIC	HQC
1	-156,48683		5,803101	6,020103	5,887232
2	-92,32811	0,00000	3,654575	4,016245	3,794794
3	-75,14784	0,00000	3,183851	3,690189*	3,380158
4	-72,97884	0,36219	3,249244	3,900250	3,501638
5	-71,42646	0,54045	3,336659	4,132333	3,645140
6	-60,48085	0,00021	3,088602	4,028944	3,453170
<b>7</b>	<b>-47,40112</b>	<b>0,00003</b>	<b>2,764326*</b>	<b>3,849336</b>	<b>3,184982*</b>
8	-47,09171	0,96095	2,896133	4,125810	3,372876

**Fuente:** Elaboración Propia a partir del Software Gretl

**Elaborado por:** Carolina Solís

Por lo tanto, este modelo debe considerar el orden número siete de retardos, como se puede observar en la tabla 7, porque este fue el número que presentó más asteriscos y coincidió tanto con el criterio de Akaike y de Hannan-Quinn. Estos criterios sugieren que es óptimo estimar con siete retardos.

A continuación, en el modelo es necesario revisar si las series de tiempo son estacionarias, de esta manera conseguir una correcta estimación. Para comprobar que las series de tiempo sean estacionarias, en el software Gretl se aplicó la prueba de raíz unitaria Aumentada de Dickey Fuller.

### ***Prueba de raíz unitaria***

Para verificar si presenta estacionariedad, observamos que, si el valor p es mayor que 0,05 entonces presenta raíz unitaria, es decir la serie de tiempo no es estacionaria y para corregir eso, se le aplica diferencias.

***Tabla 10: Prueba de raíz unitaria***

<b><i>Variable</i></b>	<b><i>Prueba Aumentada de Dickey Fuller (ADF)</i></b>	<b><i>Valor p con constante</i></b>	<b><i>Estacionariedad / No estacionariedad</i></b>
<b><i>Producto Interno Bruto per cápita</i></b>	nivel 1era diferencia	0,8948 0,03078	No estacionariedad Estacionariedad
<b><i>Consumo de energía renovable</i></b>	nivel 1era diferencia	0,2394 0,01863	No estacionariedad Estacionariedad

**Fuente:** Elaboración Propia a partir del Software Gretl

**Elaborado por:** Carolina Solís

En la tabla 10, se puede observar que, aplicando las primeras diferencias, se consiguió la estacionariedad de las variables y dicha información se corrobora en el anexo 5.

Y en vista de que resultaron las dos variables de orden 1, se analizara la presencia de cointegración y se comprobara a través del contraste de Engle – Granger.

### ***Cointegración***

Con el test de cointegración de Engle-Granger se determina si la relación es verídica y tiene lógica o es falsa. Este test es muy eficiente ya que tiene la certeza de evitar relaciones espurias. Para estimar un modelo de Vectores Autorregresivos correcto es necesario comprobar la cointegración existente entre las variables. Se utilizó el test de cointegración de Engle-Granger, el cual será más inequívoco porque solo se dispone de 64 observaciones en el estudio.

Se aplicó el contraste de Engle-Granger con su respectivo rezago óptima, arrojando los siguientes resultados.

***Tabla 11: Contraste de Engle-Granger***

<b><i>Variables</i></b>	<b><i>Valor p con constante</i></b>	<b><i>Estacionariedad / No estacionariedad</i></b>
PIB per cápita	0,9404	No Estacionariedad
Consumo de energía renovable	0,2394	No Estacionariedad
Residuos	0,9743	No Estacionariedad

**Fuente:** Elaboración Propia a partir del Software Gretl

**Elaborado por:** Carolina Solís

En la tabla 11, podemos observar que las variables y los residuos presentan un valor p mayor a 0,05 es decir que son series no estacionarias de acuerdo al contraste de Engle-

Granger. Por lo que se finiquita que no existe cointegración y por ende se estimara un modelo VAR tradicional.

### **Modelo econométrico VAR**

A través del modelo de vectores autorregresivos podemos analizar los efectos de cualquier variable sobre otra variable.

$$\Delta PIBp_t = \beta_{10} + \beta_{11}\Delta PIBp_{t-1} + \beta_{12}\Delta CER_{t-1} + \varepsilon_{1t}$$

$$\Delta CER_t = \beta_{20} + \beta_{21}\Delta PIBp_{t-1} + \beta_{22}\Delta CER_{t-1} + \varepsilon_{2t}$$

A continuación, se procede a estimar el modelo VAR, aplicando las primeras diferencias en las variables y utilizando los siete retardos óptimos elegidos.

**Tabla 12: Modelo VAR**

Ecuación 1: d\_PIBpercapita

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
Const	2,68947	1,16034	2,318	0,0255	**
d_PIBpercapita_1	1,20525	0,184694	6,526	<0,0001	***
d_PIBpercapita_2	-0,272621	0,307080	-0,8878	0,3798	
d_PIBpercapita_3	-0,0138014	0,249125	-0,05540	0,9561	
d_PIBpercapita_4	-0,657220	0,362430	-1,813	0,0771	*
d_PIBpercapita_5	0,750078	0,521058	1,440	0,1576	
d_PIBpercapita_6	-0,309929	0,528282	-0,5867	0,5606	
d_PIBpercapita_7	-0,0616237	0,286736	-0,2149	0,8309	
d_Consumodeener giarenovable_1	22,4561	11,1941	2,006	0,0515	*
d_Consumodeener giarenovable_2	-25,7608	18,1705	-1,418	0,1638	
d_Consumodeener giarenovable_3	-1,63973	15,0304	-0,1091	0,9137	
d_Consumodeener giarenovable_4	-11,5035	22,1095	-0,5203	0,6057	

d_Consumodeener giarenovable_5	34,8801	32,6403	1,069	0,2915
d_Consumodeener giarenovable_6	-16,7105	34,3292	-0,4868	0,6290
d_Consumodeener giarenovable_7	0,461701	18,7984	0,02456	0,9805
Media de la vble. dep.	6,828810	D.T. de la vble. dep.	8,363922	
Suma de cuad. Residuos	578,3200	D.T. de la regresión	3,755711	
R-cuadrado	0,849691	R-cuadrado corregido	0,798366	
F(14, 41)	16,55507	Valor p (de F)	1,39e-12	
Rho	0,000646	Durbin-Watson	1,996363	

En la Ecuación 1 del modelo VAR, podemos observar que la variable PIB per cápita se encuentra explicada por el rezago 1 del consumo de energía renovable. Es decir, la variable independiente es estadísticamente significativa. Además, la variable PIB per cápita es autorregresiva ya que también es explicada por sus propios rezagos 1 y 4.

El modelo presenta un coeficiente de determinación R-cuadrado corregido de 0,79 lo que indica que existe una relación entre las variables del 79%.

Se observa que el modelo no tiene autocorrelación ya que el estadístico de Durbin Watson estimado es igual a 1,996, el cual es mayor al límite superior.

Ecuación 2: d\_Consumodeenergiarenovable

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
Const	-0,0188032	0,0192328	-0,9777	0,3340	
d_PIBpercapita_1	0,00568077	0,00306133	1,856	0,0707	*
d_PIBpercapita_2	-0,00643350	0,00508989	-1,264	0,2134	
d_PIBpercapita_3	0,000234849	0,00412928	0,05687	0,9549	
d_PIBpercapita_4	-0,00192253	0,00600732	-0,3200	0,7506	
d_PIBpercapita_5	0,00613346	0,00863660	0,7102	0,4816	
d_PIBpercapita_6	-0,00462303	0,00875634	-0,5280	0,6004	
d_PIBpercapita_7	0,00209064	0,00475269	0,4399	0,6623	
d_Consumodeener giarenovable_1	1,13848	0,185544	6,136	<0,0001	***
d_Consumodeener giarenovable_2	-0,238570	0,301178	-0,7921	0,4328	
d_Consumodeener giarenovable_3	-0,0371264	0,249131	-0,1490	0,8823	

d_Consumodeener giarenovable_4	-0,693744	0,366468	-1,893	0,0654	*
d_Consumodeener giarenovable_5	0,842770	0,541017	1,558	0,1270	
d_Consumodeener giarenovable_6	-0,270466	0,569010	-0,4753	0,6371	
d_Consumodeener giarenovable_7	-0,144223	0,311586	-0,4629	0,6459	
Media de la vble. dep.	-0,017103	D.T. de la vble. dep.		0,125106	
Suma de cuad. Residuos	0,158885	D.T. de la regresión		0,062251	
R-cuadrado	0,815430	R-cuadrado corregido		0,752406	
F(14, 41)	12,93841	Valor p (de F)		7,41e-11	
Rho	-0,001560	Durbin-Watson		2,000147	

**Fuente:** Elaboración Propia a partir del Software Gretl

**Elaborado por:** Carolina Solís

En la Ecuación 2 del modelo VAR, podemos observar que la variable Consumo de energía renovable se encuentra explicada por el rezago 1 del PIB per cápita. Es decir, la variable dependiente es estadísticamente significativa. Además, la variable Consumo de energía renovable es autorregresivo porque se encuentra explicada por sus propios rezagos 1 y 4.

