

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



## **TESIS**

**Relación entre el PBI, deterioro ambiental y  
desarrollo sostenible 1991-2018**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Ambiental**

**Autor:**

**Bach. Edgar James ALANYA ASTO**

**Asesor:**

**Ing. Anderson MARCELO MANRIQUE**

**Cerro de Pasco- Perú-2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



## **TESIS**

**Relación entre el PBI, deterioro ambiental y  
desarrollo sostenible 1991-2018**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Mg. Julio Antonio ASTO LIÑAN**  
**Presidente**

---

**Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA**  
**Miembro**

---

**Mg. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS**  
**Miembro**

## DEDICATORIA

*En primer lugar, este logro quiero dedicar a Dios, porque siempre me guía, me cuida y me ayuda en todo momento de mi vida.*

*A mi familia por ser el motivo más importante; en especial a mi Madre Benedicta Asto por su ejemplo de superación, valentía y coraje para enfrentar cada reto en esta vida.*

## RECONOCIMIENTO

- A Dios por su infinito amor y bendición en nuestras vidas.
- Mi agradecimiento a aquellas personas con las que compartimos las enseñanzas y retos a lo largo de nuestra etapa de formación profesional académica en la Universidad, ya que también fueron un apoyo para poder llegar a esta etapa de mi vida.
- A mis Docentes de la escuela de Ingeniería Ambiental por su apoyo incondicional.
- A mi familia, porque sin ellos no hubiera sido posible la culminación de este trabajo.
- Y a todas las personas que de una u otra forma me apoyaron en la realización de este trabajo.

## RESUMEN

El cambio climático se ha evidenciado a través de los años, su impacto en la economía peruana, incremento de sequías, disminución de superficies glaciares, deforestación, aumento de emisiones contaminantes de degradación ambiental y escasez de disponibilidad de agua dulce.

El presente trabajo de investigación “RELACION ENTRE EL PBI, DETERIORO AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE 1991-2018” tiene como objetivo determinar el grado de influencia del crecimiento económico en la degradación ambiental del Perú durante el periodo de 1991 – 2018, a partir de la teoría Kuznets, relacionando las emisiones de gases contaminantes respecto al PBI Per Cápita. De este modo se planteó la siguiente hipótesis: existe una significancia positiva entre el crecimiento económico y degradación ambiental del Perú durante el periodo de 1991 – 2018.

La presente investigación, utilizó el método analítico – sintético, junto con el análisis documental para determinar la influencia del crecimiento económico en la degradación ambiental del Perú, y elaboración de la propuesta.

Los resultados nos demuestran que las emisiones de gases contaminantes estudiados son explicadas en más del 50% por el crecimiento económico durante el periodo de estudio, constatando la hipótesis, concluyendo en la inexistencia de un crecimiento sostenible en el Perú, por el inadecuado manejo de los recursos y búsqueda de satisfacción a corto plazo, por consiguiente, se propone formular e implementar proyectos que fomenten

el desarrollo de energías renovables eficientes, manejo y conservación forestal sustentable, educación ambiental, coadyuvados por medidas de eco – eficiencia, para el buen aprovechamiento de los recursos, buscando el equilibrio en los aspectos socioeconómicos y ambientales para mayor competitividad de nuestra actividad económica y mitigación de degradación ambiental.

**Palabras Claves:** Cambio climático, crecimiento económico, degradación ambiental, sostenibilidad ambiental.

## **ABSTRACT**

Climate change has been evident over the years, its impact on the Peruvian economy, the increase of the sequences, the decrease in glacial surfaces, deforestation, the increase in emissions of environmental degradation and the scarcity of water availability. sweet.

The present research work "RELATIONSHIP BETWEEN GDP, ENVIRONMENTAL DETERIORATION AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT 1991-2018" aims at the degree of influence of economic growth on the environmental degradation of Peru during the period 1991-2018, from the Kuznets theory , relating the emissions of polluting gases with respect to the GDP per capita. In this way, the following hypothesis was put forward: there is a positive significance between economic growth and environmental degradation in Peru during the 1991-2018 period.

The present investigation, the analytical - synthetic method, together with the documentary analysis to determine the influence of the economic growth on the environmental degradation of Peru, and the elaboration of the proposal.

The results show us the emissions of the gases. The studies are explained in more than 50% by the economic growth during the period of the study, confirming the hypothesis, concluding in the nonexistence of a sustainable growth in Peru, by the adequate management of the resources and search of satisfaction in the short

term, because it is proposed, is being formed, implemented, implemented, the development of efficient renewable energies is encouraged, sustainable management and conservation, environmental education, assisted by eco - efficiency measures, for the proper use of resources, looking for the balance in the socioeconomic and environmental aspects for the greater competitiveness of our economic activity and the mitigation of environmental degradation.

Key words: Climate change, economic growth, environmental degradation, environmental sustainability.



## INTRODUCCIÓN

El cambio climático es una realidad. A partir de la mitad del siglo XX, la temperatura promedio anual del planeta ha ido incrementando (PNUD 2013). La IPCC (2014), señala que este fenómeno es producido esencialmente por la actividad humana, pues tanto la actividad económica como el crecimiento son las principales causas de contaminación de este último siglo. Sin embargo, la polución del medio ambiente tiene diferentes dimensiones. Las diversas actividades del hombre no solo contaminan a través de emisiones atmosféricas, sino que también producen basura y efluentes líquidos que se desechan a la naturaleza. Desde la rama de economía ecológica, la economía es analizada desde su perfil metabólico, en el cual, el sistema económico transforma los recursos naturales y la energía para producir los bienes que consumimos y desechos que tarde o temprano se acumulan en el medio ambiente (Martínez Alier y Roca 2013). Por lo tanto, a mayor uso de recursos naturales y energía por la economía, mayor es la contaminación que se genera en sus diferentes formas.

No obstante, existe la evidencia empírica de la Curva de Kuznets Ambiental (CKA), la cual, plantea que a medida que aumenta el crecimiento económico, la contaminación empezará a descender luego de alcanzar cierto punto, por lo que la relación entre estas dos variables tendría una forma de U invertida. Esto se podría deber a cambios en la escala, estructura y nivel tecnológico de la economía (Panayutuo 2003).

Hoy en día se habla de un crecimiento económico estable en el Perú, esto es visto a través del Producto Bruto Interno - PBI; sin embargo, esta variable

es utilizada para medir el bienestar en la sociedad considerando únicamente el factor monetario, es decir, no incluye otros criterios que influyen en el desarrollo sostenible para las personas dentro del país como variables sociales y ambientales, puesto que a la actualidad el Perú no cuenta con un indicador que considere todos estos factores para medir la sostenibilidad.

En el Perú este no se considera una contabilidad de ambiental dentro de los estados financieros; sin embargo, en países europeos como España se cuenta con un aprovisionamiento para eventos que consideren dañen al ente ambiental o social dentro de sus estados financieros; a su vez, Alemania cuenta con un indicador de bienestar sostenible que permite la ejecución de políticas sociales enfocadas a este.

Es necesario analizar y entender la contraposición entre desarrollo sostenible, y crecimiento económico y deterioro ambiental, puesto que no se puede crecer económicamente afectando y depauperizando el medio ambiente; y no se puede llegar a un bienestar sostenible en un escenario de pobreza.

Un deterioro total del medio ambiente es un escenario probable en el futuro, ya que no se toma conciencia de las consecuencias que los actos de extracción, deforestación, y explotación de recursos naturales pueden causar. En primera instancia en el medio ambiente y a largo plazo en el crecimiento económico.

## INDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>I</b>
<b>RECONOCIMIENTO</b> .....	<b>II</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>III</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>V</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>VII</b>
<b>INDICE</b> .....	<b>IX</b>
<b>CAPITULO I</b> .....	<b>13</b>
<b>PROBLEMA DE INVESTIGACION</b> .....	<b>13</b>
1.1    Identificación y determinación del problema.....	13
1.2    Delimitación de La Investigación. ....	17
1.3    Formulación del problema. ....	18
1.3.1 Problema General.....	18
1.3.2 Problemas Específicos .....	18
1.4    Formulación de objetivos .....	18
1.4.1    Objetivo General.....	18
1.4.2    Objetivos Específicos .....	19
1.5    Justificación de la investigación.....	19
1.5.1    Justificación teórica .....	19
1.5.2 Justificación Práctica .....	20
1.5.2    Justificación Metodológica .....	21
1.6    Limitaciones de la investigación. ....	21
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>22</b>
<b>MARCO TEORICO</b> .....	<b>22</b>
2.1 Antecedentes del estudio .....	22
2.2    Bases teóricas - científicas .....	41
2.2.1    Marco conceptual .....	41
2.2.2 Marco teórico .....	43
2.3    Definición de términos básicos .....	45
2.3.1    Calentamiento global.....	45
2.3.2 Crecimiento económico .....	45
2.3.3 Degradación ambiental.....	46
2.3.4 Economía ecológica.....	47
2.3.5 Emisiones de anhídrido sulfuroso .....	47

2.3.6	Emisiones de dióxido de carbono .....	48
2.3.7	Emisiones de monóxido de carbono .....	48
2.3.8	Emisiones de óxido nítrico .....	49
2.3.9	Hidrocarburos .....	50
2.4	Formulación de hipótesis .....	51
2.4.1	Hipótesis General .....	51
2.4.2	Hipótesis Específicos .....	51
2.5	Identificación de variables .....	51
2.5.1.	Variable dependiente .....	51
2.5.2.	Variable independiente .....	52
2.5.3	Definición operacional de variables e indicadores .....	54
<b>CAPÍTULO III .....</b>		<b>55</b>
<b>METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACION .....</b>		<b>55</b>
3.1.	Tipo de la investigación .....	55
3.1.1	Estadístico de tendencia central – ETC .....	55
3.1.2	Análisis de dispersión .....	56
3.1.3	Normalidad .....	56
3.2.	Método de la investigación .....	56
3.3.	Método de la investigación .....	57
3.4.	Población y muestra .....	57
3.5	Materiales y equipo .....	58
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	58
3.7	Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	59
3.8	Tratamiento estadístico .....	61
3.9	Área de estudio .....	62
<b>CAPÍTULO IV .....</b>		<b>64</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>		<b>64</b>
4.1.	Descripción de resultados descriptivos .....	64
4.1.1	Ecuaciones planteadas .....	66
4.2	Discusión de resultados .....	71
4.2.1	Contrastación de resultados con la hipótesis .....	71
4.2.2	Contrastación de resultados con otros estudios similares .....	74
4.2.3	Contrastación de resultados con la base teórica .....	<b>75</b>

<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>77</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>80</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>82</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>88</b>

## **LISTA DE ANEXOS**

- Anexo 1: Estadístico de tendencia central
- Anexo 2: Estadísticos descriptivos
- Anexo 3: Prueba de Raíz Unitaria en su nivel para Cada variable
- Anexo 4: Prueba de Raíz Unitaria en su primera diferencia para cada variable
- Anexo 5: Causalidad de Granger (IDA-LPBI)
- Anexo 6: MCO (IDA-LPBI)
- Anexo 7: Test de heterocedasticidad de Breush Pagan- Godfrey (IDA-LPBI)
- Anexo 8: Test de Ramsey (IDA-LPBI)
- Anexo 9: Test de Raíz Unitaria para el término de error (IDA-LPBI)
- Anexo 10: Cointegración (IDA-LPBI)
- Anexo 11: Correlograma del cuadrado de residuales (IDA-LPBI)
- Anexo 12: Test de cointegración uniecuacional de Engle-Granger
- Anexo 13: Causalidad de Granger (IDS-IDA)
- Anexo 14: MCO (IDS-IDA)
- Anexo 15: Test de Heterocedasticidadde Breush -Pagan-Godfrey (IDS-IDA)
- Anexo 16: Test de Ramsey (IDS-IDA)
- Anexo 17: Test de raíz unitaria para el término de error (IDS-IDA)

Anexo 18: Cointegración (IDS-IDA)

Anexo 19: Correlograma del cuadrado de residuales (IDS-IDA)

Anexo 20: Test de cointegración uniecuacional de Engle-Granger (IDS-IDA)

Anexo 21: Matriz de Consistencia

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACION**

#### **1.1 Identificación y determinación del problema.**

Entorno al PBI del Perú se puede observar que este permanece estable ya que continúa en incremento a pesar de los choques económicos presentados en los últimos años (Ej. Fenómeno del niño costero), de acuerdo al Ministerio de Economía y Finanzas - MEF en el 2018 se presentó un crecimiento económico de 4.0% respecto al 2017, el cual fue en su mayoría explicado por las inversiones generadas en el sector minero, además de la explotación y exportación de productos no renovables, lo que causa una disminución de recursos ambientales en términos de calidad y cantidad.

El sector Minería e hidrocarburos representó cerca del 4.7% del PBI en el 2018, siendo el Perú en el mismo año primer productor de oro, zinc,

boro, plomo, indio y selenio en Latinoamérica; y segundo productor de cobre a nivel mundial después de Chile de acuerdo con el ranking mundial de producción minera. El sector minero es de gran importancia país pues influye directamente en la creación de empleo, atracción de inversión y en las exportaciones<sup>1</sup>. No obstante, este fenómeno minero causa impactos de sobreexplotación, es decir, utiliza recursos naturales sin respetar los criterios de sostenibilidad comprometiendo así la disponibilidad futura de este recurso; la escasez de este tipo de recursos es un escenario que se dará al depurar cada área de las cuales se puedan extraer metales e hidrocarburos y trae consigo consecuencias ambientales negativas como contaminación de aire, agua y terrestre, y sociales como enfermedades para aquellos que habitan alrededor. Por ejemplo, Madre de Dios se enfrenta a actividades mineras ilegales de oro que provocan la deforestación de miles de hectáreas de bosques; otro ejemplo relacionado a la mala gestión es el relave minero ubicado en la provincia de Huarochirí, este está ubicado en las orillas del Río Rímac lo que genera que restos de metales pesados y metaloides caigan al río y afecte a las personas que consumen y utilizan estas aguas, sabiendo que el Río Rímac es la principal fuente de agua potable en Lima.

Si se habla del sector agricultura, este representó cerca del 4.9% del PBI para el año 2018 y se consolidó en el mismo año como la segunda actividad económica del país que genera mayores divisas; dentro de

---

<sup>1</sup> Según notas estadísticas BCRP



los productos no tradicionales destacan los arándanos rojos, uvas, mangos, paltas y espárragos frescos según el Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI (2018); a su vez, dentro de los bienes tradicionales se puede observar el arroz como uno de los productos con mayor dinamismo, puesto que Perú es el segundo productor más importante de arroz de LATAM después de Brasil, para el 2017 se alcanzó un récord de 2,5 millones de Toneladas Métricas (de los cuales el 84% es para consumo local y el 16% restante es destinado a importaciones) de acuerdo al Ministerio de Comercio Exterior y Turismo - MINCETUR (2018). Sin embargo, el crecimiento de este cultivo trae consigo problemas ambientales como la deforestación así como el caso Imiría ubicado en Ucayali, donde se ha identificado una deforestación de 353 hectáreas entre junio del 2017 y julio del 2018, causado por la expansión del sembrado de arroz (Proyecto de Monitoreo de la Amazonía Andina - MAAP, 2018).

Si bien entonces el Perú presenta un crecimiento del PBI relativamente estable (puesto que para el 2018 creció, pero no se llegó al crecimiento esperado); si se evalúa el modo en el que el Perú viene creciendo se hablaría de una ilusión de auge económico ya que este no asegura un crecimiento económico perpetuo, pues una vez agotados todos los yacimientos y deforestados todo los bosques, ya no se contará con los ingresos que estos generan a la economía y al no contar con un sistema de provisiones para pérdidas ambientales no habrá una garantía que lo

respalde posterior a la explotación. Puesto que en el país no se generan escenarios de sostenibilidad fuerte o débil<sup>2</sup>.

Es necesario la medición del impacto que genera el crecimiento económico en la depauperación de recursos en el desarrollo sostenible; según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA (Citado por Jiménez, 2008) Latinoamérica presenta una tendencia ambiental creciente en los siguientes criterios:

- Suelo: degradación
- Bosques: pérdida, degradación
- Biodiversidad: pérdida, fragmentación de los hábitat
- Agua: escasez, polución
- Zonas marítimas y costeras: degradación
- Atmosfera: polución
- Urbanización e industria: contaminación, residuos

En el Perú, se ve reflejado por el lado de suelo, en los últimos 5 años cerca del 20% del total de la superficie terrestre nacional están ocupadas por superficies mineras<sup>3</sup>; por otro lado, si se habla de contaminación en el agua, en un estudio realizado por la Organización Mundial de la Salud - OMS (2014) donde se recolectaron muestras de agua subterránea y superficial en el Perú, se detectó que el 86% de la muestra tomada presentaba niveles de arsénico que superaba el límite

---

<sup>2</sup> Conociéndose como sostenibilidad fuerte como aquella que preserva los recursos naturales, ya que el crecimiento económico es dependiente de este; por otro lado, la débil sustituye los recursos naturales (después de explotarlos) con inversión de nuevas tecnologías y de capital humano.

<sup>3</sup> De acuerdo a INGEMET (13/11/17)

de concentración requerido para que pueda ser tratada para agua potable, esto como consecuencia de la presencia de relaves mineros en las orillas del Río Rimac en el cerro Tamboraque<sup>4</sup>.

## **1.2 Delimitación de La Investigación.**

El estudio se realiza en el Perú y el análisis de los datos se profundiza a nivel nacional, pues existen ciertos indicadores como el PIB, que no se expresan a nivel local o seccional. Los años que se analizan en esta investigación son los comprendidos entre 1991 y 2018.

