



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

**FACULTAD JURÍDICA SOCIAL Y ADMINISTRATIVA**

**CARRERA DE ECONOMÍA**

**Título:**

**“RELACIÓN ENTRE LAS TASAS DE CRECIMIENTO DE URBANIZACIÓN,  
CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, CAPITAL HUMANO Y EMISIONES DE  
CO<sub>2</sub>, A TRAVÉS DE UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN PARA DATOS DE  
PANEL A NIVEL MUNDIAL, PERÍODO 1986-2016”**

*Tesis previa a la obtención del grado de Economista*

**Autor:** Ramiro Alejandro Ramos Arias

**Director:** Econ. José Rafael Alvarado López, Mg. Sc.

**LOJA – ECUADOR**

**2019**

## CERTIFICACIÓN

Loja, 15 de mayo de 2019


Econ. Rafael Alvarado López, Mg. Sc.

DOCENTE DE LA CARRERA DE ECONOMÍA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

CERTIFICA:

Que el trabajo de tesis titulado **“RELACIÓN ENTRE LAS TASAS DE CRECIMIENTO DE URBANIZACIÓN, CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, CAPITAL HUMANO Y EMISIONES DE CO<sub>2</sub>, A TRAVÉS DE UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN PARA DATOS DE PANEL A NIVEL MUNDIAL, PERÍODO 1986-2016”** desarrollado por Ramiro Alejandro Ramos Arias, egresado de la carrera de Economía previo a la obtención del Grado de Economista; ha sido realizado bajo mi dirección, control y supervisión, cumpliendo los requerimientos establecidos en el Reglamento de Régimen Académico de la Universidad Nacional de Loja por lo que autorizo su presentación ya que se encuentra finalizada en un 100%.

Particular que informo para los fines pertinentes.



Eco. Rafael Alvarado López, Mg. Sc.

**DIRECTOR DE TESIS**

## AUTORÍA

Yo, Ramiro Alejandro Ramos Arias, declaro ser el autor del presente trabajo de Tesis, titulado **“RELACIÓN ENTRE LAS TASAS DE CRECIMIENTO DE URBANIZACIÓN, CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, CAPITAL HUMANO Y EMISIONES DE CO<sub>2</sub>, A TRAVÉS DE UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN PARA DATOS DE PANEL A NIVEL MUNDIAL, PERÍODO 1986-2016”** y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Autor: Ramiro Alejandro Ramos Arias

Firma:  .....

Cédula: 1104532369

Fecha: 05 de agosto de 2019

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,  
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL  
TEXTO COMPLETO**

Yo, Ramiro Alejandro Ramos Arias, declaro ser el autor de la Tesis titulada: “**RELACIÓN ENTRE LAS TASAS DE CRECIMIENTO DE URBANIZACIÓN, CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, CAPITAL HUMANO Y EMISIONES DE CO<sub>2</sub>, A TRAVÉS DE UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN PARA DATOS DE PANEL A NIVEL MUNDIAL, PERÍODO 1986-2016**” como requisito para obtener el grado de ECONOMISTA.

Además, autorizo al sistema bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Digital Institucional. Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio, copias de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 5 días del mes de agosto del dos mil diecinueve, firma el autor.

**Firma:**

**Autor:** Ramiro Alejandro Ramos Arias

**Cédula:** 1104532369

**Dirección:** Eduardo Mora Moreno y Manizales

**Correo Electrónico:** ramiro.ramos@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0988575425

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Director de Tesis:** Econ. José Rafael Alvarado López, Mg. Sc.

**Tribunal de grado:**

Econ. Karen Gabriela Iñiguez Cueva, Mg. Sc.

**Presidenta**

Econ. Wilfrido Ismael Torres Ontaneda, Mg. Sc

**Vocal 1.**

Econ. Jorge Eduardo Flores Chamba, Mg. Sc.

**Vocal 2**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de investigación a mi familia y amigos quienes fueron el soporte y apoyo para culminar mis estudios.

A aquellos hombres y aquellas mujeres que hicieron de la ciencia, del arte y de la música un cúmulo de conocimientos, experiencias y emociones que me permiten continuar adelante.

*Alejandro Ramos*

## **AGRADECIMIENTO**

Mi gratitud:

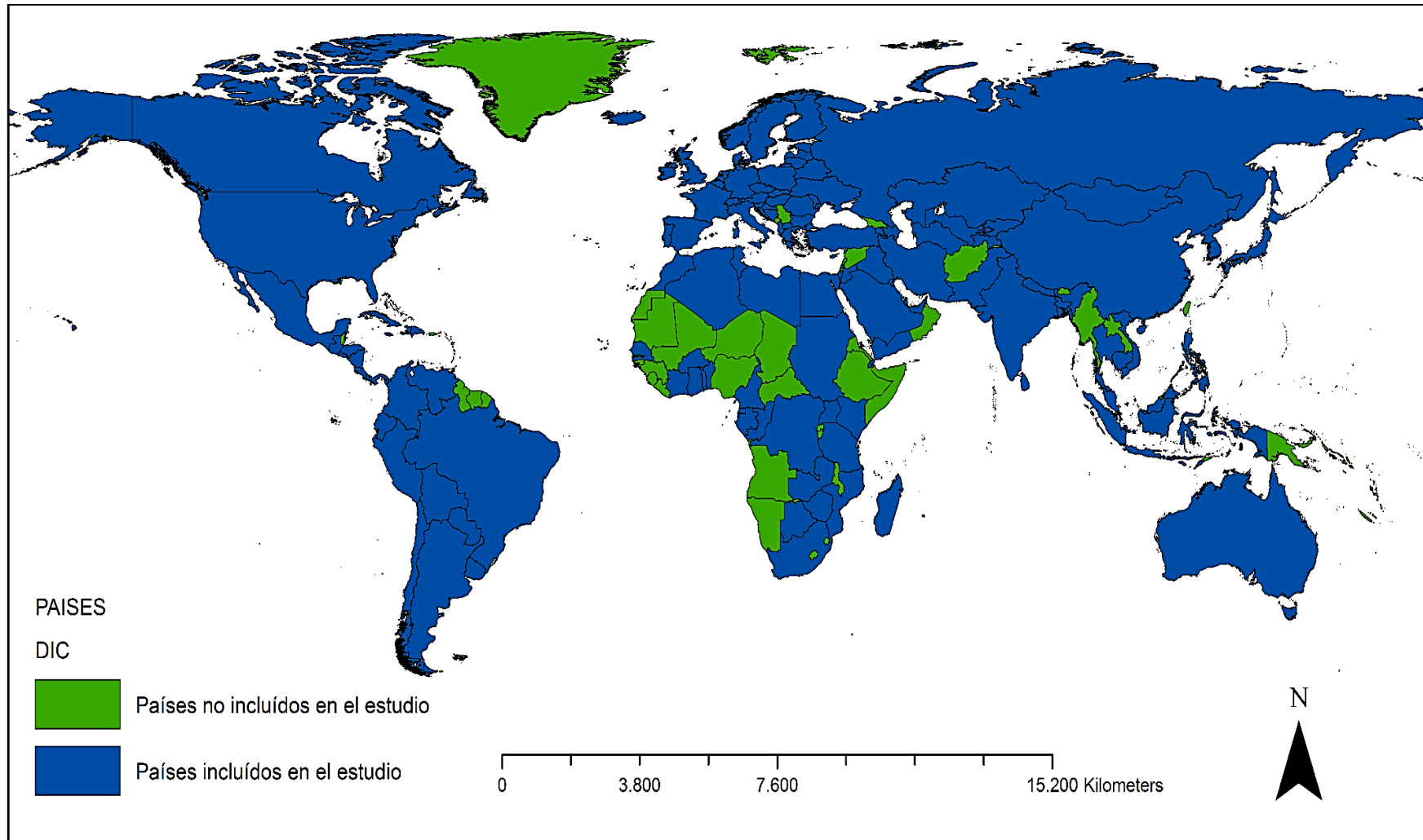
A la Universidad Nacional de Loja y a la Facultad de Economía por permitirme una formación profesional, moral y ética durante el transcurso de mis estudios.

A mi Director de Tesis, Econ. Rafael Alvarado, quien además de ser parte de mi formación como profesional, dedicó su tiempo en la guía el para el cumplimiento de esta investigación.

A mis amigos, compañeros y compañeras que me brindaron apoyo durante mi formación como profesional.

ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA INVESTIGACIÓN										
BIBLIOTECA: Facultad Jurídica, Social y Administrativa										
TIPO DE DOCUMENTO	AUTOR/NOMBRE DEL DOCUMENTO	FUENTE	FECHA AÑO	ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA INVESTIGACIÓN						NOTAS OBSERVACIÓN
				INTERNACIONAL	NACIONAL	REGIONAL	CANTÓN	PARROQUIA	OTRAS DEGRADACIONES	
TESIS	Ramiro Alejandro Ramos Arias: " RELACIÓN ENTRE LAS TASAS DE CRECIMIENTO DE URBANIZACIÓN, CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, CAPITAL HUMANO Y EMISIONES DE CO2, A TRAVÉS DE UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN PARA DATOS DE PANEL A NIVEL MUNDIAL, PERÍODO 1986-2016"	UNL	2019	114 países: PIB's <sup>1</sup> PIMA <sup>2</sup> PIMA <sup>3</sup> PIA <sup>4</sup>	--	--	--	--	--	Economista

<sup>1</sup>PIB's = Países de ingresos bajos<sup>2</sup>PIMB = Países de ingresos medios bajos<sup>3</sup>PIMA = Países de ingresos medios altos<sup>4</sup>PIA = Países de ingresos altos



**Figura 1.** *Ámbito geográfico de la investigación*

**Fuente:** Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017).



## ESQUEMA DE CONTENIDOS

PORTADA .....	i
CERTIFICACIÓN .....	ii
AUTORÍA.....	iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	vii
ESQUEMA DE CONTENIDOS.....	ix
a. TÍTULO .....	1
b. RESUMEN .....	2
ABSTRACT .....	3
c. INTRODUCCIÓN .....	4
d. REVISIÓN DE LITERATURA .....	8
e. MATERIALES Y MÉTODOS .....	28
f. RESULTADOS.....	36
g. DISCUSIÓN .....	54
h. CONCLUSIONES .....	62
i. RECOMENDACIONES.....	65
j. BIBLIOGRAFÍA .....	66
k. ANEXOS .....	76

**a. TÍTULO**

“RELACIÓN ENTRE LAS TASAS DE CRECIMIENTO DE URBANIZACIÓN, CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, CAPITAL HUMANO Y EMISIONES DE CO<sub>2</sub>, A TRAVÉS DE UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN PARA DATOS DE PANEL A NIVEL MUNDIAL, PERÍODO 1986-2016”

## **b. RESUMEN**

Existe evidencia empírica que indica que el aumento de la urbanización, la producción y consumo de energía tiene un efecto positivo en la contaminación ambiental, la misma que se concentra en mayor parte en aquellos países cuyo sector industrial es elevado. Bajo este contexto el objetivo de esta investigación es examinar la relación entre las emisiones de CO<sub>2</sub>, la tasa de crecimiento de la urbanización, el consumo de energía eléctrica y el capital humano en 114 países a nivel mundial clasificados de acuerdo a su nivel de ingreso per cápita utilizando el método ATLAS del Banco Mundial (2017) durante el periodo 1986-2016 a través de un análisis de cointegración y causalidad. Los resultados obtenidos sugieren que las tasas de crecimiento de emisiones de CO<sub>2</sub>, urbanización, consumo de energía eléctrica y capital humano tienen una relación de equilibrio en el corto y largo plazo. Los resultados del test de causalidad indican que existe causalidad bidireccional entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y la Urbanización, entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y el Consumo de energía eléctrica y entre las Emisiones de CO<sub>2</sub> y el Capital humano para todos los grupos de ingresos excepto para los países de ingresos bajos. Se sugieren políticas enfocadas al mejoramiento de la estructura industrial, junto con una mayor eficiencia en la producción de energía eléctrica, además de aumentar la participación de las energías renovables para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Palabras clave:** Contaminación ambiental. Urbanización. Consumo de energía. Capital humano. Cointegración. Causalidad.

**Clasificación JEL:** C23. Q5. O18. Q4. J24.

## **ABSTRACT**

There is empirical evidence that the increase in urbanization, energy production and consumption has a positive effect on environmental pollution, which is concentrated mostly in countries with a high industrial sector. In this context, the objective of this research is to examine the relationship between CO<sub>2</sub> emissions, the growth rate of urbanization, electricity consumption and human capital in 114 countries worldwide classified according to their level of per capita income using the World Bank's ATLAS method (2017) during the period 1986-2016 through a co-integration and causality analysis in order to propose policies to reduce CO<sub>2</sub> emissions and thus mitigate the adverse effects of climate change. The results obtained suggest that the growth rates of CO<sub>2</sub> emissions, urbanization, electricity consumption and human capital have a balance relationship in the short and long term. The results of the causality test indicate that there is bi-directional causality between CO<sub>2</sub> emissions and Urbanization, between CO<sub>2</sub> emissions and Electricity Consumption, and between CO<sub>2</sub> Emissions and Human Capital for all income groups except low-income countries. Policies aimed at improving the industrial structure are suggested, along with greater efficiency in electricity production, as well as increasing the share of renewable energy to reduce CO<sub>2</sub> emissions.

**Key words:** Energy consumption. Human capital. Cointegration. Causality.

**JEL Classification:** C23. Q5. O18. Q4. J24.

### **c. INTRODUCCIÓN**

El cambio climático y su relación con las emisiones de gases de efecto invernadero es un tema coyuntural que afecta a las economías a nivel mundial. De acuerdo con los datos del Banco Mundial (2018) las emisiones de dióxido de carbono per cápita en 2014 fueron de 4.97 toneladas métricas siendo un aumento del 23% respecto de las emisiones de dióxido de carbono per cápita a inicios del siglo XXI, en el cual las emisiones fueron de 4.03 toneladas métricas, mientras que por otro lado, la población urbana también ha crecido en los últimos 50 años, este crecimiento pasó de 33,61% en 1960 a 54,37% en 2016, Jedwab y Vollrath (2015) consideran que la urbanización aumenta conforme aumenta el ingreso per cápita de un país, esto debido a la movilización de la población hacia estos sectores en donde se crean nuevas fuentes de empleo y la implementación de conjuntos residenciales.

La urbanización como un proceso común que busca la expansión y creación de áreas urbanas desencadena un aumento del uso de los recursos energéticos lo que a su vez provoca un deterioro de la calidad del ambiente al verse aumentadas las emisiones de CO<sub>2</sub>. Tanto la urbanización como el consumo de energía eléctrica tienen una relación positiva en el aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Chen, Jin y Lu (2018) consideran que la urbanización está relacionada positivamente con el ingreso per cápita y la transformación del paisaje, lo que aumentará el consumo total de energía. El cambio climático y el calentamiento global como amenazas clave para las sociedades humanas están esencialmente asociados al consumo de energía y a las emisiones de CO<sub>2</sub> (Mirzaei y Bekri 2017). Sin embargo, este hecho no puede considerarse una desventaja neta, la urbanización es en parte un determinante de la disminución de la desigualdad e integración social y económica, el sector de la población que migra de las áreas rurales hacia las ciudades experimenta una integración con el sistema de educación, de salud, mejorando así su calidad de vida. Por otra parte, el progreso tecnológico atañe primordialmente al sector

urbano de una sociedad mejorando su nivel de telecomunicaciones y de productividad aumentado su crecimiento y desarrollo económico.

En este contexto, el objetivo de esta investigación es examinar la relación entre la urbanización, el consumo de energía eléctrica y el capital humano en las emisiones de CO<sub>2</sub>, además del nexo causal entre las mismas, para 114 países a nivel mundial durante el período 1986-2016. En esta investigación se clasificó a los países por grupos de ingresos de acuerdo a la metodología ATLAS del Banco Mundial (2017) en países de ingresos bajos (PIBs), países de ingresos medios bajos (PIMB), países de ingresos medios altos (PIMA), y países de ingresos altos (PIA). La estrategia metodológica se divide en 5 partes, en la primera, se planteó un modelo de regresión mediante Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS) en datos de panel para verificar la dirección de la relación entre las variables. En segundo lugar, se realizó el test de raíz unitaria tipo Fisher basado en las pruebas de Dickey y Fuller (1981) y Philips y Perron (1988). Los resultados que se obtuvieron con estas pruebas son contrastados con los resultados de las pruebas de Levine, Lin y Chu (2002), Im, Pesaran y Shin (2003) y Breitung (2000). En tercer lugar, se utilizó el modelo de cointegración de Westerlund (2007) para encontrar el equilibrio de corto plazo entre las variables y el modelo de cointegración de Pedroni (1999) para determinar el equilibrio de largo plazo, en cuarto lugar, se estimó un modelo de mínimos cuadrados ordinarios dinámicos para obtener la fuerza del vector de cointegración de manera individual para los países (DOLS) y por grupos de países (PDOLS). Finalmente se realizó el test de causalidad tipo Granger, a través de la prueba propuesta por Dumitrescu y Hurlin (2012).

Con base a la evidencia empírica analizada se establecen dos hipótesis: Primero, que existe una relación en el corto y largo plazo entre la urbanización, el consumo de energía eléctrica y el capital humano en las emisiones de CO<sub>2</sub>. Segundo que existe una relación de causalidad unidireccional o bidireccional entre la urbanización, el consumo de energía eléctrica, el capital

humano y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Para verificar estas hipótesis se establecieron los siguientes objetivos específicos: 1) Analizar la evolución y correlación entre las emisiones de CO<sub>2</sub>, urbanización, consumo de energía eléctrica y capital humano para 114 países a nivel mundial, en el período 1986-2016. 2) Estimar la relación de corto y largo plazo entre las emisiones de CO<sub>2</sub>, urbanización, consumo de energía eléctrica y capital humano para 114 países a nivel mundial, en el período 1986-2016. 3) Determinar la relación de causalidad entre las emisiones de CO<sub>2</sub>, urbanización, consumo de energía eléctrica y capital humano para 114 países a nivel mundial, en el período 1986-2016

Los resultados obtenidos indican que a nivel global y en todos los grupos de países, excepto en los PIB la tasa de crecimiento de la urbanización y el consumo de energía eléctrica tienen un efecto positivo en las emisiones de CO<sub>2</sub>, siendo solamente estadísticamente significativo el consumo de energía eléctrica, en los PIB la tasa de crecimiento de la urbanización tiene un efecto negativo y estadísticamente significativo en las emisiones de CO<sub>2</sub>. Mientras que por otro lado el capital humano tiene un efecto negativo y estadísticamente significativo a nivel global y en todos los grupos de países. Mediante la prueba de cointegración de Pedroni (1999) y Westerlund (2007) se encontró una relación de equilibrio de corto y largo plazo a nivel global y en todos los grupos de países. Se encontró además que la relación de causalidad entre las variables estudiadas presenta variaciones de acuerdo a los grupos de ingresos.

Una posible implicación de política derivada de esta investigación es que los países deben considerar el mejoramiento de la estructura de la industria junto con una mayor eficiencia en el uso de la energía y un consumo mesurado de la misma, además de aumentar la participación de las energías renovables para disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

El presente trabajo de investigación se desarrolla metodológicamente tomando en cuenta los siguientes apartados; en el apartado *d*, se presenta la revisión de literatura, en el que constan los

antecedentes, los cuales son investigaciones relacionadas con la temática de estudio, también se presenta la fundamentación teórica, que consiste en la descripción de las variables de estudio y la fundamentación legal en la que se describen estatutos, objetivos relacionados con la investigación. En el apartado *e*, se hace referencia a los materiales y métodos, el cual describe los principales métodos, técnicas, instrumentos, y tratamiento de los datos utilizados para el desarrollo de la presente investigación. En el apartado *f*, se describe los resultados, el cual presenta las tablas, gráficos, análisis e interpretación de los resultados obtenidos mediante el uso de técnicas de cointegración y causalidad para cumplir con cada uno de los objetivos específicos planteados en la investigación. El apartado *g*, muestra la discusión en el cual se realiza un contraste en base a los resultados obtenidos y la evidencia empírica recolectada en la investigación. En el apartado *h*, se muestran las conclusiones a partir de cada uno de los resultados obtenidos en la investigación. En el apartado *i*, se muestran las recomendaciones, aquí se consideran las posibles soluciones a la problemática e implicaciones de política derivadas de esta investigación para cada uno de los objetivos específicos. En el apartado *j*, se muestra la bibliografía, la cual está compuesta de todas las referencias bibliográficas consultadas para obtener información para el desarrollo de la investigación. Finalmente, el apartado *k*, muestra los anexos, en donde se enseña información adicional de la investigación como el proyecto de investigación y tablas que ayudaron al desarrollo de la investigación.



## **d. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **1. ANTECEDENTES**

El estudio de los factores que influyen en las emisiones de CO<sub>2</sub> tanto en economías desarrolladas como en economías en desarrollo se ha convertido en objeto de investigación en los últimos 50 años. En este sentido, la hipótesis medioambiental de Kuznets (1955) es una de las teorías más utilizadas para medir el impacto de la contaminación ambiental en el desarrollo de los países y es utilizada como contexto en el desarrollo de la presente investigación.

Kuznets (1955) estableció una relación entre el crecimiento económico y la desigualdad de ingresos, alegaba que los países en sus fases iniciales de desarrollo serían pobres y con ingresos igualitarios, sin embargo, cuando su desarrollo va aumentando, los ingresos se concentran y su distribución empeora, posteriormente conforme el desarrollo aumenta más, la distribución de los ingresos vuelve a ser igualitaria. El diagrama de esta relación se presenta como una U invertida.

Panayotou (1993) sugiere una relación en forma de U invertida entre la degradación ambiental y el desarrollo económico, utilizando datos de sección transversal sobre deforestación y contaminación del aire de una muestra de países en desarrollo y desarrollados, tienden a apoyar la hipótesis de una relación en forma de U invertida, denominada curva ambiental de Kuznets, que es análoga a la desarrollada por Kuznets (1955).

Ehrlich y Holdren (1971) fueron los primeros en considerar los efectos de la población en el consumo de energía y en las emisiones de CO<sub>2</sub>, concluyeron que precisamente el incremento de la población es el principal componente del deterioro ambiental. Los primeros en considerar los efectos del crecimiento de la población especialmente urbana en las emisiones de CO<sub>2</sub> y consumo de energía fueron los realizados por Daily y Ehrlich (1992), Dietz y Rosa (1997),

Cramer y Cheney (2000) y Cramer (2002), quienes sugieren que la elasticidad de las emisiones de CO<sub>2</sub> y el uso de energía con respecto a la población están cerca de la unidad. Otro estudio, uno de los primeros con datos de panel fue el de Shi (2003) en el que se reveló una relación directa entre los cambios de la población y las emisiones de dióxido de carbono en 93 países durante el período de 1975 a 1996, el impacto de la población en las emisiones ha sido más pronunciado en los países de bajos ingresos que en los países de mayores ingresos.

En otros estudios como los de Parikh y Shukla (1995) al relacionar el consumo de energía con la urbanización, encontraron que la urbanización afecta el uso de energía de tres maneras: primero, cambiando el uso de energía de los combustibles tradicionales a los combustibles modernos, en segundo lugar, aumentando la energía incorporada consumo a través de las demandas de bienes y servicios, y tercero, a través del consumo directo del hogar y del transporte. Considerando el crecimiento poblacional y por ende el aumento de las zonas urbanas el aumento del consumo de energía tanto de industrias y hogares desencadena un incremento en las emisiones de CO<sub>2</sub>.

La evidencia empírica se divide en tres partes la primera relaciona las emisiones de CO<sub>2</sub> y la urbanización, la segunda y tercera relaciona las emisiones de CO<sub>2</sub> con el consumo de energía y el capital humano respectivamente.