El modelo presenta un coeficiente de determinación R-cuadrado corregido de 0,75 lo que revela que existe una relación entre variables del 75%.

Se observa que el modelo no tiene autocorrelación ya que el estadístico de Durbin Watson estimado es igual a 2,000.

### ***Supuestos del modelo econométrico VAR***

No obstante, la estimación del modelo VAR, debe cumplir con ciertos supuestos o contrastes, el software Gretl se presente por defecto, los cuales deben comprobarse para que el modelo tenga validez.



### *Supuestos de Autocorrelación*

**Tabla 13: Contraste de autocorrelación hasta el orden 7**

	<b>Valor p</b>	<b>Autocorrelación</b>
lag 1	0,9865	No
lag 2	0,9890	No
lag 3	0,9726	No
lag 4	0,4846	No
lag 5	0,7138	No
lag 6	0,8734	No
lag 7	0,8975	No

**Fuente:** Elaboración Propia a partir del Software Gretl

**Elaborado por:** Carolina Solís

En la tabla 13, se puede observar que para el contraste de autocorrelación también se utilizó los 7 retardos óptimos y esto se ratifica en el anexo 8.

Respecto los valores p arrojados son mayores al nivel de significancia 5%, por ende, se ratifica que no existe autocorrelación y se aprueba este supuesto en el modelo VAR.

### *Supuesto de Homocedasticidad*

**Tabla 14: Contraste de ARCH de orden hasta 7**

	<b>Valor p</b>	<b>Homocedasticidad</b>
lag 1	0,5115	Si
lag 2	0,9519	Si
lag 3	0,9971	Si
lag 4	0,9779	Si
lag 5	0,9568	Si
lag 6	0,9859	Si
lag 7	0,9967	Si

**Fuente:** Elaboración Propia a partir del Software Gretl

**Elaborado por:** Carolina Solís

En la tabla 14, podemos observar que para probar el supuesto de homocedasticidad se utilizó el contraste de ARCH con sus rezagos óptimos respectivos.

Todos los valores p arrojados son mayores al nivel de significancia 5%, es decir que los errores del modelo presentan homocedasticidad o varianza constante.

### *Supuesto de Normalidad*

**Tabla 15: Normalidad de Doornik- Hansen**

Matriz de correlación de los residuos, C (2 x 2)	
1,0000	-0,53654
-0,53654	1,0000
Valores propios de C	
0,46346	
1,53654	
Contraste de Doornik-Hansen	
Chi-cuadrado(4) = 45,6556 [0,0000]	

**Fuente:** Elaboración Propia a partir del Software Gretl

**Elaborado por:** Carolina Solís

Respecto al contraste de Normalidad de Doornik-Hansen se obtuvo un valor p de 0,0000 lo que significa que los residuos presentan una distribución diferente de cero.

A pesar de no cumplir con el último supuesto de normalidad, el modelo si está bien especificado, porque si cumple con los otros dos supuestos, que son más relevantes.

### *Modelo econométrico VAR*

$$\begin{aligned} \Delta PIBp_t = & 2,69 + 1,21PIBp_{t-1} - 0,27PIBp_{t-2} - 0,01PIBp_{t-3} - 0,66PIBp_{t-4} \\ & + 0,75PIBp_{t-5} - 0,31PIBp_{t-6} - 0,06PIBp_{t-7} + 22,46CER_{t-1} \\ & - 25,76CER_{t-2} - 1,64CER_{t-3} + 11,50CER_{t-4} + 34,88CER_{t-5} \\ & - 16,71CER_{t-6} + 0,46CER_{t-7} + \varepsilon_{1t} \end{aligned}$$

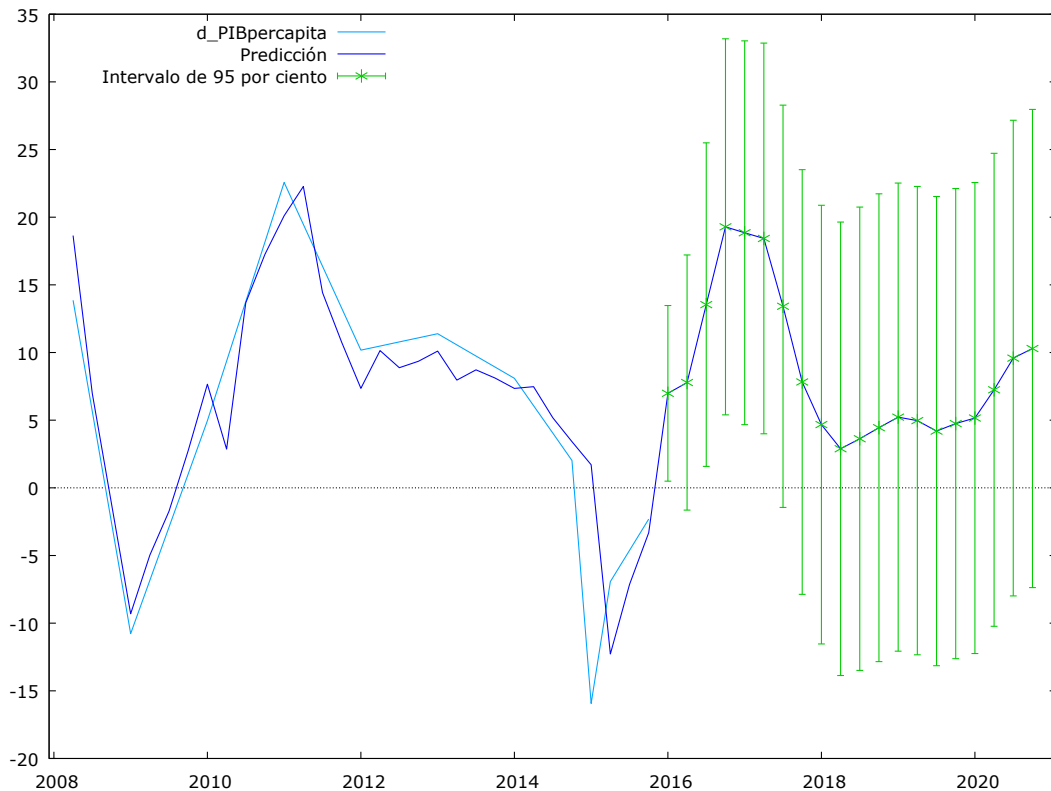
$$\begin{aligned} \Delta CER_t = & -0,02 + 0,01PIBp_{t-1} - 0,01PIBp_{t-2} + 0,00PIBp_{t-3} - 0,00PIBp_{t-4} \\ & + 0,01PIBp_{t-5} - 0,00PIBp_{t-6} + 0,00PIBp_{t-7} + 1,14CER_{t-1} \\ & - 0,24CER_{t-2} - 0,04CER_{t-3} - 0,69CER_{t-4} + 0,84CER_{t-5} \\ & - 0,27CER_{t-6} - 0,14CER_{t-7} + \varepsilon_{2t} \end{aligned}$$

De acuerdo a los resultados arrojados en el modelo VAR se deduce que el PIB per cápita crece en 2.69 puntos porcentuales, cuando la otra variable es cero, es decir cuando no se consumió energía renovable.

En cambio, cuando el primer rezago del consumo de energía renovable se aumentó en 1%, el PIB per cápita aumentaría en 1,14 puntos porcentuales.