La protección ambiental se ha convertido en una de las preocupaciones del Estado, principalmente por la concepción acertada que asumió el país en considerar las funciones económicas que brinda el medio ambiente a la sociedad (proveedor de recursos, asimilador de residuos, generador de utilidad y sostén de vida). Por lo tanto, es necesario observar la dinámica económica ambiental del Perú; puesto que, algunos datos en ciertos países sugieren que la contaminación aumenta en las primeras fases de crecimiento, pero disminuye cuando se ha llegado a un cierto nivel de renta. Dado que el nivel de ingreso per cápita en el Perú ha ido incrementándose año tras año, no se puede tener certeza hasta que niveles de ese crecimiento ha aumentado el nivel de degradación ambiental. Frente a esto, construir la CAK para el Perú es de suma importancia pues va

---

<sup>4</sup> Ubicados en la Provincia de Huarochirí

a facilitar la determinación del punto de inflexión entre crecimiento económico y degradación ambiental. En donde, por un lado el crecimiento económico va a ser coherente con un proceso de degradación ambiental y, por otro va a ser coherente con la disminución de la contaminación y su protección ambiental. En virtud de esto, el país va estar en la capacidad de incorporar, programar y priorizar políticas ambientales efectivas y medir su impacto, con una orientación clara de sustentabilidad en el marco del desarrollo económico.

### **1.3 Formulación del problema.**

#### **1.3.1 Problema General**

- ¿Cuál es el impacto que genera el crecimiento del PBI en la conservación del medio ambiente?

#### **1.3.2 Problemas Específicos**

- ¿Se cumple la Curva Ambiental de Kuznets a largo plazo en el Perú?
- ¿Se puede llegar a un escenario de crecimiento económico y desarrollo sostenible simultáneo?
- ¿Existe un escenario de industrialización que justifique la explotación?

### **1.4 Formulación de objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo General**

Comprobar y explicar la existencia de la relación entre el crecimiento del PBI y degradación ambiental en el Perú, sustentada por un modelo dinámico en el periodo 1991 – 2018.

#### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Evaluar el impacto del PBI en el deterioro ambiental en el Perú.
- Evaluar el impacto del deterioro ambiental en el desarrollo sostenible de la sociedad peruana.
- Demostrar la no existencia de la Curva Ambiental de Kuznets en el largo plazo en el Perú.

#### **1.5 Justificación de la investigación**

##### **1.5.1 Justificación teórica**

A modo de buscar una relación entre PBI y degradación ambiental, se plantea un modelo que compruebe la relación directa a largo plazo entre la degradación ambiental y el PBI, anteriormente se presentó un modelo por Simón Kuznets que definía lo contrario, es decir, que en el largo plazo la contaminación disminuirá y se mantendrá un PBI estable, este modelo era conocido como la Curva Ambiental de Kuznets. A su vez, se propone un modelo proxy que relaciona el desarrollo sostenible y la degradación ambiental.

La relación directa entre el PBI y el deterioro ambiental se da como consecuencia de un mal uso de los recursos propios del país, al comprobarla se busca generar un nuevo criterio para medir el bienestar a través de un índice de desarrollo sostenible, para así proponer políticas efectivas que puedan cumplir el principal concepto de la economía que es utilizar los recursos de manera eficiente para maximizar el beneficio, esto dejando de lado la concepción de que es necesario satisfacer las necesidades ilimitadas de las personas a través de recursos limitados; estas políticas ambientales se pueden dar a nivel nacional por parte del Ministerio del Ambiente, Ministerio de Energía y Minas, Ministerio de Agricultura, entre otros.

### **1.5.2 Justificación Práctica**

Esta investigación muestra nuevos cambios para las instituciones que se dedican en brindar información acerca de datos económicos, estadísticos y financieros acerca del crecimiento económico en la degradación ambiental en nuestro país.

La importancia radica en tomar conciencia ambiental para el bienestar de la sociedad mediante el logro del equilibrio, ya que la actividad productiva, extractiva y consumista de la sociedad durante mucho tiempo, no consideró el habitar en un ambiente sano como necesidad vital para los individuos. En los últimos años, se han realizado investigaciones en diferentes países,

para cambiar esta idea equívoca de la economía, de la satisfacción de necesidades de forma ilimitada, sin considerar los efectos nocivos al medio ambiente producto de ello existe cuantiosa proliferación de informes ambientales y ecológicos, e ideologías, etc. Por tal razón, es necesario que nosotros como profesionales, investigar el papel importante que desarrolla la dinámica del crecimiento del PBI per cápita en la degradación ambiental en nuestro país.

### **1.5.2 Justificación Metodológica**

Desde el punto de vista metodológico, el análisis está generando la aplicación de un modelo econométrico basado en la influencia del crecimiento del PBI per cápita en la degradación ambiental en los diferentes años correspondientes.

### **1.6 Limitaciones de la investigación.**

Dentro de las limitaciones que existieron en el desarrollo de esta investigación, se puede citar la falta de accesibilidad a fuente de datos actualizada y carencia de información en lo que respecta a la evolución del crecimiento económico y su implicancia en la dinámica de emisiones de contaminantes de degradación ambiental.

La falta de accesibilidad a base de datos estadísticos actualizados de las emisiones contaminantes durante periodos de análisis diarios, mensuales y/o trimestrales para una mayor precisión y estimación del comportamiento de la variable.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1 Antecedentes del estudio**

En el presente trabajo de investigación, existen diferentes autores que han realizado una investigación similar a lo propuesto, entre ellos tenemos a los siguientes:

##### **A nivel internacional**

El economista francés Simon Kuznets publicó en 1955 “Economic Growth and Inequality”<sup>5</sup>, un artículo basado en sus investigaciones acerca de la relación existente entre el crecimiento económico (medido a través del PIB per cápita) y la distribución del ingreso. Sus estudios lo condujeron a postular que las variables desigualdad y crecimiento económico presentan una relación en forma de U invertida: inicialmente, el crecimiento

---

<sup>5</sup> En: American Economic Review, No.45, pp. 1-28, 1955.



de la economía conlleva a una mayor desigualdad; sin embargo, hay un nivel de ingreso per cápita que origina un cambio de tendencia a partir del cual todo aumento del ingreso se traduce en una menor desigualdad.

A través de los años, la hipótesis propuesta por Kuznets ha promovido entre los economistas nuevas líneas o enfoques de investigación. Los estudios recientes se han dedicado a determinar la relación que existe entre el crecimiento económico y la calidad ambiental de un país o región, buscando confirmar la existencia, o no, de una relación en forma de U invertida entre dichas variables.

La evidencia empírica parece confirmar esta hipótesis, conocida como la Curva Medioambiental de Kuznets. Sin embargo, sugiere que dicha relación se presenta sólo en algunos casos específicos, dependiendo del tipo de contaminante que se esté analizando y de otro tipo de variables, como la topografía de la región, la densidad poblacional, el nivel de educación alcanzado por los individuos, el grado de concentración de la riqueza, entre otras.

Los principales estudios realizados acerca de la curva medioambiental de Kuznets, tanto en el ámbito mundial como en el latinoamericano, han sido los siguientes:

Selden y Song (1994) estudian la existencia de la curva medioambiental de Kuznets para los contaminantes del aire. Retoman las variables utilizadas por Grossman y Krueger (1992), e incluyen además el Óxido de Nitrógeno (NOX) y el Monóxido de Carbono (CO). Los autores encuentran que existe

una relación en forma de U invertida entre las emisiones de los cuatro contaminantes estudiados, y el PIB per cápita. Plantean que la variable “contaminación del aire urbano” encuentra el cambio de tendencia esperado, a un menor nivel de ingreso per cápita en relación con las emisiones agregadas, debido a las siguientes razones:

- La calidad del aire urbano es una de las variables a las que los policy makers le prestan más atención.
- Las mejoras en la calidad urbana del aire pueden ser conseguidas con menores costos relativos en comparación con las reducciones de las emisiones agregadas.
- Aumentos en la renta causan que las industrias salgan de áreas urbanas, como economías desarrolladas. La polución urbana representa el mayor riesgo para la salud humana y puede ser trasladada a áreas rurales con bajos costos relativos.

Los autores encuentran, además, que la variable “densidad poblacional” afecta de manera significativa el modelo estimado, indicando que a mayor densidad de la población, las emisiones de contaminantes del aire son menores.

En contraste con el trabajo hecho por Grossman y Krueger (1992), los cuales hallaron puntos umbrales o de quiebre para SPM y SO<sub>2</sub> inferiores a \$5.000 dólares (a pesos de 1985), Selden y Song encontraron que dichos puntos (para los mismos dos contaminantes) exceden los \$8.000 dólares. Sin embargo, este valor parece no ser sensible a la inclusión de la densidad

poblacional como variable regresora. Al parecer, la combinación de políticas para combatir con bajos costos estos contaminantes permite que se presente la relación de Kuznets con puntos umbrales relativamente bajos, es decir, más factibles de alcanzar.

Selden y Song (1994) pasan a examinar las implicaciones de sus resultados para las emisiones futuras globales. El principal tema a considerar respecto a esto es la distribución del ingreso per cápita y de la población entre los países del mundo. Frente a este tema concluyen que la mayoría de la población mundial todavía no ha sobrepasado los puntos umbral antes estimados, lo cual hace pensar que las emisiones seguirán aumentando en el futuro.

Selden y Song demuestran que el crecimiento económico acelerado conduce a que las emisiones globales declinen más en los años cercanos. En algunos países de rápido crecimiento económico, el punto umbral global se puede alcanzar alrededor de la tercera década del presente siglo, debido a que un crecimiento más rápido causa que los ingresos de un mayor número de países sobrepasen sus puntos umbral. No obstante, el crecimiento más rápido también contribuye a acelerar el crecimiento de las emisiones a corto plazo, aunque no para todos los contaminantes.

En conclusión, los autores encontraron que las emisiones continuarán creciendo a tasas muy rápidas durante toda la mitad del presente siglo; el flujo global de estos cuatro contaminantes aquí estudiados permanecerá,

al menos, en los niveles en los que estaban en 1986, incluso en los escenarios más optimistas.

**Grossman y Krueger (1995)** enfocaron su investigación teniendo en cuenta las variables Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) y el Total de Partículas Suspendidas (TPS), como indicadores de la contaminación en el aire; esta última variable se dividió en dos muestras: una se refiere a partículas pesadas y otra al humo. Por su parte, las variables utilizadas para medir la contaminación del agua se clasifican en tres categorías:

**Primero** se analiza la cantidad de oxígeno que hay en el agua. Algunos monitoreos identifican directamente el nivel de oxígeno disuelto presente en los ríos, mientras que otros miden este tipo de contaminación a través de los componentes orgánicos, como una medida de la competencia por la demanda de oxígeno en el agua. Una de estas medidas, llamada DBO (Demanda Biológica de Oxígeno), equivale a la cantidad de oxidación natural que ocurre en una muestra de agua en un período dado de tiempo. Otra medición es llamada DCO (Demanda Química de Oxígeno), la cual equivale a la cantidad de oxígeno consumida cuando un oxidante químico es agregado a una muestra de agua.

Así, esta investigación incluye la relación de los niveles de ingreso con cada una de estas tres categorías de contaminación del agua.

Adicionalmente, el estudio en mención analiza la concentración de nitratos en los ríos.

Un **segundo** indicador de calidad del agua, utilizado en esta investigación, es la contaminación patógena (coliformes fecales en el agua). Los agentes patógenos en las aguas residuales causan un gran debilitamiento y algunas enfermedades fatales. La presencia de agentes patógenos no es una consecuencia de la actividad económica en sí, pero generalmente la contaminación se da cuando las aguas residuales sin tratar son llevadas a los usuarios sin el adecuado tratamiento<sup>6</sup>.

Por último, los metales pesados conforman la tercera categoría de mediciones de contaminantes del agua. Los resultados del estudio Grossman y Krueger (1995) encuentran que el Dióxido de Sulfuro (SO<sub>2</sub>) y el humo muestran una relación en forma de U invertida: la contaminación aumenta cuando el ingreso presenta bajos niveles, pero luego se alcanza un pico a partir del cual la contaminación comienza a descender frente a altos niveles de ingreso.

En el caso del Dióxido de Sulfuro, Grossman y Krueger plantean que la relación estimada cambia de tendencia cada vez que se alcanza el mayor nivel de ingresos, por lo cual los autores afirman que se forma una curva en forma de N. Sin embargo, el relativamente pequeño número de observaciones para regiones con ingresos superiores a \$16.000 indica que

---

<sup>6</sup> De esta manera el análisis de la calidad del agua incluye concentraciones de coliformes fecales en ríos de 42 países diferentes. (ésta variable se considera más exacta para la presente investigación, en lugar de medir coliformes totales debido a que estas últimas incluyen organismos que se encuentran en forma natural en el medio ambiente, por lo cual no se considera una variable muy exacta).

no se puede tener mucha confianza acerca de la forma de la curva en este rango de ingresos.

Las concentraciones de Dióxido de Sulfuro y humo alcanzan su punto de quiebre en un rango pequeño del ingreso nacional (es aproximadamente el ingreso que países como Malasia o México tenían en 1995). Así mismo, se estimó la pendiente de la relación entre la contaminación y el ingreso per cápita entre \$10.000 y \$12.000 dólares, esto con el fin de mirar qué tan confiable puede esperar por una mejora de la contaminación una vez los países alcancen un nivel de ingresos medio. En todos los casos se encontró que las variables del ingreso son significativas en un nivel del 1%.

Así, para los tres tipos de contaminantes del aire se encontró que los incrementos en el ingreso están asociados con bajas concentraciones, partiendo de niveles de ingreso de \$10.000 y \$12.000 dólares.

De otro lado, al analizar el nivel de oxígeno en los ríos se encontró que, al igual que en el caso de los contaminantes del aire, la variable ingreso es significativa, con un nivel del 1% para los tres tipos de contaminantes del agua; con un nivel del 10%, es significativa solamente para DBO; y con un nivel de 22% se mantiene significativa sólo para DCO. Al igual que en la contaminación del aire, se encontró que el ingreso pasado o rezagado tiende a ser más significativo que el ingreso corriente.

En el caso de los contaminantes del agua se encontró nuevamente la existencia de la curva en forma de U invertida, al relacionar el ingreso y cada una de las tres formas de contaminantes del agua. Sin embargo, los

cambios de tendencia para las variables de calidad del agua representan en un período más largo que los cambios de tendencia para las variables de calidad del aire. En este sentido, Grossman y Krueger (1995) encontraron que las emisiones de contaminantes del agua alcanzan su punto umbral alrededor de un valor mínimo de \$7.500 dólares, para los tres tipos de mediciones de calidad del agua.

- **Marcela Tarazona (1999)** analiza la existencia de evidencia empírica que demuestre que la relación entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y algunas variables de desarrollo económico y de regulación ambiental siguen la trayectoria de una curva en forma de U invertida.

Su modelo incluye una variable dummy que representa la existencia (o no) de regulación sobre las emisiones de SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> por el Convenio de Ginebra sobre contaminación transfronteriza a larga distancia. La contaminación ambiental se midió a través de:

CO21: Kilogramos de CO<sub>2</sub> por dólar de PIB a precio de 1987

CO22: Kilo toneladas de CO<sub>2</sub>

CO23: Toneladas métricas de CO<sub>2</sub> per cápita

El nivel de ingreso per cápita de los países se clasificó en cuatro rangos:

i. Alto: ingreso per cápita de \$9656 dólares o más

ii. Medio alto: ingreso per cápita entre \$3126 y \$9655 dólares

iii. Medio bajo: ingreso per cápita entre \$786 y \$3125 dólares

iv. Bajo: ingreso per cápita igual o menor que \$785 dólares

Los resultados muestran que los promedios de las emisiones del contaminante para cada una de las definiciones de CO<sub>2</sub> son diferentes.

Para el caso de CO<sub>2</sub> se encuentra que el promedio de las emisiones de CO<sub>2</sub> es mayor cuando los países tienen un nivel de ingreso medio bajo, que cuando tienen niveles medios altos o bajos. Para esta primera variable se concluye que sí existe la hipótesis de Kuznets, dado que los resultados de los modelos estimados muestran que las emisiones de CO<sub>2</sub> aumentan con el crecimiento del PIB per cápita, y disminuyen con el PIB per cápita al cuadrado.

Además, para esta variable, Tarazona (1999) concluye que el PIB per cápita cúbico tiene signo positivo, lo cual indica que cuando los países alcanzan un nivel de desarrollo “lo suficientemente alto”, las emisiones industriales de CO<sub>2</sub> vuelven a crecer.

Sin embargo, en este modelo se encontró que el intercepto tiene signo negativo, lo cual implicaría que si no hubiera crecimiento económico ni regulación ambiental, las emisiones industriales de CO<sub>2</sub> serían negativas; esta conclusión no es lógica, debido a que aún sin crecimiento económico se espera que haya emisiones naturales de CO<sub>2</sub>. Entonces la explicación para el intercepto negativo puede estar en que se esté omitiendo del modelo alguna variable explicativa, haciendo que la constante absorba ese efecto (la constante está correlacionada con el término aleatorio, y está sesgada).



La variable Dummy que indica la existencia de regulación ambiental sobre SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> presentó signo negativo, indicando que la regulación de estos gases (que se producen en forma simultánea con el CO<sub>2</sub>) genera una reducción en las emisiones de este gas. En cuanto a la variable de regulación, Tarazona (1999) encuentra que su signo es contrario al esperado, es decir, encuentra que las emisiones de CO<sub>2</sub> se incrementan con la firma del Convenio de Ginebra sobre contaminación transfronteriza a larga distancia.

Por su parte, la variable CO<sub>2</sub><sup>7</sup> señala una tendencia diferente: a mayores niveles de ingreso, mayor es el promedio de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, este último resultado puede deberse a cambios en el tamaño de la población y no sólo a reducciones de las emisiones. En este modelo el intercepto presenta signo negativo; mientras que la variable de regulación ambiental presenta el signo esperado, con un nivel de confianza del 95%.

**Tarazona (1999)** encuentra que los puntos de quiebre para la proxy PNB son en todos los casos mayores que para la proxy PIB.

Además, esta autora encontró que en los modelos cuadráticos la omisión de la variable de ingreso per cápita al cubo hace que las otras variables absorban el efecto omitido, por lo que se encuentran puntos de quiebre muy altos. Lo anterior implicaría que después de que el país alcance el nivel en

---

<sup>7</sup> Esta explicación es posible sólo si este tipo de contaminación puede ser controlado a través del tratamiento de aguas residuales

el cual sus emisiones empiezan a decrecer, se demorará en volver a alcanzar el punto en el cual las emisiones vuelvan a crecer.