En primer lugar, se abarcan los estudios que relacionan las emisiones de CO<sub>2</sub> y la urbanización. La teoría tradicional contempla una relación positiva entre el aumento de la tasa de urbanización y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Xu, He y Long (2014) mencionan que el principal impulsor de las emisiones es el crecimiento económico, seguido del aumento de la población y los efectos de la estructura energética. En cambio, Behera y Dash (2017) encuentran en países del sur y sudeste asiático, una relación de largo plazo entre la urbanización y las emisiones de CO<sub>2</sub> independientemente de sus niveles de ingreso. Por su parte Rafiq, Salim y Nielsen, (2016)

sugieren que la urbanización aumenta significativamente la intensidad energética, pero es insignificante en el aumento de las emisiones en las economías emergentes, debido a que estos utilizan tecnologías más limpias. En los países como China donde el sector industrial es uno de los más grandes a nivel mundial existe una relación positiva entre la urbanización y las emisiones de CO<sub>2</sub> (Wang, Chen y Kubota. 2016; Bai, Deng, Gibson, Zhao y Xu, 2019). Por su parte, Chen, Jin y Lu (2018) consideran que la totalidad de las emisiones de CO<sub>2</sub> de un país están determinadas directamente por su consumo total de energía y su estructura energética, la urbanización puede afectar a ambos de forma multidimensional.

La mayoría de investigaciones previas muestran que el aumento de la urbanización aumenta las emisiones de CO<sub>2</sub> (ver Wang, Wu, Zhu y Wei, 2016; Wang, Li y Fang, 2017; Wang y Zhao, 2018; Wu, Shen, Zhang, Skitmore y Lu 2016; Adom, Kwakwa y Amankwaa, 2018). Por su parte, Raggad (2018) señala que el proceso de urbanización no influye significativamente en el aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> en países de ingresos altos como Arabia Saudita, pues considera que el aumento de la población urbana no ocasiona problemas ambientales.

Glaeser y Henderson (2017) señalan que el crecimiento de la urbanización produce beneficios estáticos y dinámicos, incluido un crecimiento económico más rápido. Chen, Zhang, Liu y Zhang (2014) apoyan la teoría de vínculos estrechos entre los niveles de urbanización y el PIB. Aunque sostienen que un país determinado no puede obtener los beneficios económicos esperados de la urbanización acelerada, especialmente si toma la forma de una urbanización dirigida por el gobierno. Tolley (1987) afirma que el grado en que un país tenga éxito en fomentar el crecimiento de la productividad urbana probablemente sea el principal determinante de su urbanización. Por otro lado, Bucci (2008) y Jedwab, Christiaensen y Gindelsky (2015) indican que no hay relación entre el crecimiento económico y la urbanización. El nivel de ingreso real per cápita son independientes del tamaño de la población.

El aumento de la población urbana crea reservas en recursos naturales limitados, reduce la formación de capital público y privado y desvía las adiciones a los recursos de capital para mantener en lugar de aumentar el stock de capital por trabajador (Easterlin, 1967). Otro de los beneficios de la urbanización es que fomenta la acumulación de capital humano (Bertinelli y Black, 2004). Wheaton y Shishido (1981) encuentran una relación consistente y plausible entre el desarrollo económico y la concentración urbana. Comparando los países por nivel de desarrollo Wongboonsin y Phiromswad (2017) sugieren que la estructura demográfica contribuye al crecimiento económico de manera diferente entre los países desarrollados y en desarrollo. Para los países desarrollados un aumento de la urbanización tiene un efecto positivo en el crecimiento económico a través del aumento del número de trabajadores, de las instituciones, la inversión y los canales de educación.

La evidencia empírica de una curva de Kuznets en forma de U invertida entre emisiones de CO<sub>2</sub> e ingresos y entre urbanización y emisiones de CO<sub>2</sub> tanto a corto como a largo plazo es apoyada por varios autores (ver Martínez-Zarzoso y Maruotti, 2011; Ahmed y Long, 2012; Kasman y Duman, 2015; Shahbaz, Loganathan, Muzaffar, Ahmed y Jabran, 2016; Alam, Murad, Noman y Ozturk, 2016; Zhang, Yu y Chen, 2017; Chen, Jin y Lu, 2018). Las emisiones de CO<sub>2</sub> urbanas siguen teniendo un alto impacto en aquellos países que mantienen un sistema tradicional de sus actividades como el transporte y su gran dependencia de combustibles fósiles. Mitigar este problema requerirá generar un desarrollo sostenible mediante estrategias que involucren el cambio de la matriz energética de fuentes renovables.

En segundo lugar, se abarcan los estudios que relacionan las emisiones de CO<sub>2</sub> y el consumo de energía. Al respecto la evidencia empírica sugiere que existe una relación positiva entre el consumo de energía y las emisiones de CO<sub>2</sub> (ver Kasmana y Duman, 2015; Ahmed, Rehman y Ozturk, 2017; Behera y Dash, 2017; Wu et al. 2016; Shahbaz et al. 2016; entre otros). A nivel

mundial esta relación varía por regiones. Por ejemplo, Acheampong (2018) encuentra que el consumo de energía genera las emisiones de carbono en Oriente Medio y el Norte de África, pero las emisiones de carbono son negativas en África subsahariana y el Caribe-América Latina. En contraparte con la teoría y previa evidencia algunos autores mencionan que el consumo de energía de fuentes renovables reduce las emisiones de CO<sub>2</sub>. Autores como Ito (2017) encuentra que el consumo de energía renovable contribuye a la reducción de las emisiones, al mismo tiempo que tiene un efecto positivo en el crecimiento económico a largo plazo para economías en desarrollo. Así mismo, Cai, Sam y Chang (2018) encuentran que no hay una cointegración entre el consumo de energía limpia y las emisiones de CO<sub>2</sub> en Canadá, Francia, Italia, los Estados Unidos y el Reino Unido; sin embargo, esta cointegración si existe para Alemania cuando las emisiones de CO<sub>2</sub> sirve como variable dependiente, mientras que los resultados de causalidad indican que las emisiones de CO<sub>2</sub> ocasionan el consumo de energía limpia para Alemania.

El aumento de la degradación ambiental tiene más impacto en aquellos países asiáticos cuya matriz industrial y población es muy alta (ver Ahmed et al. 2017; Behera y Dash, 2017; Wang et al. 2013). Por ejemplo, Ahmed et al. (2017) encuentran que el consumo de energía aumenta la degradación ambiental verificando a la vez la existencia de una curva de Kuznets ambiental para cinco economías de Asia. Estos mismos autores también encuentran que existe una relación de causalidad unidireccional entre el consumo de energía y la urbanización. Por su parte, Behera y Dash (2017) al incorporar el consumo de energía de combustibles fósiles en lugar del consumo de energía primaria encuentran que existe una relación de cointegración entre el consumo de energía de combustibles, la urbanización y las emisiones de CO<sub>2</sub>. En Malasya además de que el crecimiento económico contribuye a las emisiones de CO<sub>2</sub>, el aumento del consumo de energía aumenta esta intensidad (Shahbaz et al. 2016). Así mismo, Ding y Li (2017) muestran que los factores de desarrollo económico son los principales

impulsores de las emisiones regionales de dióxido de carbono, en comparación con los factores de cambio estructural, intensidad energética y transición social. Por su parte, Salahuddin, Alam, Ozturk y Sohag (2018) encuentran la existencia de cointegración entre las series y que por lo tanto el crecimiento económico, el consumo de electricidad y la IED estimulan el aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el corto y largo plazo en Kuwait. La relación entre el consumo de energía y las emisiones de CO<sub>2</sub> en los países con una matriz de producción basada en la manufactura y la producción de energía tiende a ser positiva. La reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> en estos países se ve opacada básicamente porque su economía depende en gran medida de las plantas de fabricación de las empresas multinacionales y de la combustión de minerales para la obtención de energía.

Finalmente, el tercer grupo de estudios abarca la evidencia empírica que relaciona las emisiones de CO<sub>2</sub>, el capital humano, y el consumo de energía. El capital humano puede proporcionar el potencial para comprender los problemas de seguridad energética y contaminación del medio ambiente, por lo que aumenta la capacidad de los humanos para manejar sus condiciones de trabajo de manera eficiente. Se cree que el capital humano podría desempeñar un papel importante en la reducción de las emisiones de carbono al mejorar la eficiencia energética (ver Pablo-Romero y Sánchez-Barza, 2015; Kwon, 2009).

Algunos autores (ver Mehrara, Rezaei, y Razi, 2015; Desha, Robinson, y Sproul, 2015; Gelegenis y Harris, 2014; Kandpal y Broman, 2014) mencionan que el capital humano medido por el índice de educación terciaria, es un factor principal del consumo de energía renovable y promueve la energía renovable mediante la mano de obra calificada, el intercambio de conocimientos sobre seguridad energética y el desarrollo económico. Por su parte Rist (2014) menciona que capital humano proporciona beneficios adicionales como el cumplimiento de las reglas gubernamentales lo que provoca menos desigualdades.

Los trabajos de Pachauri y Jiang (2008) y Démurger y Fournier (2011) encuentran que los hogares mejor educados de China prefieren los electrodomésticos de uso eficiente de la energía y contribuyen a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. En contraste, He y Reiner (2016) descubren una asociación positiva entre el ingreso y el consumo de electricidad entre los hogares mejor educados en Beijing, Shanghai y Guangdong. Por otro lado, Salim, Yao y Chen (2017) encuentran para China evidencia de que existe una relación negativa y significativa a largo plazo entre el capital humano y el consumo de energía, por lo que recomiendan acumular capital humano dado que este reduce el consumo de energía y las emisiones de CO<sub>2</sub> a largo plazo, por lo que tales iniciativas deberían introducirse gradualmente. Bano, Zhao, Ahmad, Wang y Liu (2018) utilizando técnicas de cointegración encuentran para Pakistán una relación a largo plazo entre el capital humano, las emisiones de carbono, el consumo de energía y el crecimiento económico; así mismo la prueba de causalidad de Granger a corto plazo muestra que el crecimiento del capital humano y tiene un efecto mixto sobre las emisiones de carbono.

Los antecedentes muestran una variabilidad de los efectos de la urbanización, el consumo de energía en las emisiones de CO<sub>2</sub>, no existe un consenso sobre dichos efectos para economías desarrolladas o en vías de desarrollo. Por lo general los estudios previos muestran que existe una relación positiva en el corto y largo plazo tanto entre la urbanización y las emisiones de CO<sub>2</sub> como entre el consumo de energía y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Mientras que la relación entre el capital humano y las emisiones de CO<sub>2</sub> muestran una relación negativa, es decir mientras incrementa el nivel de educación especialmente en los países de ingresos altos, las emisiones de CO<sub>2</sub> tienen a reducir.

## **2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.1. Población**

El término población hace referencia al conjunto de individuos constituido de forma

estable, ligado por vínculos de reproducción e identificado por características territoriales, políticas, juradas o religiosas (Livi-Bacci, 1993).

### **2.1.1. Población urbana**

De acuerdo con el Banco Mundial (2017) la población urbana hace referencia a las personas que habitan en zonas urbanas, es decir es la que se encuentra integrada por una mayor cantidad de personas en comparación con la población que habita en las zonas o áreas rurales, misma que se encuentra en ciudades y pueblos grandes. El indicador población urbana se calcula utilizando las estimaciones de población del Banco Mundial y las proporciones urbanas de las Perspectivas de Urbanización Mundial de las Naciones Unidas. La población urbana tiene algunas características que la distinguen de la población rural, generalmente en las áreas urbanas hay mayor concentración de habitantes, además de que en su medio circundante se establecen las principales instituciones gubernamentales y empresas que no tienen una actividad directa con la agricultura.

### **2.1.2. Urbanización**

Según Bernardi (2009) “la urbanización es un proceso que concentra a la población y las actividades en las ciudades, lo que conlleva cambios no sólo demográficos, sino también económicos, culturales, haciendo parte de las políticas de Estado” (p 2). Por otro lado, la urbanización se basa en una total reorganización de la economía, y va acompañada de nuevos sistemas de gobierno, de cooperación y de competencia (Monnet, 2009).

### **2.1.3. Efectos de la urbanización**

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2016) las ciudades actúan como imanes para la migración rural; en los países desarrollados, la migración es motivada por



mejores oportunidades en las áreas urbanas, así mismo señala, que la evidencia empírica confirma que la urbanización actúa como un factor importante para el desarrollo socioeconómico, pero también tiene trágicos efectos negativos en los ecosistemas, la biodiversidad y el uso de los recursos, que junto con la contaminación se convierten en una amenaza a la salud pública. Es así que en la Declaración de Vancouver de 1976 ya se describía una urbanización descontrolada como un problema que llevó a la sobrepoblación, la contaminación y el deterioro de las condiciones de vida en las áreas urbanas.

La urbanización se ha convertido en un cambio ambiental importante en muchas partes del mundo con efectos significativos sobre el desarrollo regional (Sánchez y Bonilla, 2007). Zurruta, Badii, Guillen, Serrato y Garnica, (2015) explican que las ciudades realizan intercambios materiales y energéticos con un territorio muy amplio, contiguo o lejano, la ciudad requiere agua, alimentos y energía para sostener sus procesos y como resultado del consumo o transformación de bienes y servicios, las ciudades generan copiosas cantidades de residuos sólidos y líquidos, además de contaminantes de la atmósfera, que afectan ecosistemas locales y distantes.

## **2.2. Contaminación ambiental**

La contaminación es la presencia o incorporación al ambiente de sustancias o elementos tóxicos que son perjudiciales para los seres vivos (Bermúdez, 2010). Por otro lado, Vázquez (2011) manifiesta que la contaminación ambiental se deriva tanto de las alteraciones o perturbaciones naturales como las erupciones volcánicas, huracanes, deforestación, la pérdida de la biodiversidad. El avance de la industrialización y el crecimiento económico reflejan sus efectos a través del deterioro progresivo del paisaje o de graves episodios de contaminación del aire y del agua, con efectos sobre la salud humana y de otras especies. La calidad de vida comienza a sustituir al bienestar material como objetivo social prioritario y, al mismo tiempo,

aparece cierta preocupación por el legado para las generaciones futuras o bienestar intergeneracional (Labandeira, León y Vasquez, 2007).

### **2.2.1. Efecto invernadero**

Azqueta, Ramirea y Villalobos (2007) consideran que una de las principales fuentes de contaminación es el denominado efecto invernadero, mismo que explica que cuando la energía solar llega a la Tierra, al tomar contacto con el suelo, se refleja sólo en una parte, mientras que el resto es absorbido por el suelo y el efecto de esta absorción es un calentamiento del mismo y se manifiesta por una emisión de calor hacia el exterior de la Tierra. Sin embargo, al viajar hacia la atmósfera se encuentra con los gases, que actúan de freno, produciéndose un choque y una vuelta hacia la Tierra. Esto evita que la energía se escape hacia el exterior, calentando más el suelo del planeta.

Entre los gases de efecto invernadero más comunes se encuentran el Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), clorofluros carbonos (CFC), metano (CH<sub>4</sub>) y Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) (Garduño, 2004).

### **2.2.2. Emisiones de CO<sub>2</sub>**

El aumento en las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera causado por la actividad humana es el principal factor responsable de la intensificación del efecto invernadero y el cambio climático resultante (Alcántara y Padilla, 2006). Las emisiones de CO<sub>2</sub> están asociadas a la quema de rastrojos, utilización de abonos orgánicos e inorgánicos, etc., y a las emisiones por los carburantes de la maquinaria agrícola, respiración de vegetales y descomposición de materia orgánica (González, Carbonell y Martínez, 2005).

De acuerdo con Alcántara y Padilla (2006) las principales fuentes de emisiones de CO<sub>2</sub> son:

- Transporte: se han establecido cifras para estimar cada tipo de transporte; 1 km en un automóvil convencional con combustible fósil emite 150 gramos de CO<sub>2</sub>; 1Km en avión produce 180 gramos de CO<sub>2</sub>; 1 Km en autobús emite 30 gramos de CO<sub>2</sub> y 1km en ferrocarril 35 gramos de CO<sub>2</sub>
- Sector energético: para reducir las emisiones en el futuro, figuran la conversión más eficiente de combustibles fósiles; el cambio a combustibles fósiles con poco carbono; des carbonización de combustibles, el almacenamiento de CO<sub>2</sub>; el cambio a energía nuclear, y el cambio a fuentes de energía renovables.
- Industria: especialmente las papeleras, productos de base mineral, alimentación, refinerías de petróleo, metal, químicas, son las que más contribuyen a las emisiones producidas de CO<sub>2</sub> por la industria, así como la producción de cemento, hierro y acero, entre otros procesos industriales.

Además de las anteriores Alcatara y Padilla (2006) consideran que los principales factores determinantes del aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> han sido el crecimiento del PIB per cápita y de la población, especialmente en las regiones económicamente menos desarrolladas. No obstante, éstos se han visto compensados parcialmente por la fuerte reducción de la intensidad energética que han experimentado algunas economías.

### ***2.2.3. Consecuencias de la contaminación ambiental***

Vázquez (2014) considera las siguientes consecuencias de la contaminación ambiental:

- Calentamiento global. - Derivado de la acumulación de gases de invernadero en la atmósfera por la emisión industrial y actividades antrópicas de una sociedad tales como las emisiones de los automóviles, además de la tala y quema de árboles.
- Lluvia ácida. - Originada por los depósitos tanto en las superficies terrestres y acuáticas

de sustancias químicas tales como el óxido de nitrógeno y el bióxido de azufre que una vez combinadas con el agua aumentan su acidez, una vez que estos contaminantes se incorporan a la atmósfera, su combinación con el oxígeno a altas temperaturas y al reaccionar con el vapor de agua forman el ácido nítrico y el ácido sulfúrico.

- Disminución de la capa de ozono. - A partir de los átomos que componen las moléculas de oxígeno ( $O_2$ ) por reacción fotoquímica de la luz solar, se formaron moléculas de otro gas llamado ozono ( $O_3$ ), esta capa situada a una altura de 15 a 35km sobre la superficie terrestre protege la vida en la tierra al absorber la radiación ultravioleta solar. Su disminución se vio afectada por la acumulación en la atmósfera de aquellos gases llamados clorofluorocarbonos (CFC) empleados en artículos de uso cotidiano como aerosoles, solventes y refrigerantes. Una vez que las moléculas de estos gases se rompen por efectos de la radiación ultravioleta liberan átomos de cloro los cuales dividen las moléculas de ozono destruyéndolas y atrasando su proceso de regeneración.
- Desertificación. – derivado de la pérdida de la capacidad del suelo de producción como consecuencia de la erosión del suelo por actividades de pastoreo, sequía y variaciones del clima.
- Pérdida de biodiversidad. - Las actividades de deforestación, caza, destrucción de cobertura vegetal degeneran las áreas de conservación de organismos tanto de flora y fauna, amenazando su hábitat y anticipando su extinción.

### **2.3. ENERGÍA**

La energía es aquella capacidad que dispone cierto organismo o cuerpo para realizar una determinada actividad o trabajo. La energía es una capacidad de la materia que, en parte, puede transformarse en trabajo, la materia puede combinarse gracias a la energía que posibilita estos cambios, pero además va perdiendo su capacidad de realizar su trabajo degradándose en forma

de calor no útil. (Malacalza, 2013).

### **2.3.1. Tipos de energía**

De acuerdo con Schallenberg, Izquierdo, Hernandez y Unamuzanga (2008) la energía puede clasificarse atendiendo a su disponibilidad en energías renovables y no renovables.

- Energías renovables. – aquellas cuyo potencial es inagotable, su proveniencia es continua (radiación solar, atracción gravitatoria de la Luna) este tipo de energía se subdividen en: energía hidráulica, solar, eólica, biomasa, geotérmica y marina.
- Energías no renovables. – aquellas que existen en la naturaleza en una cantidad limitada, no se renuevan a corto plazo y su agotamiento es más rápido. La creación de este tipo de energía deriva de la explotación y uso del carbón, petróleo, gas natural y el uranio.

## **2.4. CAPITAL HUMANO**

Uno de los pioneros en el estudio del capital humano como Becker (1964) define el capital humano como la acumulación de conocimientos específicos que adquiere un individuo a lo largo de su vida, estos conocimientos pueden ser obtenidos por medio del sistema educativo, o por aprendizajes individuales.

De acuerdo con Mankiw (2012) el capital humano es la acumulación de inversiones en personas tanto en su educación como en capacitaciones en el trabajo con el fin de aumentar la productividad de las mismas. El capital humano incluye las habilidades y conocimientos adquiridos por los empleados a través de la educación, capacitación laboral. Por otro lado, Schultz (1961) define al capital humano como la adquisición de los elementos educativos necesarios que permiten el aprendizaje complejo, mismos que aumentan conforme evolucionan los progresos tecnológicos.

#### **2.4.1. *Medición del capital humano***

Mankiw, Romer y Weil (1992) utilizaba la tasa de escolarización en los diferentes niveles de educación como variable proxy del capital humano. Sin embargo, habitualmente Benhabid y Spiegel (1994) utilizan el número medio de años de escolarización de un trabajador para medir el capital humano.

Al relacionar la educación formal de un individuo y el nivel de capital humano adquirido por este, autores Serrano (1996) considera que esta relación es un poco arbitraria. Por tal razón, Denison (1964) utiliza como medida del capital humano al salario relativo de los que reciben los trabajadores. Serrano (1996) sostiene que cada nivel educativo implica un diferente nivel de capital humano, y cabe esperar que cuanto más elevado sea el nivel educativo alcanzado, mayor será el capital humano asociado, sin embargo, no se impondrá que la relación entre el capital humano relativo de dos niveles educativos sea proporcional al número de años de estudio que supone cada nivel.

#### **2.4.2. *Capital humano y crecimiento económico***

El capital humano básico contribuye al crecimiento a través del canal de acumulación de factores y el capital humano avanzado a través del canal de productividad, tanto individual como simultáneamente. (Li y Wang, 2018).

Muchos economistas consideran la existencia de una estrecha relación entre el capital humano y el crecimiento económico de una nación, Weil (2006) señala “en las economías desarrolladas la capacidad intelectual influye mucho más que la capacidad física en el salario de una persona. La inversión que mejora el intelecto de una persona (educación) se ha convertido en el tipo más importante de inversiones en capital humano.” (p 161). Así mismo, Weil (2006) concluye que “en muchos países en vías de desarrollo una elevada proporción de

la población está en edad escolar como consecuencia del rápido crecimiento de la población, por lo que la carga del gasto en educación es especialmente grande” (p 163). Es importante señalar que la acumulación de capital humano entre los países parece ser la explicación de porqué unos países son ricos y otros pobres.

#### ***2.4.3. Capital humano y su impacto en la contaminación***

Klein- Banaia y Theis (2013) encuentran que las emisiones de gases de efecto invernadero de las instituciones pertenecientes al Compromiso Climático de los Presidentes de los Colegios y Universidades Americanas (ACUPCC) estaban en función del tamaño de la institución (medido por el número de estudiantes matriculados a tiempo completo y el área de construcción), la cantidad de espacio de laboratorio y residencial, si existe una escuela de medicina, y el grado de desplazamiento al campus por parte de la facultad, el personal y los estudiantes.

### **3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

El desarrollo de la presente investigación se apoya en los estatutos legales tanto de los objetivos del milenio, objetivos de desarrollo sostenible, así como acuerdos, convenciones y tratados para el cambio climático.

#### **3.1. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE**

De acuerdo al informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible PNUD (2015) se distinguen cuatro objetivos orientados a la protección del medio ambiente.

Objetivo 9: orientado a construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible fomentando la innovación. Dicho objetivo tiene como meta de aquí al año 2030 modernizar la infraestructura y renovar las industrias para que estas sean sostenibles

haciendo uso de los recursos con mejor eficiencia y utilizando tecnologías amigables con el medio ambiente.