A continuación, se presenta las proyecciones resultantes del modelo VAR

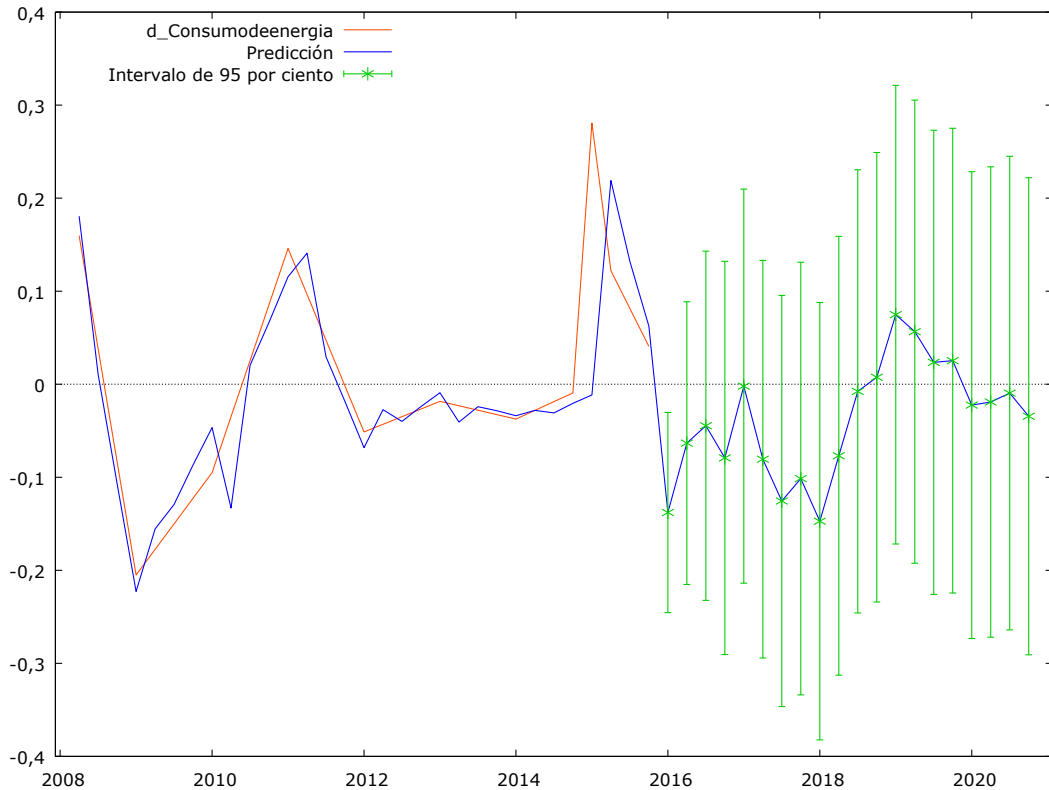
**Gráfica 6: PIB per cápita proyectado 2019**



**Fuente:** Elaboración Propia a partir del Software Gretl  
**Elaborado por:** Carolina Solís

En la gráfica 6, se observa que el PIB per cápita de Ecuador en sus proyecciones presenta picos de crecimiento y decrecimiento, similares a los años anteriores.

**Gráfica 7: Consumo de energía renovable proyectado 2019**



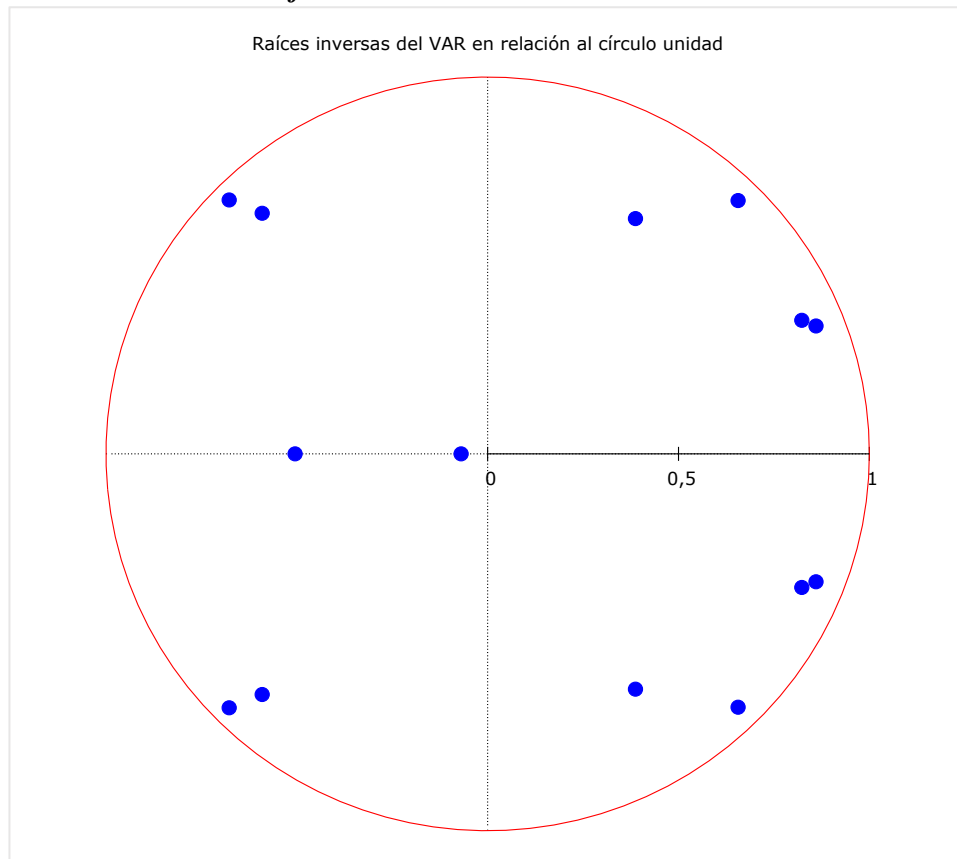
**Fuente:** Elaboración Propia a partir del Software Gretl  
**Elaborado por:** Carolina Solís

En la gráfica 7, se observa que las proyecciones del consumo de energía renovable presentan un decrecimiento hasta el año 2018 y a partir de ese año presenta un crecimiento hasta el año 2019.

Para comprobar la estabilidad del modelo VAR, se procedió a obtener las raíces inversas del VAR en relación al círculo unidad. A través de ese grafico se observa que, si los autovalores son menores a 1, es decir están dentro del círculo unitario, entonces el modelo estimado, confirma que presenta estabilidad estructural.

## *Raíz inversa del VAR*

**Gráfica 8: Raíz inversa del VAR**



**Fuente:** Elaboración Propia a partir del Software Gretl

**Elaborado por:** Carolina Solís

En la gráfica 8, se observa que todos los autovalores se localizan en el interior del círculo unitario, lo que significa que la variable PIB per cápita y el consumo de energía renovable presentan la misma tendencia, es decir que la especificación del modelo es adecuada.

## *Causalidad de Granger*

Se aplica el test de Granger para probar la dirección de la causalidad entre las variables del modelo.

Antes de iniciar las pruebas de causalidad es importante que las variables sean estacionarias y de esta manera evitar que la regresión nos arroje resultados espurios.

**Tabla 16: Causalidad de Granger**

<b>Ecuaciones V. Dependiente</b>	<b>Valor P</b>	<b>Regla de Decision 5%</b>	<b>Causalidad V. Dependiente</b>
1 PIB per cápita	0,4078	Acepta H0	Consumo de Energía no causa
2 Consumo de Energía Renovable	0,6234	Acepta H0	PIB per cápita no causa

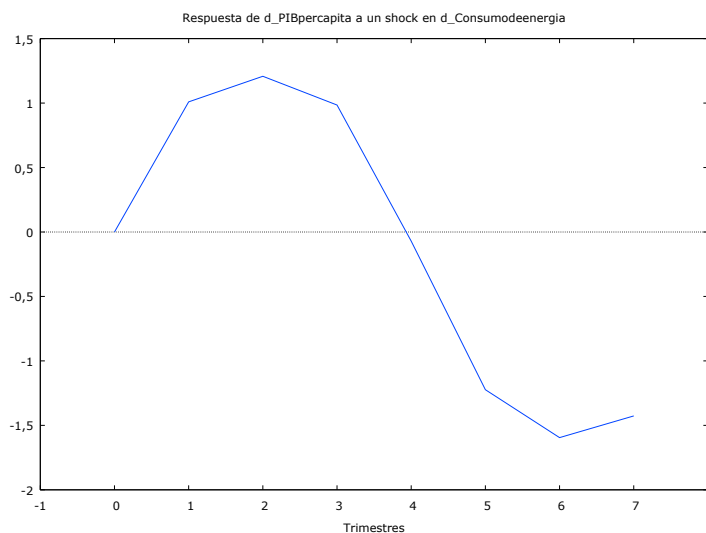
**Fuente:** Elaboración Propia a partir del Software Gretl

**Elaborado por:** Carolina Solís

Para la prueba de Causalidad de Granger se utiliza los valores del Contraste F de restricciones cero que nos arroja al final de cada ecuación del modelo VAR. Respecto a las dos ecuaciones, se deduce que no presentan causalidad debido a que los valores p son superiores al nivel de significancia 0,05. Por lo que se determina que no existe ninguna relación causal entre el PIB per cápita y el consumo de energía renovable, es decir se acepta la hipótesis de neutralidad.

Además, se aplica un análisis de impulso respuesta para conocer el impacto del consumo de energía renovable en el PIB per cápita y viceversa.

