



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE ECONOMÍA AGRÍCOLA**  
**CARRERA DE ECONOMÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA  
OBTENCIÓN DE TÍTULO DE  
ECONOMISTA CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL**

**CRECIMIENTO ECONÓMICO Y SU INCIDENCIA EN LA  
CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA DE LOS PAISES DE LA  
CAN EN EL SECTOR DE LA TRANSPORTACIÓN**

**ANGIE TATIANA CAMPUZANO LOZANO**

**GUAYAQUIL, ECUADOR**

**2025**

**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE ECONOMÍA AGRÍCOLA**

**CERTIFICACIÓN**

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de director **CERTIFICO QUE:** he revisado el trabajo de titulación, denominado: **CRECIMIENTO ECONÓMICO Y SU INCIDENCIA EN LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA DE LOS PAISES DE LA CAN EN EL SECTOR DE LA TRANSPORTACIÓN**, el mismo que ha sido elaborado y presentado por el/la estudiante, **Angie Tatiana Campuzano Lozano**; quien cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador para este tipo de estudios.

Atentamente,

PhD. Francisco Javier Del Cioppo

Guayaquil, 27 de Agosto del 2024

**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE ECONOMÍA AGRÍCOLA**

**TEMA**

**CRECIMIENTO ECONÓMICO Y SU INCIDENCIA EN LA CONTAMINACIÓN  
ATMOSFÉRICA DE LOS PAISES DE LA CAN EN EL SECTOR DE LA  
TRANSPORTACIÓN**

**AUTORA**

**ANGIE TATIANA CAMPUZANO LOZANO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**APROBADA Y PRESENTADA AL CONSEJO DIRECTIVO COMO  
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
ECONOMISTA**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**Ing. Néstor Vera Lucio MSc  
PRESIDENTE**

---

**Econ. Melisa Arteaga Feraud PhD  
EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

**Ing. Carla Silvera Tumbaco MSc  
EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

**PhD. Francisco Javier Del Cioppo  
EXAMINADOR SUPLENTE**

## AGRADECIMIENTO

Quiero comenzar expresando mi más sincero agradecimiento a Dios, por su guía divina y por concederme la fortaleza y la inspiración necesarias para culminar este proyecto.

A mis padres Javier y Verónica, por sus sacrificios y enseñanzas, y a todos los miembros de mi familia por estar siempre a mi lado. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y por estar siempre a mi lado, animándome en cada paso del camino. Esta tesis es tanto un reflejo de mi trabajo como un homenaje a su dedicación y sacrificio. No podría haberlo logrado sin ustedes.

A mi tutor de tesis Ing. Francisco Del Cioppo por su orientación experta, su paciencia y su compromiso con mi desarrollo académico. Sus valiosos consejos y críticas constructivas han sido esenciales para la realización de este trabajo.

A mis docentes a lo largo de la carrera, quienes han contribuido con su conocimiento y dedicación a mi formación académica. Cada uno de ustedes ha dejado una huella significativa en mi aprendizaje y crecimiento.

A mis compañeros y amigos de la universidad, que han compartido este viaje académico conmigo. Gracias por los momentos compartidos y por su amistad sincera.

A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento por su apoyo, dedicación y por haber sido parte fundamental de esta etapa de mi vida.

## DEDICATORIA

Quisiera expresar mi agradecimiento a Dios, por su guía constante y por darme la fortaleza necesaria para completar esta tesis. Sin su apoyo espiritual, este logro no hubiera sido posible.

A mis padres, quienes han sido mi mayor fuente de inspiración y apoyo incondicional. Su amor, sacrificio y aliento han sido el pilar fundamental de mi éxito académico. No hay palabras suficientes para expresar mi gratitud por todo lo que han hecho por mí.

A mi familia, que ha estado a mi lado en cada paso del camino, brindándome su amor y apoyo constante. Cada uno de ustedes ha contribuido de manera especial a mi desarrollo y bienestar durante este proceso.