Objetivo 11: orientado a conseguir que tanto las ciudades y los asentamientos humanos puedan ofrecer inclusión, seguridad, así como también que sean resilientes y sostenibles. Tiene como metas de aquí al año 2030 reducir el impacto ambiental per cápita mejorando la gestión de los desechos municipales, apoyar la vinculación económica, social y ambiental en las zonas tanto urbanas como rurales y para el año 2020 aumentar la adopción e implementación de políticas para promover la inclusión y uso inclusivo de los recursos tanto de las ciudades y asentamientos humanos.

Los gobiernos deben fomentar el desarrollo de infraestructuras sostenibles capaces de generar energías limpias y renovables, ofreciendo además un entorno de vinculación que conecte tanto las instituciones, el transporte y el sector económico con los habitantes. Además de crear y regenerar áreas verdes para un entorno más saludable.

Objetivo 12: orientado a garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles, tiene como metas de aquí a 2020 conseguir una gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida permitiendo una reducción de su liberación en el ambiente promoviendo el reciclaje y reutilización de desechos.

Los gobiernos deben aumentar su participación e inversión en la mejora de los sistemas de recolección de desechos, alcantarillado y servicios básicos, estos deben implementar nuevas tecnologías que permitan no sólo la recolección de desechos, sino que aumente la participación del reciclaje en miras de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en el ambiente.

Objetivo 13: orientado a la adopción de medidas urgentes para combatir el cambio climático, para lograrlo se establecen metas dirigidas al cumplimiento del compromiso de los países



desarrollados que son parte en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Los gobiernos deben establecer convenios de cooperación con las empresas e instituciones privadas con el fin de establecer acuerdos para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, los gobiernos pueden ofrecer subsidios a aquellas empresas que se mantengan bajo un techo de producción de emisiones de CO<sub>2</sub>, así como también deben ofrecer facilidades en la adquisición de infraestructura, maquinas, y tecnología que permita un mejor desempeño en la producción de bienes y servicios.

### **3.2. PROTOCOLO DE KIOTO DE LA CONVENCION MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO**

El Protocolo de Kioto (ONU, 1998) tiene como objetivo reducir las emisiones de gases que provocan el calentamiento global, por lo cual se suscribió un acuerdo en el año de 1992 con el propósito de que los países participantes asuman el compromiso de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero. El artículo 2, en su numeral 1 del acuerdo internacional expresa que:

1. Con el fin de promover el desarrollo sostenible, cada una de las Partes incluidas en el anexo I, al cumplir los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones contraídos en virtud del Art. 3:

a) Aplicar· y/o seguir· elaborando políticas y medidas de conformidad con sus circunstancias nacionales, por ejemplo, las siguientes:

i) fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional;

- ii) protección y mejora de los sumideros y depósitos de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, teniendo en cuenta sus compromisos en virtud de los acuerdos internacionales pertinentes sobre el medio ambiente; promoción de prácticas sostenibles de gestión forestal, la forestación y la reforestación;
- iii) promoción de modalidades agrícolas sostenibles a la luz de las consideraciones del cambio climático;
- iv) investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro del dióxido de carbono y de tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales;
- v) reducción progresiva o eliminación gradual de las deficiencias del mercado, los incentivos fiscales, las exenciones tributarias y arancelarias y las subvenciones que sean contrarios al objetivo de la Convención en todos los sectores emisores de gases de efecto invernadero y aplicación de instrumentos de mercado;
- vi) fomento de reformas apropiadas en los sectores pertinentes con el fin de promover unas políticas y medidas que limiten o reduzcan las emisiones de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal;
- vii) medidas para limitar y/o reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal en el sector transporte;
- viii) limitación y/o reducción de las emisiones de metano mediante su recuperación y utilización en la gestión de los desechos, así como en la producción, el transporte y la distribución de energía. (p.2)

### **3.3. CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO**

De acuerdo con la ONU (1992) la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) tiene como objetivo prevenir una interferencia humana peligrosa con el sistema climático, el artículo 2 tiene como objetivo “lograr, de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Convención, la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.” (p 4).

Por otra parte, el Acuerdo de París por el cambio climático (ONU, 2015) surgido durante la XXI Conferencia sobre Cambio Climático (COP 21) y adoptado el 12 de diciembre de 2015 expresa en su artículo 2:

1. El presente Acuerdo, al mejorar la aplicación de la Convención, incluido el logro de su objetivo, tiene por objeto reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza, y para ello:

a) Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático;

b) Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto

invernadero, de un modo que no comprometa la producción de alimentos; y

c) Situar los flujos financieros en un nivel compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resilientes al clima y con bajas emisiones de gases de efecto invernadero.

El crecimiento poblacional, la diversificación de los procesos de producción genera nuevas formas de contaminación, por lo que los legisladores y expertos ambientalistas deben tomar nuevas medidas que favorezcan la mejora de la calidad del aire.

## **e. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. EXPLORATIVA**

Esta investigación será de tipo explorativa, ya que se realizará la búsqueda de información necesaria para la recolección de evidencia empírica, datos y métodos que permitirán evaluar la relación existente entre la tasa de crecimiento de urbanización, consumo de energía eléctrica, capital humano y las emisiones de CO<sub>2</sub> a través de un análisis de cointegración y causalidad para datos de panel a nivel mundial, período 1986-2016.

#### **1.2. DESCRIPTIVA**

La investigación es de tipo descriptiva, dado que se describirá y analizará los aspectos referentes al comportamiento de las tasas de crecimiento de la urbanización, consumo de energía eléctrica, capital humano y las emisiones de CO<sub>2</sub> a través de un análisis de cointegración y causalidad para datos de panel a nivel mundial, período 1986-2016.

#### **1.3. CORRELACIONAL**

La investigación se clasifica dentro de un estudio correlacional, debido a que se estimará la correlación entre las variables del modelo mediante técnicas estadísticas y econométricas.

#### **1.4. EXPLICATIVA**

De la misma manera, esta investigación será de tipo explicativa, debido a que una vez obtenida y procesada la información, se podrá identificar el comportamiento de las variables del modelo econométrico, de tal forma que los resultados sean comprendidos, interpretados y explicados para formular alternativas de solución ante la problemática de la investigación.

## **2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

### **2.1. MÉTODO CIENTÍFICO**

#### **2.1.1. Inductivo**

El método inductivo servirá para alcanzar conclusiones generales partiendo de una hipótesis o antecedentes en particular, de tal forma que se logre obtener nuevos resultados, analizarlos y contrastarlos con la evidencia empírica.

#### **2.1.2. Deductivo**

El método deductivo servirá para alcanzar conclusiones generales para cada objetivo partiendo de la hipótesis planteada inicialmente en el trabajo de investigación, obteniendo así información para cada grupo de ingresos.

#### **2.1.3. Analítico**

El método analítico nos permitirá conocer más del objeto de estudio al conocer sus componentes, causas y efectos, con lo cual se puede: explicar, hacer analogías y comprender la relación entre las variables del modelo y poder establecer nuevas teorías.

#### **2.1.4. Sintético**

El método sintético nos permitirá hacer observaciones a partir de los elementos obtenidos por el análisis; se trata en consecuencia de hacer una explosión metódica y breve, en resumen, de la investigación para poder ir consolidando información.

#### **2.1.5. Estadístico**

Este método nos servirá para manejar los datos cualitativos y cuantitativos de la

investigación, se utilizará como proceso de obtención, representación, simplificación, análisis, interpretación y proyección de las características, variables y valores numéricos de esta investigación para una mejor comprensión de la realidad y mejorar la toma de decisiones.

### **3. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.1. FICHA BIBLIOGRÁFICA**

Este instrumento será utilizado con la finalidad de ubicar, registrar y localizar fuentes de información para el desarrollo de la investigación.

#### **3.2. PAQUETES DE SOFTWARE ESTADÍSTICOS DE SPSS, EXCEL.**

Estos instrumentos de paquetes de software se utilizarán para procesar los datos e información para la obtención de resultados de la investigación.

### **4. TRATAMIENTO DE LOS DATOS**

#### **4.1. ANÁLISIS DE DATOS**

En la presente investigación se utilizó indicadores de desarrollo del Banco Mundial (2017), los datos de nivel de escolaridad y educación se los obtuvo de la base de datos de logros educativos de Barro-Lee (2016) para 114 países a nivel mundial en el periodo 1986-2016 con datos de panel. Se tomó como variable dependiente el logaritmo de las emisiones de CO<sub>2</sub>, mientras que como variables independientes se tomó la tasa de crecimiento anual de la población urbana, el logaritmo del Consumo de energía eléctrica per cápita y Capital humano tomado como el número promedio de años de educación. El período analizado en esta investigación es de 1986-2016 para 114 países, los países fueron clasificados de acuerdo al método ATLAS del Banco Mundial (2017) por su ingreso nacional bruto per cápita a precios actuales. Los niveles

de ingresos de los cuatro grupos son: países de ingresos bajos (PIBs) cuyo INB per cápita es menor a \$995,00 dólares, países de ingresos medios bajos (PIMB) cuyo INB per cápita está comprendido entre \$996,00 y \$3.896,00 dólares, países de ingresos medios altos (PIMA) cuyo INB per cápita está comprendido entre \$3.896,00 y \$12.055,00 dólares, y países de ingresos altos (PIA) cuyo INB per cápita es superior a \$12.055 dólares.

Previo al análisis econométrico, se realizó un análisis descriptivo de las variables, a continuación, en la Tabla 1 se detallan estos resultados. Se puede observar que la tasa de crecimiento de la población urbana es más estable en el tiempo dentro de los países que entre los países, la desviación estándar (D.E) entre países es 6.55 y dentro de los países es 12.18. El capital humano también presenta una mayor variabilidad en el tiempo entre países que dentro de los países, la D.E es 12.87 mayor a 10.55 lo que indica que la mayor parte de la varianza proviene de variaciones entre países.

**Tabla 1.** Resumen de estadísticos descriptivos de las variables.

Variable		Promedio	D.E	Min	Max	N
Log. Emisiones de CO2	General	0.925	1.469	-4.058	4.250	N = 3534
	Entre		1.449	-3.087	3.878	n = 114
	Dentro		0.275	-0.551	2.281	T = 31
Tasa de Urbanización	General	2.130	1.897	-5.268	16.606	N = 3534
	Entre		1.624	-0.942	6.556	n = 114
	Dentro		0.992	-3.171	12.180	T = 31
Log. Consumo energía eléctrica	General	7.329	1.598	2.457	10.911	N = 3534
	Entre		1.566	3.582	10.214	n = 114
	Dentro		0.350	4.528	9.334	T = 31
Capital humano	General	7.545	2.955	0.156	14.248	N = 3534
	Entre		2.783	1.011	12.876	n = 114
	Dentro		1.025	4.436	10.556	T = 31

**Fuente:** Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y de Barro-Lee Educational Attainment Educational Attainment (2016).

Para poder cumplir con los objetivos de la investigación los datos pasarán a través de dos fases importantes. En la primera fase se realizará la estimación de primeras diferencias a las variables de estudio debido a que presentan raíz unitaria y no son estacionarias. A continuación,



se procederá a estimar los logaritmos de las variables: Emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita y Consumo de energía eléctrica per cápita para así obtener datos más semejantes entre todas las variables de estudio.

## **5. TECNICAS INVESTIGATIVAS**

### **5.1 Bibliográfica**

La investigación fue de carácter bibliográfico, ya que la información necesaria para desarrollarla se la obtuvo de fuentes secundarias tales como revistas, artículos, páginas web, libros, la misma que sirvió como sustento teórico para analizar el tema planteado.

### **5.2 Estadística**

Esta técnica se la empleó con la finalidad de analizar los datos sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> la urbanización, el consumo de energía eléctrica y el capital humano obtenidos de fuentes secundarias y que fueron necesarios para su procesamiento.

### **5.3. Econométrica**

Esta técnica fue utilizada para plantear el respectivo modelo econométrico que permitió el análisis del comportamiento de las variables: emisiones de CO<sub>2</sub>, urbanización, consumo de energía eléctrica y capital humano. Así mismo, mediante el planteamiento del modelo de vectores autoregresivos (VAR) y corrección de error (VEC), se permitió conocer la relación en el corto y largo plazo entre las variables de estudio, lo que fue necesario para llegar a las conclusiones y recomendaciones del tema investigativo.

En la primera fase se formuló un modelo básico de regresión con datos de panel, donde la variable dependiente está representada las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita del país en el período t

( $Y_{i,t}$ ) y las variables independientes están representadas por las tasa de crecimiento de la urbanización, el consumo de energía eléctrica per cápita y el capital humano. La Ecuación (1) formaliza esta relación:

$$\text{LogCo2}_{i,t} = (\alpha_0 + \beta_0) + \gamma_1 \text{URB}_{i,t} + \gamma_2 \text{LogCE}_{i,t} + \gamma_3 \text{CH}_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (1).$$

La elección entre efectos fijos y aleatorios es determinada mediante el test de Hausman (1978). El modelo formalizado en la Ecuación (1) presenta heteroscedasticidad, por lo tanto, la ecuación fue estimada utilizando regresiones Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS). En la segunda fase, siguiendo a Maddala y Wu (1999), la prueba de la razón unitaria es estimada mediante los test de Dickey y Fuller (1981) y el test de Phillips y Perron (1988); los cuales son abreviados como ADF y PP, respectivamente. Enders (1995) señala que se puede estimar el orden de integración de las series con tendencia e intercepto a partir de la siguiente ecuación:

$$y_t = \alpha_0 + \lambda y_{t-1} + \alpha_1 t + \sum_{i=2}^p \beta_j y_{t-i-1} + \varepsilon_t \quad (2).$$

En la Ecuación (2),  $y_t$  es la variable a ser verificada la existencia de raíz unitaria,  $\alpha_0$  es el intercepto y  $\alpha_1$  captura el efecto tendencial,  $t$  es el tiempo,  $\varepsilon_t$  es un ruido gaussiano blanco, y  $p$  representa la longitud del rezago. Si el parámetro  $\lambda$  de la Ecuación (1) es significativo, es posible concluir que todos los paneles contienen raíces unitarias. El número de rezagos de la serie es determinado mediante al criterio de información de Akaike (1974). Los resultados obtenidos mediante el test ADF y PP son contrastados con los resultados obtenidos mediante los tests de Levine, Lin y Chu (2002), Im, Pesaran y Shin (2003) y Breitung (2000) para asegurar que las series utilizadas en las estimaciones posteriores no tengan el problema de raíz unitaria. La tercera fase de la estrategia econométrica contiene dos partes. Primero, con el fin de determinar la existencia de una relación de largo plazo entre las tres variables, usamos el test

de cointegración desarrollado por Pedroni (1999), el cual puede ser estimado a partir de la siguiente ecuación:

$$y_{i,t} = \alpha_i + \sum_{j=1}^{n-1} \beta_{ij} X_{it-j} + \sum_{j=1}^{n-1} \omega_{1j} y_{i,t-j} + \pi_i ECT_{t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (3).$$

En la Ecuación (3),  $y_{i,t}$  representa la variable dependiente,  $i$  el número de países analizados y  $t$  el período de tiempo analizado. El parámetro  $t$  representa  $1, 2, 3, \dots, N$  observaciones. El parámetro  $\alpha_i = 1, 2, \dots, N$  es el término constante. Los parámetros  $\beta$ ,  $\omega$  y  $\pi$  son los estimadores asociados con los regresores, mientras que  $ECT_{t-1}$  es el término de corrección de error obtenido del vector de cointegración. Finalmente,  $\varepsilon_{i,t}$  es el término de error aleatorio estacionario con media cero y  $j$  es la longitud del rezago. La hipótesis nula plantea que no existe cointegración en al menos una serie incluida en el test.

A continuación, se procedió a verificar la existencia o no de un vector de cointegración mediante el enfoque de Pedroni (2001), con el fin de evaluar qué tan fuerte es el vector de equilibrio entre las variables analizadas por país estimamos el modelo dinámico de mínimos cuadrados ordinarios (DOLS), y para grupos de países mediante un modelo de panel de mínimos cuadrados (PDOLS). La Ecuación (4) muestra la relación planteada:

$$y_{i,t} = \alpha_i + \delta_{i,t} + \sum_{j=-p}^{pi} \gamma_{i,t} \Delta X_{i,t-j} + \varepsilon_{i,t} \quad (4).$$

Donde  $y_{i,t}$  representa la variable dependiente,  $i$  el número de países analizados y  $t$  el período de tiempo analizado, el número de retrasos y avances usados en la regresión DOLS está representado por  $p = 1$ ,  $\beta_i$  es el coeficiente dependiente de la regresión y  $X_{it}$  la matriz que contiene a las variables independientes. Los coeficientes  $\delta_i$  y las estadísticas asociadas  $t$  se

promedian acudiendo al método de medias grupales establecido por Pedroni (2001). El estimador de PDOLS se lo consigue sacando el promedio a lo largo de la dimensión entre grupos, donde, la hipótesis nula es que  $\beta_i = \beta_0$  y la hipótesis alternativa de que  $\beta_i \neq \beta_0$ .

La segunda parte de la segunda fase consiste en plantear un modelo de corrección de error para determinar el equilibrio de corto plazo entre las series. En este sentido, planteamos un modelo para estimar el test de corrección de error de Westerlund (2007) en base de la siguiente ecuación:

$$y_{i,t} = \delta_i d_t + \alpha_i (y_{i,t-1} - \beta_i' X_{i,t-1}) + \sum_{j=1}^{p_i} \alpha_{ij} y_{it-j} + \sum_{j=-q_i}^{p_i} \gamma_{ij} X_{i,t-j} + \varepsilon_{i,t} \quad (5).$$

En la Ecuación (5),  $t = 1, \dots, T$  periodos de tiempo,  $i = 1, \dots, N$  países y el término  $d_t$  son los componentes determinísticos. Se prevé el supuesto de que el vector  $k$  – dimensional del  $X_{it}$  es aleatorio e independiente de  $\varepsilon_{i,t}$ , por lo cual se asume que dichos errores son independientes a través de  $i$  y  $t$ . El criterio de aceptación o de rechazo establecida en la hipótesis nula es que no existe cointegración a corto plazo. Finalmente, para el cumplimiento del tercer objetivo de estimar la causalidad, siguiendo el modelo propuesto por Dumitrescu y Hurlin (2012) que nos permite estimar la existencia y dirección de la causalidad tipo Granger (1988) para modelos de datos de panel. Dicha relación causal se desarrolla con la finalidad de comprobar si el comportamiento pasado y actual de los datos de una serie de tiempo  $X$  predice el comportamiento de otra serie temporal  $Y$ , y viceversa, siendo de carácter unidireccional o bidireccional. La Ecuación (6) formaliza esta relación:

$$y_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^k y_i^k Y_{it-k} + \sum_{k=1}^k \beta_i^k X_{it-k} + \varepsilon_{i,t} \quad (6).$$

## **f. RESULTADOS**

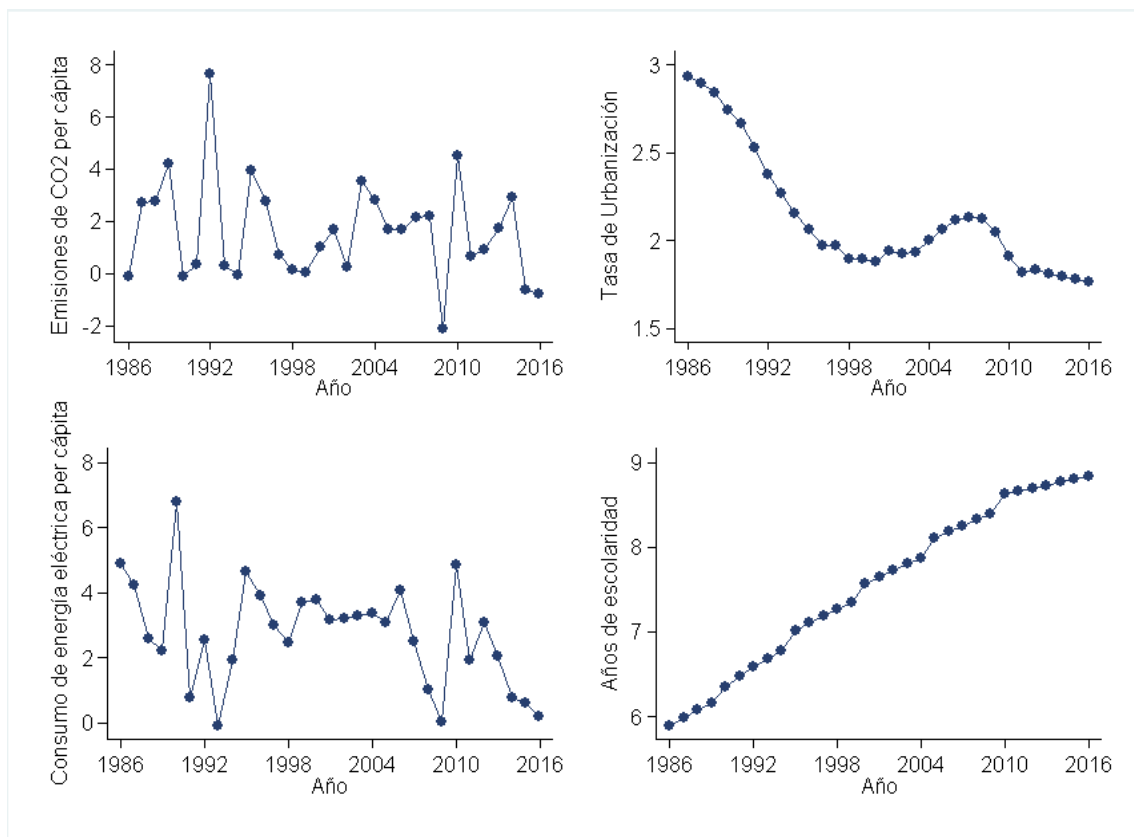
### **1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1**

*“Analizar la evolución y correlación entre la tasa de crecimiento de emisiones de CO<sub>2</sub>, urbanización, el consumo de energía eléctrica y capital humano para 114 países a nivel mundial, en el período 1986 – 2016”.*

La Figura 2 muestra la evolución de las variables estudiadas a nivel mundial, se aprecia que las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita muestran un comportamiento muy variable con grandes fluctuaciones en 1990, 1995 y 2010, mientras que se evidencia una disminución considerable en el año 2009 y 2015. Durante el período de estudio analizado, las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita a nivel mundial han aumentado de 4.12 toneladas métricas per cápita en 1986 a 4.98 toneladas métricas per cápita en 2016, un incremento del 20.78%. El comportamiento de la tasa de urbanización muestra una tendencia descendente con un leve aumento en 2008. En 1986 la tasa de urbanización fue de 2.67% y en 2016 se ubicó en 2.02%, claramente a nivel mundial la población urbana tiene una tendencia descendente.

Por otra parte, el consumo de energía eléctrica per cápita muestra una variación significativa, con aumentos en los años 1989,1992 y 2009, y descensos significativos en los años 1988, 1990,1992,1995, 2008 y 2014, estos periodos de gran inflexión coinciden con algunas de las crisis financieras más importantes en los últimos 30 años, tales como la crisis denominada lunes negro de 1987, la crisis financiera asiática de 1997, y la crisis financiera mundial de 2008 en la cual se vieron afectados los sectores del petróleo, carbón y demás mercados de energía y combustibles fósiles. Finalmente, la variable años de escolaridad muestra una evolución ascendente y constante durante el periodo analizado, en 1986 el número promedio de años de escolaridad era de 5, mientras que en 2016 este promedio se ubicó en 9 años. Los países de

ingresos altos son aquellos que mantienen un promedio igual o superior de años de escolaridad, esto no solo se deriva de la gran inversión financiera en educación por parte de los países ricos, sino también influyen factores como calidad del sistema educativo, calidad de las escuelas de negocios, acceso a internet, además de un sistema político y económico estable.