- **Alejandra Saravia (2002)** presenta la única investigación que se ha hecho hasta el momento acerca de la curva medioambiental de Kuznets para América Latina y el Caribe, tomando una muestra representativa de 11 países de la región: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Uruguay, Venezuela, Costa Rica y México.

El estudio se desarrolló a partir de dos contaminantes: CO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>. Por su parte la información fue tomada a través de series de tiempo para el período 1980-1997. Como variable explicativa se tomó el PIB real per cápita expresado en dólares constantes de 1985; y como una variable aproximada a la distribución del ingreso se incluyó el coeficiente de GINI. Además, se incluyeron la población y el tiempo como variables explicativas.

Saravia encontró una relación positiva entre CO<sub>2</sub> y el PIB per cápita, mostrando que esta relación se vuelve negativa a niveles elevados del PIB. La variable GINI presentó una relación negativa respecto al CO<sub>2</sub>, indicando la existencia de una relación inversa entre la creciente desigualdad y el nivel de emisiones de CO<sub>2</sub>; se concluye, entonces, que una mayor (menor) desigualdad en la distribución del ingreso permitirá reducir (incrementar) el nivel de emisiones<sup>8</sup>. No obstante, los resultados demuestran que la

---

<sup>8</sup> ver RAVALLION, M. et al. (2000), "Carbon Emissions and income inequality", Oxford Economic Papers No. 52, p.651-669

inclusión de la variable GINI parece hacer más largo y lejano el tiempo para alcanzar el punto de quiebre que indica un cambio en la tendencia.

Finalmente, se concluye que (contrario a lo dicho en el párrafo anterior) la presencia de la desigualdad en la distribución del ingreso es dañina para el medio ambiente.

Para los modelos de SO<sub>2</sub> Saravia (2002) encontró que la variable GINI presenta una relación positiva, es decir, que a mayor (menor) desigualdad de la distribución del ingreso, mayor (menor) será el nivel de emisiones de SO<sub>2</sub> contaminantes. Así, se halló la típica CMK pero, contrario al CO<sub>2</sub>, aquí la inclusión de la variable GINI hace relativamente corto el tiempo necesario para alcanzar el cambio de tendencia.

De los resultados hallados, Saravia concluye que detrás de la relación planteada por la CMK entre el ingreso y el deterioro ambiental existen interesantes implicaciones en términos de políticas económicas, ambientales y sociales. La típica CMK es encontrada para ambos contaminantes, frente a lo cual se pueden asumir dos posiciones: una actitud pasiva en la que se espere que los habitantes de la región sean los suficientemente ricos para llegar al punto deseado en el que el crecimiento económico beneficie al medio ambiente; o esforzarse para que la región haga más corto ese tiempo necesario para alcanzar el cambio de tendencia. Los resultados indican que además de las políticas medioambientales, las medidas que toman los gobiernos buscando

redistribuir el ingreso son determinantes para lograr resultados medioambientales positivos más eficientes.

**Saravia (2002)** sostiene que, implícitamente, la CMK acepta la desigualdad en la distribución del ingreso como un “mal necesario” con el fin de mejorar la calidad ambiental. Según la hipótesis de la CMK, la gente con mayor riqueza cuenta con más ingreso disponible para gastarlo o invertirlo en un bien de lujo o superior como lo es la calidad ambiental.

Sin embargo, para Saravia (2002) esta afirmación no es del todo cierta. Esta autora sostiene que una creciente desigualdad en el ingreso no es beneficiosa para el medio ambiente puesto que crea mucha más gente pobre en relación con los menos pobres, entonces los pobres están obligados a dañar el medio ambiente con el fin de subsistir.

Para Saravia (2002) la solución no es detener el proceso de crecimiento económico, ya que, como se demostró, éste y el mejoramiento de la calidad ambiental pueden darse simultáneamente; lo importante es el diseño y la aplicación de las políticas apropiadas, en torno a la forma de reducir la desigualdad en la distribución del ingreso, de manera que la región latinoamericana pueda llegar a alcanzar el PIB per cápita que genere una mejora ambiental a partir del crecimiento económico.

Por otro lado, hasta el momento sólo existe un estudio enfocado a la verificación empírica de la CMK para Colombia:

**Edison Vásquez Sánchez y Jhon Jairo García Rendón (2001)** estudian la calidad ambiental y su relación con el crecimiento económico en el área metropolitana del Valle de Aburrá, teniendo en cuenta la falta de tratamiento integral en el proceso que va desde la generación de residuos sólidos hasta la disposición final de los mismos.

Las variables incluidas en el estudio fueron: el crecimiento económico, medido a través del incremento en el Producto Interno Bruto (PIB), del cual, a su vez, se obtiene el PIB real promedio por persona, es decir, que se promedia el ingreso real que cada persona obtuvo durante los últimos cinco años. De otro lado, se toma una variable aproximada de la tecnología, correspondiente al número de profesionales de pregrado graduados cada año, en el período de análisis, en una muestra representativa de cuatro universidades locales: Universidad de Antioquia, Universidad Nacional, Universidad Eafit y Universidad Pontificia Bolivariana.

**Vásquez y García (2001)** concluyen que, aunque puede aceptarse la existencia de una relación entre el crecimiento económico y la calidad ambiental, no es tan claro en qué sentido se presenta tal asociación para Medellín y el área metropolitana del Valle de Aburrá. Los modelos estimados dan cuenta de la sensibilidad de los residuos sólidos producidos frente al nivel de ingreso promedio real que cada persona obtiene y al nivel de tecnología para el caso local considerado.

Para estos autores, hay consenso en el peligro de creer que toda economía sigue automáticamente un proceso bajo el cual la calidad medio ambiental

mejora una vez que los ingresos se han elevado. Por tanto, según ellos, ningún país o región puede esperar de modo pasivo hasta alcanzar una mejor posición económica para invertir y demandar mejoras en la calidad de su ambiente.

Para Vásquez y García (2001), el argumento según el cual las economías con un sector de servicios fortalecido se hacen acreedoras del rótulo “menos contaminantes” puede resultar apresurado, pues a pesar de que dicho sector es muy intensivo en mano de obra, también se debe tener en cuenta otra visión muy aceptada según la cual las economías de altos ingresos tienden a concentrarse en la producción de bienes contaminantes, en comparación con los países en desarrollo. Estos autores señalan que hacia el futuro la calidad ambiental de las ciudades es una estrategia competitiva y de diferenciación que permitirá atraer más inversión, más turismo, mayor aceptación de los productos locales en el mercado internacional, mejoras en eficiencia productiva y en el bienestar social.

**Kenneth Arrow et al. (1995)** discuten en un foro acerca de los cuidados que deben tenerse al interpretar la curva en forma de U invertida, planteando algunos aciertos y críticas frente a las mediciones realizadas por otros autores. En general sostienen que:

- Se ha demostrado que esta relación en forma de U invertida es válida para análisis de calidad ambiental asociada con costos locales de corto plazo; pero no es válida cuando se analizan grandes acumulaciones de desechos o basuras durante largos períodos, al igual que cuando se

analizan variables ambientales como el CO<sub>2</sub>, con costos más dispersos, los cuales tienden a aumentar en función del ingreso.

- Se ha encontrado la relación en forma de “U invertida” en emisiones de contaminantes, no en stocks de recursos; es decir, que la relación tiende a no presentarse cuando se analizan fuentes de contaminación que se derivan del manejo, por ejemplo, del petróleo y sus derivados, bosques y otros ecosistemas.
- La evidencia empírica de la hipótesis no plantea nada acerca de los impactos que tendrá sobre el sistema una reducción de las emisiones contaminantes. Por ejemplo, si una persona que contamina reduce sus emisiones, se pueden generar incrementos en las emisiones de contaminación por parte de otras personas. No obstante, esto no se sabe con certeza.
- En muchos países donde la calidad ambiental ha mejorado a partir de aumentos del ingreso, dicha mejora ha estado acompañada por reformas institucionales, una mayor legislación medio ambiental e incentivos en los mercados que inducen a reducir el impacto negativo sobre el medio ambiente. Sin embargo, todas estas reformas tienden a ignorar sus consecuencias intergeneracionales e internacionales: los costos de las mismas son asumidos por los países más pobres y por las generaciones venideras.

**Arrow et al. (1995)** concluyen que el crecimiento económico no es la solución para el deterioro ambiental: el comercio internacional y otras políticas que impulsan el crecimiento de la producción nacional no son sustitutos de las regulaciones que promuevan el cuidado del medio ambiente. Por el contrario, el crecimiento económico debe ir acompañado de estrictas reformas en cuanto a las legislaciones ambientales; donde una de las principales reformas debería ser generar (o encontrar) señales que indiquen cuándo el uso de los recursos está causando daños ambientales. Además, se debe contar con una mejora en cuanto a los derechos de propiedad de los recursos ambientales, si aún dichos derechos no han sido asignados. Finalmente, Arrow et al. (1995) afirman que es necesario actuar con precaución, tratando de mantener la diversidad y la capacidad de recuperación de los ecosistemas.

- **Galindo, L., Samaniego, J., Alatorre, J., Ferrer, J. & Reyes, O. (2014)** en “Paradojas y riesgos del crecimiento económico en América Latina y el Caribe. Una visión ambiental de largo plazo” sostienen que en América Latina se viene dando un mayor dinamismo económico, lo cual viene acompañado por un incremento del empleo, consumo e inversión; a su vez, esto trae consigo consecuencias sociales negativas como desafíos energéticos y medio ambientales (ligado a la explotación de recursos no renovables), vulnerabilidad y fragilidad social, sostenibilidad y riesgo de productividad y educación; esto fue posible a través de estimaciones econométricas con data panel.



**Suárez, G. (2011)** en “Crecimiento económico vs. Degradación ambiental: ¿existe una Curva de Kuznets Ambiental en América Latina y el Caribe? Periodo 1970-2008” busca calcular el grado de influencia que genera el PBI per cápita de los países de América Latina y El Caribe en la degradación medio ambiental a través de regresiones paramétricas, datos panel, modelos de series de tiempo y regresiones aparentemente no relacionadas tomando como indicador las emisiones de contaminantes, esto sustentado por el modelo de la Curva se Kuznets Ambiental, encontrándose en este que aquellos países que generan emisiones de monóxido de carbono – CO e hidrocarburos no quemados – HC y que poseen ingresos muy bajos están penados a deteriorar su medio ambiente (generar un mayor costo ambiental).

De acuerdo con **Trujillo, G. (2014)**, en “Propuesta metodológica para la medición del desarrollo sostenible a través de índices sintéticos multivariantes”, es posible definir un indicador sintético de desarrollo sostenible a partir de indicadores parciales que muestren la realidad de una manera cuantitativa utilizando 4 dimensiones: económica, institucional, medioambiental y social; esto da a través de la generación de valores aplicándose la media ponderada para la obtención de indicadores.

**Nordhaus, W. (1922)**, en “Modelo “DICE”: Antecedentes y estructura de un modelo dinámico integrado de clima y economía de la economía del calentamiento global” construye un modelo dinámico de optimización económica, a través de la integración de los costos económicos (los países internalizan en su toma de decisiones el costo global de las decisiones

sobre emisiones) y los beneficios del control de gases de efecto invernadero, esto se da ligando el crecimiento económico con el cambio climático. El modelo es dividido en tres grupos: la función objetiva, restricciones económicas y la relación clima-emisiones; los cuales buscan ligar la actividad económica y el cambio climático.

### **A nivel nacional:**

Según la investigación realizada por Gonzáles (2006), acerca de “Crecimiento Económico y Desarrollo Sustentable: El Rol de los Recursos Naturales en la Economía Peruana: 1970-2005”, cuyos resultados de las estimaciones econométricas parecerían apoyar la relación de causalidad que se deriva del modelo, que la abundancia de recursos naturales mineros afecta negativamente la tasa de crecimiento del PBI per cápita de la economía peruana, aunque no son estadísticamente significativos. Asimismo, se confirma que en tales periodos de análisis, el nivel de capital humano y su interacción con los recursos naturales mineros, genera un impacto directo sobre el crecimiento económico del PBI per cápita, siendo positivo dicho impacto sobre el crecimiento económico de la economía peruana.

El Banco Mundial (2007), realizó una investigación referente al “Análisis Ambiental del Perú: Retos para un Desarrollo Sostenible”, de acuerdo al análisis resultó que los más altos costos de la degradación ambiental en el Perú, son en orden decreciente de magnitud: inadecuado abastecimiento de agua; sanidad e higiene; contaminación atmosférica urbana; desastres

naturales; exposición al plomo; contaminación del aire en locales cerrados; degradación de la tierra; deforestación e inadecuada recolección municipal de desechos. Debido a las altas tasas de morbilidad y mortalidad sugieren la necesidad de enfatizar las intervenciones de saneamiento ambiental.

A nivel local aún no se han realizado investigaciones referentes a las variables del presente estudio.

## **2.2 Bases teóricas - científicas**

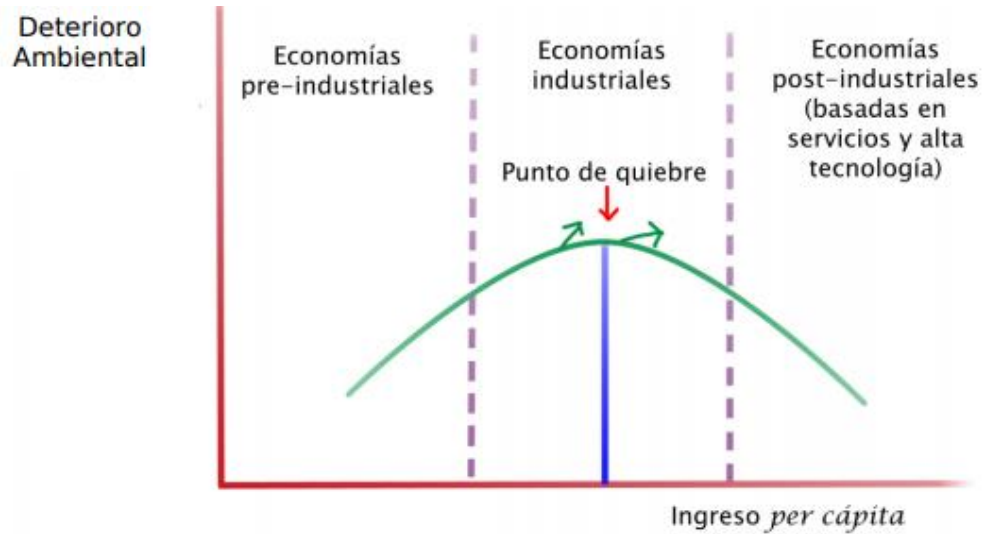
### **2.2.1 Marco conceptual**

El Producto Bruto Interno es definido como el “(...) valor total de la producción corriente de bienes y servicios finales dentro de un país durante un periodo de tiempo determinado (...)” según el BCRP y si se habla de vincular el PBI con el medio ambiente, Kuznets es uno de los representantes más destacados con su modelo de la Curva ambiental de Kuznets - CAK<sup>9</sup>, la cual conecta la calidad ambiental con el crecimiento económico; esta relación es demostrada desde dos perspectivas: en el corto plazo con un deterioro ambiental causado por el crecimiento económico, y en el largo plazo con un beneficio en el medio ambiente causado por un enriquecimiento económico (Correo Restrepo, 2014), esto dado por un incremento y uso eficiente de los ingresos lo que genera una mayor inversión en sectores relevantes

---

<sup>9</sup> Al buscarla en literaturas es mayormente conocida por sus siglas en inglés Environmental Kuznet's Curve (EKC)

(educación, tecnología, recuperación ambiental, etc.) y permite



el PBI per cápita; sin embargo existen otros indicadores de este como el Índice de Desarrollo Humano – IDH, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD publica este para 51 países entre ellos Perú o el índice de desarrollo sostenible, el cual las instituciones públicas nacionales aun no consideran como medida de bienestar.

Figura 1: Curva Ambiental de Kuznets, modelo planteado por Simón Kuznets. Extraído de Bravo, F., 2014, *¿Es el medio ambiente un producto de lujo?*, p. 5.

### 2.2.2 Marco teórico

La Curva Ambiental de Kuznets tiene un argumento validado en una toma de decisiones razonable, en donde se infiere que los ingresos obtenidos en base a la degradación ambiental son utilizados en la implementación de tecnologías que hagan que no sea necesario la continua explotación de recursos naturales dentro de la sociedad, es decir, son utilizados para generar industrialización, un modelo que estudia este concepto es el modelo ISI<sup>10</sup>, el cual reemplaza los bienes importados por aquellos producidos localmente; sin embargo, el peso que tienen las exportaciones en el Perú no es el problema, sino la dificultad para generar una empresa industrial; puesto que en Perú se requieren 74 trámites para establecer una empresa formal, el cual es un número muy elevado en comparación con Estados Unidos, donde solo se requiere 3 pasos para el mismo fin (Merzthal, 2016).

Si se habla del Índice de Desarrollo Sostenible, algunas instituciones internacionales calculan este en base a 4 pilares (social, institucional, económico y ambiental), para Perú en el presente trabajo se tomarán en cuenta tres tipos de sostenibilidades: (1) ambiental, el cual se refiere a la preservación del medio ambiente; (2) social, el cual alude

---

<sup>10</sup> Industrialización por Sustitución de Importaciones.

a la calidad de vida de la sociedad y (3) económica, que hace énfasis al crecimiento y desarrollo económico de la sociedad.