Y, por supuesto, a mis queridos perros, que siempre han sido una fuente de compañía y alegría. Su presencia y lealtad han sido un gran consuelo en los momentos de estrés y esfuerzo.

### **RESPONSABILIDAD**

La responsabilidad, derecho de la investigación, resultados, conclusiones y recomendaciones que aparecen en el presente Trabajo de Titulación corresponden exclusivamente al Autor/a y los derechos académicos otorgados a la Universidad Agraria del Ecuador.

**Angie Tatiana Campuzano Lozano**  
**C. I. 095345410**

## RESUMEN

El objetivo de este estudio ha fue establecer la relación entre el crecimiento económico y las emisiones de CO<sub>2</sub> provocadas por el transporte urbano en los países de la CAN durante el período de 2000 a 2022. Basado en trabajos empíricos relacionados con la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets, se emplea la metodología datos panel por efectos aleatorios. Se encontró que el modelo era adecuado en base a los resultados del test de Hausman, además se encontró que el modelo cumplió con los supuestos de validez del mismo, siendo así se obtuvo que el PIB per cápita incrementa las emisiones de CO<sub>2</sub> al inicio del crecimiento económico, pero su efecto se vuelve negativo a niveles más altos de PIB per cápita, lo que indica una disminución de las emisiones. Esto coincide con la teoría de la Curva Ambiental de Kuznets. Para investigaciones futuras, se sugiere comparar la relación PIB-emisiones en países en diferentes niveles de desarrollo para verificar la hipótesis de Kuznets.

***Palabras claves: Emisiones de CO<sub>2</sub>, PIB, Kuznets, datos panel, CAN***

## SUMMARY

The objective of this study was to establish the relationship between economic growth and CO<sub>2</sub> emissions caused by urban transportation in the CAN countries during the period from 2000 to 2022. Based on empirical work related to the Environmental Kuznets Curve hypothesis, a random effects panel data methodology was employed. The model was found to be appropriate based on the results of the Hausman test, and it was also determined that the model met the validity assumptions. Thus, it was found that GDP per capita increases CO<sub>2</sub> emissions at the beginning of economic growth, but its effect becomes negative at higher levels of GDP per capita, indicating a reduction in emissions. This finding is consistent with the Environmental Kuznets Curve theory. For future research, it is suggested to compare the GDP-emissions relationship in countries at different levels of development to further verify the Kuznets hypothesis.

***Keywords: CO<sub>2</sub> emissions, GDP, Kuznets, panel data, CAN***

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Caracterización del Tema.....	xi
Planteamiento de la Situación Problemática.....	2
Justificación e Importancia del Estudio .....	2
Delimitación del Problema .....	3
Formulación del Problema .....	3
Objetivos .....	4
Objetivos Específicos.....	4
Hipótesis o Idea para Defender .....	4
Aporte Teórico.....	4
Aplicación Practica.....	4
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>6</b>
<b>MARCO REFERENCIAL .....</b>	<b>6</b>
1.1 Estado del Arte .....	6
1.2 Bases Científicas y Teóricas de la Temática.....	9
1.3 Fundamentación Legal.....	17
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>23</b>
<b>ASPECTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>23</b>
2.1 Métodos.....	23
2.2 Variables.....	24
2.3 Población y Muestra .....	24
2.4 Técnicas de Recolección de Datos .....	24
2.5 Estadística Descriptiva e Inferencial.....	25
2.6 Cronograma de Actividades .....	27
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>28</b>
<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>72</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>74</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA CITADA .....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>791</b>
<b>APÉNDICES .....</b>	<b>81</b>

**ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo N° 1:</b> Operacionalización de las Variables .....	79
<b>ANEXO N°2:</b> Cronograma de Actividades.....	80

## ÍNDICE DE APÉNDICES

<b>Apéndice N°1: Modelo por Efectos Aleatorios.....</b>	<b>81</b>
---	-----------

## INTRODUCCIÓN

### Caracterización del Tema

La CAN (Comunidad Andina de Naciones) está compuesta por países sudamericanos como Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia; en conjunto bordea 114'024,407 millones de habitantes, con una superficie global de 3'781,915 kilómetros cuadrados y un crecimiento del PIB en el año 2022 entre 2.7 a 7.5 %; cuyo propósito es buscar promover la integración económica y social. Estos países experimentan variados niveles de crecimiento económico, lo que puede estar relacionado con factores como la inversión, el comercio y la explotación de recursos naturales.