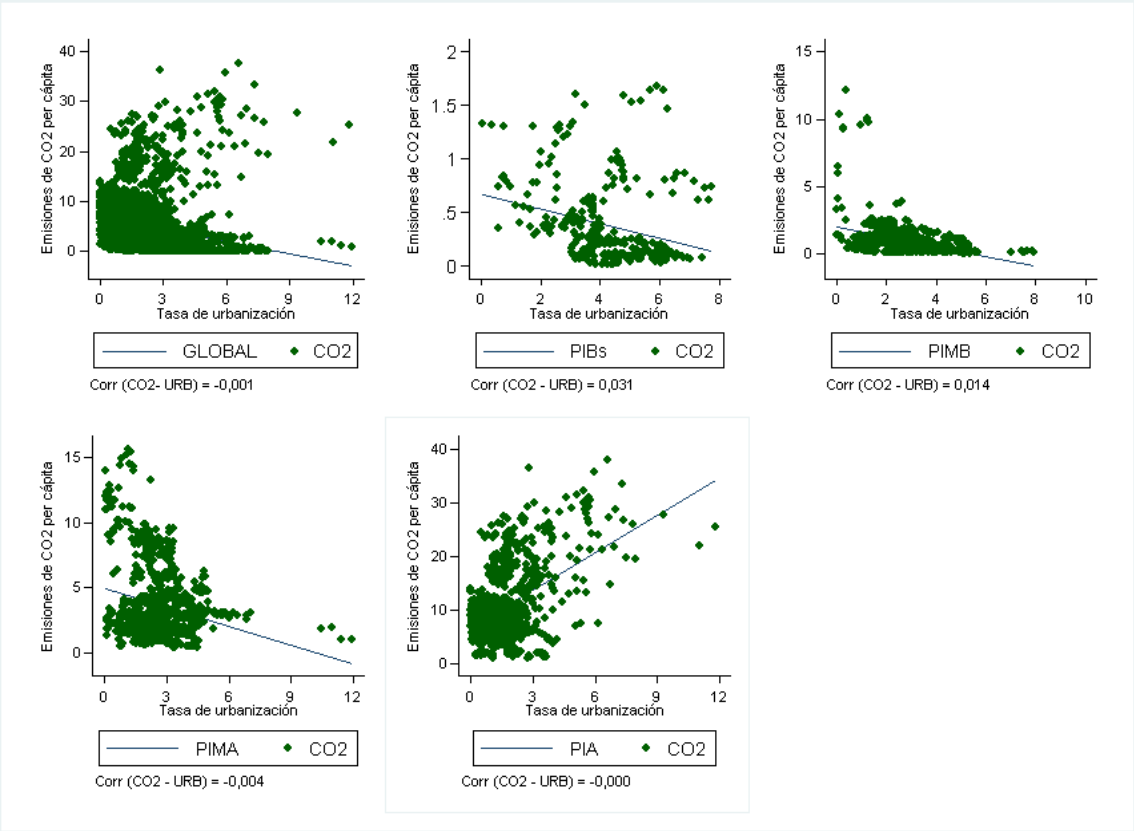


**Figura 2.** Evolución de las variables de estudio, período 1986 - 2016.

**Fuente:** Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y de Barro-Lee Educational Attainment Educational Attainment (2016).

Para comprender más ampliamente el comportamiento de las variables de estudio, se realizaron gráficos que correlacionan la tasa de urbanización, el consumo de energía y el capital humano con las misiones de CO2. La Figura 3 muestra la correlación entre las emisiones de CO2 y la urbanización, a nivel global y por grupos de países de acuerdo con su nivel de ingreso. A nivel global y los grupos de países PIBs, PIMB, PIMA la relación es negativa, a medida que incrementa la tasa de urbanización disminuyen las emisiones de CO2. Solo en el grupo de países PIA la relación entre la tasa de urbanización y las emisiones de CO2 es positiva, con este resultado se puede deducir que el incremento de la población urbana en los países ricos es un

determinante crucial en la generación de emisiones de CO<sub>2</sub>. Aunque en los países en desarrollo se ha incrementado la urbanización, estas zonas son habitadas en gran parte por personas de ingresos bajos, a diferencia de las zonas urbanas de los países ricos, estas están habitadas en su mayoría por personas de ingresos altos, lo que se deriva en una mayor generación de emisiones de CO<sub>2</sub> al existir un mayor consumo de recursos, además de bienes que se producen en otros países.

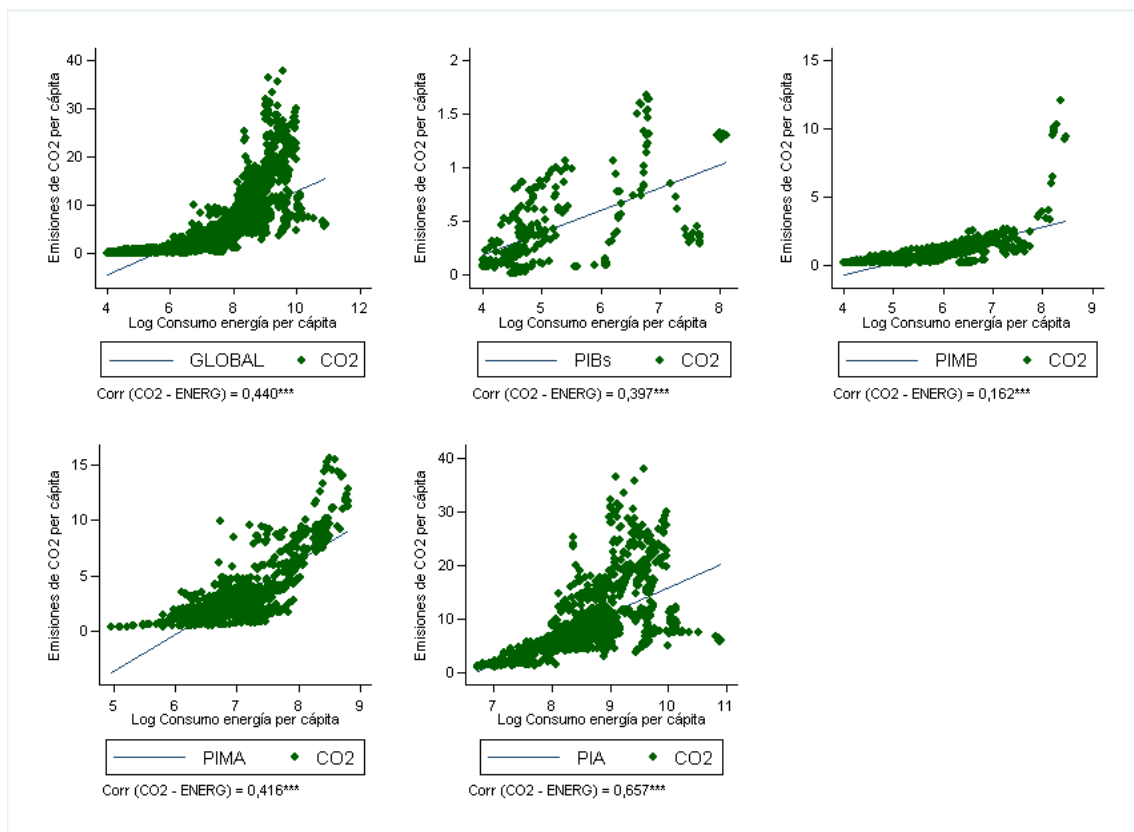


**Figura 3.** Correlación entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y la Urbanización.

**Fuente:** Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y de Barro-Lee Educational Attainment Educational Attainment (2016).

La Figura 4 muestra correlación entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y el consumo de energía eléctrica, se puede observar una correlación positiva en todos los grupos de países, es decir a medida que se incrementa el consumo de energía también incrementan las emisiones de CO<sub>2</sub>, esta relación tiene un mejor ajuste en los grupos de países PIMB y PIMA, y PIA, además estos dos últimos grupos de países tienen un mayor consumo de energía eléctrica per cápita que los PIB's y PIMB. Concretamente durante el período de estudio de la presente investigación, los

PIB's presentan un consumo promedio de 364.51 kWh per cápita, los PIMB presentan un consumo promedio de 642.95 kWh per cápita, mientras que los PIMA muestran un consumo promedio de 1888,94 kWh per cápita, y finalmente los PIA muestran un consumo promedio de 7838.69 kWh per cápita. Esta diferencia está explicada además por una mayor inversión de los países ricos en infraestructura para la producción de energía, tales como centrales hidroeléctricas, fotovoltaicas, térmicas y nucleares.



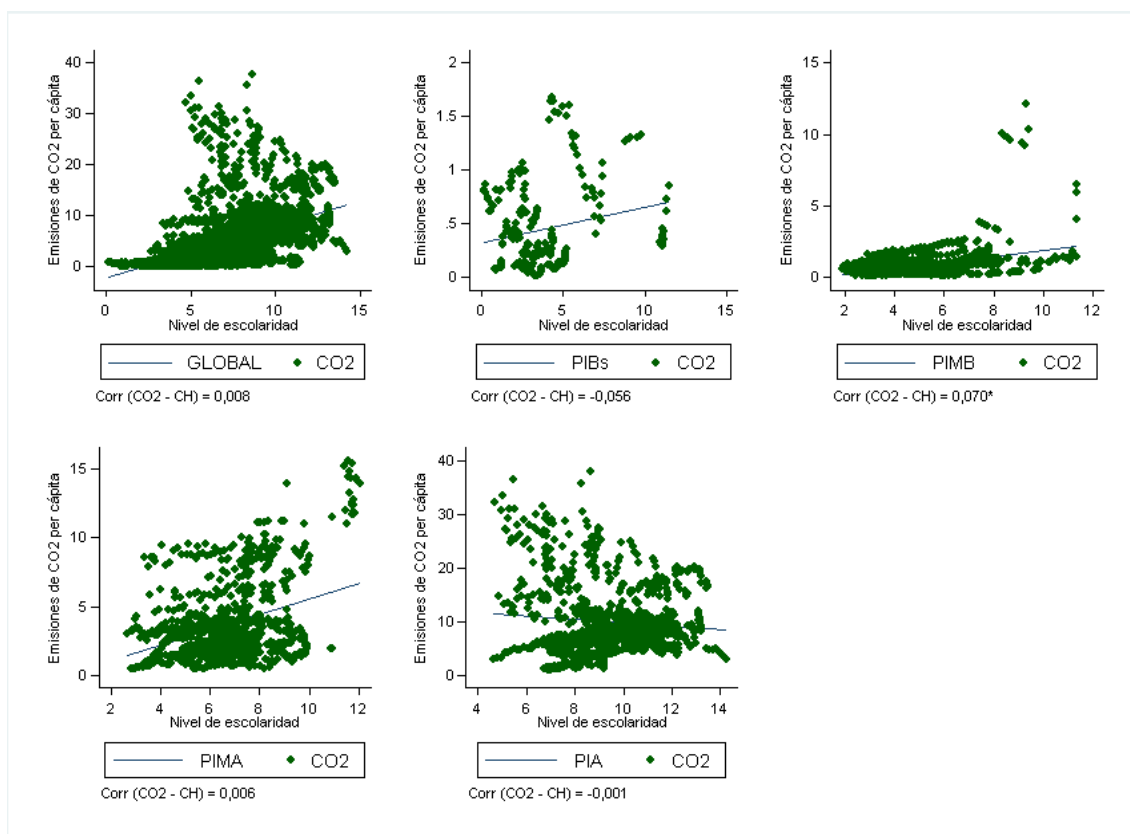
**Figura 4.** Correlación entre las emisiones de CO2 y el Consumo de energía eléctrica.

**Fuente:** Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y de Barro-Lee Educational Attainment Educational Attainment (2016).

La Figura 5 muestra la correlación entre las emisiones de CO2 y el capital humano. A nivel global y en los grupos de países, PIMB y PIMA se observa una correlación positiva entre las variables, esta relación supone que a medida que incrementan los años de escolaridad también incrementan las emisiones de CO2, esto como consecuencia de que la educación ayuda a impulsar actividades que requieren un uso intensivo de energía, además de aumentar el consumo de bienes y servicios, lo que aumenta más aún la contaminación en las urbanizaciones.



Sin embargo, en el grupo de países de ingresos altos (PIA) la correlación de las variables es negativa, y hay una mayor dispersión de los valores. El incremento de los años promedio de escolaridad supone una disminución de las emisiones de CO2. Este efecto en los PIA puede deberse a que en el transcurso del tiempo estos han ido adoptando tecnologías más eficientes en la generación y consumo de energía.



**Figura 5.** Correlación entre las emisiones de CO2 y capital humano.

**Fuente:** Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y de Barro-Lee Educational Attainment Educational Attainment (2016).

## 2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2.

*“Estimar la relación de corto y largo plazo entre las emisiones de CO2, la urbanización, el consumo de energía eléctrica y capital humano para 114 países a nivel mundial, en el período 1986 – 2016”*

Previo a realizar las estimaciones de regresión de línea base entre las variables, se realizó la elección entre un modelo de efectos fijos (FE) o efectos aleatorios (RE). En esta investigación

la prueba de Hausman (1978) establece que no existe una diferencia entre los coeficientes obtenidos por efectos fijos y aleatorios ( $\beta_{FE} - \beta_{RE}$ ) en todas las regresiones, por lo tanto, se realizó una estimación con efectos aleatorios.

La Tabla 2 muestra los resultados de las regresiones de línea base del modelo GLS. La tasa de crecimiento de la población urbana tiene un efecto positivo en las emisiones de CO<sub>2</sub> en todos los paneles, excepto en el panel PIMB donde el efecto es negativo y estadísticamente significativo. Por otro lado, el consumo de energía eléctrica tiene un efecto positivo en las emisiones de CO<sub>2</sub> en todos los paneles y son estadísticamente significativos. En los PIMB, PIMA y PIA este coeficiente es más alto, concretamente, un aumento del 1% en el consumo de energía eléctrica per cápita, incrementa en un 0.71%, 0.64% y 0,64% respectivamente las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita.

Este resultado deriva del uso mayoritario por parte de los países de ingresos bajos y medios bajos de energía de fuentes no renovables, las mismas que tienen un mayor impacto en la generación de emisiones de CO<sub>2</sub>. Mientras que en los países de ingresos altos el consumo de energía aumenta las emisiones de CO<sub>2</sub>, debido a que existe una mayor concentración de la población en las urbes. Finalmente, el nivel de escolaridad tiene un efecto negativo y es estadísticamente significativo en los paneles GLOBAL, PIMB y PIA. Estos resultados con impacto negativo en las emisiones de CO<sub>2</sub> pueden estar relacionados con el comportamiento ambientalista, pues en aquellos países de ingresos altos, sus políticas orientadas a la conservación del ambiente han permitido la generación y uso de tecnología eficiente en el consumo de energía.

**Tabla 2. Resultados de las regresiones de línea base del modelo GLS**

	<i>GLOBAL</i>	<i>PIBs</i>	<i>PIMB</i>	<i>PIMA</i>	<i>PIA</i>
Tasa de urb.	0.0001 (0.05)	0.026 (1.07)	-0.026* (-1.98)	0,009 (1.10)	0,0007 (0.28)
Log Consumo Energía Eléctrica	0.777*** (62.68)	0.470*** (7.22)	0.713 *** (27.67)	0.644*** (21.78)	0.644*** (26.92)
Capital humano	-0.012* (-2.32)	-0,003 (-0.07)	-0.032** (-2.88)	-0.005 (-0.48)	-0.044*** (-6.52)
Constante	-4.594*** (-64.01)	-3.532*** (-9.36)	-4.297*** (-27.25)	-3.511*** (-18.16)	-3.064*** (-16.06)
Test de correlación serial (p)	0.916	0.968	0.841	0.917	0.933
Observaciones	3534	341	806	961	1426

*Nota: el estadístico t se reporta entre paréntesis y \* Indica significancia estadística del valor  $p < 0,05$ ; \*\* Indica significancia estadística del valor  $p < 0,01$ ; \*\*\* Indica significancia estadística del valor  $p < 0,001$ .*

## 2.1 PRUEBAS DE RAICES UNITARIAS.

Previo al análisis de cointegración de los datos del panel, se realizó la prueba de raíz unitaria para datos de panel. Para lo cual adoptamos pruebas diferentes como las pruebas de Levine et al. (2002); Im et al. (2003) y Breitung (2000) es decir, LLC, IPS y UB, respectivamente. Además, siguiendo el procedimiento de Maddala y Wu (1999) de una prueba más simple y no paramétrica de raíz unitaria y sugieren usar la prueba tipo Fisher basada en el test de Dickey y Fuller aumentado (ADF) (Dickey y Fuller, 1981) y la prueba tipo Fisher basada en el test de Phillips y Perron (PP) (Phillips y Perron, 1988), Por lo general estas pruebas se aplican a un panel estrictamente balanceado, pero la prueba LLC se puede considerar una prueba de raíz de la unidad de panel agrupado, la prueba IPS representa una prueba de panel heterogéneo y las pruebas ADF y PP la prueba de raíz de la unidad de panel es una prueba no paramétrica (Nasreen y Anwar, 2014). La Tabla 3 muestra los resultados de la prueba de raíz unitaria de panel en el nivel de significancia del 5%. Las pruebas confirman la no existencia de raíces unitaria en las variables, y confirman que las variables del modelo poseen un orden de integración I (0).

**Tabla 3. Pruebas de raíces unitarias.**

		Sin efectos del tiempo					Con efectos del tiempo				
		PP	ADF	LLC	UB	IPS	PP	ADF	LLC	UB	IPS
GLOBAL	$co2_{i,t}$	-48,20***	-14,22**	-38,67***	-6,11*	-41,93***	-47,57***	-15,01**	-39,59***	-7,28**	-42,60***
	$urb_{i,t}$	-23,15***	-11,65**	-20,13***	-9,18**	-30,01***	-22,78***	-11,81**	-23,28***	-11,05**	-29,58***
	$cen_{i,t}$	-41,22***	-13,02**	-46,63***	-8,75**	-33,76***	-42,32***	-12,89**	-50,58***	-8,53**	-36,50***
	$ch_{i,t}$	-35,69***	-17,92***	-35,72***	-10,88**	-31,88***	-37,58***	-16,30**	-41,88***	-12,90**	-36,84***
PIBs	$co2_{i,t}$	-13,40**	-4,44*	-11,56**	-4,34*	-12,22**	-12,58**	-3,66*	-12,32**	-4,47*	-13,04**
	$urb_{i,t}$	-6,80*	-3,37*	-6,56*	1,36	-8,93**	-8,53**	-3,96*	-8,70*	-2,17*	-8,99**
	$cen_{i,t}$	-15,48**	-5,48	-14,25**	-3,55*	-15,27**	-15,32**	-4,62*	-13,23**	3,60*	-15,16**
	$ch_{i,t}$	-8,14**	-5,35*	-7,50**	-4,19*	-6,76*	-9,94**	-4,59*	-10,83**	-6,62*	-9,58**
PIMB	$co2_{i,t}$	-24,31***	-8,12**	-19,55***	-2,42*	-22,16***	-23,94***	-8,16**	-18,49***	-2,56*	-20,58***
	$urb_{i,t}$	-8,87**	-4,05*	-8,96**	-4,00*	-11,56**	-10,35**	-4,72*	-9,03**	-5,28*	-11,06**
	$cen_{i,t}$	-18,50***	-4,68*	-40,62***	-4,53*	-22,42***	-22,48***	-4,85*	-42,87***	-4,02*	-27,65***
	$ch_{i,t}$	-12,63**	-6,43*	-11,60**	-2,52*	-10,38**	-14,63**	-7,64**	-15,65**	-3,82*	-15,36**
PIMA	$co2_{i,t}$	-25,50***	-8,32**	-19,97***	-3,43*	-22,65***	-25,38***	-8,04**	-20,15***	-3,43*	-22,56***
	$urb_{i,t}$	-9,85**	-5,41*	-10,74**	-5,97*	-15,02**	-10,29**	-4,32*	-10,78**	-5,67*	-13,32**
	$cen_{i,t}$	-19,63***	-6,15*	-16,42**	-5,81*	-16,65**	-19,83***	-6,02*	-15,99**	-5,45*	-17,04***
	$ch_{i,t}$	-19,78***	8,16**	-18,78***	-7,59	-15,85**	-17,03***	-7,00**	-19,41***	-6,54*	-17,40***
PIA	$co2_{i,t}$	-30,11***	-7,28**	-24,29***	-3,47*	-24,77***	-29,19***	-8,91**	-23,82***	-6,43*	-25,74***
	$urb_{i,t}$	-18,36***	-9,20**	-13,37**	-7,68**	-21,82***	-17,10***	-9,14**	-16,53**	-8,87**	-21,43***
	$cen_{i,t}$	-27,29***	-9,23**	-15,85**	-4,15*	-15,19**	-26,91***	-10,73**	-24,67***	-5,10*	-23,67***
	$ch_{i,t}$	-28,11***	-14,05**	-31,27***	-11,04**	-26,07***	-22,47***	-6,36*	-26,62***	-9,40**	-21,29***

Nota: el estadístico  $t$  se reporta entre paréntesis y \* Indica significancia estadística del valor  $p < 0,05$ ; \*\* Indica significancia estadística del valor  $p < 0,01$ ; \*\*\* Indica significancia estadística del valor  $p < 0,001$ .

## 2.2 RELACIÓN DE CORTO PLAZO ENTRE LAS VARIABLES

Luego de realizar las pruebas de raíces unitarias, estimamos la relación de corto plazo entre las variables a través de un modelo auto regresivo de corrección de error o VEC por sus siglas en inglés (Vector error model) basado en las pruebas de Westerlund (2007) para datos de panel (Persyn y Westerlund, 2008). La Tabla 4, muestra el modelo de corrección de error VEC de Westerlund (2007) y se puede sugerir que en promedio, y durante el periodo 1986–2016 existe una relación de corto plazo entre la tasa de crecimiento de la población urbana y las emisiones de CO2 per cápita; una relación de corto plazo entre el consumo de energía eléctrica y las emisiones de CO2 per cápita; y también entre el nivel de escolaridad y las emisiones de CO2 per cápita, dado que tres de los cuatro estadísticos son significativos y rechazan la hipótesis nula H0: No cointegración. Es decir, las variables del modelo se mueven conjuntamente en el tiempo a nivel global y por grupos de ingreso, por lo tanto, se cumple parcialmente la primera hipótesis planteada de cointegración en el corto plazo.

**Tabla 4.** Pruebas de cointegración de corto plazo de Westerlund.

<i>Grupo</i>	<i>Statistic</i>	<i>Valor</i>	<i>Z-value</i>	<i>p-value</i>
GLOBAL	Gt	-3,885	-14,47	0,00
	Ga	-16,22	-0,92	0,17
	Pt	-46,59	-21,56	0,00
	Pa	-20,21	-11,28	0,00
PIBs	Gt	-3,893	-4,52	0,00
	Ga	-16,31	-0,32	0,37
	Pt	-11,85	-3,91	0,00
	Pa	-16,20	-1,75	0,00
PIMB	Gt	-4,16	-8,53	0,00
	Ga	-16,49	-0,61	0,26
	Pt	-25,10	-13,33	0,00
	Pa	-25,10	-5,83	0,00
PIMA	Gt	-4,15	-9,24	0,00
	Ga	-18,51	-2,07	0,01
	Pt	-28,80	-16,03	0,00
	Pa	-27,79	-11,42	0,00
PIA	Gt	-3,54	-6,56	0,00
	Ga	-14,50	0,85	0,80
	Pt	-24,58	-8,37	0,00
	Pa	-17,27	-4,54	0,00

**Fuente:** Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y de Barro-Lee Educational Attainment Educational Attainment (2016).