**Gráfica 9: Respuesta del PIB per cápita al Consumo de energía renovable**



**Fuente:** Elaboración Propia a partir del Software Gretl

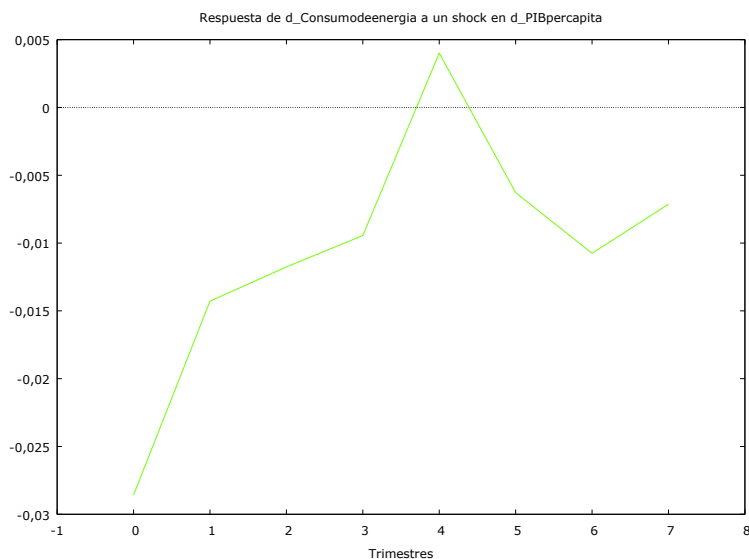
**Elaborado por:** Carolina Solís

En la gráfica 9, se puede observar que ante un *shock* positivo del consumo de energía renovable ante la variable PIB per cápita, se produce un impacto positivo moderado después del primer trimestre del impacto, manteniéndose constante hasta el tercer trimestre donde cae abruptamente en los siguientes trimestres llegando a obtenerse valores inferiores a los de antes del *shock* y de t-4 de cualquier trimestre.

Para Ecuador significa que la existencia de un cambio brusco positivo del Consumo de Energía Renovable afecta positivamente al PIB per cápita debido a la relación que existe en la economía ecuatoriana con las energías renovables, pero su respuesta un poco tardía se justifica por la capacidad de la industria ecuatoriana de transformar el consumo de dichas energías a ingreso per cápita.

Además, se evidencia que no basta con un impulso de la variable Consumo de Energía Renovable para que el efecto se prolongue a lo largo del tiempo en el PIB per cápita ecuatoriano, ya que la sensibilidad posterior a los primeros trimestres del *shock* es negativa debido a las demás variables importantes que afectan a esta variable.

**Gráfica 10: Respuesta del Consumo de energía renovable al PIB per cápita**



**Fuente:** Elaboración Propia a partir del Software Gretl  
**Elaborado por:** Carolina Solís

A diferencia de la gráfica 9, se puede determinar que en la gráfica 10, existe una relación inversa, es decir, que ante un cambio brusco positivo en el PIB per cápita existe una reacción inmediata negativa en el consumo de energía renovable llegando a estabilizarse esporádicamente en el cuarto trimestre y volviendo a obtenerse una respuesta negativa en el quinto, sexto y séptimo trimestre.

A priori, los resultados del impulso-respuesta entre la gráfica 10 y 9 deberían ser similares por ser las mismas variables en estudio, pero aplicando el *shock* positivo diferentemente. Lo cierto es que la realidad para Ecuador difiere en las dos gráficas, siendo en la gráfica 10 una relación negativa entre el PIB per cápita y la variable Consumo de energía renovable. Si aumenta el PIB per cápita afecta de una manera importante negativamente al Consumo de energía renovable, por lo tanto, aumentando el consumo de energías no renovables, es decir derrochando el ingreso extra en energías que son contaminantes para el medio ambiente como el aumento de consumo de gasolina podría provocar un aumento.

#### **4.2 Verificación de la hipótesis**

Para la verificación de la hipótesis se utilizó la prueba estadística F de Fisher, y se empleó los siguientes valores:

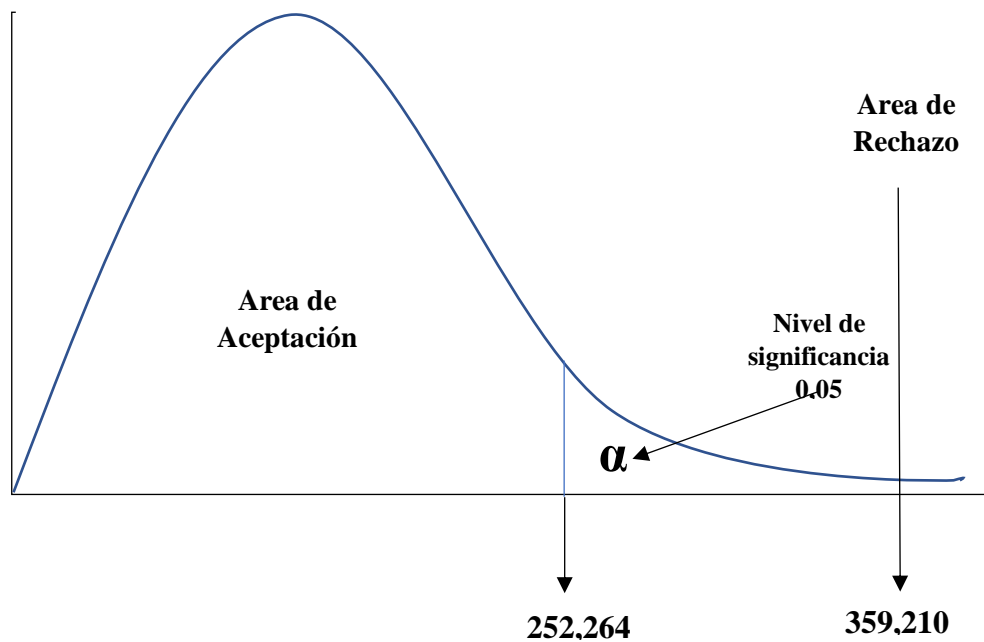
$$\text{Valor } p \text{ (de } F) = 1,75e-27$$

$$F(1, 62) = 359,2103$$

$$F \text{ teórico} = 252,264$$



**Gráfica 11: Verificación de la Hipótesis**



**Fuente:** Elaboración Propia a partir del Software Word  
**Elaborado por:** Carolina Solís

En la gráfica 11 se puede observar que se acepta la hipótesis alterna de que el consumo de energía renovable si incide en el crecimiento económico del Ecuador. Esto se debe a que la prueba F de Fisher presento un valor p de  $1,75e-27$  menor al nivel de significancia 0,05, por lo que su respuesta es estadísticamente positiva. Además, el valor de F calculado presento un valor de 359,210 mayor al valor F teórico o tabla de 252,264; por lo que se procede a aceptar la hipótesis alterna.

#### **4.3 Limitaciones del estudio**

La limitación que se presentó en el transcurso de esta investigación fue la escasa disponibilidad de datos actuales.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- El PIB per cápita de Ecuador en el año 2015 presento un valor de \$5.352,88 dólares, el cual se encuentra en un nivel intermedio dentro de América Latina. Además, en el periodo de estudio la tasa de crecimiento promedio del PIB per cápita es de 2,56%, en si el PIB per cápita ha presentado un crecimiento considerable, a partir del año 2000, gracias al mejoramiento de los términos de intercambio. Por lo contrario, el consumo de energía renovable presenta una tasa promedio de crecimiento negativo de 1,90%. Respecto al análisis estadístico se puede concluir que las variables si fueron viables para ejecutar el estudio.
- La estimación del modelo de mínimos cuadrados ordinarios, ya con sus respectivos supuestos corregidos, fue muy significativo. Además, este modelo fue la base de la modelación econométrica, a pesar de que no es el modelo más apropiado para estimar series de tiempo, este modelo desde un principio nos permitió conocer que existe una relación de un 85% entre el PIB per cápita y el consumo de energía renovable.
- Con la estimación del modelo VAR encontramos que el consumo de energía renovable si estimula al crecimiento económico, ya que en la ecuación en donde el consumo de energía renovable participa como variable independiente fue estadísticamente significativa para el PIB per cápita. Por lo tanto, se concluye que el consumo de energía renovable es necesario para el crecimiento económico.
- También se decreta que el modelo VAR estimado es adecuado para explicar la relación entre el consumo de energía renovable y el crecimiento económico, porque las variables exógenas son explicadas por el primer rezago del PIB per cápita y del consumo de energía renovable.

- Además, con las raíces inversas del VAR se demostró que el consumo de energía renovable y el PIB per cápita presentan la misma tendencia, por lo que los autovalores se encuentran dentro del círculo unitario y por lo tanto el modelo es estructuralmente estable.