El estudio se basará en el modelo de la Curva Ambiental de Kuznets, representado por:

$$em_{1t} = \beta_0 + \beta_1 y_t + \beta_2 y_t^2 + \beta_3 y_t^3 + \beta_4 T + \beta_5 ot_t + u_t$$

Dónde:

- $em_{1t}$ : emisiones de contaminantes a la atmosfera
- $y_t$ : ingreso per cápita
- $T$ : tendencia
- $u_t$ : término de error

#### **Propuesta del modelo:**

El modelo plantea una ecuación causal siguiendo series de tiempo, demostrando tanto en el corto como largo plazo una relación directa entre deterioro ambiental y PBI, y una indirecta entre deterioro ambiental y desarrollo sostenible. La representación de la función se da por:

$$IDA = f(PBI)$$

$$IDA_t = \beta_1 + \beta_2 PBI_t + e_t, \quad \text{donde } \beta_2 > 0$$

Donde:

- $PBI$ : Producto Bruto Interno
- $IDA$ : Índice de Deterioro Ambiental
- $e_t$ : término de error

$$IDS = f(IDA)$$

$$IDS_t = \beta_3 + \beta_4 IDA_t + u_t, \quad \text{donde } \beta_4 < 0$$

Donde:

- *IDS*: Índice de Desarrollo Sostenible
- *IDA*: Índice de Deterioro Ambiental
- $u_t$ : término de error

## **2.3 Definición de términos básicos**

### **2.3.1 Calentamiento global**

De acuerdo con Andalus Westreicher (2016), el calentamiento global es el aumento gradual de las temperaturas de la atmósfera y océanos de la Tierra. Se emite que la temperatura se ha elevado desde finales del siglo XIX debido a la actividad humana, principalmente por las emisiones de CO<sub>2</sub> que inciden en el incremento de efecto invernadero, por la quema de combustibles fósiles como el carbono, petróleo, gas natural y liberación de carbono por la deforestación de grandes áreas de vegetación.

### **2.3.2 Crecimiento económico**

Kuznets (1955), define al crecimiento económico como el incremento sostenido del producto per cápita o por trabajador. El Banco Interamericano de Desarrollo (2000), define crecimiento económico al aumento del producto e ingreso por persona en el largo plazo. El crecimiento es el proceso por el cual una economía (nacional, regional, o la economía mundial) se vuelve más rica. El crecimiento económico es el ritmo con el

que incrementa la producción de bienes y servicios en una economía conllevando al aumento de su renta. El crecimiento económico está relacionado con el PIB per cápita de los individuos de un país.

### **2.3.3 Degradación ambiental**

Según Andaluz Westreicher (2016), la degradación ambiental es la pérdida progresiva de la aptitud de los recursos naturales para prestar bienes y servicios a la humanidad, así como la del medio físico para albergarnos en condiciones de sanidad y dignidad. Se trata normalmente de procesos que paulatinamente van restando aptitud a los recursos para brindar los bienes y servicios que según la naturaleza están destinados a ofrecer y que en casos extremos, supone la pérdida total de tal aptitud; estos procesos también conllevan a la modificación del medio físico restándole calidad para una vida sana y digna. La degradación ambiental se produce por contaminación del ambiente y también por depredación de los recursos naturales. En los ecosistemas degradados la diversidad biológica, la productividad de la tierra y el agua, así como la habitabilidad se ha reducido considerablemente, debido a la pérdida de fertilidad de sus tierras, la severa disminución o inclusive la desaparición de las especies de flora y fauna, grave alteración del paisaje, la contaminación de las aguas y atmósfera.



#### **2.3.4 Economía ecológica**

Según Martínez & Roca (2001), este nuevo enfoque surge como una crítica a la economía convencional, y se basa en las interrelaciones dinámicas entre los sistemas económicos y el conjunto de los sistemas físico y social, donde el planeta es un sistema abierto a la entrada de energía solar. Según esta teoría, la economía está sujeta a entradas de energía y materiales; así como, a la producción de residuos. El objetivo de la economía ecológica es lograr la sustentabilidad ecológica de la economía, trascendiendo al incluir también la evaluación física de los impactos ambientales.

Economía Ecológica es el estudio de las interacciones de los sistemas económicos con los sistemas ecológicos, es decir, que el ser humano puede vivir de una manera sustentable con las demás especies y recursos naturales que el planeta ofrece.

#### **2.3.5 Emisiones de anhídrido sulfuroso**

Según la Agencia para Sustancias Tóxicas (1998), las emisiones de anhídrido sulfuroso, propicia las enfermedades de las vías respiratorias, vistas, piel, y al sistema digestivo. Es un gas incoloro, de olor penetrante, no combustible. Si se reduce el contenido de azufre en el combustible es posible disminuir las emisiones de dióxido de azufre.

El anhídrido sulfuroso en el aire se genera principalmente por actividades asociadas con la combustión de combustibles fósiles (carbón, petróleo) tal como ocurre en plantas de energía o de la fundición de cobre. En la naturaleza, el anhídrido sulfuroso puede ser liberado al aire por erupciones volcánicas.

Una vez liberado al ambiente, el anhídrido sulfuroso se moviliza al aire. En el aire, el anhídrido sulfuroso puede ser transformado al ácido sulfúrico, anhídrido sulfúrico y sulfatos. El anhídrido sulfuroso se disuelve en agua. Una vez disuelto en agua, puede formar ácido sulfuroso.

#### **2.3.6 Emisiones de dióxido de carbono**

Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC] (2005), las emisiones de dióxido de carbono, son las que provienen de la quema de combustibles fósiles y de la fabricación del cemento. Incluyen el dióxido de carbono producido durante el consumo de combustibles sólidos, líquidos, gaseosos y de la quema de gas. Las emisiones de CO<sub>2</sub> también se originan en ciertos procesos industriales y de extracción de recursos, así como, en la quema de bosques que se lleva a cabo para el desmonte.

#### **2.3.7 Emisiones de monóxido de carbono**

Según Moretton (1996), el monóxido de carbono, es un gas incoloro, inodoro, no irritante pero sumamente tóxico. Se produce naturalmente por una serie de procesos, sobre todo por

la oxidación parcial del metano ( $\text{CH}_4$ ) que se forma en la descomposición de la materia orgánica por fermentación. En una atmósfera no contaminada la concentración de monóxido de carbono es muy baja y estable. Elevadas concentraciones de este gas se generan en la atmósfera baja de centros urbanos e industriales y son originadas principalmente por la combustión incompleta de combustibles fósiles (petróleo y derivados, carbón, gas natural). En estas áreas la fuente principal de emisión de monóxido de carbono son los motores de combustión interna de los vehículos, y en menor medida la actividad industrial (refinerías de petróleo, fábricas de papel, fundiciones, industria química, entre otras), la calefacción habitacional y la combustión de desperdicios.

### **2.3.8 Emisiones de óxido nítrico**

De acuerdo con la Revista Científica Ciencia Médica (2009), El óxido nítrico (NO), un gas con características dañinas para la atmósfera. En el organismo es considerado el vasodilatador más potente y presenta una diversidad de efectos beneficiosos tanto en el campo cardiovascular como en la neurología, inmunología, gastrointestinal, pulmonar, genitourinario y otras ramas de la medicina.

Las emisiones de óxido nítrico, son combinaciones de nitrógeno  $\text{N}_2$  y oxígeno  $\text{O}_2$ , es decir NO,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ . Los óxidos de

nitrógeno se producen al existir una alta presión, alta temperatura y exceso de oxígeno durante la combustión en el motor. El monóxido de nitrógeno (NO), es un gas incoloro, inodoro e insípido. Al combinarse con el oxígeno del aire, es transformado en dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), de color pardo rojizo y de olor muy penetrante, provoca una fuerte irritación a los ojos y los órganos respiratorios.

Las medidas destinadas a reducir el consumo de combustible suelen conducir a un ascenso de las concentraciones de óxidos nítricos en los gases de escape, porque una combustión más eficaz produce temperaturas más altas. Estas altas temperaturas generan a su vez una mayor emisión de óxidos nítricos.

### **2.3.9 Hidrocarburos**

Según Pons Muzzo (1990), Los hidrocarburos son restos no quemados del combustible, es decir sustancias orgánicas, pueden ser sólidos, líquidos y gaseosos, que surgen en los gases de escape después de una combustión incompleta. La mala combustión puede ser debido a la falta de oxígeno durante la combustión (mezcla rica) o también por una baja velocidad de inflamación (mezcla pobre), por lo que es conveniente ajustar la riqueza de la mezcla. Los hidrocarburos (HC) se manifiestan en diferentes combinaciones como son C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, C<sub>8</sub>H<sub>18</sub> y actúan de diverso modo en el organismo. Algunos de ellos irritan los

órganos sensoriales, mientras que otros son cancerígenos como el benceno.

## **2.4 Formulación de hipótesis**

### **2.4.1 Hipótesis General**

**H<sub>0</sub>:** El crecimiento económico afecta de manera directa al deterioro ambiental y el deterioro ambiental de manera indirecta al desarrollo sostenible en el Perú.

### **2.4.2 Hipótesis Específicos**

- **H.E.1:** En el Perú el crecimiento del PBI afecta de manera directa en la degradación ambiental tanto en el corto y largo plazo.
- **H.E.2:** La degradación ambiental y el desarrollo sostenible de la sociedad presenta una relación indirecta tanto en el corto y largo plazo.
- **H.E.3:** El Perú está lejos a llegar a ser un país industrializado.

## **2.5 Identificación de variables**

### **2.5.1. Variable dependiente**

Emisiones de CO<sub>2</sub>(Dióxido de Carbono), medido en toneladas métricas, desde 1975 hasta el año 2000; y SO<sub>2</sub> (Dióxido de Sulfuro), medido en kilo toneladas per cápita, desde 1975 hasta 1990. Adicionalmente, se incluyó la demanda biológica de oxígeno (DBO) medido en kilogramos diarios, desde 1980 hasta

1998, la cual permite medir la contaminación que se puede generar en el agua. Se espera que dichas variables tengan una relación positiva con el ingreso per cápita, es decir, cuando existe crecimiento en la economía, aumenta la producción agregada, aumenta el ingreso y, por ende, el consumo, lo que conlleva una mayor contaminación.

La mayoría de los resultados obtenidos en este tipo de investigaciones evidencian lo que dicta la teoría, como es el caso de la relación directa entre CO<sub>2</sub> y el ingreso per cápita. Otros estudios arrojan resultados que no son acordes con la teoría, donde el CO<sub>2</sub> disminuye con incrementos del ingreso per cápita, atribuido en gran parte a las estrictas medidas de protección ambiental que puede tomar un país para disminuir las emisiones de este contaminante. Algunos autores que han realizado este tipo de investigaciones han encontrado que los indicadores SO<sub>2</sub> y DBO son los más factibles a presentar la evidencia de la curva de Kuznets.

### **2.5.2. Variable independiente**

- El ingreso per cápita de la población, es decir, el PIB dividido entre la población.
- La distribución del ingreso, medida a través del coeficiente GINI, donde la relación entre la distribución del ingreso y la

contaminación del medio ambiente en Perú puede ser analizada desde dos enfoques:

- a) Una elevada desigualdad en la distribución del ingreso conducirá a una mayor tasa de preferencia intertemporal sobre el medio ambiente, esto es, a una menor preocupación por el futuro y, como consecuencia, a una mayor degradación ambiental. ( Boyce, 1994 y Torras y Boyce, 1998).
  - b) La población con mayor ingreso es más consciente acerca del deterioro ambiental y usa su poder y conduce sus preferencias hacia el cuidado del medio ambiente, porque este segmento ya ha cubierto sus necesidades básicas y cuenta no sólo con una mayor predisposición de pagar sino también con una mayor habilidad de pagar en comparación con el sector pobre de la población (Ravallion, 2000).
- Los niveles de densidad de la población presentan una alta correlación con el ingreso, ya que a medida que crece la población, la economía se tiene que ajustar a ella con un mayor número de empresas y, por ende, con un incremento en la producción y en el consumo de bienes y servicios lo que puede inducir a un mayor deterioro ambiental.

Adjunto al análisis de la curva medio ambiental de Kuznets en Colombia se incluyen variables explicativas que han venido

tomando relativa importancia. Este es el caso de la tasa de alfabetización, la cual permite identificar cómo los niveles de educación en un país pueden lograr un mejor cuidado del medio ambiente. Se espera que esta variable tenga una relación inversa con el ingreso, al igual que la variable libertades políticas, la cual indica qué tanto pueden contribuir a mejorar el medio ambiente los sistemas políticos de un país.

### 2.5.3 Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 1: Variables empleadas en el modelo

<b>Variab</b> les	<b>Símbolo</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Fórmula</b>
Logaritmo del Producto Bruto Interno	LPBI	Cuantitativa continua.	Conjunto de los bienes y servicios producidos en un país durante un espacio de tiempo	$LPBI = \text{Log}(PBI)$
Índice de Desarrollo Sostenible	IDS	Cuantitativa discreta (solo toma valores entre 0 y 1)	Se realiza una ponderación entre los índices de sostenibilidad en el ámbito social económico y ambiental.	$IDS = \frac{ID_{\text{económico}} + ID_{\text{social}} + ID_{\text{ambiental}}}{3}$
Índice de Deterioro Ambiental	IDA	Cuantitativa discreta (solo toma valores entre 0 y 1)	Se realiza una ponderación entre los índices de contaminación de agua, aire y suelo.	$IDA = \frac{IC_{\text{agua}} + IC_{\text{aire}} + IC_{\text{suelo}}}{3}$



## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACION**

#### **3.1. Tipo de la investigación**

La presente investigación es cuantitativa, según su objetivo es de carácter descriptivo, la cual busca medir el vínculo entre PBI y deterioro ambiental y de desarrollo sostenible con deterioro ambiental. Según el tiempo utilizado es de carácter longitudinal, ya que se analizará un periodo continuo desde el año 1991 hasta el año 2018.

##### **3.1.1 Estadístico de tendencia central – ETC**

- El comportamiento de la serie de la variable Logaritmo del PBI (LPBI) tiene como estadístico central a la media. (Ver anexo #1)

- El comportamiento de la serie de la variable Índice de Desarrollo Sostenible (IDS) tiene como estadístico central a la media (Ver anexo 1)
- El comportamiento de la serie de la variable Índice de Deterioro Ambiental (IDA) tiene como estadístico central a la media. (Ver anexo 1)

### **3.1.2 Análisis de dispersión**

Cada variable presenta varianzas mínimas, por lo tanto tienen modelos homocedásticos. (Ver anexo 2).

### **3.1.3 Normalidad**

- Asimetría:

Para cada variable el Skewness tiende a cero. (Ver anexo 3)

- Kurtosis:

Para cada variable la Kurtosis es menor a tres, por lo tanto tienden a ser platicúrticas. (Ver anexo 3)

- Jarque Bera

Para cada variable el Jarque-Bera es menor o igual a 5.99, es decir, el diseño de investigación sigue una tendencia normal.

(Ver anexo 3)

## **3.2. Método de la investigación**

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo dado que se recogen los datos para probar la hipótesis general y

específica, mediante la medición de las variables, pruebas y análisis de resultados.

### **3.3. Método de la investigación**

El diseño de la investigación es no experimental, puesto que el modelo estimado es de tipo data de panel corto el cual combina datos transversales con series de tiempo. Al trabajar con series de tiempo, estos hacen referencia a datos obtenidos en periodos de tiempo anteriores, por lo que no es posible haber realizado experimentos para la investigación. Este diseño se sustenta en realizar la investigación sin manipular deliberadamente las variables; en otras palabras, no se alteran intencionalmente las variables independientes. El objetivo de la investigación no experimental es observar los fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para luego poder analizarlos.

Por otro lado, de acuerdo con el grado de generalización, la investigación se basa en un tipo fundamental, ya que a partir de la muestra, se busca que las conclusiones se hagan extensivas a toda la población y se logren conclusiones coherentes.

El diseño empleado será uno serial, pues analizará el comportamiento de las series temporales de las variables empleadas.

### **3.4. Población y muestra**

No se hará un modelo muestral, ya que al ser un modelo de series de tiempo no requiere de una muestra. Siendo de muestreo no probabilístico.

### **3.5 Materiales y equipo**

- Equipo de Cómputo y Multimedia
- Papel Bond 80 gr. A-4
- Lapiceros
- Folder Manila
- CD
- Papel sabana
- Pizarra acrílica
- Plumones para pizarra acrílica
- Material de impresión: Fotostáticas de Trípticos de los temas a tratar, registros de asistencia, etc.
- Instrumentos de medición

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

**A. Técnicas:** Basados en las fuentes de información y obtenidos los datos, estos fueron sometidos a un análisis estadístico y econométrico, es decir mediante el recojo de información a partir de fuentes secundarias de organismos como el BCRP, Banco Mundial, OLADE, etc.

Finalmente se interpretaron resultados estadísticamente, económicamente y econométricamente para diseñar la propuesta de gestión sostenible.

**B. Instrumentos:** Como principal instrumento se tiene a la metodología de data panel, la cual permite un estudio a nivel nacional durante un periodo de tiempo. Esta data panel será procesada en el sistema operativo Eviews, es importante señalar su relevancia puesto que los resultados de la investigación que son presentados han sido obtenidos mediante este programa. Otro de los instrumentos que hace posible el desarrollo de la investigación es la guía de análisis de documentos, puesto que los datos utilizados no son elaboración propia, por lo contrario han sido recolectados en fuentes confiables.

Como se ha señalado, la data ha sido obtenida en documentos oficiales del Instituto Nacional de Estadística e Informática. El INEI ha manejado otros instrumentos de investigación como hojas de encuestas y guías de observación.

### **3.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

En primera instancia, el análisis empieza con la recolección de información. Los antecedentes e información empírica dan una idea general y ayudan a guiar el manejo de la investigación. Para la estimación del modelo se decide utilizar

el modelo tipo data panel, para lo cual reunir la información de las variables deseadas es el siguiente paso. Como se ha explicado con anterioridad, los datos han sido obtenidos de fuentes confiables, encuestas nacionales y de organizaciones gubernamentales.

Una vez la información ha sido recolectada, se diseña en formato Excel una tabla que reúne los datos de las variables independientes y dependiente, es necesario precisar que este formato es diferente a los utilizados en series de tiempo. Puesto que al proponerse un modelo tipo data panel, la estructura de los datos es diferente.

Como siguiente paso, se debe importar el archivo Excel en el programa Eviews, en el cual se analizan los estadísticos descriptivos de las variables. De ser el caso, se deben de hacer las correcciones pertinentes.