En la actualidad, el crecimiento económico y el desarrollo sostenible son objetivos cruciales para los países de la Comunidad Andina (CAN). Sin embargo, este proceso de crecimiento a menudo está vinculado a actividades que generan emisiones contaminantes, especialmente en el sector del transporte, donde la quema de combustibles fósiles es una práctica común.

Este fenómeno plantea un dilema significativo, ya que el aumento de la movilidad y la demanda de transporte conlleva un incremento en las emisiones ambientales de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), contribuyendo a la contaminación atmosférica y al cambio climático.

El reto radica en lograr un equilibrio entre el crecimiento económico necesario para mejorar la calidad de vida de la población, la protección del ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales de las regiones. Esto implica la adopción de tecnologías limpias, el fomento de la eficiencia energética y la promoción del transporte sostenible; entre otras.

Dado que la CAN es una organización de cooperación regional, los países miembros pueden trabajar juntos para abordar los desafíos de remediación ambiental de forma compartida y promover prácticas sostenibles en la región.

## **Planteamiento de la Situación Problemática**

En los países miembros de la Comunidad Andina (CAN), se ha observado un crecimiento económico significativo en las últimas décadas. Este crecimiento ha generado oportunidades para el desarrollo y la mejora de la calidad de vida de la población. Sin embargo, se plantea una situación problemática que exige una atención urgente: el impacto negativo del crecimiento económico en la calidad del aire y la salud de la población debido a la creciente contaminación atmosférica originada por el transporte.

La falta de una comprensión integral de la relación entre el crecimiento económico y la contaminación atmosférica proveniente del transporte urbano en los países de la CAN plantea un dilema ambiental y económico.

La optimización de la movilidad urbana y la reducción de las emisiones asociadas se presentan como retos cruciales para alcanzar un desarrollo económico sostenible y preservar el entorno ambiental en los países de la CAN que beneficie tanto de la economía como el ambiente y la salud de la población.

Se plantea la necesidad de llevar a cabo un análisis exhaustivo utilizando herramientas estadísticas y de investigación, con el objetivo de comprender la magnitud de la relación entre el crecimiento económico y las emisiones contaminantes del transporte urbano.

Este enfoque permitirá no solo cuantificar la influencia del crecimiento económico en la contaminación atmosférica, sino también identificar posibles soluciones y políticas que concilien el desarrollo económico y la protección del medio ambiente en la región andina.

## **Justificación e Importancia del Estudio**

Esta investigación es relevante porque se basa en dar a conocer el comportamiento del crecimiento económico y su aporte fundamental para los países, pero con conocimiento de sostenibilidad.

El sector del transporte urbano desempeña un papel esencial en el crecimiento económico de una región, al facilitar la movilidad de personas y bienes. Sin embargo, este mismo proceso conlleva la emisión significativa de

contaminantes atmosféricos como el CO<sub>2</sub>, contribuyendo a la deterioración de la calidad del aire y al aumento de los niveles de gases de efecto invernadero.

El análisis de la incidencia del crecimiento económico en la contaminación atmosférica originada por el transporte urbano sirve como punto de partida para la implementación de medidas específicas destinadas a mitigar los impactos ambientales negativos. Esto podría incluir la promoción de tecnologías más limpias en el transporte, la mejora de la infraestructura para fomentar modalidades más sostenibles, y la implementación de políticas que integren consideraciones ambientales en la planificación económica y urbana.