## **5.2 Recomendaciones**

- Es menester analizar el comportamiento y la relación de las variables implicadas en la investigación, con el fin de analizar y relacionar los resultados esperados con los obtenidos.
- Los modelos econométricos deben cumplir con sus respectivos supuestos indispensables para obtener una estimación correcta, porque si se violan estos supuestos se obtendrá resultados erróneos.
- Es importante realizar este tipo de investigaciones porque es de gran ayuda para las autoridades pertinentes al momento de tomar decisiones y para generar políticas. Además, se debería disponer cifras actualizadas del consumo de energía renovable y un sinnúmero de variables, de esta manera, se podría ahondar la investigación con cifras actuales.
- Y por último se recomienda tomar en cuenta esta investigación como base de próximos estudios que serán realizados más a profundidad y que contengan más variables independientes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abosedra, S., Dah, A., & Ghosh, S. (2008). Electricity consumption and economic growth the case of Lebanon. *Applied Energy*, 429-432.
- Acemoglu, D., Laibson, D., & List, J. (2017). *Economía*. Barcelona: Antoni Bosch.
- Agencia de Cooperación Técnica Alemana. (2004). Fuentes renovables de energía en América Latina y el Caribe: situación y propuestas de políticas. *CEPAL*, 158.
- Akarca , A. T., & Long, T. V. (1980). On the Relationship Between Energy and GNP: A Reexamination . *The Journal of Energy and Development*, 326-331.
- Altomonte, H., Coviello, M., & Lutz, W. F. (2003). Energías renovables y eficiencia energética en América Latina y el Caribe. Restricciones y perspectivas. *División de Recursos Naturales e Infraestructura de la CEPAL*, 65.
- Apergis, N., & Payne, J. (2009). Energy consumption and economic growth in Central America: Evidence from a panel cointegration and error correction model. *Energy Economics*, 211–216.
- Barro, R., & Sala-i-Martin, X. (2003). *Economic Growth*. Cambridge: MIT press.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación* . Bogota : Pearson Educación.
- Chang, T., Fang, W., & Wen, L.-F. (2001). Energy Consumption, Employment, Output, and Temporal Causality: Evidence from Taiwan Based on Cointegration and Error-Correction Modelling Techniques. *Applied Economics*, 1045-1056.
- Cheng, B. (1997). Energy consumption and economic growth in Brazil, Mexico and Venezuela: A time series analysis. *Applied Economic Letters*, 671-674.
- Cheng-Lang, Y., Lin, H., & Chang , C. (2010). Linear and Non-LineCausality between Sectoral Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Taiwan. *Energy Policy*, 38(11), 6570-6573.

- Chiou-Wei, S., Chen, C.-F., & Zhu, Z. (2008). Economic growth and energy consumption revisited — Evidence from linear and nonlinear Granger causality. *Energy Economics*, 30(6), 3063-3076.
- Chontanawat, J., Hunt, L. C., & Pierse, R. (2008). Does energy consumption cause economic growth?: Evidence from a systematic study of over 100 countries. *Journal of Policy Modeling*, 30(2), 209-220.
- CIA World Factbook. (2018). *Economía: Producto Interno Bruto (PIB) per capita*. Washintong D.C.: Indexmundi.
- Coviello, M., Gollán, J., & Pérez, M. (2012). Las alianzas público-privadas en energías renovables en América Latina y el Caribe. *Repositorio digital Comisión Económica para América Latina y el Caribe*.
- De Pro Bueno, A. (2008). *El desarrollo del pensamiento científico-técnico en educación primaria*. Barcelona: Secretaria General Tecnica.
- Dogan, E. (2016). Analyzing the linkage between renewable and non-renewable energy consumption and economic growth by considering structural break in time-series data. *Renewable Energy*, 1126-1136.
- Ebohon, O. J. (1996). Energy, economic growth and causality in developing countries: a case study of Tanzania and Nigeria . *Energy Policy* , 447-453.
- Erol, U., & Yu, E. S. (1987). ON THE CAUSAL RELATIONSHIP BETWEEN ENERGY AND INCOME FOR INDUSTRIALIZED COUNTRIES. *The Journal of Energy and Development*, 113-122.
- Esso, L. J. (2010). Threshold cointegration and causality relationship between energy use and growth in seven African countries. *Energy Economics*, 32(6), 1383-1391.
- Foley, D. K., & Michl, T. R. (1999). *Growth and Distribution*. USA: Harvard University Press .
- Fuinhas, J., & Marques, A. (2012). Energy Consumption and Economic Growth Nexus in Portugal, Italy, Greece, Spain and Turkey: an ARDL Bounds Test Approach (1965-2009). *Energy Economics*, 34(2), 511-517.

- Gadelha, S., & Gagliardi, R. (2014). CONSUMO DE ELETRICIDADE E CRESCIMENTO ECONÔMICO NO BRASIL, 1952-2010: UMA ANÁLISE DE CAUSALIDADE. *Faz Ciencia*, 16(24), 11-49.
- García , N. (2014). La política petrolera en el Gobierno de la Revolución Ciudadana. *Revista Economía y Negocios*, 27.
- Gómez, M. M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica* . Cordova : Brujas.
- Granger, C. (1969 ). Investigating causal relations by econometric models and cross spectral methods . *Econometrica* , 424-438.
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría*. Mexico, D. F.: Mc Graw Hill.
- HC Energía, Cajastur e IDAE. (2009 ). *Energía y Consumo* . Asturias: DPS S.L.
- Hernández Aragón, J. (2006). Visiones Exógena y Endógena de las Teorías del Crecimiento Económico. *Contribuciones a la Economía*.
- Hwang , D. B., & Gum, B. (1991). THE CAUSAL RELATIONSHIP BETWEEN ENERGY AND GNP: THE CASE OF TAIWAN . *The Journal of Energy and Development*, 219-226.
- International Energy Agency. (2010). Resumen Ejecutivo. *World Energy Outlook*.
- Jacobs, A., Crawford, D., Murdoch, T., & Lethbridge, C. (2016). USAID, From The American People. *USAID, From The American People*.
- Kraft, J., & Kraft, A. (1978). On the Relationship Between Energy and GNP. *The Journal of Energy and Development*, 401-403.
- Lee, C. (2006). The Causality Relationship between Energy Consumption and GDP in G-11 Countries Revisited. *Energy Policy*, 34(9), 1086-1093.
- Mankiw, N., & Taylor, M. P. (2017). *Economics*. Cengage.
- Martínez, A. C. (2010). Fuentes energéticas. *La Nueva Geopolítica de la Energía*, 21-34.

- Masih , A. M., & Rumi, M. (1996). Energy consumption, real income and temporal causality: results from a multi-country study based on cointegration and error-correction modelling techniques. *Energy Economics*, 165-183.
- Mehrara, M., & Musai, M. (2012). Energy consumption, financial development and economic growth: An ARDL approach for the case of Iran. *Journal of Business Behavioral Sciences* , 92-99. .
- Mena Pachano, A. (23 de septiembre de 2014). *El desarrollo de la energía renovable en el Ecuador*. Obtenido de Corporación para la Investigación Energética: <http://energia.org.ec/cie/el-desarrollo-de-la-energia-renovable-en-el-ecuador/>
- Menegaki, A. (2011). Growth and Renewable Energy in Europe: a Random Effect Model with Evidence for Neutrality Hypothesis. *Energy Economics*, 33(2), 257-263.
- Moreno, A. (2005). *Métodos de Investigación y Exposición* . Quito: Corporacion Editora Nacional.
- Navarro García , F. (2012). *Responsabilidad Social y Cooperativa: Teoría y practica* . Madrid: ESIC.
- Ozturk, I. (2010). A literatu resurvey on energy–growth nexus . *Energy Policy* , 340-349.
- Ozturk, I., Aslan, A., & Kalyoncu, H. (2010). Energy consumption and economic growth relationship: Evidence from panel data for low and middle income countries . *Energy Policy* , 4422-4428 .
- Palella, S., & Martins, F. (2008). *Metodología de la Investigación Cuantitativa* . Caracas : FEDUPEL.
- Payne , J. (2009). On the dynamics of energy consumption and output in the US. *Applied Energy*, 575-577.
- Payne, J. E. (2010). A survey of the electricity consumption-growth literature. *Applied Energy*, 723-731.
- Pontevedra, V. (10 de Noviembre de 2012). *El apasionante mundo de la empresa* . Obtenido de

<http://mundodelaempresa.blogspot.com/2012/11/macroeconomia-que-es-el-pib-comose.html>