Al ser un modelo tipo data panel de debe de estimar el modelo de data panel con efectos fijos y el modelo de data panel con efectos aleatorios. Para que luego mediante el test de Hausman para determinar el tipo de modelo final. El Test propuesto por Hausman en 1978 permite determinar si las diferencias entre dos estimaciones son sistemáticas y significativas mediante un test de chi cuadrado. (Montero, 2005)

### 3.8 Tratamiento estadístico

El estudio se basará en el modelo de la Curva Ambiental de Kuznets, representado por:

$$em_{1t} = \beta_0 + \beta_1 y_t + \beta_2 y_t^2 + \beta_3 y_t^3 + \beta_4 T + \beta_5 ot_t + u_t$$

Dónde:

- $em_{1t}$ : emisiones de contaminantes a la atmosfera
- $y_t$ : ingreso per cápita
- $T$ : tendencia
- $u_t$ : término de error

El modelo plantea una ecuación causal siguiendo series de tiempo, demostrando tanto en el corto como largo plazo una relación directa entre deterioro ambiental y PBI, y una indirecta entre deterioro ambiental y desarrollo sostenible.

La representación de la función se da por:

$$IDA = f(PBI)$$

$$IDA_t = \beta_1 + \beta_2 PBI_t + e_t, \quad \text{donde } \beta_2 > 0$$

Donde:

- $PBI$ : Producto Bruto Interno
- $IDA$ : Índice de Deterioro Ambiental
- $e_t$ : término de error

$$IDS = f(IDA)$$

$$IDS_t = \beta_3 + \beta_4 IDA_t + u_t, \quad \text{donde } \beta_4 < 0$$

Donde:

- $IDS$ : Índice de Desarrollo Sostenible
- $IDA$ : Índice de Deterioro Ambiental
- $u_t$ : término de error

### 3.9 Área de estudio

Por el carácter longitudinal de nuestra investigación, con población de la economía peruana, asimismo, muestra para el estudio abarcó el periodo 1991- 2018, para obtener modelos significativos y predictibles, e información necesaria para el diseño de la propuesta de gestión sostenible.

Perú es uno de los países con mayor diversidad ecológica en el mundo, dotado de un extenso y variado territorio con una enorme cantidad de recursos naturales. Sin embargo, los recursos naturales no han sido usados para desarrollar una economía resistente y variada. En lugar de eso, a través de su historia, ha existido un patrón según el cual un determinado recurso desencadena auge económico (guano de islas, el salitre, caucho y anchoveta) que es rápidamente seguido por la reducción de los recursos y el colapso.

Según lo mencionado por el Registro de emisiones y transferencia de contaminantes, el 75% de las exportaciones del país corresponden a exportaciones del tipo tradicional compuestos principalmente por productos del tipo minero, petrolero, gasífero, pesquero y agrícola. Los mismos que se obtienen como resultado del desarrollo de actividades de extracción y transformación de los recursos naturales. Por consiguiente, este tipo de crecimiento y expansión de las mencionadas actividades económicas se



traduce en mayores presiones sobre los recursos naturales e incremento de emisiones contaminantes.

En este contexto, resulta fundamental diseñar e instrumentar una estrategia de desarrollo sostenible<sup>11</sup>, adaptativa, baja de emisiones contaminantes, que reconozca que un crecimiento económico que no considera el aspecto climático y de igualdad será, en el futuro, altamente riesgoso y probablemente insostenible en el largo plazo.

---

<sup>11</sup> Desarrollo Sostenible: Los recursos no se deben utilizar a un ritmo superior al de su ritmo de regeneración, siendo capaz de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Descripción de resultados descriptivos

Se dará la presentación de la significancia individual a través de Dickey Fuller Aumentad (Ver anexo 3).

Tabla 2: Resultados del Test de Raíz Unitaria de Dickey Fuller para cada variable en su nivel

Serie de tiempo	Variabes exógenas del modelo del test - DFA	P-value del estadístico del test DFA **	Integración de serie de tiempo
LPBI	Constante	0.9515	-
LPBI	Constante y tendencia	0.7655	-
LPBI	Ninguna	1.0000	-
IDA	Constante	0.7493	-
IDA	Constante y tendencia	0.3076	-
IDA	Ninguna	0.9827	-
IDS	Constante	0.8665	-
IDS	Constante y tendencia	0.3572	-

Serie de tiempo	VARIABLES EXÓGENAS DEL MODELO DEL TEST - DFA	P-value del estadístico del test DFA **	Integración de serie de tiempo
IDS	Ninguna	0.2774	-

\*\* 90% de confianza  
Elaboración: Propia

Como se muestra las series logaritmo del PBI, Índice de desarrollo sostenible e Índice de deterioro ambiental no son estacionarias en su nivel ya que para cada variable es mayor a 0.1000 por lo que se acepta la hipótesis nula de que la variable tiene raíz unitaria. En consecuencia se procede a corregir la no estacionariedad tomando la primera diferencia de cada variable (Ver anexo 4).

Tabla 3: Resultados del Test de Raíz Unitaria de Dickey Fuller para cada variable en su primera diferencia.

Serie de tiempo	VARIABLES EXÓGENAS DEL MODELO DEL TEST - DFA	P-value del estadístico del test DFA **	Integración de serie de tiempo
D(LPBI)	Constante	0.0033	$\sim I(1)$
D(LPBI)	Constante y tendencia	0.0197	$\sim I(1)$
D(LPBI)	Ninguna	0.0885	$\sim I(1)$
D(IDA)	Constante	0.0069	$\sim I(1)$
D(IDA)	Constante y tendencia	0.0289	$\sim I(1)$
D(IDA)	Ninguna	0.0028	$\sim I(1)$
D(IDS)	Constante	0.0000	$\sim I(1)$
D(IDS)	Constante y tendencia	0.0000	$\sim I(1)$
D(IDS)	Ninguna	0.0000	$\sim I(1)$

\*\* 90% de confianza  
Elaboración: Propia

Observando el p-value de cada variable a un nivel de confianza de 90% se rechaza la hipótesis nula de que las series tienen raíz unitaria, es decir, que cada variable es estacionaria en su primera diferencia o integrada de orden 1.

Tabla 4: Orden de integración

Orden de integración
$LPBI_t \sim I(1)$
$IDS_t \sim I(1)$
$IDA_t \sim I(1)$

Elaboración: Propia

#### 4.1.1 Ecuaciones planteadas

##### 4.1.1.1 Índice de deterioro ambiental y logaritmo del PBI

Para hallar la causalidad entre las variables logaritmo del PBI e Índice de Deterioro Ambiental se usa el test de causalidad de Granger en el que el Prob asociado al f-Statistic es menor a 0.05 para la hipótesis nula de que el logaritmo del PBI no causa a lo Granger al Índice de Deterioro ambiental, condición por la que se rechaza esta hipótesis; por lo tanto se concluye de que el logaritmo del PBI causa a lo Granger al Índice de Deterioro ambiental (Ver anexo 5).

Una vez comprada la causalidad se procede a estimar el modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO); en Tabla 5 se observa que la variable logaritmo del PBI explica al Índice de Deterioro ambiental en un 94.58%, y que estas se relacionan directamente, es decir, que si el PBI incrementa en 1% el índice

de deterioro ambiental se incrementara en 0.73; a su vez que tanto la variable independiente (LPBI) como el modelo en si presentan significancia (Ver anexo 6).

Tabla 5: Ecuación IDA-LPBI

Variable dependiente: IDA			
MCO			
n= 27		Periodo: 1991-2018	
Constante	Coeficiente	t-estadístico	Prob. **
	-8.66247	-19.73432	0.0000
LPBI	0.730958	20.89383	0.0000
R – cuadrado		94.58%	
R - cuadrado ajustado		94.37%	
F-estadístico		436.5522	
Prob (F-estadístico)		0.0000	
DW		0.624163	
$IDA = -8.66247 + 0.730958LPBI$			

Elaboración: Propia

#### 4.1.1.2 Test de raíz unitaria del error IDA- LPBI

Al correr los test de Dickey Fuller en su nivel para el término de error se observa que para el modelo auxiliar con intercepto, con intercepto y tendencia y con rezago para esta variable Prob asociado al t-Statistic es menor igual al 10% (Ver anexo 9), por lo que se deduce que el término error es estacionario en su nivel. Con ello se concluye que el modelo planteado que relaciona al logaritmo del PBI y al Índice de Deterioro ambiental presenta relación a largo plazo

Tabla 6: Resultados del Test de Raíz Unitaria de Dickey Fuller para el término error del modelo IDA- LPBI.

Serie de tiempo	Variables exógenas del modelo del test dfa	P-value del estadístico del test DFA **	Integración de serie de tiempo
Error	Constante	0.0445	$\sim I(0)$
Error	Constante y tendencia	0.0286	$\sim I(0)$
Error	Ninguna	0.0028	$\sim I(0)$

\*\* 90% de confianza

Elaboración: Propia

#### 4.1.1.3 Cointegración IDA - LPBI

Con respecto a la cointegración en la Tabla 7 se observa que los estimadores son significativos, ya que los p-value son menores 0.05; además presenta un buen ajuste ya que el  $R^2=93.98\%$  (Ver anexo 10).

Si se evalúa los residuales se deduce que la función de autocorrelación siempre se encuentra dentro de las bandas, lo cual resulta no significativo estadísticamente, concluyendo como prueba no formal que no existe heterocedasticidad (Ver anexo 11)

Tabla 7: Cointegración IDA - LPBI

Variable dependiente: IDA			
Método: FMOLS			
n= 27		Periodo: 1991-2018	
	Coeficiente	t-estadístico	Prob. **
<b>Constante</b>	-8.587681	-12.67865	0.0000
<b>LPBI</b>	0.725534	13.46404	0.0000
R - cuadrado		93.98%	
R - cuadrado ajustado		93.73%	
DW		0.624163	

$$IDA = -8.587681 + 0.725534LPBI$$

Elaboración: Propia

#### 4.1.1.4 Índice de deterioro ambiental e Índice de desarrollo sostenible

Para hallar la causalidad entre el Índice de Desarrollo Sostenible e Índice de Deterioro Ambiental se usa el test de causalidad de Granger en el que el Prob asociado al f-Statistic es menor a 0.05 para la hipótesis nula de que el Índice de Deterioro ambiental no causa a lo Granger al Índice de Desarrollo Sostenible, condición por la que se rechaza esta hipótesis; por lo tanto se concluye de que el Índice de Deterioro ambiental causa a lo Granger al Índice de Desarrollo Sostenible (Ver anexo 13).

Una vez comprada la causalidad se procede a estimar el modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO); en Tabla 8 se observa que la variable Índice de Deterioro ambiental explica al Índice de Desarrollo Sostenible en un 94.58%, y que estas se relacionan indirectamente, es decir, que si el índice de deterioro ambiental aumenta en 1 puntos, el Índice de Desarrollo Sostenible disminuye en 0.19; a su vez que tanto la variable independiente (IDA) como el modelo en si presentan significancia (Ver anexo 14).

Tabla 8: Ecuación IDA – IDS

Variable dependiente: IDS
Método: MCO

n= 27		Periodo: 1991-2018	
<b>Constante</b>	Coeficiente	t-estadístico	Prob. **
	0.727908	33.47967	0.0000
<b>IDA</b>	-0.190580	-5.077720	0.0000
R – cuadrado		50.77%	
R - cuadrado ajustado		48.80%	
F-estadístico		25.78324	
Prob (F-estadístico)		0.0000	
$IDS = 0.727908 - 0.190580IDA$			

Elaboración: Propia

#### 4.1.1.5 Test de raíz unitaria del error IDA- IDS

Al correr los test de Dickey Fuller en su nivel para el término de error se observa que para el modelo auxiliar con intercepto, con intercepto y tendencia y con rezago para esta variable Prob asociado al t-Statistic es menor igual al 10% (Ver anexo 17), por lo que se deduce que el término error es estacionario en su nivel. Con ello se concluye que el modelo planteado que relaciona al Índice de Desarrollo Sostenible y al Índice de Deterioro ambiental presenta relación a largo plazo.

Tabla 9: Resultados del Test de Raíz Unitaria de Dickey Fuller para el término error del modelo IDA- IDS

Serie de tiempo	Variables exógenas del modelo del test DFA	P-value del estadístico del test DFA **	Integración de serie de tiempo
Error	Constante	0.0823	$\sim I(0)$
Error	Constante y tendencia	0.0418	$\sim I(0)$
Error	Ninguna	0.0406	$\sim I(0)$

\*\* 90% de confianza

Elaboración: Propia

#### 4.1.1.6 Cointegración IDA – IDS



Con respecto a la cointegración en la Tabla 10 se observa que los estimadores son significativos, ya que los p-value son menores 0.05; además presenta un buen ajuste ya que el  $R^2=51.72\%$  (Ver anexo 18).

Si se evalúa los residuales de deduce que la función de autocorrelación siempre se encuentra dentro de las bandas , lo cual resulta no significativo estadísticamente, concluyendo como prueba no formal que no existe heterocedasticidad (Ver anexo 19).

Tabla 10: Cointegración IDA – IDS

Variable dependiente: IDS			
Método: FMOLS			
n= 27		Periodo: 1991-2017	
Constante IDA	Coeficiente	t-estadístico	Prob. **
		0.736931	22.47111
	-0.214371	-3.858353	0.0008
R – cuadrado		51.72%	
R - cuadrado ajustado		49.71%	
$IDS = 0.736931 - 0.214371IDA$			

Elaboración: Propia

## 4.2 Discusión de resultados

### 4.2.1 Contrastación de resultados con la hipótesis

De acuerdo a los resultados obtenidos el presente trabajo respecto a las variables Logaritmo del PBI, índice de Desarrollo Sostenible e Índice de deterioro Ambiental; se ha observado el cumplimiento de las hipótesis:

**H<sub>0</sub>:** El crecimiento económico afecta de manera directa al deterioro ambiental y el deterioro ambiental de manera indirecta al desarrollo sostenible en el Perú.

Esta hipótesis es comprobada al correr el modelo de cointegración entre las variables:

- Logaritmo del PBI e Índice de Deterioro Ambiental. (Ver anexo 11)

$$IDA = -8.587681 + 0.725534LPBI$$

La ecuación muestra que el logaritmo del PBI viene acompañado de un coeficiente positivo (0.7255), es decir, si el PBI se incrementa en 1% el índice de deterioro ambiental se incrementara en 0.7255, lo que se interpreta como un incremento de la contaminación.

- Índice de deterioro ambiental e Índice de Desarrollo Sostenible (Ver anexo 19)

$$IDS = 0.736931 - 0.214371IDA$$

La ecuación muestra que el Índice de deterioro ambiental viene acompañado de un coeficiente negativo (-0.2144), es decir, si el Índice de deterioro ambiental se incrementa en 0.1 el índice de desarrollo sostenible disminuirá en 0.0214, lo que se interpreta como una caída en el desarrollo sostenible

**H.E.1:** En el Perú el crecimiento del PBI afecta de manera directa en la degradación ambiental tanto en el corto y largo plazo.

- Corto plazo: Comprobado al estimar el modelo MCO (ver anexo 14)

$$IDS = 0.727908 + 0.190580IDA$$

- Largo plazo: Comprobado al estimar el modelo FMOLS (ver anexo 19)

$$IDS = 0.736931 - 0.214371IDA$$

**H.E.2:** La degradación ambiental y el desarrollo sostenible de la sociedad presentan una relación indirecta tanto en el corto y largo plazo.

- Corto plazo: Comprobado al estimar el modelo MCO (ver anexo 16)

$$IDA = -8.66247 + 0.730958LPBI$$

- Largo plazo: Comprobado al estimar el modelo FMOLS (ver anexo 11)

$$IDA = -8.587681 + 0.725534LPBI$$

**H.E.3:** El Perú está lejos a llegar a ser un país industrializado. Comprobado al presentar la relación aun positiva en el largo plazo entre Logaritmo del PBI e Índice de Deterioro Ambiental y en el marco conceptual presentando las dificultades de crear industrias en el Perú.

#### **4.2.2 Contrastación de resultados con otros estudios similares**

Con relación al estudios realizados por Galindo, L., Samaniego, J., Alatorre, J., Ferrer, J. & Reyes, O. (2014) en “Paradojas y riesgos del crecimiento económico en América Latina y el Caribe. Una visión ambiental de largo plazo” , este se basaba que en América Latina existía un crecimiento económico y que este traía consigo consecuencias tanto positivas como negativas; entre las positivas un incremento del empleo, consumo e inversión; mientras que en las negativas traía desafíos energéticos y medio ambientales (ligado a la explotación de recursos no renovables), vulnerabilidad y fragilidad social, sostenibilidad y riesgo de productividad y educación. En el estudio representado se comprueba que esta relación se cumple para el Perú puesto que, este presenta un crecimiento económico ligado principalmente al sector minero y agrícola, los cuales generan empleo, incentivo a la inversión y a las exportaciones; este crecimiento está relacionado directamente al deterioro ambiental, comprendase este como la emisión de gases contaminante y el incremento de superficie terrestre con concesiones mineras. Esto comprobado a través de un modelo de cointegración entre las variables Logaritmo de PBI e Índice de Deterioro Ambiental.

Siguiendo el estudio de Trujillo, G. (2014), en “Propuesta metodológica para la medición del desarrollo sostenible a

través de índices sintéticos multivariantes”, él definía que era posible definir un indicador sintético de desarrollo sostenible a partir de indicadores parciales que muestren la realidad de una manera cuantitativa utilizando la dimensión económica, institucional, medioambiental y social; para este estudio en Perú se hizo el cálculo de un índice de desarrollo sostenible utilizando la ponderación geométrica de tres dimensiones: Ambiental, el cual incluye como variables la energía renovable, la superficie de para selvática, aforo de agua del Río Rímac; social, que incluye como variables la esperanza de vida y la tasa de inscripción escolar; y económica que incluye el PBI per cápita, el número de empresas que cotizan en bolsa y los Ingresos Nacionales Brutos ajustado a la emisión de gases. Este Índice toma valores entre 0 y 1, si el valor de este se encuentra entre 0.8 y 1, se dice que hay un alto desarrollo sostenible y si es menor a 0.5 presenta bajo desarrollo sostenible.