## 2.3 RELACIÓN DE LARGO PLAZO ENTRE LAS VARIABLES

Luego de estimar la relación de corto plazo entre las variables del modelo, se estimó la relación de largo plazo para lo cual utilizamos las pruebas de cointegración de Pedroni (1999). La prueba de cointegración heterogénea de panel desarrollada por Pedroni (1999) permitió la interdependencia transversal con diferentes efectos individuales. A través de la prueba de cointegración de Pedroni (1999) se pudo determinar que, entre la tasa de crecimiento de la población urbana, el consumo de energía eléctrica per cápita, el nivel de escolaridad y las emisiones de CO2 per cápita existe un movimiento conjunto y simultáneo a nivel global y por grupos de ingreso, dado que sus estadísticos son estadísticamente significativos, de tal manera que se cumple la segunda parte de la primera hipótesis, la existencia de una relación de cointegración en el largo plazo. Estos resultados se muestran en la Tabla 5.

**Tabla 5. Pruebas de cointegración de largo plazo de Pedroni.**

	GLOBAL	PIBs	PIMB	PIMB	PIMA
Estadísticos de prueba dentro de la dimensión. Co2 – Urb - Energía - Ch					
Estadístico del panel v	-5,182*	-1,18*	-2,19*	-2,55*	-3,54*
Estadístico del panel p	-16,58***	-4,43*	-8,33**	-8,60**	-10,04**
Estadístico del panel PP	-45,68***	-12,78**	-24,02***	-25,95***	-26,45***
Estadístico del panel ADF	-29,39***	-10,14**	-13,31**	-14,15**	-18,62***
Estadísticas de pruebas entre dimensiones. Co2 - Urb - Energía - Ch					
Panel p-estadístico	-12,65**	-3,05*	-6,58*	-6,51*	-7,38**
Estadístico del grupo PP	-51,81***	-13,24**	-27,01***	-30,13***	-28,94***
Estadístico del grupo ADF	-26,78***	-10,07**	-11,50**	-13,47**	-15,89**

Nota: \*\*\* Indica significancia estadística al nivel de 1%.

Pedroni (2001) sugirió una prueba más contundente en comparación a métodos de una ecuación única, en donde se estima la “fuerza” de la relación de equilibrio a largo plazo. La Tabla 6, nos muestra los estimadores beta  $\beta$  obtenidos mediante mínimos cuadrados dinámicos (DOLS) con una variable dummy para los países de forma individual. Encontramos que en los PIBs los estimadores  $\beta$  en la Urbanización son contundentes en un país, en cambio que en el Consumo de energía eléctrica los estimadores  $\beta$  son contundentes en tres países, mientras que en la variable Capital humano los estimadores  $\beta$  son contundentes en seis países. En los PIMB los estimadores  $\beta$  de la Urbanización son contundentes en dos países, mientras que en el

Consumo de energía eléctrica y Capital humano los estimadores  $\beta$  son contundentes en ocho países. En los PIMA los estimadores  $\beta$  en el consumo de energía eléctrica son contundentes en once países, mientras que en el Capital humano los estimadores  $\beta$  son contundentes en cuatro países. Finalmente, en los PIA en la variable Consumo de energía eléctrica los estimadores  $\beta$  son contundentes en 21 países, mientras que en la variable Capital humano los estimadores  $\beta$  son contundentes en cinco países.

**Tabla 6.** Resultados de la prueba de panel DOLS para los diferentes países con Dummy

<i>PIBs</i>	<i>Urb<sub>it</sub></i>	<i>Energ<sub>it</sub></i>	<i>Ch<sub>it</sub></i>	<i>PIMB</i>	<i>Urb<sub>it</sub></i>	<i>Energ<sub>it</sub></i>	<i>Ch<sub>it</sub></i>	<i>PIMA</i>	<i>Urb<sub>i,t</sub></i>	<i>Energ<sub>i,t</sub></i>	<i>Ch<sub>i,t</sub></i>
Benín	-1.28*	3.43*	4.45*	Bolivia	0.04	1.17*	0.84	Albania	0.64	1.11*	1.22*
R. D. Congo	-0.21	2.84*	-3.08*	Cambodia	0.21	-1.56*	-0.21	Armenia	0.06	1.00*	-1.93*
Haití	0.14	0.94	1.47*	Camerún	3.09*	1.50*	-7.13*	Botsuana	-0.07	-2.24*	1.07*
Mozambique	0.03	0.03	1.33*	R. Congo	-0.13	1.86*	-1.05*	Brasil	0.17	1.89*	-0.50
Nepal	0.20	4.95*	-1.38*	Costa de Marfil	-1.12*	3.91*	1.65*	China	-0.09	1.32*	-0.59
Tanzania	0.41	0.45	-1.02*	Egipto	-0.04	1.08*	-0.00	Costa Rica	0.29	1.81*	0.50
				El Salvador	-0.04	1.49*	-0.98	Guatemala	0.55	1.05*	0.20
				R. Kirguiz	-0.05	0.70	1.31*	Iraq	0.23	1.10*	-0.67
				Marruecos	-0.07	0.73	1.25*	Mauricio	0.33	1.78*	-0.19
				Nicaragua	0.32	0.08	-1.64*	Rumanía	0.22	0.53	-1.77*
				Filipinas	0.16	0.38	2.43*	Sudáfrica	-0.04	1.02*	-0.00
				Sudán	0.10	-0.00	2.98*	Turquía	0.03	1.34*	-0.07
				Zambia	-0.09	2.51*	-0.32				

<i>PIA</i>	<i>Urb<sub>it</sub></i>	<i>Energ<sub>i,t</sub></i>	<i>Ch<sub>i,t</sub></i>
Argentina	-0.06	1.31*	0.56
Chile	0.03	1.29*	-0.73
R. Checa	-0.05	-1.45*	-0.01
Dinamarca	0.09	1.93*	0.52
Estonia	-0.02	1.04*	-0.47
Finlandia	-0.30	1.24*	0.58
Grecia	0.11	1.71*	-0.05
Irlanda	0.14	1.34*	-0.53
Israel	0.04	1.72*	-0.14
Italia	0.00	2.10*	1.81*
Luxemburgo	-0.04	-1.31*	0.18
Malta	0.04	0.02	1.36*
Nueva Zelanda	0.03	-2.28*	0.13
Noruega	-0.03	1.79*	-0.86
Polonia	0.13	1.05*	-0.91
Portugal	0.18	2.12*	0.68
Qatar	-0.05	1.20*	-0.64
Arabia Saudita	0.05	1.53*	1.66*
Singapur	-0.03	-2.27*	1.19*
España	0.16	2.02*	0.36



Suecia	-0.07	3.32*	-0.15
Uruguay	0.11	1.03*	-1.14*

---

**Fuente:** Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y de Barro-Lee Educational Attainment Educational Attainment (2016).

La Tabla 7, nos muestra los estimadores  $\beta$  obtenidos mediante mínimos cuadrados dinámicos (DOLS) sin la inclusión de una variable dummy para los países de forma individual. Encontramos que en los PIMB los estimadores  $\beta$  de la Urbanización y Capital humano son contundentes en dos países. En los PIMA los estimadores  $\beta$  en de la Urbanización son contundentes en trece países, mientras que en el Capital humano los estimadores  $\beta$  son contundentes en tres países. Finalmente, en los PIA en la variable Consumo de energía eléctrica los estimadores  $\beta$  son contundentes en 28 países, mientras que en la variable Capital humano los estimadores  $\beta$  son contundentes en doce países.

**Tabla 7. Resultados de prueba de panel DOLS para los diferentes países sin Dummy.**

<i>PIMB</i>	<i>Urb<sub>it</sub></i>	<i>Energ<sub>it</sub></i>	<i>Ch<sub>it</sub></i>	<i>PIMA</i>	<i>Urb<sub>it</sub></i>	<i>Energ<sub>it</sub></i>	<i>Ch<sub>it</sub></i>	<i>PIA</i>	<i>Urb<sub>it</sub></i>	<i>Energ<sub>it</sub></i>	<i>Ch<sub>it</sub></i>
India	1.68*	0.00	0.25	Bulgaria	1.42*	0.00	-0.46	Argentina	1.67*	0.00	0.57
Moldova	0.50	0.00	-1.00*	China	-3.65*	0.00	0.46	Australia	1.73*	0.00	1.69*
Ucrania	0.57	0.00	-1.85*	Gabón	1.41*	0.00	0.83	Austria	-2.15*	0.00	-0.18
Vietnam	-2.75*	0.00	0.42	Guatemala	-1.44*	0.00	0.30	Bahréin	-1.71*	0.00	7.95*
				R. I. Irán	-3.08*	0.00	1.18*	Bélgica	-3.93*	0.00	0.17
				Iraq	1.29*	0.00	-0.18	Brunei	1.26*	0.00	18.43*
				Jamaica	1.18*	0.00	0.15	Canadá	-3.38*	0.00	-0.10
				Kazakstán	2.22*	0.00	0.26	Chile	-2.11*	0.00	0.95
				Malasia	-1.60*	0.00	1.14*	R. Checa	-2.80*	0.00	-1.06*
				Mauricio	-1.30*	0.00	0.73	Dinamarca	-8.67*	0.00	0.95
				Rumanía	1.39*	0.00	-1.05*	Finlandia	3.06*	0.00	0.12
				Rusia	2.84*	0.00	-0.60	Alemania	2.11*	0.00	-0.49
				Turquía	-1.10*	0.00	0.72	Grecia	1.12*	0.00	-0.01
								Islandia	1.25*	0.00	-0.52
								Irlanda	1.12*	0.00	0.00
								R. Korea	-2.09*	0.00	1.57*
								Luxemburgo	-3.12*	0.00	-2.77*
								Holanda	1.61*	0.00	-0.48
								Nueva Zelanda	-0.56	0.00	5.20*
								Noruega	3.32*	0.00	1.73*
								Polonia	2.30*	0.00	-0.83
								Portugal	2.00*	0.00	0.01
								Qatar	-0.56	0.00	-1.85*
								Arabia Saudita	-0.05	0.00	1.30*
								Singapur	1.70*	0.00	-1.58*
								R. Eslovaquia	1.09*	0.00	-0.80
								Eslovenia	1.72*	0.00	0.17
								España	1.51*	0.00	0.43
								Suecia	-1.40*	0.00	-0.50
								Reino Unido	-2.30*	0.00	-0.80
								EE-UU	3.31*	0.00	-2.14*
								Uruguay	-1.04*	0.00	0.78

**Fuente:** Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y de Barro-Lee Educational Attainment Educational Attainment (2016).

La Tabla 8, muestra los modelos de panel dinámico, en donde podemos observar las estimaciones con efectos de la variable Dummy del tiempo y sin la variable Dummy. En los resultados se evidenció que la tasa de urbanización afecta positivamente a las emisiones de CO2 per cápita en el panel GLOBAL, PIMB y PIMA siendo solo estadísticamente significativo en el panel GLOBAL y PIMA, en los PIBs y PIA el efecto es negativo y estadísticamente significativo en los PIA. Por otro lado, el consumo de energía eléctrica afecta de manera positiva a las emisiones de CO2 en los paneles GLOBAL, PIBs, PIMB y PIMA siendo los coeficientes estadísticamente significativos, mientras que en los PIA esta relación es negativa y estadísticamente significativa. El Capital humano afecta de manera positiva a las emisiones de CO2 y son estadísticamente significativos en el panel GLOBAL y PIMA, mientras que el efecto es negativo en los PIBs, PIMB y PIA, siendo solo estadísticamente significativos en los PIBs y PIMB.

**Tabla 8. Resultados de prueba de panel PDOLS para los diferentes niveles de ingresos.**

<i>Con dummy del tiempo</i>						
GRUPOS	<i>Urb<sub>it</sub></i>		<i>Energ<sub>it</sub></i>		<i>Ch<sub>it</sub></i>	
	PDOLS	Estadístico t	PDOLS	Estadístico t	PDOLS	Estadístico t
GLOBAL	0.09	6.79*	0.97	19.53***	0.16	2.55*
PIBs	-0.02	1.56	1.24	6.00*	-1.41	1.06
PIMB	0.01	0.64	0.51	18.78***	-0.38	3.53*
PIMA	0.01	6.69*	1.28	9.81**	0.19	3.05*
PIA	-0.00	3.17*	-0.45	3.56*	-0.29	-1.59
<i>Sin dummy del tiempo</i>						
GRUPOS	<i>Urb<sub>it</sub></i>		<i>Energ<sub>it</sub></i>		<i>Ch<sub>it</sub></i>	
	PDOLS	Estadístico t	PDOLS	Estadístico t	PDOLS	Estadístico t
GLOBAL	-0.11	2.76*	0.66	16.85**	0.09	5.27*
PIBs	0.17	6.29*	0.10	2.67*	-0.46	-1.04
PIMB	-0.24	-3.42*	0.23	3.89*	0.57	5.78*
PIMA	-0.39	1.53	0.55	8.45**	-0.29	-1.61
PIA	0.07	2.58*	1.11	15.36**	0.21	5.78*

**Fuente:** Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y de Barro-Lee Educational Attainment Educational Attainment (2016).

### 3. OBJETIVO ESPECÍFICO 3.

*“Determinar la relación de causalidad entre las emisiones de CO<sub>2</sub>, la urbanización, el consumo de energía eléctrica y capital humano para 114 países a nivel mundial, en el período 1986 – 2016”.*

La Tabla 9, muestra la relación de causalidad entre las variables de estudio, estimada bajo la prueba de causalidad tipo Granger (1988) calculada sobre la prueba propuesta por Dumitrescu y Hurlin (2012) para datos de panel. Se encontró una relación de causalidad bidireccional entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y la Urbanización para todos los grupos de ingresos ( $CO_2 \leftrightarrow URB$ ), excepto para los PIBs, en donde solo hay causalidad unidireccional desde la Urbanización hacia las emisiones de CO<sub>2</sub> ( $URB \rightarrow CO_2$ ), es decir que el aumento de la urbanización provoca un incremento de las emisiones de CO<sub>2</sub> y viceversa, sobretodo en los países de ingresos altos, pues su concentración poblacional en las zonas urbanas es elevada, lo que además de concentrar gran parte de los sectores económicos, provoca un aumento del consumo de recursos, ocasionando un incremento en las emisiones de CO<sub>2</sub>. Existe también causalidad bidireccional entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y el Consumo de energía eléctrica para todos los grupos de ingresos ( $CO_2 \leftrightarrow ENERG$ ), excepto para los PIBs, en donde solo existe causalidad unidireccional desde las Emisiones de CO<sub>2</sub> hacia el Consumo de energía eléctrica ( $CO_2 \rightarrow ENERG$ ), esta relación es debido a que en parte de los países de ingresos altos la producción y el consumo de energía eléctrica per cápita es mayor que en los países de ingresos bajos. Se observa también causalidad bidireccional entre las Emisiones de CO<sub>2</sub> y el Capital humano ( $CO_2 \leftrightarrow CH$ ), para todos los grupos de ingresos, excepto para los PIBs en donde solo existe causalidad unidireccional desde las Emisiones de CO<sub>2</sub> hacia el Capital Humano ( $CO_2 \rightarrow CH$ ). Esta relación está dada tanto porque el aumento de los años de escolaridad de la población supone un aumento del consumo de recursos, generando más contaminación. Mientras que, por otro lado, las emisiones de CO<sub>2</sub>

pueden provocar un aumento de la inversión en educación por parte de los países ricos, con el afán de encontrar soluciones y educar a la población sobre la contaminación ambiental. Por tanto, se cumple la segunda hipótesis planteada, se confirma la existencia de causalidad unidireccional o bidireccional entre las variables de estudio.

**Tabla 9.** Resultados de pruebas de causalidad Dumitrescu y Hurlin.

Dirección de causalidad	Grupo	W-bar	Z-bar	p-valor
$CO2_{it} \rightarrow URB_{it}$	GLOBAL	2.38	10.45	0.00
	PIBs	1.77	1.81	0.06
	PIMB	2.69	6.10	0.00
	PIMA	2.42	5.61	0.00
	PIA	2.32	6.37	0.00
$URB_{it} \rightarrow CO2_{it}$	GLOBAL	3.35	17.78	0.00
	PIBs	4.02	7.09	0.00
	PIMB	4.62	13.08	0.00
	PIMA	3.15	8.50	0.00
	PIA	2.60	7.70	0.00
$CO2_{it} \rightarrow ENER_{it}$	GLOBAL	3.98	22.54	0.00
	PIBs	3.11	4.95	0.00
	PIMB	4.75	13.53	0.00
	PIMA	4.12	12.29	0.00
	PIA	3.66	12.80	0.00
$ENER_{it} \rightarrow CO2_{it}$	GLOBAL	2.72	13.00	0.00
	PIBs	1.00	0.01	0.99
	PIMB	2.64	5.94	0.00
	PIMA	1.70	2.76	0.00
	PIA	3.86	13.73	0.00
$CO2_{it} \rightarrow CH_{it}$	GLOBAL	3.48	18.72	0.00
	PIBs	2.79	4.20	0.00
	PIMB	3.21	7.98	0.00
	PIMA	3.66	10.48	0.00
	PIA	3.67	12.80	0.00
$CH_{it} \rightarrow CO2_{it}$	GLOBAL	1.71	5.39	0.00
	PIBs	1.78	1.85	0.06
	PIMB	1.90	3.25	0.00
	PIMA	1.83	3.29	0.00
	PIA	1.50	2.42	0.01

**Fuente:** Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y de Barro-Lee Educational Attainment Educational Attainment (2016).

## **g. DISCUSIÓN**

### **1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1**

*Analizar la evolución y correlación entre la tasa de crecimiento de emisiones de CO<sub>2</sub>, urbanización, el consumo de energía eléctrica y capital humano para 114 países a nivel mundial, en el período 1986 – 2016.*

Los resultados del primer objetivo muestran que las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita a nivel global desde el año 1986 muestran una variación moderada en los primeros años del periodo analizado, con un incremento significativo en el año 1992 y 2010, mientras que, se evidencian descensos considerables en los años 2009, 2015 y 2016. El resultado de la evolución de la tasa de crecimiento de la población urbana muestra que ésta ha disminuido a nivel mundial durante el período analizado, concretamente pasó de 2.94% en 1986 a -1.76% en 2016., así mismo, también muestra una tendencia descendente en todos los grupos de países, excepto en los PIA, donde se evidencia una tendencia creciente. Aunque claramente la urbanización no incide plenamente en las emisiones de CO<sub>2</sub>, no se puede afirmar que el incremento de la población total no incida en el aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Chance (2007) considera que en los próximos 20 años se generará un crecimiento urbano sin precedentes: la cantidad de población de las ciudades pasará de 3.000 millones de personas a 5.000 millones.

De acuerdo con el Banco Mundial (2010) y Hurtado (2010) las proyecciones sugieren que, debido a que gran parte de la población mundial habita en países en desarrollo, para 2030 éstos utilizarán un 70% más de energía total por año que los países desarrollados, aun cuando su consumo energético per cápita seguirá siendo bajo. En las naciones de ingreso medio, la electricidad, la industria y el cambio en el uso de la tierra son las actividades que más emisiones aportan, pero las derivadas del cambio en el uso de la tierra se concentran en un puñado de

países (Brasil e Indonesia representan la mitad de las emisiones generadas por este tipo de actividades). Es muy probable que el sector de la electricidad siga siendo la fuente más importante de emisiones.

Este resultado no concuerda con los obtenidos por Rafic et al. (2016) y Wu et al. (2016) en el que mencionan que la urbanización aumenta significativamente la intensidad energética y, genera un aumento de las emisiones de carbono. Esta diferencia se debe a que la urbanización no es el único factor que influye en el aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Por su parte Alam et al. (2017) y Ding y Li (2017) sugieren que la urbanización no es el principal determinante de las emisiones de CO<sub>2</sub>, pues consideran que las emisiones de CO<sub>2</sub> disminuyen con el tiempo cuando los ingresos aumentan, es decir consideran al crecimiento económico más apto para explicar las emisiones de CO<sub>2</sub> en lugar de la urbanización.

Pese a que los resultados encontrados respecto a la urbanización no son los esperados, no se puede obviar el hecho de que el incremento de la población ejerce una presión mayor en los sistemas y en los recursos naturales, intensifica la competencia por la tierra y el agua e incrementa la demanda de energía. De acuerdo con el Banco mundial (BM, 2010) y Bai et al. (2019) consideran importante prestar más atención a los patrones de urbanización y diseñar una guía para el desarrollo verde y el estilo de vida sostenible.

En cuanto al consumo de energía eléctrica, se encontró que los PIA y PIMA son los grupos de países que generan más emisiones de CO<sub>2</sub>, además son los grupos de países que muestran elevados niveles de consumo de energía. En primeras instancias se podría concluir que las emisiones de CO<sub>2</sub> de los PIA y PIMA están estrechamente relacionadas con el consumo de energía de los países que conforman estos grupos. En cambio, los PIBs y PIMB consumen menos energía y generan menos emisiones de CO<sub>2</sub>.



El consumo de energía eléctrica tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo en las emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel global y en todos los grupos de países. Los resultados de la regresión de línea base indica que un incremento del 1%, genera un aumento del 0.73 % de las emisiones de CO<sub>2</sub> en los PIMB, y un 0,64% en los PIMA y PIA. Estos resultados son consistentes con los resultados obtenidos por (Wang et al. 2013; Wang et al. 2015; Wu et al. 2016; Zhang et al. 2017). Por su parte, Wang et al. (2018) sugiere que la urbanización es el factor más significativo en el aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> cada año, al igual que la intensidad energética que tiene un efecto positivo sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>, añade además que la influencia de la estructura industrial en las emisiones de CO<sub>2</sub> es positiva, lo que indica que el ajuste de la estructura industrial desempeña un papel importante en la reducción de las emisiones de carbono.

En este sentido, como lo señalan Kellstedt, Zahran y Vedlitz (2008) los países desarrollados son responsables de aproximadamente dos tercios de las emisiones acumuladas de CO<sub>2</sub> vinculadas con la energía que se encuentran hoy en la atmósfera, además consumen cinco veces más energía per cápita, en promedio, que los países en desarrollo. Sin embargo, los países en vías de desarrollo ya representan el 52% de las emisiones anuales relacionadas con la energía, y su consumo energético se incrementa con rapidez: es probable que el 90% del aumento proyectado para los próximos 20 años en el consumo energético mundial, el uso de carbón y las emisiones de CO<sub>2</sub> vinculadas con la energía se produzca en países en desarrollo. Franco, Mandla y Rao (2017) sugieren que para reducir la intensidad energética y de emisiones se debe tomar en cuenta las disparidades económicas regionales, permitiendo asignar a las regiones con mayor crecimiento económico objetivos de reducción de la intensidad energética más elevados. Meng, Jing y Mander (2016) sugieren que para mitigar las futuras emisiones de CO<sub>2</sub> de la industria de la energía eléctrica se debería optimizar la estructura de las exportaciones

industriales y aumentar su concienciación sobre el aumento del consumo de electricidad en los hogares.

Finalmente, a partir de los resultados del primer objetivo se obtuvo que la variable años de escolaridad (capital humano) muestra una evolución ascendente durante el periodo analizado, en 1986 a nivel mundial el número promedio de años de escolaridad era de 5, mientras que en 2016 este promedio se ubicó en 9 años. Los datos obtenidos concuerdan con los obtenidos en el informe *The Changing Wealth of Nations 2018* del Banco Mundial, en el que señala que el capital humano es el componente más importante de la riqueza de las naciones, la inversión en educación permite obtener una mayor riqueza y un crecimiento económico más rápido. En cuanto al nivel de escolaridad por grupos de países, los PIA y PIMA muestran los niveles más altos de escolaridad, pues el primer grupo en 2016 alcanzó una escolaridad promedio de 11.09 años y el segundo una escolaridad promedio de 8.73 años, estos niveles superan con amplitud los años de escolaridad promedio de los PIBs que mantienen un promedio de 4.59 años y de los PIMB con un promedio de 6.75 años. En este contexto, Hanushek (2013) señala que, en términos de habilidades cognitivas, se ha producido poco cierre de las brechas entre países desarrollados y en desarrollo, debido a que una proporción alta de estudiantes que terminan nueve años de escolaridad no es competitiva en términos de niveles de destrezas internacionales. Aunque todos los grupos de países muestran un incremento constante en la escolaridad, sigue siendo un reto importante para los países de ingresos bajos e ingresos medios bajos, pues debido a la persistencia de elevados niveles de inequidad y pobreza, así como la alta proporción de población residiendo en zonas rurales, incrementan las dificultades para lograr la expansión de una educación de calidad (Poblete, Sepúlveda, Orellana y Abarca, 2013).