- Portillo , F. (2006). *Introducción a la Econometría*. España: Portillo Fabiola.
- Razzaqi, S., Bilquees, F., & Sherbaz, S. (2011). Dynamic Relationship Between Energy and Economic Growth: Evidence from D8 Countries. *The Pakistan Development Review*, 50(4), 437-458.
- Romer, P. M. (1994). The Origins of Endogenous Growth. *Journal of Economic Perspectives*, 3-22.
- Rosales, A., & Bonilla, L. (2006). *Introducción a la econometría*. Bogota: CEDE.
- Saidi, K., & Hammami, S. (2014). Energy Consumption and Economic Growth Nexus: Empirical Evidence from Tunisia . *American Journal of Energy Research* , 81-89 .
- Samuelson, P., & Nordhaus, W. (2006). *Economía*. Mexico D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Siddiqui, R. (2004). Energy and Economic Growth in Pakistan. . *The Pakistan Development Review*, 175-200.
- Soytas, U., & Sari, R. (2003). Energy consumption and GDP: causality relationship in G7 countries and emerging markets. *Energy Economics*, 33-37.
- Soytas, U., Sari, R., & Ozdemir, O. (2001). Energy consumption and GDP relation in Turkey: a cointegration and vector error correction analysis. *Economies and Business in Transition: Facilitating Competitiveness and Change in the Global Environment Proceedings*, 838-844.
- Stiglitz, J. (1974). Growth with exhaustible natural resources: efficient and optimal growth paths. *The review of economic studies*, 123-137.
- Taghvaei, V., Mavuka, C., & Shirazi, J. (2016). Economic growth and energy consumption in Iran: an ARDL approach including renewable and non-renewable energies. *Environ Dev Sustain*, 2405-2420.
- Taylor, R. (2006). Falling water, Rising power . *Our Planet, UNEP* , 18-19.



- Valle, J. C., & Jiménez, C. F. (2017). Política pública para el sector hidroeléctrico: análisis prospectivo al año 2030. *Yura: Relaciones Internacionales*, 179-2010.
- Wolde-Rufael, Y. (2006). Electricity consumption and economic growth: a time series experience for 17 African countries. *Energy Policy*, 34, 1106-1114.
- Wolde-Rufael, Y. (2010). Bounds test approach to cointegration and causality between nuclear energy consumption and economic growth in India . *Energy Policy* , 52-58 .
- World Bank. (2017). *World Development Indicators*. Washington D.C: World Bank.

## ANEXOS

### *Anexo 1: Datos Anuales*

<b>Date</b>	<b>PIB per cápita (US\$ a precios constantes de 2010)</b>	<b>Consumo de energía renovable (% del consumo total de energía final)</b>
2000	3678.90	20.03
2001	3759.89	18.43
2002	3848.27	18.06
2003	3888.34	17.97
2004	4139.08	15.97
2005	4286.52	12.16
2006	4400.86	12.97
2007	4421.90	12.81
2008	4624.20	15.09
2009	4573.25	13.30
2010	4657.30	12.11
2011	4943.42	13.35
2012	5140.26	13.10
2013	5311.21	12.68
2014	5428.71	12.22
2015	5352.88	13.82

*Anexo 2: Datos Trimestralizados*

<b>Trimestre</b>	<b>PIB per cápita a precios constantes de 2010 (dólares)</b>	<b>Consumo de energía renovable (% del consumo total de energía final)</b>
01-03-00	916.18	5.0985
01-06-00	917.60	5.0624
01-09-00	920.43	4.9902
01-12-00	924.69	4.8820
01-03-01	930.36	4.7376
01-06-01	936.47	4.6281
01-09-01	943.03	4.5535
01-12-01	950.03	4.5136
01-03-02	957.48	4.5086
01-06-02	962.29	4.5090
01-09-02	964.47	4.5147
01-12-02	964.03	4.5258
01-03-03	960.95	4.5423
01-06-03	964.18	4.5290
01-09-03	973.70	4.4860
01-12-03	989.52	4.4132
01-03-04	1011.64	4.3107
01-06-04	1029.74	4.1426
01-09-04	1043.82	3.9090
01-12-04	1053.88	3.6098
01-03-05	1059.93	3.2451
01-06-05	1067.03	3.0175
01-09-05	1075.18	2.9270
01-12-05	1084.38	2.9736
01-03-06	1094.64	3.1574
01-06-06	1100.97	3.2651
01-09-06	1103.38	3.2967
01-12-06	1101.87	3.2522
01-03-07	1096.43	3.1317
01-06-07	1097.88	3.1116
01-09-07	1106.20	3.1920
01-12-07	1121.39	3.3729
01-03-08	1143.47	3.6542
01-06-08	1157.33	3.8140
01-09-08	1162.98	3.8521
01-12-08	1160.42	3.7687
01-03-09	1149.64	3.5637

01-06-09	1142.80	3.3861
01-09-09	1139.89	3.2361
01-12-09	1140.92	3.1136
01-03-10	1145.88	3.0186
01-06-10	1155.24	2.9838
01-09-10	1169.01	3.0093
01-12-10	1187.18	3.0949
01-03-11	1209.75	3.2408
01-06-11	1229.22	3.3374
01-09-11	1245.59	3.3847
01-12-11	1258.87	3.3827
01-03-12	1269.04	3.3314
01-06-12	1279.52	3.2883
01-09-12	1290.31	3.2535
01-12-12	1301.39	3.2268
01-03-13	1312.78	3.2084
01-06-13	1323.34	3.1853
01-09-13	1333.09	3.1574
01-12-13	1342.00	3.1247
01-03-14	1350.10	3.0873
01-06-14	1356.17	3.0592
01-09-14	1360.21	3.0405
01-12-14	1362.24	3.0312
01-03-15	1346.30	3.3118
01-06-15	1339.37	3.4338
01-09-15	1334.75	3.5152
01-12-15	1332.45	3.5559

---

### Anexo3: Contraste de RESET de Ramsey

Contraste de Reset Ramsey  
 Contraste de especificación RESET (cuadrados y cubos)  
 Estadístico de contraste:  $F = 8,930752$ ,  
 con valor  $p = P(F(2,60) > 8,93075) = 0,000403$

Contraste de especificación RESET (cuadrados sólo)  
 Estadístico de contraste:  $F = 9,183136$ ,  
 con valor  $p = P(F(1,61) > 9,18314) = 0,00358$

Contraste de especificación RESET (cubos sólo)  
 Estadístico de contraste:  $F = 9,268021$ ,  
 con valor  $p = P(F(1,61) > 9,26802) = 0,00344$

### Anexo 4: Contraste de Heteroscedasticidad


The screenshot shows the gretl software interface for 'modelo 4'. The 'Contrastes' menu is open, listing various diagnostic tests. The background shows a regression results table for the period 2000:1-2015:4 (T = 64).

Variable	Estadístico	t	valor p
const	99,32		4,66e-070 ***
l_Consumo	-9,667		5,42e-014 ***

The 'Contrastes' menu includes options such as: Quitar variables, Añadir variables, Suma de los coeficientes, Restricciones lineales, No linealidad (cuadrados), No linealidad (logs), Contraste RESET de Ramsey, Heteroscedasticidad, Normalidad de los residuos, Contraste de Chow, Autocorrelación, Valor p del estadístico Durbin-Watson, ARCH, Contraste de RV de Quandt (QLR), Contraste CUSUM, Contraste CUSUMSQ, Factor común, Dependencia de sección cruzada, and Diagnósticos de panel.

## Anexo 5: Prueba de raíz unitaria


- PIB per cápita

 gretl: ADF test



```
Contraste aumentado de Dickey-Fuller para PIBpercapita
Contrastar hacia abajo desde 7 retardos, con el criterio AIC
Tamaño muestral 57
la hipótesis nula de raíz unitaria es: [a = 1]

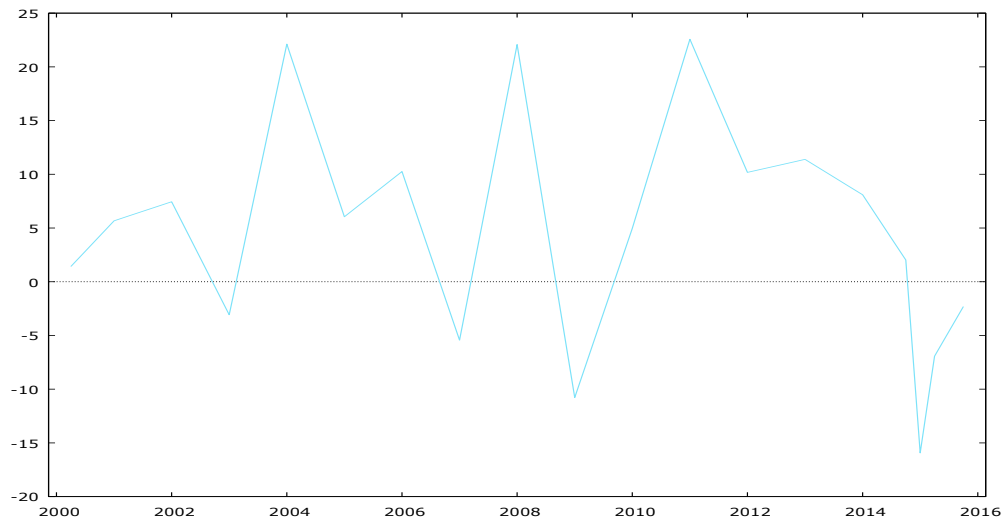
contraste con constante
incluyendo 6 retardos de (1-L)PIBpercapita
modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
valor estimado de (a - 1): -0,00193725
estadístico de contraste: tau_c(1) = -0,4691
Valor p asintótico 0,8948
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,045
diferencias retardadas: F(6, 49) = 35,569 [0,0000]
```