#### **4.2.3 Contrastación de resultados con la base teórica**

De acuerdo a Kuznets, quien definía que en la Curva Ambiental de Kuznets existía en el corto plazo un deterioro ambiental causado por el crecimiento económico, y en el largo plazo se daba un beneficio en el medio ambiente causado por un enriquecimiento económico, esto es representado por:

$$- em_{1t} = \beta_0 + \beta_1 y_t + \beta_2 y_t^2 + \beta_3 y_t^3 + \beta_4 T + \beta_5 ot_t + u_t$$

*em<sub>1t</sub> = emisiones de contaminantes a la atmosfera*

$y_t = \text{ingreso per cápita}$

$T = \text{tendencia}$

$U_t = \text{término de error}$

La ecuación presenta una relación cuadrática donde:

$$a_1 > 0, a_2 < 0 \text{ y } a_3 = 0; |a_2| \ll |a_1|$$

Lo que representa que si hay elevados niveles de renta estos vendrán con niveles descendentes de degradación medioambiental a partir de cierto punto, esto dado por un incremento y uso eficiente de los ingresos lo que genera una mayor inversión en sectores relevantes (educación, tecnología, recuperación ambiental, etc.) y permite que se genere economías industrializadas, esto hace que ya no sea necesario seguir obteniendo ingresos de la explotación de recursos. Sin embargo, este proyecto demuestra que no se cumple lo planteado por Kuznets en el largo plazo, ya que según el modelo planteado el deterioro ambiental y el crecimiento económico están relacionados indirectamente en este alcance temporal.

Sin embargo el modelo presentado demuestra que en el largo plazo se presenta una relación indirecta entre el índice de deterioro ambiental y el logaritmo del PBI, explicado por el coeficiente negativo que acompaña al logaritmo del PBI.

$$IDA = -8.587681 + 0.725534LPBI$$

## CONCLUSIONES

1. Para la realización de esta investigación se aplicó un modelo econométrico con información de diferentes fuentes como: BCRP y OLADE. En donde se obtuvo resultados concretos respecto con la problemática, y se afirmó la hipótesis, la existencia de significancia positiva entre el crecimiento económico en la degradación ambiental del Perú durante el periodo de 1991 – 2018.
2. El objetivo principal fue de comprobar y explicar la existencia de la relación entre desarrollo PBI y degradación ambiental en el Perú, sustentada por un modelo dinámico en el periodo 1991 – 2018; si bien en el Perú no se cuenta con una extensa base de datos, y la poca que hay es anual, la cual no permite tener una muestra significativa entre cada periodo, sin embargo a través de la creación de un nuevo índice (Índice de deterioro ambiental e índice de desarrollo sostenible), se posible hacer un modelos significativo con variables proxy en cada índice para el periodo 1991 – 2018.
3. El incremento de emisiones contaminantes de la degradación ambiental producidas por el aumento del efecto invernadero, es evidente, está generando modificaciones en la biósfera, sequías, ciclones tropicales, menos disponibilidad de agua dulce, escasez de alimentos y extinción de especies. Por consiguiente, de continuar el patrón de producción y consumo imperante, el incremento de emisiones de los gases del efecto invernadero, el ascenso de

temperatura ocasionará graves impactos ambientales, sociales y económicos.

4. La dinámica de crecimiento de la economía peruana durante el periodo de 1991 – 2018. estuvo marcada por una fuerte inestabilidad, existencia de periodos de déficit fiscal por niveles mínimos de inversión y un gasto total creciente, a partir del año 2000 el crecimiento económico empezó a incrementar por la apertura comercial.
5. Los resultados obtenidos en el modelo de cointegración FMOLS concluyeron que existía una relación a largo plazo directa entre el Índice de deterioro ambiental y el logaritmo del PBI (el coeficiente que acompañaba a la variable independiente era positivo = 0.725534) e indirecta entre el Índice de desarrollo sostenible y el Índice de deterioro ambiental (el coeficiente que acompañaba a la variable independiente era negativo = - 0.214371); estas relaciones son significantes puesto que ya se había demostrado la significancia de cada variable de manera individual, evaluando que cada probabilidad asociado a cada estadístico sea menor a 0.1000
6. La existencia de una Curva Ambiental de Kuznets (CKA) que refleja la relación entre la economía y el medio ambiente, presentando una gráfica de forma de U invertida en el Perú, actualmente nos encontramos en la fase creciente de la curva. El crecimiento económico no es la única solución para el deterioro ambiental, se debe implementar estrictas legislaciones ambientales para hacer uso racional de los recursos escasos, difusión de buenos hábitos



sostenibles para reducir las emisiones contaminantes que generan degradación ambiental.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar los resultados de la presente investigación en futuras investigaciones para enriquecer el acervo cultural y brindar soluciones a la problemática ambiental existente en nuestro país.
2. Diseñar políticas que promuevan el aprovechamiento de recursos energéticos renovables o tecnologías limpias, mediante la generación de energía eficiente, a base de recursos hídricos, energía eólica, energía mareomotriz, entre otros recursos renovables, que permitan reducción de emisiones contaminantes, economía más competitiva y mejor calidad de vida.
3. Aplicar una gestión sostenible formulando programas nacionales que no solo mitiguen, sino que se adapten al cambio climático, difundiendo tecnologías, buenas prácticas que controlen las emisiones contaminantes de los diferentes sectores.
4. Es preciso indicar que es posible utilizar el Índice de Desarrollo Sostenible como un nuevo indicador de bienestar, y en base a este desarrollar políticas públicas enfocadas a cada sub indicador; puesto que la toma de decisiones de este tipo están más asociadas a generar un bienestar económico (o monetario) a través de un incremento de la renta per cápita o una mejora en la redistribución de ingresos. A su vez, el presente estudio busca informar y promover la revisión de cierta literatura a fin de obtener resultados enfocados a los sectores necesitados con la información precisa, ya que si este proyecto

presentara un rango de años mayor se podrían dar otro tipo de escenarios y basarlos en distintos contextos peruanos.

## BIBLIOGRAFIA

- BCRP. (s.f.). Cuadros trimestrales históricos. Recuperado el 30 de Enero de 2018, de <http://www.bcrp.gob.pe/estadisticas/cuadros-trimestrales-historicos.html>
- BCRP. (s.f.). Glosario. Recuperado el 31 de enero de 2018, de <http://www.bcrp.gob.pe/publicaciones/glosario.html>
- BCRP. (s.f.). Revista de estudios económicos. Obtenido de <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Revista-Estudios-Economicos/15/Estudios-Economicos-15-3.pdf>
- Colegio Médico del Perú. (18 de Septiembre de 2017). Colegio Médico reafirma emergencia de Tamboraque. Recuperado el 1 de Mayo de 2018, de <https://cmp.org.pe/cmp-reafirma-emergencia-tamboraque/>
- Correo Restrepo, F. (Diciembre de 2014). Grupo de Economía Ambiental. Recuperado el 11 de Setiembre de 2018, de Crecimiento económico y medio ambiente: Una revisión analítica de la hipótesis de la Curva Ambiental Kuznets: <http://www.redalyc.org/pdf/1650/165013658003.pdf>
- Departamento de Investigación y Documentación Parlamentaria – DIDP. (2010). Impacto de los relaves mineros en el Perú. Lima.
- Galindo, L. M., Samaniego, J., Alatorre, J. E., Ferrer, J., & Reyes, O. (Julio de 2015). Medio ambiente y desarrollo. Recuperado el Setiembre de 2018, de Paradojas y riesgos del crecimiento económico en América Latina y el Caribe:

<https://www.cepal.org/publicaciones/xml/4/53514/Paradojasyriesgosdelcrecimiento.pdf>

- Gómez, C. M. (s.f.). Universidad de Alcalá. Recuperado el 27 de Agosto de 2018, de Crecimiento Económico y Desarrollo Sostenible: <http://www3.uah.es/econ/Ensayos/DesSost2002.pdf>
- González Laxe, F., & Martín Palmero, F. (2003). Universidad de A Coruña. Recuperado el 28 de Agosto de 2018, de Medición del desarrollo sostenible a través de índices sintéticos: Diseño y aplicación a la Unión Europea: [https://www.asepelt.org/ficheros/File/Anales/2003%20-%20Almeria/asepelt PDF/33.PDF](https://www.asepelt.org/ficheros/File/Anales/2003%20-%20Almeria/asepelt%20PDF/33.PDF)
- Guillen, A., Badii, M., Garza, F., & Acuña, M. (Abril de 2015). Universidad Autónoma de Nuevo León. Recuperado el Agosto de 2018, de Descripción y Uso de Indicadores de Crecimiento Económico: [http://www.spentamexico.org/v10-n1/A10.10\(1\)138-156.pdf](http://www.spentamexico.org/v10-n1/A10.10(1)138-156.pdf)
- Hamann, A. (2013). Universidad ESAN. Recuperado el 2018, de El marketing verde: [https://www.esan.edu.pe/publicaciones/2013/06/11/tiempo\\_de\\_opinion\\_antonieta\\_hamann.pdf](https://www.esan.edu.pe/publicaciones/2013/06/11/tiempo_de_opinion_antonieta_hamann.pdf)
- La República. (7 de Agosto de 2017). El río Rímac en constante amenaza por 17 relaves mineros. Obtenido de <https://larepublica.pe/sociedad/1070486-el-rio-rimac-en-constante-amenaza-por-17-relaves-mineros>
- Merzthal, J. (13 de Enero de 2016). Conexión ESAN. Recuperado el 14 de Setiembre de 2018, de ¿Por qué no somos un país industrializado?:

<https://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2016/01/13/por-que-somos-pais-industrializado/>

- Ministerio de Agricultura y Riego. (3 de Enero de 2018). Publicaciones y prensa. Recuperado el 17 de Octubre de 2018, de Sector Agricultura se consolidó el 2017 como el segundo generador de mayores divisas para el Perú:<http://minagri.gob.pe/portal/publicaciones-y-prensa/noticias-2018/20660-sector-agricultura-se-consolido-el-2017-como-el-segundo-generador-de-mayores-divisas-para-el-peru-2>
- Nordhaus, W. (February de 1922). Cowles Foundation for Research in Economics at Yale Universitu. Recuperado el 7 de Noviembre de 2018, de - The “Dice” Model: Background and Structure of a Dynamic Integrated Climate-Economy:<http://cowles.yale.edu/sites/default/files/files/pub/d10/d1009.pdf>
- Organización Mundial del Comercio. (2011). Entender la OMC. Recuperado el 7 de Junio de 2018, de [https://www.wto.org/spanish/thewto\\_s/whatis\\_s/tif\\_s/utw\\_chap1\\_s.pdf](https://www.wto.org/spanish/thewto_s/whatis_s/tif_s/utw_chap1_s.pdf)
- Organización de las naciones Unidas - ONU. (s.f.). Objetivos de desarrollo sostenible. Recuperado el 6 de Marzo de 2018, de <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/poverty/>
- Pan American Health Organization. (s.f.). Guía Ambiental Para el Manejo de Relaves Mineros. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd27/compendio-manejo.pdf>

- Proyecto de Monitoreo de la Amazonía Andina - MAAP. (2018). MAAP #92: Nuevas amenazas de deforestación en la Amazonía peruana. Recuperado el Setiembre de 2018, de <http://maaproject.org/2018/newthreats-2/>
- Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y energía. (Junio de 2012). Impacto económico de la minería en el Perú. Recuperado el 28 de Abril de 2018, de <https://www.convencionminera.com/perumin31/images/perumin/recursos/OLD/Econom%D0%B1a%20SNMPE%20Impacto%20econ%D0%B2mico%20de%20la%20miner%D0%B1a%20en%20el%20Per%D0%B3.pdf>
- Universidad de Granada. (s.f.). Conceptos relacionados con la. Obtenido de Máster de Seguridad en la Edificación: [https://www.ugr.es/~mpasadas/ftp/MASTER/m%C3%A9todo\\_apuntes](https://www.ugr.es/~mpasadas/ftp/MASTER/m%C3%A9todo_apuntes)
- Universidad Militar Nueva Granada. (2015). Bioética. Recuperado el 2018, de Vulnerabilidad y ética de la investigación social: Perspectivas actuales: <http://www.redalyc.org/pdf/1270/127040727005.pdf>

## ANEXOS

### Anexo 21: Estadístico de tendencia central

	LPBI	IDS	IDA
Media	12.54147	0.631702	0.504809
Desviación estándar	0.385238	0.077443	0.289544
Coeficiente de variabilidad	0.030717	0.122594	0.573571
	1	2	4
	≤0.2	≤0.2	≤0.2
Estadístico de tendencia central	Media	Media	Media

### Anexo 22: Estadísticos descriptivos

	LPBI	IDS	IDA
Mean	12.54147	0.631702	0.504809
Median	12.45982	0.634211	0.443544
Maximum	13.15178	0.767288	0.933147
Minimum	11.94482	0.480210	0.043121
Std. Dev.	0.385238	0.077443	0.289544
Skewness	0.140050	-0.371532	0.139892
Kurtosis	1.747488	2.342464	1.771708
Jarque-Bera	1.853147	1.107560	1.785353
Probability	0.395908	0.574773	0.409558
Sum	338.6197	17.05594	13.62985
Sum Sq. Dev.	3.858625	0.155933	2.179727
Observations	27	27	27



## Anexo 23: Prueba de Raíz Unitaria en su nivel para Cada variable

### Logaritmo del PBI (LPBI)

Modelo auxiliar con intercepto

Null Hypothesis: LPBI has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.011545	0.9515
Test critical values:		
1% level	-3.711457	
5% level	-2.981038	
10% level	-2.629906	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.  
 Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(LPBI)  
 Method: Least Squares  
 Sample (adjusted): 2 27  
 Included observations: 26 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LPBI(-1)	0.000190	0.016428	0.011545	0.9909
C	0.043839	0.205730	0.213090	0.8331
R-squared	0.000006	Mean dependent var		0.046213
Adjusted R-squared	-0.041661	S.D. dependent var		0.029991
S.E. of regression	0.030610	Akaike info criterion		-4.061208
Sum squared resid	0.022487	Schwarz criterion		-3.964432
Log likelihood	54.79571	Hannan-Quinn criter.		-4.033340
F-statistic	0.000133	Durbin-Watson stat		1.489077
Prob(F-statistic)	0.990884			

## Modelo auxiliar con intercepto y tendencia

Null Hypothesis: LPBI has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.599042	0.7655
Test critical values:		
1% level	-4.356068	
5% level	-3.595026	
10% level	-3.233456	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(LPBI)  
 Method: Least Squares

Sample (adjusted): 2 27  
 Included observations: 26 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LPBI(-1)	-0.190637	0.119219	-1.599042	0.1235
C	2.305954	1.414722	1.629970	0.1167
@TREND("1")	0.009381	0.005809	1.615067	0.1199
R-squared	0.101864	Mean dependent var		0.046213
Adjusted R-squared	0.023765	S.D. dependent var		0.029991
S.E. of regression	0.029633	Akaike info criterion		-4.091713
Sum squared resid	0.020196	Schwarz criterion		-3.946548
Log likelihood	56.19227	Hannan-Quinn criter.		-4.049911
F-statistic	1.304292	Durbin-Watson stat		1.358923
Prob(F-statistic)	0.290694			

## Modelo auxiliar con rezago

Null Hypothesis: LPBI has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 0 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	7.846641	1.0000
Test critical values:		
1% level	-2.656915	
5% level	-1.954414	
10% level	-1.609329	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LPBI)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 2 27

Included observations: 26 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LPBI(-1)	0.003689	0.000 470	7.846641	0.0000
R-squared	-0.001886	Mean dependent var		0.046213
Adjusted R-squared	-0.001886	S.D. dependent var		0.029991
S.E. of regression	0.030019	Akaike info criterion		-4.136241
Sum squared resid	0.022529	Schwarz criterion		-4.087853
Log likelihood	54.77114	Hannan-Quinn criter.		-4.122307
Durbin-Watson stat	1.491420			

## ÍNDICE DE DETERIORO AMBIENTAL (IDA)

### Modelo auxiliar con intercepto

Null Hypothesis: IDA has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.967840	0.7493
Test critical values:		
1% level	-3.711457	
5% level	-2.981038	
10% level	-2.629906	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(IDA)

Method: Least Squares

Date: 10/17/18 Time: 21:23

Sample (adjusted): 2 27

Included observations: 26 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IDA(-1)	-0.038527	0.039807	-0.967840	0.3428
C	0.051023	0.022475	2.270151	0.0325
R-squared	0.037564	Mean dependent var		0.032128
Adjusted R-squared	-0.002538	S.D. dependent var		0.056710
S.E. of regression	0.056782	Akaike info criterion		-2.825383
Sum squared resid	0.077381	Schwarz criterion		-2.728607
Log likelihood	38.72998	Hannan-Quinn criter.		-2.797515
F-statistic	0.936715	Durbin-Watson stat		1.569730
Prob(F-statistic)	0.342777			

## Modelo auxiliar con intercepto y tendencia

Null Hypothesis: IDA has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 2 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.540747	0.3076
Test critical values:		
1% level	-4.394309	
5% level	-3.612199	
10% level	-3.243079	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(IDA)  
 Method: Least Squares  
 Date: 10/17/18 Time: 21:23  
 Sample (adjusted): 4 27  
 Included observations: 24 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IDA(-1)	-0.352701	0.138818	-2.540747	0.0199
D(IDA(-1))	0.311874	0.202832	1.537594	0.1406
D(IDA(-2))	0.387430	0.213739	1.812630	0.0857
C	0.025870	0.027683	0.934502	0.3618
@TREND("1")	0.011588	0.005174	2.239570	0.0373
R-squared	0.317759	Mean dependent var		0.032368
Adjusted R-squared	0.174129	S.D. dependent var		0.058653
S.E. of regression	0.053302	Akaike info criterion		-2.842627
Sum squared resid	0.053981	Schwarz criterion		-2.597200
Log likelihood	39.11153	Hannan-Quinn criter.		-2.777515
F-statistic	2.212349	Durbin-Watson stat		2.208206
Prob(F-statistic)	0.106291			

## Modelo auxiliar con rezago

Null Hypothesis: IDA has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 0 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	1.876598	0.9827
Test critical values:		
1% level	-2.656915	
5% level	-1.954414	
10% level	-1.609329	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(IDA)