El nivel de escolaridad tiene un efecto negativo y estadísticamente significativo en los paneles GLOBAL y en los grupos de ingresos PIMB y PIA. Los resultados de la regresión de

línea base indica que un incremento del 1% en el nivel de escolaridad reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> en un 0.03% y 0.04% en los PIMB y PIA respectivamente. Estos resultados concuerdan con los encontrados por Pachauri y Jiang (2008); Démurger y Fournier (2011); He y Reiner (2016) y Salim, Yao y Chen (2017) pues señalan que los hogares mejor educados prefieren los electrodomésticos de uso eficiente de la energía, además de mejorar sus hábitos de consumo que contribuyen a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

## **2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2.**

*Estimar la relación de corto y largo plazo entre las emisiones de CO<sub>2</sub>, la urbanización, el consumo de energía eléctrica y capital humano para 114 países a nivel mundial, en el período 1986 – 2016.*

Los resultados de la prueba de cointegración en el corto plazo de Westerlund (2007) indican la existencia de una relación de corto plazo entre la tasa de crecimiento de la población urbana y las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita; una relación de corto plazo entre el consumo de energía eléctrica y las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita; y también entre el nivel de escolaridad y las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita, es decir las tres variables independientes presentan un equilibrio de corto plazo para todos los niveles de ingreso.

Las pruebas de cointegración en el largo plazo desarrollada por Pedroni (1999) indican que la tasa de crecimiento de la población urbana, el consumo de energía per cápita, el nivel de escolaridad y las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita muestran un movimiento conjunto y simultáneo en el largo plazo a nivel global y para todos los grupos de ingresos.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Xu, Jin y Dash (2017) quienes sugieren que el principal impulsor de las emisiones de CO<sub>2</sub> es el crecimiento económico y los efectos de la infraestructura energética. Así mismo, Salim, Yao y Chen (2017) y Bano, Zhao, Ahmad,

Wang y Liu (2018) encuentran en países asiáticos una relación positiva y significativa a largo plazo entre las variables de estudio. Wu, Shen, Zhang, Skitmore y Lu (2017) sostienen que para el año 2020, tanto en la modalidad de gobierno como la modalidad de mercado dominante en China, una mayor tasa de urbanización, un coeficiente de emisión de carbono energético y una mayor intensidad energética conducirán a un aumento de las emisiones de carbono.

Sin embargo, autores como Ito (2017) sugiere que el consumo de energías renovables contribuye a la reducción de las emisiones, a la vez que provoca un efecto positivo en el crecimiento económico a largo plazo en las economías en desarrollo. Por su parte Cai, Sam y Chang (2018) encuentran que no hay una cointegración entre el consumo de energía limpia y las emisiones de CO<sub>2</sub> en Canadá, Francia, Italia, los Estados Unidos y el Reino Unido; sin embargo, esta cointegración si existe para Alemania cuando las emisiones de CO<sub>2</sub> sirven como variable dependiente. En contraparte con lo antes mencionado, Ding y Li (2017) sugieren que los factores de desarrollo económico son los principales impulsores de las emisiones de CO<sub>2</sub>, en comparación con los factores de cambio estructural, intensidad energética y transición social. Por su parte, Salahuddin et al. (2017) encuentran que además del crecimiento económico y el consumo de electricidad, la inversión extranjera directa, estimula el aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el corto y largo plazo. Al-Mulali (2012) sugiere que se examinen los requisitos para que la inversión extranjera promueva la protección del medio ambiente y aumente la transferencia de tecnología a través de empresas extranjeras para reducir el daño ambiental.

Por otra parte, en lo que respecta al capital humano y su incidencia en la generación de emisiones de CO<sub>2</sub> en el corto y largo plazo, los resultados obtenidos difieren con los obtenidos por Mehrara, Rezaei, y Razi, (2015); Desha, Robinson, y Sproul, (2015) quienes sugieren que el capital humano medido desde el índice de educación terciaria, es un factor determinante del consumo de energías renovables, además de ser promovida mediante la mano de obra

calificada, el intercambio de conocimientos sobre seguridad energética y el desarrollo económico. Así mismo, Pachauri y Jian (2008); Démurger y Fournier (2011) sugieren que, en China, los hogares con mejor educación prefieren el uso de electrodomésticos eficientes en el consumo de energía, lo que supone una disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

### **3. OBJETIVO ESPECÍFICO 3.**

*Determinar la relación de causalidad entre las emisiones de CO<sub>2</sub>, la urbanización, el consumo de energía eléctrica y capital humano para 114 países a nivel mundial, en el período 1986 – 2016.*

Los resultados del tercer objetivo muestran que existe causalidad bidireccional entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y la urbanización para todos los grupos de ingresos (CO<sub>2</sub> ↔ URB), excepto para los PIBs, en donde solo hay causalidad unidireccional desde las emisiones de CO<sub>2</sub> hacia la urbanización (CO<sub>2</sub> → URB), existe también causalidad bidireccional entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y el consumo de energía eléctrica para todos los grupos de ingresos (CO<sub>2</sub> ↔ ENERG), excepto para los PIMB, en donde solo existe causalidad unidireccional desde el consumo de energía eléctrica hacia las emisiones de CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> → ENERG), se observa también causalidad bidireccional entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y el capital humano (CO<sub>2</sub> ↔ Ch), a nivel global y para los PIMB, PIBs y PIMA, mientras que se observa causalidad unidireccional desde el capital humano hacia las emisiones de CO<sub>2</sub> (CH → CO<sub>2</sub>) para los grupos de ingresos PIMB y PIMA.

Estos resultados son similares parcialmente a los obtenidos por Kasmana y Duman (2015) quienes encuentran causalidad unidireccional a corto plazo entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y la urbanización en los países de la Unión Europea. Por su parte, Ahmed, Rehman y Ozturk (2017) encuentran causalidad unidireccional en varias provincias de China que va desde el consumo

de energía, la población hasta las emisiones de CO<sub>2</sub>. Así mismo Wang et al. (2016) encuentran relaciones causales unilaterales a corto plazo desde la urbanización hasta el uso de energía y desde la urbanización hasta las emisiones de carbono mediante las pruebas de causalidad de Granger para los países del Sudeste Asiático. Los resultados de causalidad también coinciden con los encontrados por Salim, Yao y Chen (2017) pues determinaron causalidad unidireccional desde el capital humano hacia las emisiones de carbono. En cuanto a relación causal entre la urbanización y las emisiones de CO<sub>2</sub>, los resultados concuerdan con los de Wang, Chen y Kubota (2016) pues encuentran para 188 países una relación causal unilateral desde la urbanización hasta las emisiones de CO<sub>2</sub>, además encuentran que la urbanización junto con el consumo de energía aumenta las emisiones de CO<sub>2</sub> a largo plazo.

## **h. CONCLUSIONES**

- ✓ A nivel mundial, la evolución de las variables del presente estudio determina que las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita y el consumo de energía eléctrica per cápita muestran importantes variaciones, con significativos incrementos en los inicios de la década del noventa, mientras que, en los últimos años de estudio, mantiene una tendencia decreciente. Por otro lado, la tasa de crecimiento de la población urbana durante el periodo de análisis muestra una tendencia descendente, estas variaciones coinciden con gran parte de las crisis económicas suscitadas en el periodo de estudio. Mientras que respecto a la variable años de escolaridad, esta muestra una tendencia ascendente y constante, pasando de ser el promedio de 5 años en 1986, a ubicarse en 9 años en el año 2016. Este promedio de años de escolaridad es superior en los grupos de ingresos PIA y PIMA, pues su inversión en educación, también ha sido vital para su crecimiento y desarrollo económico.
- ✓ La correlación entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y la tasa de urbanización es positiva en todos los paneles, excepto en los PIMB, donde el efecto es negativo. En cuanto a la correlación entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y el consumo de energía, se puede observar una correlación negativa en todos los grupos de países. Finalmente, la correlación entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y el capital humano, se puede observar una correlación negativa en todos los grupos de ingresos. Los grupos de países PIA y PIMA presentan los niveles más elevados de consumo de energía eléctrica, además gran parte de su población se concentra en las zonas urbanas, y su nivel de pobreza es bajo respecto a los PIBs y PIMB, estos factores junto con un mayor consumo de recursos, son determinantes en el aumento de emisiones de CO<sub>2</sub> en los países ricos. A través de las pruebas de cointegración de Pedroni (1999) y Westerlund (2007) para determinar el equilibrio en el corto y largo plazo, se encontró que, entre la tasa de crecimiento de la población urbana, el consumo de energía eléctrica per cápita, el capital humano y las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita, existe un movimiento conjunto y simultáneo en el corto y largo

plazo a nivel global y en todos los grupos de ingresos. Además, mediante la prueba de cointegración DOLS se encontró que la mayoría de países que presentan fuerza de cointegración están en los grupos de ingresos PIMB, PIMA y PIA, ya que los estimadores  $\beta$  entre el consumo de energía eléctrica y las emisiones de CO<sub>2</sub> son contundentes en 8 países de los PIMB, 11 países de los PIMA y en 21 países para los PIA, mientras que los estimadores  $\beta$  de la relación entre el capital humano y las emisiones de CO<sub>2</sub> son contundentes en 8 países de los PIMB, 4 países de los PIMA y 5 países de los PIA. Es decir, tanto el consumo de energía eléctrica, como el aumento de la población en zonas urbanas y el aumento del nivel de escolaridad son determinantes cruciales de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

- ✓ Mediante las pruebas de causalidad de Granger propuestas por Dumitrescu y Hurlin (2012) se encontró causalidad bidireccional entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y la urbanización para todos los grupos de ingresos (CO<sub>2</sub> ↔ URB), excepto para los PIBs, en donde solo hay causalidad unidireccional desde la urbanización hacia las emisiones de CO<sub>2</sub> (URB → CO<sub>2</sub>). Existe también causalidad bidireccional entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y el consumo de energía eléctrica para todos los grupos de ingresos (CO<sub>2</sub> ↔ ENERG), excepto para los PIBs, en donde solo existe causalidad unidireccional desde las emisiones de CO<sub>2</sub> hacia el consumo de energía eléctrica (CO<sub>2</sub> → ENERG), se observa también causalidad bidireccional entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y el capital humano (CO<sub>2</sub> ↔ CH), para todos los grupos de ingresos, excepto para los PIBs en donde solo existe causalidad unidireccional desde las emisiones de CO<sub>2</sub> hacia el capital humano (CO<sub>2</sub> → CH). Esto indica que tanto, la urbanización, junto con el consumo de energía eléctrica aumentan las emisiones de CO<sub>2</sub>, en los países ricos esta relación de causalidad es más fuerte dada una mayor concentración poblacional en las zonas urbanas, además de un mayor consumo de recursos y uso de energía eléctrica que en los países de ingresos bajos. Por otro lado, el capital humano puede influir en el aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> debido a la demanda imperante de personal cualificado para las empresas,



además de que la población con un mayor nivel de educación, consume más recursos y genera más emisiones de CO<sub>2</sub> que aquella población de países de ingresos bajos.

## **i. RECOMENDACIONES**

- Los gobiernos deben considerar el mejoramiento de la estructura energética reemplazando el uso de energías fósiles por fuentes de energías renovables, además se deben implementar tecnologías eficientes en las industrias, de tal manera que los procesos de producción sean más amigables con el ambiente al emitir menos emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Los gobiernos deben aumentar la inversión en educación, con el fin de que la población adquiera una conciencia ambientalista, estableciendo patrones de consumo responsables con el ambiente, además la inversión en investigación y desarrollo permitirá que la población adquiera habilidades necesarias para ser competitiva en los mercados, generando nuevas tecnologías en la producción de bienes y servicios solidarios con el ambiente.
- Promover campañas de concientización tanto en instituciones públicas y privadas acerca de la degradación ambiental y su impacto negativo en la sociedad, mediante talleres de educación ambiental sobre el uso de energías renovables, cuidado de espacios verdes, reciclaje y uso consciente de artefactos electrónicos.
- Los gobiernos deben priorizar la sustentabilidad en la creación y remodelación de las zonas urbanas, conectando entre sí las infraestructuras de transporte, instituciones y empresas, mejorando la eficiencia en el uso de recursos, la movilización y la producción. Además, se podría entregar incentivos a las empresas que presenten un proceso de producción utilizando energías limpias y renovables.

## **j. BIBLIOGRAFÍA**

- Acheampong, A. O. (2018). Economic growth, CO2 emissions and energy consumption: What causes what and where?. *Energy Economics*, 74, 677-692.
- Adom, P. K., Kwakwa, P. A., & Amankwaa, A. (2018). The long-run effects of economic, demographic, and political indices on actual and potential CO 2 emissions. *Journal of environmental management*, 218, 516-526.
- Ahmed, K., & Long, W. (2012). Environmental Kuznets curve and Pakistan: an empirical analysis. *Procedia Economics and Finance*, 1, 4-13.
- Ahmed, K., Rehman, M. U., & Ozturk, I. (2017). What drives carbon dioxide emissions in the long-run? Evidence from selected South Asian Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 1142-1153.
- Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. In *Selected Papers of Hirotugu Akaike* (pp. 215-222). Springer, New York, NY.
- Al-Mulali, U., & Sab, C. N. B. C. (2012). The impact of energy consumption and CO2 emission on the economic growth and financial development in the Sub Saharan African countries. *Energy*, 39(1), 180-186.
- Alam, M. M., Murad, M. W., Noman, A. H. M., & Ozturk, I. (2016). Relationships among carbon emissions, economic growth, energy consumption and population growth: Testing Environmental Kuznets Curve hypothesis for Brazil, China, India and Indonesia. *Ecological Indicators*, 70, 466-479.
- Alcántara, V., & Padilla, E. (2006). Análisis de las emisiones de CO2 y sus factores explicativos en las diferentes áreas del mundo.
- Alperovich, G. (1992). Economic development and population concentration. *Economic Development and Cultural Change*, 41(1), 63-74.
- Azqueta, D., Ramírez, A., & Villalobos, D. (2007). Introducción a la economía ambiental (No. 333.70972 I5).

- Bai, Y., Deng, X., Gibson, J., Zhao, Z., & Xu, H. (2019). How does urbanization affect residential CO<sub>2</sub> emissions? An analysis on urban agglomerations of China. *Journal of Cleaner Production*, 209, 876-885.
- Banco Mundial. (2018). Emisiones de CO<sub>2</sub> (kt).
- Bano, S., Zhao, Y., Ahmad, A., Wang, S., & Liu, Y. (2018). Identifying the impacts of human capital on carbon emissions in Pakistan. *Journal of Cleaner Production*, 183, 1082-1092.
- Barro, R. J., & Lee, J. W. (2013). A new data set of educational attainment in the world, 1950–2010. *Journal of development economics*, 104, 184-198.
- Becker, G. S. (1964). Human capital theory. Columbia, New York, 1964.
- Behera, S. R., & Dash, D. P. (2017). The effect of urbanization, energy consumption, and foreign direct investment on the carbon dioxide emission in the SSEA (South and Southeast Asian) region. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 96-106.
- Benhabib, J., & Spiegel, M. M. (1994). The role of human capital in economic development evidence from aggregate cross-country data. *Journal of Monetary economics*, 34(2), 143-173.
- Bermúdez, M. (2010). Contaminación y turismo sostenible. *Recuperado de <http://galeon.com/mauriciobermudez/contaminacion.pdf>*.
- Bernardi, R. B. (2009). La ciudad y la urbanización. *Estudios históricos*, 2, 1-15.
- Bertinelli, L., & Black, D. (2004). Urbanization and growth. *Journal of Urban Economics*, 56(1), 80-96.
- Breitung, J. (2002). Nonparametric tests for unit roots and cointegration. *Journal of econometrics*, 108(2), 343-363.
- Bucci, A. (2008). Population growth in a model of economic growth with human capital accumulation and horizontal R&D. *Journal of Macroeconomics*, 30(3), 1124-1147.
- Cai, Y., Sam, C. Y., & Chang, T. (2018). Nexus between clean energy consumption, economic growth and CO<sub>2</sub> emissions. *Journal of Cleaner Production*, 182, 1001-1011

- Chance, C. (2007). *Climate Change: A Business Response to a Global Issue*.
- Chen, M., Zhang, H., Liu, W., & Zhang, W. (2014). The global pattern of urbanization and economic growth: evidence from the last three decades. *PloS one*, *9*(8), e103799.
- Chen, S., Jin, H., & Lu, Y. (2018). Impact of urbanization on CO2 emissions and energy consumption structure: A panel data analysis for Chinese prefecture-level cities. *Structural Change and Economic Dynamics*.
- CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático), 1992. Recuperado de <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>.
- Cramer, J. C., & Cheney, R. P. (2000). Lost in the ozone: population growth and ozone in California. *Population and Environment*, *21*(3), 315-338.
- Cramer, J. C. (2002). Population growth and local air pollution: methods, models, and results. *Population and Development Review*, *28*, 22-52.
- Daily, G. C., & Ehrlich, P. R. (1992). Population, sustainability, and Earth's carrying capacity. *BioScience*, *42*(10), 761-771.
- Démurger, S., & Fournier, M. (2011). Poverty and firewood consumption: A case study of rural households in northern China. *China economic review*, *22*(4), 512-523.
- Denison, E. (1964). Measuring the contribution of education (and the residual) to economic growth', en *The Residual Factor and Economic Growth*, OCDE, París.
- Desha, C., Robinson, D., & Sproul, A. (2015). Working in partnership to develop engineering capability in energy efficiency. *Journal of Cleaner Production*, *106*, 283-291.
- Dietz, T., & Rosa, E. A. (1997). Effects of population and affluence on CO2 emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *94*(1), 175-179.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 1057-1072.
- Ding, Y., & Li, F. (2017). Examining the effects of urbanization and industrialization on carbon dioxide emission: Evidence from China's provincial regions. *Energy*, *125*, 533-542.

- Dumitrescu, E. I., & Hurlin, C. (2012). Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Economic Modelling*, 29(4), 1450-1460.
- Easterlin, R. (1967), Easterlin, R. A. (1967). Effects of population growth on the economic development of developing countries. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 369(1), 98-108.
- Ehrlich, P. R., & Holdren, J. P. (1971). Impact of population growth. *Science*, 171(3977), 1212-1217.
- Franco, S., Mandla, V. R., & Rao, K. R. M. (2017). Urbanization, energy consumption and emissions in the Indian context A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 71, 898-907.
- Frick, S. A., & Rodríguez- Pose, A. (2018). Big or small cities? On city size and economic growth. *Growth and Change*, 49(1), 4-32.
- Garduño, R. (2004). ¿ Qué es el efecto invernadero?. *Cambio climático: una visión desde México*, 29.
- Gelegenis, J. J., & Harris, D. J. (2014). Undergraduate studies in energy education—A comparative study of Greek and British courses. *Renewable energy*, 62, 349-352.
- Glaeser, E., & Henderson, J. V. (2017). Urban economics for the developing World: An introduction. *Journal of Urban Economics*, 98, 1-5.
- González, M. R. M., Carbonell, P., & Martínez, E. (2005). Fuentes de emisión de gases de efecto invernadero en la agricultura. *Ingeniería de Recursos Naturales*, 4, 14-19.
- Granger, C. W. (1988). Causality, cointegration, and control. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3), 551-559.
- He, X., & Reiner, D. (2016). Electricity demand and basic needs: Empirical evidence from China's households. *Energy Policy*, 90, 212-221.
- Hanushek, E. A. (2013). Economic growth in developing countries: The role of human capital. *Economics of Education Review*, 37, 204-212.

- Hurtado, J. G. (2010). La urbanización del mundo. *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, (111), 41-55.
- Im, K. S., Pesaran, M. H., & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of econometrics*, 115(1), 53-74.
- Ito, K. (2017). CO2 emissions, renewable and non-renewable energy consumption, and economic growth: Evidence from panel data for developing countries. *International Economics*, 151, 1-6.
- Jedwab, R., Christiaensen, L., & Gindelsky, M. (2015). Demography, urbanization and development: Rural push, urban pull and... urban push?. The World Bank.
- Jedwab, R., & Vollrath, D. (2015). Urbanization without growth in historical perspective. *Explorations in Economic History*, 58, 1-21.
- Kasman, A., & Duman, Y. S. (2015). CO2 emissions, economic growth, energy consumption, trade and urbanization in new EU member and candidate countries: a panel data analysis. *Economic Modelling*, 44, 97-103.
- Klein-Banai, C., & Theis, T. L. (2013). Quantitative analysis of factors affecting greenhouse gas emissions at institutions of higher education. *Journal of Cleaner Production*, 48, 29-38.
- Kandpal, T. C., & Broman, L. (2014). Renewable energy education: A global status review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 300-324.
- Kellstedt, P. M., Zahran, S., & Vedlitz, A. (2008). Personal efficacy, the information environment, and attitudes toward global warming and climate change in the United States. *Risk Analysis: An International Journal*, 28(1), 113-126.
- Kwon, D. B. (2009, October). Human capital and its measurement. In The 3rd OECD World Forum on "Statistics, Knowledge and Policy" Charting Progress, Building Visions, Improving Life (pp. 27-30).
- Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. *The American economic review*, 45(1), 1-28.

- Labandeira, X., León, C. J., & Vázquez, M. X. (2007). *Economía ambiental* (No. 333.7 L3.). Pearson Educación.
- Levin, A., Lin, C. F., & Chu, C. S. J. (2002). Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties. *Journal of econometrics*, *108*(1), 1-24.
- Li, T., & Wang, Y. (2018). Growth channels of human capital: A Chinese panel data study. *China Economic Review*, *51*, 309-322.
- Livi-Bacci, M. (1993). *Introducción a la demografía*. Barcelona: Ariel.
- Maddala, G. S., & Wu, S. (1999). A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, *61*(S1), 631-652.
- Malacalza, L. (2013). *Ecología y ambiente, Argentina: Asociación de Universidades Grupo Montevideo*.
- Mankiw, N. G., Romer, D., & Weil, D. N. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *The quarterly journal of economics*, *107*(2), 407-437.
- Mankiw, G. N. (2012). *Principios de economía*, 6.ª edición. Ediciones Paraninfo.
- Martínez-Zarzoso, I., & Maruotti, A. (2011). The impact of urbanization on CO2 emissions: evidence from developing countries. *Ecological Economics*, *70*(7), 1344-1353.
- Mehrara, M., Rezaei, S., & Razi, D. H. (2015). Determinants of renewable energy consumption among ECO countries; based on bayesian model averaging and weighted-average least square. *International Letters of Social and Humanistic Sciences*, *54*, 96-109.
- Meng, M., Jing, K., & Mander, S. (2017). Scenario analysis of CO2 emissions from China's electric power industry. *Journal of cleaner production*, *142*, 3101-3108.
- Mirzaei, M., & Bekri, M. (2017). Energy consumption and CO2 emissions in Iran, 2025. *Environmental research*, *154*, 345-351.
- Monnet, J. (2009). La urbanización contemporánea: los desafíos de un mundo fluido y difuso. *Papeles: Revista de relaciones ecosociales y cambio global*, (106), 21-31.