 gretl: ADF test



```
Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d_PIBpercapita
Contrastar hacia abajo desde 7 retardos, con el criterio AIC
Tamaño muestral 56
la hipótesis nula de raíz unitaria es: [a = 1]

contraste con constante
incluyendo 6 retardos de (1-L)d_PIBpercapita
modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
valor estimado de (a - 1): -0,389365
estadístico de contraste: tau_c(1) = -3,04674
Valor p asintótico 0,03078
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,007
diferencias retardadas: F(6, 48) = 6,885 [0,0000]
```



- **Consumo de Energía Renovable**

```

gretl: ADF test
[Icons: Save, Print, Copy, Search]
Contraste aumentado de Dickey-Fuller para Consumodeenergiarenovable
Contrastar hacia abajo desde 7 retardos, con el criterio AIC
Tamaño muestral 56
la hipótesis nula de raíz unitaria es: [a = 1]

contraste con constante
incluyendo 7 retardos de (1-L)Consumodeenergiarenovable
modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
valor estimado de (a - 1): -0,0338554
estadístico de contraste: tau_c(1) = -2,11342
Valor p asintótico 0,2394
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,020
diferencias retardadas: F(7, 47) = 26,122 [0,0000]

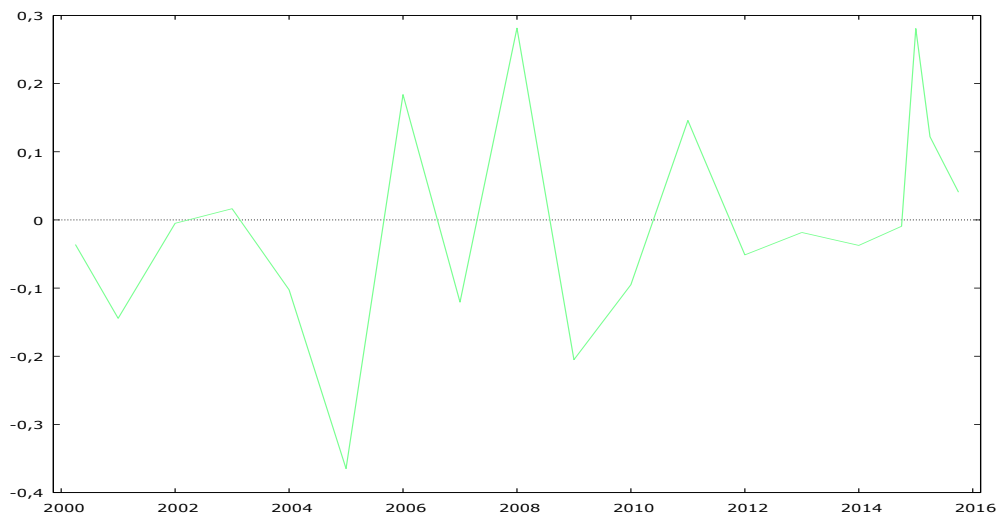
```

gretl: ADF test



Contraste aumentado de Dickey-Fuller para  $d\_Consumodeenergiarenovable$   
Contrastar hacia abajo desde 7 retardos, con el criterio AIC  
Tamaño muestral 56  
la hipótesis nula de raíz unitaria es:  $[a = 1]$

contraste con constante  
incluyendo 6 retardos de  $(1-L)d\_Consumodeenergiarenovable$   
modelo:  $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$   
valor estimado de  $(a - 1)$ : -0,42228  
estadístico de contraste:  $\tau_c(1) = -3,22469$   
Valor p asintótico 0,01863  
Coef. de autocorrelación de primer orden de  $e$ : -0,014  
diferencias retardadas:  $F(6, 48) = 6,398 [0,0001]$





## *Anexo 6: Contraste de cointegración de Engle-Granger*

### **PIB per cápita y Consumo de Energía Renovable**

Etapa 1: contrastando la existencia de una raíz unitaria en PIBpercapita

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para PIBpercapita incluyendo 7 retardos de  $(1-L)$ PIBpercapita

Tamaño muestral 56

la hipótesis nula de raíz unitaria es:  $[a = 1]$

contraste con constante

modelo:  $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$

valor estimado de  $(a - 1)$ : -0,000716646

estadístico de contraste:  $\tau_c(1) = -0,164998$

Valor p asintótico 0,9404

Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,006

diferencias retardadas:  $F(7, 47) = 30,432 [0,0000]$

Etapa 2: contrastando la existencia de una raíz unitaria en Consumodeenergiarenovable

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para Consumodeenergiarenovable incluyendo 7 retardos de  $(1-L)$ Consumodeenergiarenovable

Tamaño muestral 56

la hipótesis nula de raíz unitaria es:  $[a = 1]$

contraste con constante

modelo:  $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$

valor estimado de  $(a - 1)$ : -0,0338554

estadístico de contraste:  $\tau_c(1) = -2,11342$

Valor p asintótico 0,2394

Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,020

diferencias retardadas:  $F(7, 47) = 26,122 [0,0000]$

Etapa 3: regresión cointegrante

Regresión cointegrante -

MCO, usando las observaciones 2000:1-2015:4 (T = 64)

Variable dependiente: PIBpercapita

Coeficiente Desv. típica Estadístico t valor p

```

-----
-----
const                1745,63          67,1977          25,98
4,99e-035 ***
Consumodeenergiam~  -167,756          18,0966          -9,270
2,57e-013 ***

Media de la vble. dep. 1132,109  D.T. de la vble. dep. 142,6145
Suma de cuad. residuos 537025,1  D.T. de la regresión 93,06823
R-cuadrado            0,580891  R-cuadrado corregido 0,574131
Log-verosimilitud    -379,9294  Criterio de Akaike 763,8588
Criterio de Schwarz   768,1766  Crit. de Hannan-Quinn 765,5598
rho                   0,970133  Durbin-Watson 0,059503

```

Etapa 4: contrastando la existencia de una raíz unitaria en uhat

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para uhat  
incluyendo 7 retardos de (1-L)uhat  
Tamaño muestral 56  
la hipótesis nula de raíz unitaria es: [a = 1]

contraste sin constante  
modelo:  $(1-L)y = (a-1)y(-1) + \dots + e$   
valor estimado de (a - 1): -0,0055213  
estadístico de contraste:  $\tau_c(2) = -0,318304$   
Valor p asintótico 0,9743  
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0,005  
diferencias retardadas:  $F(7, 48) = 48,275 [0,0000]$

Hay evidencia de una relación cointegrante si:  
(a) La hipótesis de existencia de raíz unitaria no se rechaza para las variables individuales y  
(b) La hipótesis de existencia de raíz unitaria se rechaza para los residuos (uhat) de la regresión cointegrante.