Method: Least Squares

Date: 10/17/18 Time: 21:24

Sample (adjusted): 2 27

Included observations: 26 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IDA(-1)	0.039969	0.021 299	1.876598	0.0723
R-squared	-0.169103	Mean dependent var		0.032128
Adjusted R-squared	-0.169103	S.D. dependent var		0.056710
S.E. of regression	0.061318	Akaike info criterion		-2.707782
Sum squared resid	0.093998	Schwarz criterion		-2.659394
Log likelihood	36.20117	Hannan-Quinn criter.		-2.693848
Durbin-Watson stat	1.397748			

## ÍNDICE DE DESARROLLO SOSTENIBLE (IDS)

### Modelo auxiliar con intercepto

Null Hypothesis: IDS has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.545125	0.8665
Test critical values:		
1% level	-3.711457	
5% level	-2.981038	
10% level	-2.629906	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(IDS)

Method: Least Squares

Date: 10/17/18 Time: 21:26

Sample (adjusted): 2 27

Included observations: 26 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IDS(-1)	-0.058279	0.106909	-0.545125	0.5907
C	0.030064	0.068572	0.438423	0.6650
R-squared	0.012230	Mean dependent var		-0.007083
Adjusted R-squared	-0.028927	S.D. dependent var		0.038456
S.E. of regression	0.039009	Akaike info criterion		-3.576270
Sum squared resid	0.036520	Schwarz criterion		-3.479493
Log likelihood	48.49151	Hannan-Quinn criter.		-3.548402
F-statistic	0.297161	Durbin-Watson stat		2.409090
Prob(F-statistic)	0.590698			

## Modelo auxiliar con intercepto y tendencia

Null Hypothesis: IDS has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.429509	0.3572
Test critical values:		
1% level	-4.356068	
5% level	-3.595026	
10% level	-3.233456	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(IDS)  
 Method: Least Squares  
 Date: 10/17/18 Time: 21:26  
 Sample (adjusted): 2 27  
 Included observations: 26 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IDS(-1)	-0.377890	0.155542	-2.429509	0.0233
C	0.286079	0.115779	2.470897	0.0213
@TREND("1")	-0.003874	0.001484	-2.610279	0.0156
R-squared	0.237974	Mean dependent var		-0.007083
Adjusted R-squared	0.171711	S.D. dependent var		0.038456
S.E. of regression	0.034999	Akaike info criterion		-3.758816
Sum squared resid	0.028174	Schwarz criterion		-3.613651
Log likelihood	51.86460	Hannan-Quinn criter.		-3.717013
F-statistic	3.591349	Durbin-Watson stat		2.244411
Prob(F-statistic)	0.043919			



## Modelo auxiliar con rezago

Null Hypothesis: IDS has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 0 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.997192	0.2774
Test critical values:		
1% level	-2.656915	
5% level	-1.954414	
10% level	-1.609329	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(IDS)

Method: Least Squares

Date: 10/17/18 Time: 21:26

Sample (adjusted): 2 27

Included observations: 26 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IDS(-1)	-0.011700	0.011 733	-0.997192	0.3282
R-squared	0.004319	Mean dependent var		-0.007083
Adjusted R-squared	0.004319	S.D. dependent var		0.038456
S.E. of regression	0.038373	Akaike info criterion		-3.645216
Sum squared resid	0.036812	Schwarz criterion		-3.596827
Log likelihood	48.38781	Hannan-Quinn criter.		-3.631282
Durbin-Watson stat	2.506089			

## Anexo 24: Prueba de Raíz Unitaria en su primera diferencia para cada variable

### Diferencia Logaritmo del PBI – D(LPBI)

#### Modelo auxiliar con intercepto

Null Hypothesis: D(LPBI) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.197644	0.0033
Test critical values:		
1% level	-3.724070	
5% level	-2.986225	
10% level	-2.632604	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(LPBI,2)  
 Method: Least Squares  
 Date: 10/17/18 Time: 21:31  
 Sample (adjusted): 3 27  
 Included observations: 25 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LPBI(-1))	-0.811884	0.193414	-4.197644	0.0003
C	0.039423	0.010762	3.663212	0.0013
R-squared	0.433779	Mean dependent var		0.001207
Adjusted R-squared	0.409161	S.D. dependent var		0.037328
S.E. of regression	0.028693	Akaike info criterion		-4.187723
Sum squared resid	0.018935	Schwarz criterion		-4.090213
Log likelihood	54.34654	Hannan-Quinn criter.		-4.160678
F-statistic	17.62021	Durbin-Watson stat		1.881149
Prob(F-statistic)	0.000344			

## Modelo auxiliar con intercepto y tendencia

Null Hypothesis: D(LPBI) has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.057715	0.0197
Test critical values:		
1% level	-4.374307	
5% level	-3.603202	
10% level	-3.238054	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(LPBI,2)  
 Method: Least Squares  
 Date: 10/17/18 Time: 21:31  
 Sample (adjusted): 3 27  
 Included observations: 25 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LPBI(-1))	-0.802133	0.197681	-4.057715	0.0005
C	0.044563	0.015134	2.944543	0.0075
@TREND("1")	-0.000400	0.000813	-0.491667	0.6278
R-squared	0.439933	Mean dependent var		0.001207
Adjusted R-squared	0.389018	S.D. dependent var		0.037328
S.E. of regression	0.029178	Akaike info criterion		-4.118651
Sum squared resid	0.018730	Schwarz criterion		-3.972386
Log likelihood	54.48314	Hannan-Quinn criter.		-4.078084
F-statistic	8.640523	Durbin-Watson stat		1.918716
Prob(F-statistic)	0.001701			

## Modelo auxiliar con rezago

Null Hypothesis: D(LPBI) has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 0 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.672611	0.0885
Test critical values:		
1% level	-2.660720	
5% level	-1.955020	
10% level	-1.609070	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LPBI,2)

Method: Least Squares

Date: 10/17/18 Time: 21:31

Sample (adjusted): 3 27

Included observations: 25 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LPBI(-1))	-0.212497	0.127045	-1.672611	0.1074
R-squared	0.103424	Mean dependent var		0.001207
Adjusted R-squared	0.103424	S.D. dependent var		0.037328
S.E. of regression	0.035345	Akaike info criterion		-3.808124
Sum squared resid	0.029983	Schwarz criterion		-3.759368
Log likelihood	48.60154	Hannan-Quinn criter.		-3.794601
Durbin-Watson stat	2.278788			

## DIFERENCIA DEL ÍNDICE DE DETERIORO AMBIENTAL – D(IDA)

### Modelo auxiliar con intercepto

Null Hypothesis: D(IDA) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.883389	0.0069
Test critical values:		
1% level	-3.724070	
5% level	-2.986225	
10% level	-2.632604	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(IDA,2)  
 Method: Least Squares  
 Date: 10/17/18 Time: 21:24  
 Sample (adjusted): 3 27  
 Included observations: 25 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(IDA(-1))	-0.793508	0.204334	-3.883389	0.0008
C	0.026351	0.013383	1.968995	0.0611
R-squared	0.396020	Mean dependent var		-0.000150
Adjusted R-squared	0.369760	S.D. dependent var		0.072506
S.E. of regression	0.057561	Akaike info criterion		-2.795341
Sum squared resid	0.076204	Schwarz criterion		-2.697831
Log likelihood	36.94176	Hannan-Quinn criter.		-2.768296
F-statistic	15.08071	Durbin-Watson stat		2.031522
Prob(F-statistic)	0.000751			

## Modelo auxiliar con intercepto y tendencia

Null Hypothesis: D(IDA) has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.875527	0.0289
Test critical values:		
1% level	-4.374307	
5% level	-3.603202	
10% level	-3.238054	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(IDA,2)  
 Method: Least Squares  
 Date: 10/17/18 Time: 21:25  
 Sample (adjusted): 3 27  
 Included observations: 25 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(IDA(-1))	-0.804044	0.207467	-3.875527	0.0008
C	0.041783	0.026886	1.554107	0.1344
@TREND("1")	-0.001077	0.001621	-0.664550	0.5132
R-squared	0.407905	Mean dependent var		-0.000150
Adjusted R-squared	0.354079	S.D. dependent var		0.072506
S.E. of regression	0.058272	Akaike info criterion		-2.735216
Sum squared resid	0.074704	Schwarz criterion		-2.588951
Log likelihood	37.19020	Hannan-Quinn criter.		-2.694648
F-statistic	7.578112	Durbin-Watson stat		2.046476
Prob(F-statistic)	0.003135			

## Modelo auxiliar con rezago

Null Hypothesis: D(IDA) has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.163014	0.0028
Test critical values:		
1% level	-2.660720	
5% level	-1.955020	
10% level	-1.609070	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(IDA,2)  
 Method: Least Squares  
 Date: 10/17/18 Time: 21:25  
 Sample (adjusted): 3 27  
 Included observations: 25 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(IDA(-1))	-0.588349	0.186009	-3.163014	0.0042
R-squared	0.294211	Mean dependent var		-0.000150
Adjusted R-squared	0.294211	S.D. dependent var		0.072506
S.E. of regression	0.060913	Akaike info criterion		-2.719566
Sum squared resid	0.089049	Schwarz criterion		-2.670811
Log likelihood	34.99458	Hannan-Quinn criter.		-2.706044
Durbin-Watson stat	2.205527			

## Modelo auxiliar con intercepto

Null Hypothesis: D(IDS) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.410416	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.724070	
5% level	-2.986225	
10% level	-2.632604	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(IDS,2)

Method: Least Squares

Date: 10/17/18 Time: 21:27

Sample (adjusted): 3 27

Included observations: 25 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(IDS(-1))	-1.273935	0.198729	-6.410416	0.0000
C	-0.008082	0.007775	-1.039456	0.3094
R-squared	0.641149	Mean dependent var		0.001472
Adjusted R-squared	0.625547	S.D. dependent var		0.062350
S.E. of regression	0.038154	Akaike info criterion		-3.617770
Sum squared resid	0.033481	Schwarz criterion		-3.520260
Log likelihood	47.22213	Hannan-Quinn criter.		-3.590725
F-statistic	41.09343	Durbin-Watson stat		1.971347
Prob(F-statistic)	0.000002			



## Modelo auxiliar con intercepto y tendencia

Null Hypothesis: D(IDS) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 0 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.959623	0.0000
Test critical values:		
1% level	-4.374307	
5% level	-3.603202	
10% level	-3.238054	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(IDS,2)

Method: Least Squares

Date: 10/17/18 Time: 21:27

Sample (adjusted): 3 27

Included observations: 25 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(IDS(-1))	-1.358230	0.195159	-6.959623	0.0000
C	0.017656	0.016019	1.102136	0.2823
@TREND("1")	-0.001884	0.001039	-1.812508	0.0836
R-squared	0.687773	Mean dependent var		0.001472
Adjusted R-squared	0.659388	S.D. dependent var		0.062350
S.E. of regression	0.036389	Akaike info criterion		-3.676946
Sum squared resid	0.029131	Schwarz criterion		-3.530681
Log likelihood	48.96183	Hannan-Quinn criter.		-3.636378
F-statistic	24.23074	Durbin-Watson stat		2.104266
Prob(F-statistic)	0.000003			

## Modelo auxiliar con rezago

Null Hypothesis: D(IDS) has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 0 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.317938	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.660720	
5% level	-1.955020	
10% level	-1.609070	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(IDS,2)

Method: Least Squares

Date: 10/17/18 Time: 21:28

Sample (adjusted): 3 27

Included observations: 25 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(IDS(-1))	-1.234338	0.195370	-6.317938	0.0000
R-squared	0.624291	Mean dependent var		0.001472
Adjusted R-squared	0.624291	S.D. dependent var		0.062350
S.E. of regression	0.038218	Akaike info criterion		-3.651863
Sum squared resid	0.035054	Schwarz criterion		-3.603108
Log likelihood	46.64829	Hannan-Quinn criter.		-3.638341
Durbin-Watson stat	1.959351			

## Anexo 25: Causalidad de Granger (IDA-LPBI)

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 10/17/18 Time: 22:08

Sample: 1 27

Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
LPBI does not Granger Cause IDA	25	4.1750 4	0.030 5
IDA does not Granger Cause LPBI		1.6450 2	0.218 1

## Anexo 26: MCO (IDA-LPBI)

Dependent Variable: IDA  
 Method: Least Squares  
 Date: 10/17/18 Time: 17:53  
 Sample: 1 27  
 Included observations: 27

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-8.662479	0.438955	-19.73432	0.0000
LPBI	0.730958	0.034984	20.89383	0.0000
R-squared	0.945835	Mean dependent var		0.504809
Adjusted R-squared	0.943668	S.D. dependent var		0.289544
S.E. of regression	0.068721	Akaike info criterion		-2.446331
Sum squared resid	0.118065	Schwarz criterion		-2.350343
Log likelihood	35.02547	Hannan-Quinn criter.		-2.417789
F-statistic	436.5522	Durbin-Watson stat		0.624163
Prob(F-statistic)	0.000000			

## Anexo 27: Test de heterocedasticidad de Breusch Pagan- Godfrey (IDA-LPBI)

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey				
F-statistic	0.114504	Prob. F(1,25)		0.7379
Obs*R-squared	0.123100	Prob. Chi-Square(1)		0.7257
Scaled explained SS	0.040769	Prob. Chi-Square(1)		0.8400
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 10/17/18 Time: 18:05				
Sample: 1 27				
Included observations: 27				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.004237	0.025456	-0.166450	0.8691
LPBI	0.000687	0.002029	0.338384	0.7379
R-squared	0.004559	Mean dependent var		0.004373
Adjusted R-squared	-0.035258	S.D. dependent var		0.003917
S.E. of regression	0.003985	Akaike info criterion		8.141256
Sum squared resid	0.000397	Schwarz criterion		8.045268
Log likelihood	111.9070	Hannan-Quinn criter.		8.112714
F-statistic	0.114504	Durbin-Watson stat		1.721407
Prob(F-statistic)	0.737899			

Como el Prob.Chi-Square(1) es 0.8400 mayor a 0,05 por lo tanto se concluye que el modelo de Koyhck tiene varianza homocedástica.

## Anexo 28: Test de Ramsey (IDA-LPBI)

Ramsey RESET Test  
 Equation: EQ\_1  
 Specification: IDA C LPBI  
 Omitted Variables: Squares of fitted values

	Value	df	Probability
t-statistic	0.001769	24	0.9986
F-statistic	3.13E-06	(1, 24)	0.9986
Likelihood ratio	3.52E-06	1	0.9985

F-test summary:

	Sum of Sq.	df	Mean Squares
Test SSR	1.54E-08	1	1.54E-08
Restricted SSR	0.118065	25	0.004723
Unrestricted SSR	0.118065	24	0.004919

LR test summary:

	Value	df
Restricted LogL	35.02547	25
Unrestricted LogL	35.02547	24

Unrestricted Test Equation:  
 Dependent Variable: IDA  
 Method: Least Squares  
 Sample: 1 27  
 Included observations: 27

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-8.665881	1.974132	-4.389716	0.0002
LPBI	0.731239	0.162738	4.493338	0.0002
FITTED^2	-0.000367	0.207201	-0.001769	0.9986
R-squared	0.945835	Mean dependent var		0.504809
Adjusted R-squared	0.941321	S.D. dependent var		0.289544
S.E. of regression	0.070138	Akaike info criterion		-2.372257
Sum squared resid	0.118065	Schwarz criterion		-2.228275
Log likelihood	35.02547	Hannan-Quinn criter.		-2.329444
F-statistic	209.5451	Durbin-Watson stat		0.624149
Prob(F-statistic)	0.000000			

Como el estadístico de prueba es 0.9986 mayor a 0.05, se concluye que existe linealidad entre los parámetros (el modelo está correctamente especificado).

## Anexo 29: Test de Raíz Unitaria para el término de error (IDA-LPBI)

### Modelo auxiliar con intercepto

Null Hypothesis: ERROR\_1 has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 5 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.070788	0.0445
Test critical values:		
1% level	-3.788030	
5% level	-3.012363	
10% level	-2.646119	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(ERROR\_1)

Method: Least Squares

Date: 10/17/18 Time: 21:32

Sample (adjusted): 7 27

Included observations: 21 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ERROR_1(-1)	-0.940381	0.306234	-3.070788	0.0083
D(ERROR_1(-1))	0.565262	0.272290	2.075955	0.0568
D(ERROR_1(-2))	0.608086	0.266312	2.283359	0.0385
D(ERROR_1(-3))	0.323438	0.260741	1.240456	0.2352
D(ERROR_1(-4))	0.356272	0.251810	1.414844	0.1790
D(ERROR_1(-5))	0.439258	0.243760	1.802008	0.0931
C	-0.001270	0.011712	-0.108438	0.9152
R-squared	0.427456	Mean dependent var		-0.005239
Adjusted R-squared	0.182080	S.D. dependent var		0.058598
S.E. of regression	0.052995	Akaike info criterion		-2.776029
Sum squared resid	0.039319	Schwarz criterion		-2.427855
Log likelihood	36.14830	Hannan-Quinn criter.		-2.700466
F-statistic	1.742044	Durbin-Watson stat		2.140138
Prob(F-statistic)	0.183696			

## Modelo auxiliar con intercepto y tendencia

Null Hypothesis: ERROR\_1 has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 5 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	3.114155	0.0286
Test critical values:		
1% level	4.467895	
5% level	3.644963	
10% level	3.261452	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.  
 Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(ERROR\_1)  
 Method: Least Squares  
 Date: 10/17/18 Time: 21:34  
 Sample (adjusted): 7 27  
 Included observations: 21 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ERROR_1(-1)	-0.982187	0.315394	3.114155	0.0082
D(ERROR_1(-1))	0.573913	0.276511	2.075552	0.0583
D(ERROR_1(-2))	0.617157	0.270474	2.281764	0.0400
D(ERROR_1(-3))	0.353526	0.267412	1.322028	0.2089
D(ERROR_1(-4))	0.379243	0.257225	1.474360	0.1642
D(ERROR_1(-5))	0.461419	0.248991	1.853157	0.0867
C	0.023442	0.034093	0.687603	0.5038
@TREND("1")	-0.001540	0.001991	0.773356	0.4531

## Modelo auxiliar con rezago

Null Hypothesis: ERROR\_1 has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 5 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.204134	0.0028
Test critical values:		
1% level	-2.679735	
5% level	-1.958088	
10% level	-1.607830	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(ERROR\_1)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 7 27