- Mundial, B. (2010). Desarrollo y cambio climático. *Reporte de desarrollo mundial*.
- ONU. (2015). Objetivos de desarrollo del Milenio: Informe de 2015. United Nations Publications.
- ONU. (2016). Urbanización y desarrollo; Futuros emergentes. Reporte de las ciudades 2016.
- ONU. (1998). Protocolo de kyoto de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático. Recuperado de <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>.
- ONU. (2015). Acuerdo de París por el Cambio Climático. Recuperado de [https://unfccc.int/files/meetings/paris\\_nov\\_2015/application/pdf/paris\\_agreement\\_spanish\\_.pdf](https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish_.pdf)
- Pablo-Romero, M. D. P., & Sánchez-Braza, A. (2015). Productive energy use and economic growth: Energy, physical and human capital relationships. *Energy Economics*, 49, 420-429.
- Pachauri, S., & Jiang, L. (2008). The household energy transition in India and China. *Energy policy*, 36(11), 4022-4035.
- Panayotou, T. (1993). Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development (No. 992927783402676). International Labour Organization.
- Parikh, J., & Shukla, V. (1995). Urbanization, energy use and greenhouse effects in economic development: Results from a cross-national study of developing countries. *Global Environmental Change*, 5(2), 87-103.
- Pedroni, P. (1999). Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, 61(S1), 653-670.
- Pesaran, M. H., & Shin, Y. (1998). An autoregressive distributed-lag modelling approach to cointegration analysis. *Econometric Society Monographs*, 31, 371-413.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of applied econometrics*, 16(3), 289-326.

- Phillips, P. C., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Poblete, X., Sepúlveda, P., Orellana, V., & Abarca, G. (2013). Situación Educativa de América Latina y el Caribe: Hacia la educación de calidad para todos al 2015.
- Rafiq, S., Salim, R., & Nielsen, I. (2016). Urbanization, openness, emissions, and energy intensity: a study of increasingly urbanized emerging economies. *Energy Economics*, 56, 20-28.
- Raggad, B. (2018). Carbon dioxide emissions, economic growth, energy use, and urbanization in Saudi Arabia: evidence from the ARDL approach and impulse saturation break tests. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(15), 14882-14898.
- Rist, G. (2014). La historia del desarrollo: de los orígenes occidentales a la fe global. Zed Books Ltd.
- Salahuddin, M., Alam, K., Ozturk, I., & Sohag, K. (2018). The effects of electricity consumption, economic growth, financial development and foreign direct investment on CO2 emissions in Kuwait. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 2002-2010.
- Salim, R., Yao, Y., & Chen, G. S. (2017). Does human capital matter for energy consumption in China?. *Energy Economics*, 67, 49-59.
- Sánchez Rodríguez, R., & Bonilla, A. (2007). Urbanización, cambios globales en el ambiente y desarrollo sustentable en América Latina.
- Schallenberg Rodríguez, J. C., Piernavieja Izquierdo, G., Hernández Rodríguez, C., & Unamunzaga Falcón, P. (2008). Energías renovables y eficiencia energética. *Instituto Tecnológico de Canarias, SA*.
- Schultz, T. W. (1961). Investment in human capital. *The American economic review*, 51(1), 1-17.
- Serrano, L. (1996). Indicadores de capital humano y productividad. *Revista de Economía Aplicada*, 4(10), 177-190.

- Shahbaz, M., Loganathan, N., Muzaffar, A. T., Ahmed, K., & Jabran, M. A. (2016). How urbanization affects CO<sub>2</sub> emissions in Malaysia? The application of STIRPAT model. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *57*, 83-93.
- Shi, A. (2003). The impact of population pressure on global carbon dioxide emissions, 1975–1996: evidence from pooled cross-country data. *Ecological Economics*, *44*(1), 29-42.
- Tolley, G. S. (1987). Urbanization and economic development. The economics of urbanization and urban policies in developing countries, ed. GS Tolley, and V. Thomas. Washington, DC: The World Bank.
- Vázquez Conde, R. (2011). *Ecología y medio ambiente*. Grupo Editorial Patria.
- Wang, P., Wu, W., Zhu, B., & Wei, Y. (2013). Examining the impact factors of energy-related CO<sub>2</sub> emissions using the STIRPAT model in Guangdong Province, China. *Applied Energy*, *106*, 65-71.
- Wang, S., Li, G., & Fang, C. (2017). Urbanization, economic growth, energy consumption, and CO<sub>2</sub> emissions: Empirical evidence from countries with different income levels. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *81*, 2144-2159.
- Wang, Y., Chen, L., & Kubota, J. (2016). The relationship between urbanization, energy use and carbon emissions: evidence from a panel of Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) countries. *Journal of Cleaner Production*, *112*, 1368-1374.
- Wang, Y., Chen, W., Kang, Y., Li, W., & Guo, F. (2018). Spatial correlation of factors affecting CO<sub>2</sub> emission at provincial level in China: A geographically weighted regression approach. *Journal of Cleaner Production*, *184*, 929-937.
- Wang, Y., & Zhao, T. (2018). Impacts of urbanization-related factors on CO<sub>2</sub> emissions: Evidence from China's three regions with varied urbanization levels. *Atmospheric Pollution Research*, *9*(1), 15-26.
- WDI, (2017). World Development Indicators. World Bank. Washington D.
- Weil, D. (2006). Crecimiento económico [recurso electrónico]. Pearson Educación.

- Westerlund, J. (2007). Testing for error correction in panel data. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, 69(6), 709-748.
- Wheaton, W. C., & Shishido, H. (1981). Urban concentration, agglomeration economies, and the level of economic development. *Economic development and cultural change*, 30(1), 17-30.
- Wongboonsin, K., & Phiromswad, P. (2017). Searching for empirical linkages between demographic structure and economic growth. *Economic Modelling*, 60, 364-379.
- Wu, Y., Shen, J., Zhang, X., Skitmore, M., & Lu, W. (2016). The impact of urbanization on carbon emissions in developing countries: a Chinese study based on the U-Kaya method. *Journal of Cleaner Production*, 135, 589-603.
- Xu, S. C., He, Z. X., & Long, R. Y. (2014). Factors that influence carbon emissions due to energy consumption in China: Decomposition analysis using LMDI. *Applied Energy*, 127, 182-193.
- Zhang, N., Yu, K., & Chen, Z. (2017). How does urbanization affect carbon dioxide emissions? A cross-country panel data analysis. *Energy Policy*, 107, 678-687.
- Zurrita, A. A., Badii, M. H., Guillen, A., Serrato, O. L., & Garnica, J. A. (2015). Factores Causantes de Degradación Ambiental (Factors Causing Environmental Degradation). *Daena: International Journal of Good Conscience*, 10(3), 1-9.

k. ANEXOS



ANEXO 1

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**  
**ÁREA JURÍDICA, SOCIAL Y ADMINISTRATIVA**  
**CARRERA DE ECONOMÍA**

**TEMA:**

**“RELACIÓN ENTRE LAS TASAS DE CRECIMIENTO DE URBANIZACIÓN, CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, CAPITAL HUMANO Y EMISIONES DE CO<sub>2</sub>, A TRAVÉS DE UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN PARA DATOS DE PANEL A NIVEL MUNDIAL, PERÍODO 1986-2016”**

Proyecto de trabajo de titulación previo a la obtención del grado de

**AUTOR:**

Ramiro Alejandro Ramos Arias

LOJA – ECUADOR

2018-2019

## **a. TEMA**

Relación entre las tasas de crecimiento de urbanización, consumo de energía eléctrica, capital humano y emisiones de CO<sub>2</sub>, a través de un análisis de cointegración para datos de panel a nivel mundial, período 1986-2016.

## **b. PROBLEMÁTICA**

El cambio climático y su relación con las emisiones de gases de efecto invernadero es un tema coyuntural que afecta a nivel mundial. De acuerdo con el Banco Mundial (2018) las emisiones de dióxido de carbono per cápita CO<sub>2</sub> en el año 2014 fueron de 4,97 toneladas métricas siendo un aumento considerable en la última década. El crecimiento poblacional y por consecuencia el aumento de la urbanización en las economías modernas es un tema de relevancia a la hora de analizar factores ambientales, tanto en las economías en desarrollo como en las desarrolladas, el aumento de la población condiciona un desplazamiento importante hacia las ciudades en las que se concentran las instituciones e industrias que los sectores rurales de la población buscan para satisfacer y complementar su situación social y económica. Los países en desarrollo se han urbanizado rápidamente desde 1950 generando una serie de efectos (Jedwab et al. 2015). En este sentido, Glaeser y Henderson (2017) explican que la creciente urbanización genera economías de aglomeración, la cual beneficia a la fuerza laboral y para los productores, pero a medida que pasa un determinado umbral de concentración puede provocar externalidades negativas como la contaminación ambiental.

La urbanización como un proceso común en la actualidad que busca la expansión y creación de áreas urbanas desencadena un aumento del uso de los recursos energéticos lo que a su vez provoca un deterioro de la calidad del ambiente al verse aumentadas las emisiones de CO<sub>2</sub>. El cambio climático y el calentamiento global como amenazas clave para las sociedades humanas

están esencialmente asociados al consumo de energía y a las emisiones de CO<sub>2</sub> (Mirzaeia y Bekri, 2017). Sin embargo, este hecho no puede considerarse una desventaja neta, la urbanización es en parte un determinante de la disminución de la desigualdad e integración social y económica, el sector de la población que migra de las áreas rurales hacia las ciudades experimenta una integración con el sistema de educación, de salud, mejorando así su calidad de vida. Por otra parte, el progreso tecnológico atañe primordialmente al sector urbano de una sociedad mejorando su nivel de telecomunicaciones y de productividad aumentando su crecimiento y desarrollo económico.

## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La creciente tasa de emisiones de CO<sub>2</sub> son un desafío para las economías modernas, el progresivo aumento de la urbanización insta al consumo de recursos necesarios para el desarrollo de infraestructura, transporte y demás actividades que impactan negativamente al medio ambiente. En este trabajo investigativo se pretende dilucidar la relación entre las emisiones de CO<sub>2</sub>, la urbanización, el consumo de energía y el capital humano.

Las consecuencias del cambio climático no solo tienen efectos en la producción, en la salud o en la pérdida de biodiversidad, sino que estos también han afectado la movilidad humana, un informe del Banco Mundial (2018) sobre la migración climática interna sostiene que para el año 2050 en las regiones de África Subsahariana, Asia Meridional y América Latina el cambio climático podría obligar a más de 143 millones de personas a trasladarse dentro de sus propios países.

## **2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

El presente trabajo de investigación analizará y dará respuesta a la siguiente interrogante:

¿Qué relación existe entre las tasas de crecimiento de la urbanización, el consumo de energía eléctrica y el capital humano en las emisiones de CO<sub>2</sub> para 114 países, período 1986 - 2016?

La hipótesis que se pretende comprobar mediante el desarrollo de la presente investigación, es que tanto la urbanización, el consumo de energía eléctrica y el capital humano tienen una relación de cointegración en el corto y largo plazo, además de una relación de causalidad unidireccional o bidireccional, en 114 países a nivel mundial, en el período 1986 - 2016.

### **3. ALCANCE DEL PROBLEMA**

El presente proyecto abarca la relación entre las emisiones de CO<sub>2</sub>, la urbanización, el consumo de energía eléctrica y capital humano utilizando técnicas econométricas de cointegración para 114 países a nivel mundial en el período 1986 – 2016 clasificados de acuerdo con su nivel de ingresos per cápita en países de ingresos altos (PIA), países de ingresos medios altos (PIMA), países de ingresos medios bajos (PIMB), y países de Ingresos Bajos (PIBs). La investigación se realizará con recursos bibliográficos y bases de datos disponibles de varias fuentes.

### **4. EVALUACIÓN DEL PROBLEMA**

El estudio del problema planteado evalúa la relación de la urbanización, el consumo de energía eléctrica, el capital humano y como estas inciden en las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita. En este contexto el presente proyecto contribuye a la literatura actual sobre el impacto ambiental que ocasionan el uso desmedido de recursos. Mediante los resultados obtenidos se aportará con alternativas políticas que permitan reducir el impacto de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el medio ambiente y mejorar el desarrollo de las economías.



## **5. PREGUNTAS DIRECTRICES**

- ¿Cuál es la correlación y su comportamiento en el tiempo de las emisiones de CO<sub>2</sub>, la urbanización, el consumo de energía eléctrica y el capital humano, para 114 países a nivel mundial, durante el período 1986 – 2016?
- ¿Cuál es la relación a corto y largo plazo, además de la fuerza de cointegración entre las emisiones de CO<sub>2</sub>, la urbanización, el consumo de energía eléctrica y el capital humano, para 114 países a nivel mundial, durante el período 1986 – 2016?
- ¿Cuál es la relación de causalidad ente las emisiones de CO<sub>2</sub>, la urbanización, el consumo de energía eléctrica y el capital humano, para 114 países a nivel mundial, durante el período 1986 – 2016?

### **c. JUSTIFICACIÓN**

#### **1. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA**

La presente investigación trata de analizar la relación de la urbanización, el consumo de energía eléctrica, el capital humano y como estas inciden en las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita a través del uso de herramientas y técnicas econométricas adquiridas en el proceso de formación en la carrera. Esta investigación contribuirá a reforzar los recursos bibliográficos de temáticas similares generando nueva evidencia en el campo de la investigación. Además, es un requisito previo exigido por la Universidad Nacional de Loja para la obtención del título de economista.

#### **2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA**

La influencia del aumento de la urbanización, el consumo de energía eléctrica y el capital humano en las emisiones de CO<sub>2</sub> representan una externalidad negativa en las economías modernas generando costos económicos para los gobiernos y las sociedades. Con la presente

investigación se pretende plantear alternativas de solución para mitigar el impacto ambiental que tienen las emisiones de CO<sub>2</sub> en el desarrollo económico de las naciones.

### **3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

El impacto de las emisiones de CO<sub>2</sub> tiene un grave impacto en las sociedades actuales y en las generaciones futuras provocando daños en la salud, generando un ambiente no apto para el desarrollo de actividades cotidianas con lo cual la estructura social se ve desorganizada aumentando así los conflictos sociales. La mitigación de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la sociedad contribuirá a un mejor desarrollo económico y social.

#### **d. OBJETIVOS**

##### **1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la incidencia de la urbanización, el consumo de energía eléctrica y capital humano en las emisiones de CO<sub>2</sub> en 114 países a nivel mundial durante el período 1986-2016 mediante un análisis de cointegración para datos de panel.

##### **2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Analizar la evolución y correlación entre las emisiones de CO<sub>2</sub>, urbanización, consumo de energía eléctrica y capital humano para 114 países a nivel mundial, en el período 1986-2016.
- Estimar la relación de corto y largo plazo entre las emisiones de CO<sub>2</sub>, urbanización, consumo de energía eléctrica y capital humano para 114 países a nivel mundial, en el período 1986-2016.

- Determinar la relación de causalidad entre las emisiones de CO<sub>2</sub>, urbanización, el consumo de energía eléctrica y capital humano para 114 países a nivel mundial, en el período 1986-2016.

## **e. MARCO TEÓRICO**

### **1. ANTECEDENTES**

La urbanización como un proceso común en la actualidad que busca la expansión y creación de áreas urbanas desencadena un aumento del uso de los recursos energéticos lo que a su vez provoca un deterioro de la calidad del ambiente al verse aumentadas las emisiones de CO<sub>2</sub>. Tanto la urbanización como el consumo de energía eléctrica y el aumento del capital humano tienen una relación positiva en el aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub>. El cambio climático y el calentamiento global como amenazas clave para las sociedades humanas están esencialmente asociados al consumo de energía y a las emisiones de CO<sub>2</sub> (Mirzaeia y Bekri 2017).

Por otro lado, Firebaugh (1979) considera que el desarrollo económico es sin duda el determinante más importante de la urbanización. Además, recomienda plantear teorías de urbanización para naciones desarrolladas y subdesarrolladas, incorporando (1) las fuentes de las restricciones rurales (aumento de la población, ¿forma de tenencia de la tierra?, ¿escala de la agricultura?) y (2) las alternativas a la migración rural-urbana. Concordando con lo anterior, Alperovich (1992) reveló una relación en forma de U entre desarrollo económico y concentración de la población en Israel. Moomaw y Shatter (1996) encontraron que el porcentaje de población urbana de una nación aumenta con el PIB per cápita. La industrialización y la importancia agrícola tienen las mismas implicaciones para la concentración de la población urbana en las ciudades con más de 100.000 habitantes. Glaeser y Henderson (2017) señalan que el crecimiento de la urbanización produce beneficios estáticos

y dinámicos, incluido un crecimiento económico más rápido. Chen, Zhang y Liu (2014) apoyan la noción general de vínculos estrechos entre los niveles de urbanización y el PIB. Aunque sostienen que un país determinado no puede obtener los beneficios económicos esperados de la urbanización acelerada, especialmente si toma la forma de una urbanización dirigida por el gobierno. Tolley (1987) afirma que el grado en que un país tenga éxito en fomentar el crecimiento de la productividad urbana probablemente sea el principal determinante de su urbanización. Por otro lado, Bucci (2008) y Jedwad et al. (2015) indican que no hay relación entre el crecimiento económico y la urbanización. El nivel de ingreso real per cápita son independientes del tamaño de la población.

El aumento de la población urbana crea reservas en recursos naturales limitados, reduce la formación de capital público y privado y desvía las adiciones a los recursos de capital para mantener en lugar de aumentar el stock de capital por trabajador (Easterlin, 1967). Otro de los beneficios de la urbanización es que fomenta la acumulación de capital humano (Bertinelli y Black, 2004). Wheaton y Shishido (1981) encuentran una relación consistente y plausible entre el desarrollo económico y la concentración urbana. Comparando los países por nivel de desarrollo Wongboonsin y Phiromswad (2017) sugieren que la estructura demográfica contribuye al crecimiento económico de manera diferente entre los países desarrollados y en desarrollo. Para los países desarrollados un aumento de la urbanización tiene un efecto positivo en el crecimiento económico a través del aumento del número de trabajadores, de las instituciones, la inversión y los canales de educación. En cambio, Brülhart y Sbergami (2009) encuentran evidencia consistente que respalda la "hipótesis de Williamson": la aglomeración aumenta el crecimiento del PIB solo hasta un cierto nivel de desarrollo económico. Esto implica que los beneficios de la aglomeración perderán cada vez más importancia, y que la compensación entre el crecimiento nacional y la equidad interregional puede perder gradualmente su relevancia a medida que la economía mundial continúe creciendo. De ahí que

es en los países más pobres donde las políticas destinadas a inhibir la concentración económica espacial son más perjudiciales en términos de crecimiento no deseado. Por último, Frick y Rodríguez (2018) afirman en su investigación que la concentración urbana ha sido beneficiosa para los países de altos ingresos, pero no para los países en desarrollo. Sin embargo, este hecho no puede considerarse una desventaja neta, la urbanización es en parte un determinante de la disminución de la desigualdad e integración social y económica, el sector de la población que migra de las áreas rurales hacia las ciudades experimenta una integración con el sistema de educación, de salud, mejorando así su calidad de vida. Por otra parte, el progreso tecnológico atañe primordialmente al sector urbano de una sociedad mejorando su nivel de telecomunicaciones y de productividad aumentando su crecimiento y desarrollo económico.

## **2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.1 CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

Se entiende por contaminación ambiental a la introducción de sustancias que alteran la composición de aquellos recursos que forman parte del medio en el que se desenvuelven los organismos vivos provocando que el uso y disfrute de estos sea inseguro y dañino para el ser humano. La actividad antrópica tales como la producción de energía, el uso de automóviles, máquinas y artefactos supone la emisión de contaminantes en la atmósfera deteriorando su calidad. Vázquez (2014) manifiesta que el impacto ambiental deriva tanto de las alteraciones o perturbaciones naturales como las erupciones volcánicas, huracanes, por la actividad humana en la deforestación, la pérdida de la biodiversidad y la contaminación.

El avance de la industrialización y el crecimiento económico reflejan sus efectos a través del deterioro progresivo del paisaje o de graves episodios de contaminación del aire y del agua, con efectos sobre la salud humana y de otras especies. La calidad de vida comienza a sustituir al

bienestar material como objetivo social prioritario y, al mismo tiempo, aparece cierta preocupación por el legado para las generaciones futuras o bienestar intergeneracional (Labandeira, León y Vasquez, 2017).

### **2.1.1. Causas del impacto ambiental**

Las causas del impacto ambiental en las diversas economías varían de acuerdo a su nivel de desarrollo o sus políticas y legislaciones de conservación. Vázquez (2014) clasifica las causas del impacto ambiental de la siguiente manera.

- Calentamiento global. - Derivado de la acumulación de gases de invernadero en la atmósfera por la emisión industrial y actividades antrópicas de una sociedad tales como las emisiones de los automóviles, aunque este problema también pudo haberse suscitado de la tala y quema de árboles por parte de nuestros antepasados para desarrollar sus actividades agrícolas.
- Lluvia ácida. - Originada por los depósitos tanto en las superficies terrestres y acuáticas de sustancias químicas tales como el óxido de nitrógeno y el dióxido de azufre que una vez combinadas con el agua aumentan su acidez, una vez que estos contaminantes se incorporan a la atmósfera, su combinación con el oxígeno a altas temperaturas y al reaccionar con el vapor de agua forman el ácido nítrico y el ácido sulfúrico.
- Disminución de la capa de ozono. - A partir de los átomos que componen las moléculas de oxígeno ( $O_2$ ) por reacción fotoquímica de la luz solar, se formaron moléculas de otro gas llamado ozono ( $O_3$ ), esta capa situada a una altura de 15 a 35km sobre la superficie terrestre protege la vida en la tierra al absorber la radiación ultravioleta solar. Su disminución se vio afectada por la acumulación en la atmósfera de aquellos gases llamados clorofluorocarbonos (CFC) empleados en artículos de uso cotidiano como aerosoles, solventes y refrigerantes. Una vez que las moléculas de estos gases se rompen por efectos

de la radiación ultravioleta liberan átomos de cloro los cuales dividen las moléculas de ozono destruyéndolas y atrasando su proceso de regeneración.

- Desertificación. - Es la degradación del suelo al perder su capacidad de producción como consecuencia de la erosión del suelo por actividades de pastoreo, sequía y variaciones del clima.
- Pérdida de biodiversidad. - Las actividades de deforestación, caza, destrucción de cobertura vegetal degeneran las áreas de conservación de organismos tanto de flora y fauna, amenazando su hábitat y anticipando su extinción.

### **2.1.2. Tipos de Contaminantes**

Los contaminantes están conformados por toda sustancia o materia que unida al aire, agua o tierra perturba sus características básicas.

- Contaminantes degradables. – Aquellos que se descomponen por medio de procesos físicos, químicos o biológicos a un estado neutral sin afectar el desarrollo natural de los organismos colindantes.
- Contaminantes biodegradables. – Aquellos que en su proceso de descomposición intervienen organismos como bacterias y hongos.
- Contaminantes no degradables. – Aquellos que no sufren alteraciones por procesos naturales (metales pesados, plásticos, residuos mineros). Su liberación en el medio ambiente resulta inadecuada.

### **2.1.3. Fuentes de contaminación**

- Contaminación doméstica. – Es la fuente de contaminación más común, aunque en las áreas urbanizadas existen sistemas de recolección y reciclaje de basura, la abundancia de

materiales compuestos por fibras sintéticas, metales inoxidable, plásticos no son fáciles de eliminar.

- Contaminación industrial. – Es la fuente de contaminación que más impacto tiene en el ambiente al emitir considerables cantidades de gases, humos, polvos, líquidos tóxicos y desechos sólidos. Este tipo de contaminación se concentra en las áreas urbanas donde se realizan actividades productivas y procesos de transformación o manufacturación.
- Contaminación agrícola. – Se manifiesta en las áreas destinadas al cultivo debido al uso de artículos como pesticidas, plaguicidas y fertilizantes los cuales contienen sustancias nocivas para los suelos.