**Anexo 7: Modelo VAR**

Sistema VAR, orden del retardo 7  
 Estimaciones de MCO, observaciones 2002:1-2015:4 (T = 56)  
 Log-verosimilitud = -50,570816  
 Determinante de la matriz de covarianzas = 0,020865597  
 AIC = 2,8775 BIC = 3,9625 HQC = 3,2982  
 Contraste Portmanteau: LB(14) = 22,2559, gl = 28 [0,7693]

Ecuación 1: d\_PIBpercapita

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
Const	2,68947	1,16034	2,318	0,0255	**
d_PIBpercapita_1	1,20525	0,184694	6,526	<0,0001	***
d_PIBpercapita_2	-0,272621	0,307080	-0,8878	0,3798	
d_PIBpercapita_3	-0,0138014	0,249125	-0,05540	0,9561	
d_PIBpercapita_4	-0,657220	0,362430	-1,813	0,0771	*
d_PIBpercapita_5	0,750078	0,521058	1,440	0,1576	
d_PIBpercapita_6	-0,309929	0,528282	-0,5867	0,5606	
d_PIBpercapita_7	-0,0616237	0,286736	-0,2149	0,8309	
d_Consumodeener giarenovable_1	22,4561	11,1941	2,006	0,0515	*
d_Consumodeener giarenovable_2	-25,7608	18,1705	-1,418	0,1638	
d_Consumodeener giarenovable_3	-1,63973	15,0304	-0,1091	0,9137	
d_Consumodeener giarenovable_4	-11,5035	22,1095	-0,5203	0,6057	
d_Consumodeener giarenovable_5	34,8801	32,6403	1,069	0,2915	
d_Consumodeener giarenovable_6	-16,7105	34,3292	-0,4868	0,6290	
d_Consumodeener giarenovable_7	0,461701	18,7984	0,02456	0,9805	
Media de la vble. dep.	6,828810	D.T. de la vble. dep.	8,363922		
Suma de cuad. Residuos	578,3200	D.T. de la regresión	3,755711		
R-cuadrado	0,849691	R-cuadrado corregido	0,798366		
F(14, 41)	16,55507	Valor p (de F)	1,39e-12		
Rho	0,000646	Durbin-Watson	1,996363		

Contrastes F de restricciones cero:

Todos los retardos de d\_PIBpercapita F(7, 41) = 28,11 [0,0000]  
 Todos los retardos de d\_Consumodeenergiarenovable F(7, 41) = 1,0572 [0,4078]  
 Todas las variables, retardo 7 F(2, 41) = 0,025867 [0,9745]

Ecuación 2: d\_Consumodeenergiarenovable

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
Const	-0,0188032	0,0192328	-0,9777	0,3340	
d_PIBpercapita_1	0,00568077	0,00306133	1,856	0,0707	*
d_PIBpercapita_2	-0,00643350	0,00508989	-1,264	0,2134	
d_PIBpercapita_3	0,000234849	0,00412928	0,05687	0,9549	
d_PIBpercapita_4	-0,00192253	0,00600732	-0,3200	0,7506	
d_PIBpercapita_5	0,00613346	0,00863660	0,7102	0,4816	
d_PIBpercapita_6	-0,00462303	0,00875634	-0,5280	0,6004	
d_PIBpercapita_7	0,00209064	0,00475269	0,4399	0,6623	
d_Consumodeener giarenovable_1	1,13848	0,185544	6,136	<0,0001	***
d_Consumodeener giarenovable_2	-0,238570	0,301178	-0,7921	0,4328	
d_Consumodeener giarenovable_3	-0,0371264	0,249131	-0,1490	0,8823	
d_Consumodeener giarenovable_4	-0,693744	0,366468	-1,893	0,0654	*
d_Consumodeener giarenovable_5	0,842770	0,541017	1,558	0,1270	
d_Consumodeener giarenovable_6	-0,270466	0,569010	-0,4753	0,6371	
d_Consumodeener giarenovable_7	-0,144223	0,311586	-0,4629	0,6459	
Media de la vble. dep.	-0,017103	D.T. de la vble. dep.		0,125106	
Suma de cuad. Residuos	0,158885	D.T. de la regresión		0,062251	
R-cuadrado	0,815430	R-cuadrado corregido		0,752406	
F(14, 41)	12,93841	Valor p (de F)		7,41e-11	
Rho	-0,001560	Durbin-Watson		2,000147	

Contrastes F de restricciones cero:

Todos los retardos de d\_PIBpercapita  $F(7, 41) = 0,76016 [0,6234]$

Todos los retardos de d\_Consumodeenergiarenovable  $F(7, 41) = 19,78 [0,0000]$

Todas las variables, retardo 7  $F(2, 41) = 0,14295 [0,8672]$

Para el sistema en conjunto

Hipótesis nula: El retardo más largo es 6

Hipótesis alternativa: El retardo más largo es 7

Contraste de razón de verosimilitudes: Chi-cuadrado(4) = 0,497842 [0,9737]

## Anexo 8: Contraste de Autocorrelación

gretl: autocorrelación

Contraste de autocorrelación hasta el orden 7

	Rao F	Approx dist.	p-value
lag 1	0,086	F(4, 76)	0,9865
lag 2	0,206	F(8, 72)	0,9890
lag 3	0,361	F(12, 68)	0,9726
lag 4	0,984	F(16, 64)	0,4846
lag 5	0,791	F(20, 60)	0,7138
lag 6	0,653	F(24, 56)	0,8734
lag 7	0,641	F(28, 52)	0,8975

## Anexo 9: Contraste de ARCH

gretl: Contraste ARCH

Contraste de ARCH de orden hasta 7

	LM	df	p-value
lag 1	8,226	9	0,5115
lag 2	9,318	18	0,9519
lag 3	11,076	27	0,9971
lag 4	21,031	36	0,9779
lag 5	30,105	45	0,9568
lag 6	33,789	54	0,9859
lag 7	36,719	63	0,9967

## *Anexo11: Proyecciones*

- **PIB per cápita**

Para intervalos de confianza 95%,  $t(41, 0,025) = 2,020$

Observaciones	d_PIBpercapita	Predicción	Desv. típica	Intervalo de 95%
2016:1	indefinido	6,98495	3,21359	(0,494976, 13,4749)
2016:2	indefinido	7,78150	4,66776	(-1,64524, 17,2082)
2016:3	indefinido	13,5394	5,91945	(1,58479, 25,4939)
2016:4	indefinido	19,2873	6,87958	(5,39370, 33,1809)
2017:1	indefinido	18,8495	7,02195	(4,66834, 33,0306)
2017:2	indefinido	18,4313	7,14782	(3,99601, 32,8666)
2017:3	indefinido	13,4173	7,35960	(-1,44573, 28,2803)
2017:4	indefinido	7,82234	7,76899	(-7,86745, 23,5121)
2018:1	indefinido	4,67436	8,02557	(-11,5336, 20,8823)
2018:2	indefinido	2,88769	8,29652	(-13,8675, 19,6428)
2018:3	indefinido	3,62825	8,47713	(-13,4917, 20,7482)
2018:4	indefinido	4,44294	8,55817	(-12,8406, 21,7265)
2019:1	indefinido	5,22603	8,56489	(-12,0711, 22,5232)
2019:2	indefinido	4,96701	8,56979	(-12,3400, 22,2740)
2019:3	indefinido	4,19256	8,58381	(-13,1428, 21,5279)
2019:4	indefinido	4,74727	8,60085	(-12,6225, 22,1171)
2020:1	indefinido	5,15881	8,61721	(-12,2440, 22,5616)
2020:2	indefinido	7,24351	8,65317	(-10,2319, 24,7189)
2020:3	indefinido	9,58726	8,70162	(-7,98602, 27,1605)
2020:4	indefinido	10,2968	8,74876	(-7,37166, 27,9653)

- **Consumo de Enegia Renovable**

Para intervalos de confianza 95%,  $t(41, 0,025) = 2,020$

Observaciones	d_Consumode energia	Predicción	Desv. típica	Intervalo de 95%
2016:1	indefinido	-0,137905	0,0532656	(-0,245478, -0,0303333)
2016:2	indefinido	-0,0632984	0,0752329	(-0,215234, 0,0886376)
2016:3	indefinido	-0,0446240	0,0929308	(-0,232302, 0,143053)
2016:4	indefinido	-0,0792023	0,104630	(-0,290507, 0,132102)
2017:1	indefinido	-0,00206565	0,104875	(-0,213864, 0,209733)
2017:2	indefinido	-0,0805722	0,105802	(-0,294243, 0,133099)
2017:3	indefinido	-0,125513	0,109421	(-0,346493, 0,0954670)
2017:4	indefinido	-0,101391	0,115120	(-0,333880, 0,131099)
2018:1	indefinido	-0,147238	0,116414	(-0,382340, 0,0878644)
2018:2	indefinido	-0,0768717	0,116760	(-0,312674, 0,158930)
2018:3	indefinido	-0,00767540	0,117936	(-0,245852, 0,230501)
2018:4	indefinido	0,00750012	0,119623	(-0,234084, 0,249084)
2019:1	indefinido	0,0747556	0,122037	(-0,171704, 0,321215)
2019:2	indefinido	0,0565292	0,123253	(-0,192385, 0,305443)
2019:3	indefinido	0,0235450	0,123512	(-0,225892, 0,272982)
2019:4	indefinido	0,0253189	0,123681	(-0,224459, 0,275097)
2020:1	indefinido	-0,0224428	0,124223	(-0,273316, 0,228431)
2020:2	indefinido	-0,0191059	0,125188	(-0,271927, 0,233715)
2020:3	indefinido	-0,00952696	0,126027	(-0,264043, 0,244989)
2020:4	indefinido	-0,0344260	0,126956	(-0,290819, 0,221967)