Included observations: 21 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ERROR_1(-1)	-0.943673	0.294517	-3.204134	0.0059
D(ERROR_1(-1))	0.567895	0.262119	2.166553	0.0468
D(ERROR_1(-2))	0.609099	0.257231	2.367903	0.0318
D(ERROR_1(-3))	0.324040	0.251949	1.286135	0.2179
D(ERROR_1(-4))	0.356489	0.243366	1.464824	0.1636
D(ERROR_1(-5))	0.438703	0.235542	1.862528	0.0822
R-squared	0.426975	Mean dependent var		-0.005239
Adjusted R-squared	0.235967	S.D. dependent var		0.058598
S.E. of regression	0.051220	Akaike info criterion		-2.870427
Sum squared resid	0.039352	Schwarz criterion		-2.571992
Log likelihood	36.13949	Hannan-Quinn criter.		-2.805659
Durbin-Watson stat	2.136829			



### Anexo 30: Cointegración (IDA-LPBI)

Dependent Variable: IDA  
 Method: Fully Modified Least Squares (FMOLS)  
 Date: 11/07/18 Time: 15:55  
 Sample (adjusted): 2 27  
 Included observations: 26 after adjustments  
 Cointegrating equation deterministics: C  
 Long-run covariance estimate (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth  
 = 3.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LPBI	0.725534	0.053887	13.46404	0.0000
C	-8.587681	0.677334	-12.67865	0.0000
R-squared	0.939818	Mean dependent var		0.522567
Adjusted R-squared	0.937311	S.D. dependent var		0.279884
S.E. of regression	0.070077	Sum squared resid		0.117858
Long-run variance	0.010151			

### Anexo 31: Correlograma del cuadrado de residuales (IDA-LPBI)

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	
		1	0.211	0.211	1.2983	0.255
		2	0.446	0.420	7.3330	0.026
		3	-0.230	-0.475	9.0111	0.029
		4	-0.037	-0.124	9.0559	0.060
		5	-0.483	-0.216	17.152	0.004
		6	-0.095	0.066	17.481	0.008
		7	-0.284	0.022	20.574	0.004
		8	0.133	0.024	21.293	0.006
		9	0.013	0.050	21.300	0.011
		10	0.156	-0.217	22.412	0.013
		11	-0.021	-0.050	22.434	0.021
		12	-0.032	-0.116	22.486	0.032
		13	-0.164	-0.037	23.984	0.031
		14	-0.167	-0.081	25.674	0.028
		15	-0.204	-0.173	28.418	0.019
		16	-0.158	-0.135	30.243	0.017
		17	0.011	0.057	30.252	0.025
		18	0.055	0.012	30.529	0.033
		19	0.132	-0.138	32.346	0.029
		20	0.101	-0.063	33.590	0.029
		21	0.079	-0.106	34.504	0.032
		22	0.047	0.062	34.911	0.040
		23	0.026	0.028	35.081	0.051
		24	-0.016	-0.051	35.174	0.066
		25	-0.021	-0.090	35.493	0.080

\*Probabilities may not be valid for this equation specification.

## Anexo 32: Test de cointegración uniecuacional de Engle-Granger

Cointegration Test - Engle-Granger

Equation: UNTITLED  
 Specification: LPBI IDA C  
 Cointegrating equation deterministics: C  
 Null hypothesis: Series are not cointegrated  
 Automatic lag specification (lag=0 based on Akaike Info Criterion,  
 maxlag=5)

	Value	Prob.*
Engle-Granger tau-statistic	-1.866330	0.6028
Engle-Granger z-statistic	-7.301064	0.4944

\*MacKinnon (1996) p-values.

Intermediate Results:

Rho - 1	-0.280810
Rho S.E.	0.150461
Residual variance	0.004367
Long-run residual variance	0.004367
Number of lags	0
Number of observations	26
Number of stochastic trends**	2

\*\*Number of stochastic trends in asymptotic distribution.

Engle-Granger Test Equation:  
 Dependent Variable: D(RESID)  
 Method: Least Squares  
 Sample (adjusted): 2 27  
 Included observations: 26 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RESID(-1)	-0.280810	0.150461	-1.866330	0.0738
R-squared	0.118320	Mean dependent var		0.004641
Adjusted R-squared	0.118320	S.D. dependent var		0.070380
S.E. of regression	0.066086	Akaike info criterion		-2.558030
Sum squared resid	0.109183	Schwarz criterion		-2.509642
Log likelihood	34.25439	Hannan-Quinn criter.		-2.544096
Durbin-Watson stat	1.716772			

El test de los errores presenta un bajo coeficiente de bondad de ajuste  $R^2=11.83\%$ , asimismo el estadístico Durbin Watson es igual a 1.71 el cual es muy cercano a 2, indicando que no hay autocorrelación.

### Anexo 33: Causalidad de Granger (IDS-IDA)

Pairwise Granger Causality Tests  
 Date: 10/17/18 Time: 22:11  
 Sample: 1 27  
 Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
IDS does not Granger Cause IDA	25	2.02576	0.1581
IDA does not Granger Cause IDS		4.29952	0.0280

### Anexo 34: MCO (IDS-IDA)

Dependent Variable: IDS  
 Method: Least Squares  
 Date: 10/17/18 Time: 17:57  
 Sample: 1 27  
 Included observations: 27

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.727908	0.021742	33.47967	0.0000
IDA	-0.190580	0.037533	5.077720	0.0000
R-squared	0.507712	Mean dependent var		0.631702
Adjusted R-squared	0.488020	S.D. dependent var		0.077443
S.E. of regression	0.055413	Akaike info criterion		2.876829
Sum squared resid	0.076764	Schwarz criterion		2.780841
Log likelihood	40.83719	Hannan-Quinn criter.		2.848287
F-statistic	25.78324	Durbin-Watson stat		0.612946
Prob(F-statistic)	0.000030			

### Anexo 35: Test de Heterocedasticidadde Breush -Pagan-Godfrey (IDS-IDA)

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	0.196218	Prob. F(1,25)	0.6616
Obs*R-squared	0.210266	Prob. Chi-Square(1)	0.6466
Scaled explained SS	0.103807	Prob. Chi-Square(1)	0.7473

Test Equation:  
 Dependent Variable: RESID^2  
 Method: Least Squares  
 Date: 10/17/18 Time: 18:06  
 Sample: 1 27  
 Included observations: 27

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.003321	0.001239	2.680227	0.0128
IDA	-0.000948	0.002139	0.442965	0.6616
R-squared	0.007788	Mean dependent var		0.002843
Adjusted R-squared	-0.031901	S.D. dependent var		0.003109
S.E. of regression	0.003158	Akaike info criterion		-8.606273
Sum squared resid	0.000249	Schwarz criterion		-8.510285
Log likelihood	118.1847	Hannan-Quinn criter.		-8.577731
F-statistic	0.196218	Durbin-Watson stat		1.593524
Prob(F-statistic)	0.661600			

Como el Prob.Chi-Square(1) es 0.7473 mayor a 0,05 por lo tanto se concluye que el modelo de Koyhck tiene varianza homocedástica.

### Anexo 36: Test de Ramsey (IDS-IDA)

Ramsey RESET Test  
 Equation: EQ\_2  
 Specification: IDS C IDA  
 Omitted Variables: Squares of fitted values

	Value	df	Probability
t-statistic	2.834344	24	0.0692
F-statistic	8.033504	(1, 24)	0.0692
Likelihood ratio	7.795670	1	0.0652

F-test summary:

	Sum of Sq.	df	Mean Squares
Test SSR	0.019251	1	0.019251
Restricted SSR	0.076764	25	0.003071
Unrestricted SSR	0.057513	24	0.002396

LR test summary:

	Value	df
Restricted LogL	40.83719	25
Unrestricted LogL	44.73503	24

Unrestricted Test Equation:  
 Dependent Variable: IDS  
 Method: Least Squares  
 Sample: 1 27  
 Included observations: 27

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.217503	1.936909	3.210013	0.0037
IDA	-2.703702	0.887288	-3.047153	0.0055
FITTED^2	-10.50042	3.704709	-2.834344	0.0692

R-squared	0.631170	Mean dependent var	0.631702
Adjusted R-squared	0.600434	S.D. dependent var	0.077443
S.E. of regression	0.048953	Akaike info criterion	-3.091483
Sum squared resid	0.057513	Schwarz criterion	-2.947502
Log likelihood	44.73503	Hannan-Quinn criter.	-3.048670
F-statistic	20.53530	Durbin-Watson stat	0.788783
Prob(F-statistic)	0.000006		

Como el estadístico de prueba es 0.0692 mayor a 0.05, se concluye que existe linealidad entre los parámetros (el modelo está correctamente especificado).

### Anexo 37: Test de raíz unitaria para el término de error (IDS-IDA)

#### Modelo auxiliar con intercepto

Null Hypothesis: ERROR\_2 has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.006568	0.0823
Test critical values:		
1% level	-3.711457	
5% level	-2.981038	
10% level	-2.629906	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.  
 Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(ERROR\_2)  
 Method: Least Squares  
 Date: 10/17/18 Time: 21:36  
 Sample (adjusted): 2 27  
 Included observations: 26 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ERROR_2(-1)	-0.309321	0.154154	-2.006568	0.0562
C	-4.48E-05	0.008047	-0.005573	0.9956
R-squared	0.143662	Mean dependent var		0.000961
Adjusted R-squared	0.107981	S.D. dependent var		0.043372
S.E. of regression	0.040963	Akaike info criterion		3.478469
Sum squared resid	0.040272	Schwarz criterion		3.381692
Log likelihood	47.22010	Hannan-Quinn criter.		3.450601
F-statistic	4.026315	Durbin-Watson stat		2.024496
Prob(F-statistic)	0.056189			

## Modelo auxiliar con intercepto y tendencia

Null Hypothesis: ERROR\_2 has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 5 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.740126	0.0418
Test critical values:		
1% level	-4.467895	
5% level	-3.644963	
10% level	-3.261452	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(ERROR\_2)

Method: Least Squares

Date: 10/17/18 Time: 21:35

Sample (adjusted): 7 27

Included observations: 21 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ERROR_2(-1)	-1.327745	0.355000	-3.740126	0.0025
D(ERROR_2(-1))	0.445991	0.283400	1.573716	0.1396
D(ERROR_2(-2))	0.594925	0.246452	2.413959	0.0313
D(ERROR_2(-3))	0.491578	0.229280	2.144004	0.0515
D(ERROR_2(-4))	0.593215	0.229026	2.590172	0.0224
D(ERROR_2(-5))	0.462069	0.217650	2.122988	0.0535
C	0.065388	0.029560	2.212061	0.0455
@TREND("1")	-0.003607	0.001624	-2.220848	0.0447
R-squared	0.588055	Mean dependent var		-0.006283
Adjusted R-squared	0.366238	S.D. dependent var		0.044508
S.E. of regression	0.035433	Akaike info criterion		-3.560026
Sum squared resid	0.016321	Schwarz criterion		-3.162113
Log likelihood	45.38028	Hannan-Quinn criter.		-3.473669
F-statistic	2.651087	Durbin-Watson stat		2.015207
Prob(F-statistic)	0.061319			

## Modelo auxiliar con rezago

Null Hypothesis: ERROR\_2 has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.1, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*		
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.051568	0.0406		
Test critical values:				
1% level	-2.656915			
5% level	-1.954414			
10% level	-1.609329			
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(ERROR_2)				
Method: Least Squares				
Date: 10/17/18 Time: 21:35				
Sample (adjusted): 2 27				
Included observations: 26 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ERROR_2(-1)	-0.309370	0.150797	-2.051568	0.0508
R-squared	0.143661	Mean dependent var		-0.000961
Adjusted R-squared	0.143661	S.D. dependent var		0.043372
S.E. of regression	0.040136	Akaike info criterion		-3.555391
Sum squared resid	0.040272	Schwarz criterion		-3.507002
Log likelihood	47.22008	Hannan-Quinn criter.		-3.541457
Durbin-Watson stat	2.024392			

## Anexo 38: Cointegración (IDS-IDA)

Dependent Variable: IDS  
 Method: Fully Modified Least Squares (FMOLS)  
 Sample (adjusted): 2 27  
 Included observations: 26 after adjustments  
 Cointegrating equation deterministics: C  
 Long-run covariance estimate (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 3.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IDA	-0.214371	0.055560	-3.858353	0.0008
C	0.736931	0.032795	22.47111	0.0000
R-squared	0.517168	Mean dependent var		0.6303
Adjusted R-squared	0.497050	S.D. dependent var		17
S.E. of regression	0.055767	Sum squared resid		0.0786
Long-run variance	0.006045			35
				0.0746
				40



### Anexo 39: Correlograma del cuadrado de residuales (IDS-IDA)

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	
		1	0.162	0.162	0.7661	0.381
		2	-0.010	-0.038	0.7693	0.681
		3	-0.148	-0.144	1.4597	0.692
		4	-0.235	-0.197	3.2838	0.512
		5	-0.126	-0.072	3.8338	0.574
		6	0.454	0.501	11.326	0.079
		7	-0.005	-0.277	11.327	0.125
		8	-0.041	-0.126	11.396	0.180
		9	-0.096	0.019	11.788	0.226
		10	-0.109	0.145	12.329	0.264
		11	-0.081	-0.038	12.648	0.317
		12	0.237	-0.117	15.576	0.211
		13	-0.043	-0.019	15.679	0.267
		14	-0.222	-0.254	18.668	0.178
		15	-0.173	-0.031	20.650	0.148
		16	-0.158	-0.096	22.458	0.129
		17	-0.053	0.012	22.683	0.160
		18	0.187	-0.088	25.849	0.103
		19	0.102	0.024	26.940	0.106
		20	-0.030	0.134	27.053	0.134
		21	-0.060	-0.106	27.577	0.153
		22	-0.093	-0.014	29.159	0.140
		23	-0.035	-0.004	29.449	0.166
		24	0.045	-0.018	30.178	0.179
		25	0.030	-0.114	30.844	0.194

\*Probabilities may not be valid for this equation specification.

## Anexo 40: Test de cointegración uniecuacional de Engle-Granger (IDS-IDA)

Cointegration Test - Engle-Granger  
 Date: 10/24/18 Time: 20:49  
 Equation: UNTITLED  
 Specification: IDS IDA C  
 Cointegrating equation deterministics: C  
 Null hypothesis: Series are not cointegrated  
 Automatic lag specification (lag=0 based on Schwarz Info Criterion,  
 maxlag=5)

	Value	Prob.*
Engle-Granger tau-statistic	-2.051568	0.5119
Engle-Granger z-statistic	-8.043620	0.4310

\*MacKinnon (1996) p-values.

### Intermediate Results:

Rho - 1	-0.309370
Rho S.E.	0.150797
Residual variance	0.001611
Long-run residual variance	0.001611
Number of lags	0
Number of observations	26
Number of stochastic trends**	2

\*\*Number of stochastic trends in asymptotic distribution.

Engle-Granger Test Equation:  
 Dependent Variable: D(RESID)  
 Method: Least Squares  
 Date: 10/24/18 Time: 20:49  
 Sample (adjusted): 2 27  
 Included observations: 26 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RESID(-1)	-0.309370	0.150797	-2.051568	0.0508
R-squared	0.143661	Mean dependent var		-0.000961
Adjusted R-squared	0.143661	S.D. dependent var		0.043372
S.E. of regression	0.040136	Akaike info criterion		-3.555391
Sum squared resid	0.040272	Schwarz criterion		-3.507002
Log likelihood	47.22008	Hannan-Quinn criter.		-3.541457
Durbin-Watson stat	2.024392			

El test de los errores presenta un bajo coeficiente de bondad de ajuste  $R^2=14.37\%$ , asimismo el estadístico Durbin Watson es igual a 2.02 el cual es muy cercano a 2, indicando que no hay autocorrelación.

**ANEXO 21**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

TEMA	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	ITEM
RELACION ENTRE EL PBI, DETERIORO AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE 1990-2018	<b>P.G.</b> ¿Cuál es el impacto que genera el crecimiento del PBI en la conservación del medio ambiente?	<b>OG.</b> Comprobar y explicar la existencia de la relación entre el crecimiento del PBI y degradación ambiental en el Perú, sustentada por un modelo dinámico en el periodo 1991 – 2018.	<b>HG:</b> El crecimiento económico afecta de manera directa al deterioro ambiental y el deterioro ambiental de manera indirecta al desarrollo sostenible en el Perú.	Logaritmo del Producto Bruto Interno	$LPBI = Log(PBI)$	Cuantitativa continúa.

	<p><b>P.E</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ PE1: ¿Se cumple la Curva Ambiental de Kuznets a largo plazo en el Perú?</li> <li>▪ PE2: ¿Se puede llegar a un escenario de crecimiento económico y desarrollo sostenible simultáneo?</li> <li>▪ PE3: ¿Existe un escenario de industrialización que justifique la explotación?</li> </ul>	<p><b>OE.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Evaluar el impacto del PBI en el deterioro ambiental en el Perú.</li> <li>▪ Evaluar el impacto del deterioro ambiental en el desarrollo sostenible de la sociedad peruana.</li> <li>▪ Demostrar la no existencia de la Curva Ambiental de Kuznets en el largo plazo en el Perú.</li> </ul>	<p>Hipótesis específicas:</p> <p>HE1: En el Perú el crecimiento del PBI afecta de manera directa en la degradación ambiental tanto en el corto y largo plazo.</p> <p>HE2: La degradación ambiental y el desarrollo sostenible de la sociedad presentan una relación indirecta tanto en el corto y largo plazo.</p>	<p>Índice de Desarrollo Sostenible</p>	$IDS = \frac{ID_{económico} + ID_{social} + ID_{ambiental}}{3}$	<p>Cuantitativa discreta (solo toma valores entre 0 y 1)</p>
				<p>Índice de Deterioro Ambiental</p>	$IDA = \frac{IC_{agua} + IC_{aire} + IC_{suelo}}{3}$	<p>Cuantitativa discreta (solo toma valores entre 0 y 1)</p>

			HE3: El Perú está lejos a llegar a ser un país industrializado.			
--	--	--	-----------------------------------------------------------------	--	--	--

**Fuente: Bach. ALANYA ASTO, Edgar Ja**