## **2.2. POBLACIÓN**

El término población hace referencia al conjunto de personas que comparten un determinado espacio físico territorial en el cual viven, este espacio está delimitado tanto por divisiones políticas o fronteras que separan a los habitantes de un país de otro.

### **2.2.1. Población urbana**

La población urbana está definida como aquel grupo de personas que viven en determinado espacio físico en el cual hay cercanía a edificaciones institucionales, educativas o de entretenimiento. De acuerdo con el Banco Mundial (2017) la población urbana hace referencia a las personas que habitan en zonas urbanas, tal como las definen las oficinas nacionales de estadística. El indicador población urbana se calcula utilizando las estimaciones de población del Banco Mundial y las proporciones urbanas de las Perspectivas de Urbanización Mundial de las Naciones Unidas. La población urbana tiene algunas características que la distinguen de la población rural, generalmente en las áreas urbanas hay mayor concentración de habitantes,



además de que en su medio circundante se establecen las principales instituciones gubernamentales y empresas que no tienen una actividad directa con la agricultura.

### **2.2.2. Población rural**

La población rural es aquella concentración de habitantes que habitan en zonas periféricas o alejadas del área urbanizada de una nación. La principal diferenciación entre la población urbana es que los habitantes rurales se dedican principalmente a actividades de agricultura y ganadería, además la población rural carece de cercanía de instituciones gubernamentales a la vez que les resulta más difícil acceder al uso de medios tecnológicos.

## **2.3. ENERGÍA**

La energía es aquella capacidad que dispone cierto organismo o cuerpo para realizar una actividad o trabajo. La energía es una capacidad de la materia que, en parte, puede transformarse en trabajo, la materia puede combinarse gracias a la energía que posibilita estos cambios, pero va perdiendo su capacidad de realizar su trabajo degradándose en forma de calor no útil. (Malacalza, 2013).

### **2.3.1. Clasificación de las fuentes de energía**

De acuerdo con Rodríguez et al. (2008) la energía puede clasificarse atendiendo a su disponibilidad en energías renovables y no renovables.

- Energías renovables. – aquellas cuyo potencial es inagotable, su proveniencia es continua (radiación solar, atracción gravitatoria de la Luna) este tipo de energía se subdividen en: energía hidráulica, solar, eólica, biomasa, geotérmica y marina.

- Energías no renovables. – aquellas que existen en la naturaleza en una cantidad limitada, no se renuevan a corto plazo y su agotamiento es más rápido. La creación de este tipo de energía deriva de la explotación y uso del carbón, petróleo, gas natural y el uranio.

## **2.4. CAPITAL HUMANO**

De acuerdo con Mankiw (2012) el capital humano es la acumulación de inversiones en personas tanto en su educación como en capacitaciones en el trabajo con el fin de aumentar la productividad de las mismas. El capital humano incluye las habilidades y conocimientos adquiridos por los empleados a través de la educación, capacitación laboral.

### **2.4.1. Capital humano y crecimiento económico**

El capital humano básico contribuye al crecimiento a través del canal de acumulación de factores y el capital humano avanzado a través del canal de productividad, tanto individual como simultáneamente. (Li y Wang, 2016).

Muchos economistas consideran la existencia de una estrecha relación entre el capital humano y el crecimiento económico de una nación, Weil (2006) señala “en las economías desarrolladas la capacidad intelectual influye mucho más que la capacidad física en el salario de una persona. La inversión que mejora el intelecto de una persona (educación) se ha convertido en el tipo más importante de inversiones en capital humano.” (p 161). Así mismo, Weil (2006) concluye que “en muchos países en vías de desarrollo una elevada proporción de la población está en edad escolar como consecuencia del rápido crecimiento de la población, por lo que la carga del gasto en educación es especialmente grande” (p 163).

Es importante señalar que la acumulación de capital humano entre los países parece ser la explicación de porqué unos países son ricos y otros pobres.

### **2.4.2. Capital humano y su impacto en la contaminación**

Klein- Banaia y Theis (2013) encuentran que las emisiones de gases de efecto invernadero de las instituciones pertenecientes al Compromiso Climático de los Presidentes de los Colegios y Universidades Americanas (ACUPCC) estaban en función del tamaño de la institución (medido por el número de estudiantes matriculados a tiempo completo y el área de construcción), la cantidad de espacio de laboratorio y residencial, si existe una escuela de medicina, y el grado de desplazamiento al campus por parte de la facultad, el personal y los estudiante.

## **3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

El desarrollo de la presente investigación se apoyará tanto en los objetivos del milenio, objetivos de desarrollo sostenible, así como acuerdos, convenciones y tratados para el cambio climático.

### **3.1. OBJETIVOS DE DESARROLLO DEL MILENIO**

De acuerdo al informe de los Objetivos de desarrollo del Milenio ONU (2015) se distingue el objetivo 7 el cual está “orientado a garantizar la sostenibilidad del medio ambiente.” (p 7).

### **3.2. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE**

De acuerdo al informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible PNUD (2015) se distinguen cuatro objetivos orientados a la protección del medio ambiente.

El objetivo 9 está orientado a construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible fomentando la innovación. Dicho objetivo tiene como meta de aquí al año 2030 modernizar la infraestructura y renovar las industrias para que estas

sean sostenibles haciendo uso de los recursos con mejor eficiencia y utilizando tecnologías amigables con el medio ambiente.

El objetivo 11 está orientado a conseguir que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Tiene como metas de aquí al año 2030 reducir el impacto ambiental per cápita mejorando la gestión de los desechos municipales, apoyar la vinculación económica, social y ambiental en las zonas tanto urbanas como rurales y para el año 2020 aumentar la adopción e implementación de políticas para promover la inclusión y uso inclusivo de los recursos tanto de las ciudades y asentamientos humanos.

El objetivo 12 está orientado a garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles, tiene como metas de aquí a 2020 conseguir una gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida permitiendo una reducción de su liberación en el ambiente promoviendo el reciclaje y reutilización de desechos.

El objetivo 13 está orientado a la adopción de medidas urgentes para combatir el cambio climático, para lograrlo se establecen metas dirigidas al cumplimiento del compromiso de los países desarrollados que son partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

### **3.3. CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO**

De acuerdo a la ONU (1992) la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) tiene como objetivo prevenir una interferencia humana peligrosa con el sistema climático el artículo 2 tiene como objetivo “lograr, de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Convención, la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenos

peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.” (p 4).

## **f. METODOLOGÍA**

### **1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. EXPLORATIVA**

Esta investigación será de tipo explorativa, ya que se realizará la búsqueda de información necesaria para la recolección de evidencia empírica, datos y métodos que permitirán interpretar y evaluar la relación existente entre la tasa de crecimiento de urbanización, consumo de energía eléctrica, capital humano y las emisiones de CO<sub>2</sub> a través de un análisis de cointegración para datos de panel a nivel mundial, período 1986-2016.

#### **1.2. DESCRIPTIVA**

La investigación es de tipo descriptiva, dado que se describirá y analizará los aspectos referentes al comportamiento de las tasas de crecimiento de la urbanización, consumo de energía eléctrica, capital humano y las emisiones de CO<sub>2</sub> a través de un análisis de cointegración para datos de panel a nivel mundial, período 1986-2016.

#### **1.3. CORRELACIONAL**

La investigación se clasifica dentro de un estudio correlacional, debido a que se evidenciará la correlación entre las variables del modelo mediante técnicas estadísticas y econométricas.

#### **1.4. EXPLICATIVA**

De la misma manera, esta investigación será de tipo explicativa, ya que una vez obtenida y procesada la información, permitirá identificar el comportamiento de las variables del modelo econométrico, de tal forma que los resultados serán comprendidos, interpretados y explicados para lograr la formulación de alternativas de solución ante la problemática de investigación.

## **2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

### **2.1. MÉTODO CIENTÍFICO**

#### **2.1.1. Inductivo**

El método inductivo servirá para alcanzar conclusiones generales partiendo de una hipótesis o antecedentes en particular, de tal forma que se logre obtener nuevos resultados, analizarlos y contrastarlos con la evidencia empírica.

#### **2.1.2. Deductivo**

El método deductivo servirá para alcanzar conclusiones generales partiendo de hipótesis específicas dentro del trabajo de investigación.

#### **2.1.3. Analítico**

El método analítico nos permitirá conocer más del objeto de estudio al conocer sus componentes, causas y efectos, con lo cual se puede: explicar, hacer analogías y comprender la relación entre las variables del modelo y poder establecer nuevas teorías.

#### **2.1.4. Sintético**

El método sintético nos permitirá hacer observaciones a partir de los elementos distinguidos por el análisis; se trata en consecuencia de hacer una explosión metódica y breve, en resumen, de la investigación para poder ir consolidando información.

#### **2.1.5. Estadístico**

Este método nos servirá para manejar los datos cualitativos y cuantitativos de la investigación, se utilizará principalmente como proceso de obtención, representación, simplificación, análisis, interpretación y proyección de las características, variables o valores numéricos de esta investigación para una mejor comprensión de la realidad y una optimización en la toma de decisiones.

### **3. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.1. FICHA BIBLIOGRÁFICA**

Este instrumento será utilizado con la finalidad de ubicar, registrar y localizar fuentes de información.

#### **3.2. PAQUETES DE SOFTWARE ESTADÍSTICOS DE SPSS, EXCEL.**

Estos instrumentos de paquetes de software se utilizarán para procesar los datos e información para la obtención de resultados de la investigación.

### **4. TRATAMIENTO DE LOS DATOS**

#### **4.1. ANÁLISIS DE DATOS**

En la presente investigación se utilizó indicadores de desarrollo de del Banco Mundial (2017), los datos de educación los obtuve de la base de datos de logros educativos de Barro-Lee (2016)

para 114 países a nivel mundial en el periodo 1986-2016 con datos de panel. Se tomó como variable dependiente las emisiones de CO<sub>2</sub>, mientras que, como variables independientes la urbanización como porcentaje de la población total, el consumo de energía eléctrica per cápita y capital humano tomado como el nivel de educación, a continuación, se obtuvieron las tasas de crecimiento de cada variable. El período analizado en esta investigación es de 1986-2016 para 114 países, estos fueron clasificados de acuerdo al método ATLAS del Banco Mundial (2017) por su ingreso nacional bruto per cápita a precios actuales. Los niveles de ingresos de los cuatro grupos son: países de ingresos bajos (PIBs) cuyo INB per cápita es menor a \$995,00 dólares, países de ingresos medios bajos (PIMB) cuyo INB per cápita está comprendido entre \$996,00 y \$3.896,00 dólares, países de ingresos medios altos (PIMA) cuyo INB per cápita está comprendido entre \$3.896,00 y \$12.055,00 dólares, y países de ingresos altos (PIA) cuyo INB per cápita es superior a \$12.055 dólares. Previo al análisis econométrico, se realizó un análisis descriptivo y de correlación de las variables, a continuación, en la Tabla 1 se detallan estos resultados.

Para poder cumplir con los objetivos de la investigación los datos pasarán a través de dos fases importantes. En la primera fase se realizará la estimación de primeras diferencias a las variables de estudio debido a que presentan raíz unitaria y no son estacionarias. A continuación, se procederá a estimar los logaritmos de las variables: Emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita y Consumo de energía eléctrica per cápita para así obtener datos más semejantes entre todas las variables de estudio.

## **4.2. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

Para la ejecución de la presente investigación, se seguirá el siguiente procedimiento:



- 1) Seleccionar el tema y título de la investigación, delimitando la temática de estudio de referentes a la relación y comportamiento de las tasas de crecimiento de urbanización, consumo de energía eléctrica, capital humano y emisiones de CO2 para 114 países del mundo en el periodo 1986-2016.
- 2) Armar el marco teórico de la investigación, tomando en cuenta las investigaciones que sirvan de antecedentes, además de las bases legales y teóricas del estudio.
- 3) Definir los criterios de la metodología a seguir, estableciendo el tipo de investigación, técnicas e instrumentos a utilizarse.
- 4) Analizar la información descriptiva, tomando en cuenta las observaciones necesarias que apoyen la teoría existente, generar las ideas finales del presente estudio.
- 5) Realizar las respectivas revisiones con el tutor asignado para que se hagan las correcciones necesarias y elaborar el informe escrito de la investigación para su presentación.

## **g. INFORME DE INVESTIGACIÓN**

a) Título

b) Resumen

Abstract

c) Introducción

d) Revisión de literatura

e) Materiales y métodos

f) Resultados

g) Discusión

h) Conclusiones

i) Recomendaciones

j) Bibliografía

k) Anexos

**h. CRONOGRAMA**

Actividades	2018												2019																															
	Octubre			Noviembre				Diciembre					Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio							
	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2							
1	Elección del tema	█																																										
2	Elaboración del proyecto		█	█	█	█																																						
3	Corrección del proyecto					█	█	█	█																																			
4	Aprobación del proyecto									█	█																																	
5	Revisión de literatura												█	█	█																													
6	Recolección y elaboración de la base de datos														█	█	█	█																										
7	Análisis de resultados																█	█	█																									
8	Redacción de conclusiones y																			█	█	█	█																					



## **i. PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO**

### **1. PRESUPUESTO**

Para el desarrollo del trabajo de investigación, el autor incurrirá en los siguientes gastos:

<b>PRESUPUESTO</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>P. UNITARIO (dólares)</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TOTAL (dólares)</b>
Resmas de papel	\$3.75	3	\$11,25
Impresión b/n	\$0,05	700	\$35,00
Impresión a color	\$0,10	300	\$30,00
Memoria USB	\$12	1	\$12,00
Anillados	\$3,00	2	\$6,00
Carpetas	\$0,30	3	\$0,90
Internet (Hora)	\$0,80	80	\$64,00
Empastado	\$12	3	\$36,00
Material de escritorio	\$25	1	\$25,00
Transporte (Bus)	\$0,30	25	\$7,50
Transporte (Taxi)	\$3,25	5	\$16,25
Imprevistos	\$40,00	1	\$40,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$283,90</b>

### **2. FINANCIAMIENTO**

El siguiente trabajo de investigación, será financiado en su totalidad por el autor del mismo.

## **j. BIBLIOGRAFÍA**

- Alperovich, G. (1992). Economic development and population concentration. *Economic Development and Cultural Change*, 41(1), 63-74.
- Brühlhart, M. & Sbergami, F. (2009). Agglomeration and growth: Cross-country evidence. *Journal of Urban Economics*, 65(1), 48-63.
- Bucci, A. (2008). Population growth in a model of economic growth with human capital accumulation and horizontal R&D. *Journal of Macroeconomics*, 30(3), 1124-1147.
- Chen, M. Zhang, H. Liu, W. & Zhang, W. (2014). The global pattern of urbanization and economic growth: evidence from the last three decades. *PloS one*, 9(8), e103799.
- Easterlin, R. (1967). Effects of population growth on the economic development of developing countries. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 369(1), 98-108.
- Ehrlich, P. R., & Holdren, J. P. (1971). Impact of population growth. *Science*, 171(3977), 1212-1217.
- Frick, S. & Rodríguez-Pose, A. (2017). Big or small cities? On city size and economic growth. *Growth and Change*.
- Glaeser, E. & Henderson, V. (2017). Urban economics for the developing World: An introduction. *Journal of Urban Economics*, 98, 1-5.
- Jedwab, R. Christiaensen, L. & Gindelsky, M. (2015). Demography, urbanization and development: Rural push, urban pull and... urban push?. *Journal of Urban Economics*.
- Klein-Banai, C., & Theis, T. L. (2013). Quantitative analysis of factors affecting greenhouse gas emissions at institutions of higher education. *Journal of Cleaner Production*, 48, 29-38.
- Labandeira, X., León, C. J., & Vázquez, M. X. (2007). *Economía ambiental* (No. 333.7 L3.). Pearson Educación.

- Li, T., & Wang, Y. (2016). Growth channels of human capital: A Chinese panel data study. *China Economic Review*.
- Malacalza, L. (2013). *Ecología y ambiente*, Argentina: Asociación de Universidades Grupo Montevideo.
- Mankiw, G. N. (2012). *Principios de economía*, 6.ª edición. Ediciones Paraninfo.
- Meng, M., Jing, K., & Mander, S. (2017). Scenario analysis of CO2 emissions from China's electric power industry. *Journal of cleaner production*, 142, 3101-3108.
- Mirzaei, M., & Bekri, M. (2017). Energy consumption and CO2 emissions in Iran, 2025. *Environmental research*, 154, 345-351.
- Moomaw, R. L., & Shatter, A. M. (1996). Urbanization and economic development: a bias toward large cities?. *Journal of Urban Economics*, 40(1), 13-37.
- ONU. (2015). *Objetivos de desarrollo del Milenio: Informe de 2015*. United Nations Publications.
- Schallenberg Rodríguez, J. C., Piernavieja Izquierdo, G., Hernández Rodríguez, C., & Unamunzaga Falcón, P. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*. Instituto Tecnológico de Canarias, SA.
- Tolley, G. (1987). Urbanization and economic development. *The economics of urbanization and urban policies in developing countries*, ed. GS Tolley, and V. Thomas. Washington, DC: The World Bank.
- Vázquez, R. (2000). *Ecología y Medio ambiente*. Grupo Editorial Patria.
- WDI, 2017. *World Development Indicators*. World Bank, Washington D.
- Weil, D. (2006). *Crecimiento económico [recurso electrónico]*. Pearson Educación.
- Wheaton, W. & Shishido, H. (1981). Urban concentration, agglomeration economies, and the level of economic development. *Economic development and cultural change*, 30(1), 17-30.

Wongboonsin, K. & Phiromswad, P. (2017). Searching for empirical linkages between demographic structure and economic growth. *Economic Modelling*, 60, 364-379.



## ANEXO 2

**Tabla 10.** Países incluidos en la investigación.

Grupo de ingresos (ATLAS)	Países
PIBs	Benín, República Democrática del Congo, Haití, Mozambique, Nepal, Senegal, Tayikistán, Tanzania, Togo, Yemen, Rep. Zimbabue.
PIMB	Bangladesh, Bolivia, Cambodia, Camerún, República del Congo, Costa de Marfil, República Árabe de Egipto, El Salvador, Ghana, Honduras, India, Indonesia, Kenia, Republica de Kirguistán, Moldova, Marruecos, Myanmar, Nicaragua, Pakistán, Republica de Filipinas, Sri Lanka, Sudán, Túnez, Ucrania, Vietnam, Zambia.
PIMA	Albania, Algeria, Armenia, Botsuana, Brasil, Bulgaria. China, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, Gabón, Guatemala, República Islámica de Irán., Iraq, Jamaica, Jordania, Kazakstán, Libia, Malaysia, Mauricio, México, Paraguay, Perú, Rumania, Rusia, Sudáfrica, Tailandia, Turquía, Venezuela.
PIA	Argentina, Australia, Austria, Bahrein, Bélgica, Brunéi, Canadá, Chile, Croacia, Chipre, República Checa, Dinamarca, Estonia, Finlandia, France, Alemania, Grecia, Hungría, Islandia, Irlanda, Israel, Italia, Japón, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Países Bajos, Nueva Zelanda, Noruega, Panamá, Polonia, Portugal, Qatar, Arabia Saudita, Singapur, Republica de Eslovaquia, Eslovenia, España, Suecia, Suiza, Emiratos Árabes Unidos, Reino Unido, Estados Unidos, Uruguay

**Fuente:** Elaboración propia con datos del Banco Mundial, 2017.

## ÍNDICE

PORTADA .....	i
CERTIFICACIÓN .....	¡Error! Marcador no definido.
AUTORÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
CARTA DE AUTORIZACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO.....	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA.....	vi
ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	vii
ESQUEMA DE CONTENIDOS.....	ix
a. TÍTULO .....	1
b. RESUMEN .....	2
ABSTRACT .....	3
c. INTRODUCCIÓN .....	4
d. REVISIÓN DE LITERATURA .....	8
1. ANTECEDENTES .....	8
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	14
2.1.1. Población urbana.....	15
2.1.2. Urbanización .....	15
2.1.3. Efectos de la urbanización .....	15
2.2. Contaminación ambiental .....	16
2.2.1. Efecto invernadero .....	17
2.2.2. Emisiones de CO2.....	17
2.2.3. Consecuencias de la contaminación ambiental.....	18
2.3. ENERGÍA.....	19
2.3.1. Tipos de energía.....	20
2.4. CAPITAL HUMANO .....	20
2.4.1. Medición del capital humano.....	21
2.4.2. Capital humano y crecimiento económico.....	21
2.4.3. Capital humano y su impacto en la contaminación .....	22
3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL .....	22
3.1. OBJETIVOS DE DESARROLLO DEL MILENIO .....	¡Error! Marcador no definido.
3.2. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE .....	22

3.3. PROTOCOLO DE KIOTO DE LA CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO .....	24
3.4. CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO .....	26
e. MATERIALES Y MÉTODOS .....	28
1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	28
1.1. EXPLORATIVA .....	28
1.2. DESCRIPTIVA .....	28
1.3. CORRELACIONAL .....	28
1.4. EXPLICATIVA .....	28
2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN .....	29
2.1. MÉTODO CIENTÍFICO .....	29
2.1.1. Inductivo .....	29
2.1.2. Deductivo .....	29
2.1.3. Analítico .....	29
2.1.4. Sintético .....	29
2.1.5. Estadístico .....	29
3. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	30
3.1. FICHA BIBLIOGRÁFICA .....	30
3.2. PAQUETES DE SOFTWARE ESTADÍSTICOS DE SPSS, EXCEL .....	30
4. TRATAMIENTO DE LOS DATOS .....	30
4.1. ANÁLISIS DE DATOS .....	30
5. TECNICAS INVESTIGATIVAS .....	32
5.1 Bibliográfica .....	32
5.2 Estadística .....	32
5.3. Econométrica .....	32
f. RESULTADOS .....	36
1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1 .....	36
2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2 .....	40
2.1 PRUEBAS DE RAICES UNITARIAS. ....	42
2.2 RELACIÓN DE CORTO PLAZO ENTRE LAS VARIABLES .....	44
2.3 RELACIÓN DE LARGO PLAZO ENTRE LAS VARIABLES .....	45
3. OBJETIVO ESPECÍFICO 3 .....	52

g. DISCUSIÓN .....	54
h. CONCLUSIONES .....	62
i. RECOMENDACIONES .....	65
j. BIBLIOGRAFÍA .....	66
k. ANEXOS .....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ámbito geográfico de la investigación .....	vii
<b>Figura 2.</b> Evolución de las variables de estudio, período 1986 - 2016. ....	37
<b>Figura 3.</b> Correlación entre las emisiones de CO2 y la Urbanización .....	38
<b>Figura 4.</b> Correlación entre las emisiones de CO2 y el Consumo de energía eléctrica. ....	39
<b>Figura 5.</b> Correlación entre las emisiones de CO2 y capital humano. ....	40

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Resumen de estadísticos descriptivos de las variables. ....	31
<b>Tabla 2.</b> Resultados de las regresiones de línea base del modelo GLS .....	42
<b>Tabla 3.</b> Pruebas de raíces unitarias. ....	43
<b>Tabla 4.</b> Pruebas de cointegración de corto plazo de Westerlund. ....	44
<b>Tabla 5.</b> Pruebas de cointegración de largo plazo de Pedroni. ....	45
<b>Tabla 6.</b> Resultados de prueba de panel DOLS para los diferentes países con Dummy. ....	47
<b>Tabla 7.</b> Resultados de prueba de panel DOLS para los diferentes países sin Dummy. ....	50
<b>Tabla 8.</b> Resultados de prueba de panel PDOLS para los diferentes niveles de ingresos. ....	51
<b>Tabla 9.</b> Resultados de pruebas de causalidad Dumitrescu y Hurlin. ....	53
<b>Tabla 10.</b> Países incluidos en la investigación. ....	104