El estudio sobre el crecimiento económico y la contaminación atmosférica generada por el transporte urbano en los países de la CAN es esencial para abordar de manera integral los desafíos ambientales y económicos. Proporciona información valiosa para orientar políticas que promuevan un desarrollo sostenible, armonizando el progreso económico con la preservación del medio ambiente y contribuyendo así a la construcción de sociedades más resilientes y equitativas.

### **Delimitación del Problema**

El estudio se centrará exclusivamente en los países miembros de la Comunidad Andina (CAN), que incluyen a Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, el período temporal de análisis abarcará de tendencia anual desde 2000 hasta 2022. Esto permitirá evaluar tendencias y cambios en la relación entre el crecimiento económico y la inserción de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) causada por el transporte urbano.

### **Formulación del Problema**

¿Cuál es la incidencia del crecimiento económico de los países miembros de la Comunidad Andina (CAN) en la contaminación atmosférica causada por el transporte urbano durante el periodo 2000-2022?

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Analizar la relación entre el crecimiento económico y la inserción de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) originada por el transporte urbano, en los países de la Comunidad Andina (CAN) durante el periodo 2000-2022.

### **Objetivos Específicos**

- Identificar la evolución del crecimiento económico en los países de la CAN en las últimas dos décadas.
- Describir el transporte urbano y sus tendencias de emisiones de CO<sub>2</sub> de los países de la CAN durante el periodo 2000 – 2022
- Establecer la relación entre el crecimiento económico y las emisiones de CO<sub>2</sub> provocadas por el transporte urbano en los países de la CAN

### **Hipótesis o Idea para Defender**

El crecimiento económico sostenido en los países de la CAN ha contribuido significativamente al aumento de la inserción de CO<sub>2</sub> por parte del transporte urbano durante el periodo 2000-2022.

### **Aporte Teórico**

Se utilizan teorías y conceptos relacionados con la incidencia en el crecimiento económico y la contaminación atmosférica para establecer la relación, así como al destacar la relevancia de las políticas ambientales, el impacto en la salud pública y la cooperación regional. Constituye una base sólida para comprender y abordar la problemática en la región de la CAN.

### **Aplicación Práctica**

Proporcionar información esencial para el diseño y la implementación de políticas ambientales más efectivas en los países de la CAN. Esto podría incluir la promulgación de regulaciones más estrictas sobre emisiones, el establecimiento de estándares de calidad del aire y la adopción de tecnologías limpias.

La aplicación de estas medidas prácticas ayudaría a mitigar los efectos negativos del crecimiento económico en la contaminación atmosférica y a avanzar hacia un desarrollo sostenible en la región andina. La cooperación entre los

países miembros de la CAN desempeñaría un papel crucial en la implementación exitosa de estas medidas.

## CAPÍTULO I

### Marco Referencial

#### 1.1 Estado del Arte

La relación entre crecimiento económico y la contaminación atmosférica es uno de los problemas de mayor interés en la economía moderna. Si bien hay cada vez más datos empíricos disponibles, las explicaciones teóricas siguen siendo tema de debate.

El estudio de Castro Medina (2020), analiza los efectos del cambio climático en la salud pública, destacando cómo la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) afecta la disponibilidad de alimentos, agua potable y aire limpio, así como la propagación de enfermedades infecciosas, especialmente en poblaciones vulnerables. Se enfatiza la necesidad de implementar políticas y acuerdos internacionales para reducir las emisiones de GEI y mejorar la adaptabilidad de las comunidades a los cambios ambientales, subrayando que los países más industrializados son los principales responsables de estas emisiones. Además, se menciona la importancia de generar conciencia social sobre el consumo responsable y la elección de líderes que prioricen la sostenibilidad ambiental, ya que el calentamiento global tiene consecuencias directas en la salud humana y el bienestar general.

Maldonado (2022) busca analizar la relación entre crecimiento económico y contaminación ambiental en la economía ecuatoriana, aplicando la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets (CKA) en el periodo 2010-2020, ya que (CKA). Se optó por estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> como variable dependiente y el PIB per cápita como variable independiente. La metodología utilizada es cualitativa y cuantitativa, en la cual pudimos observar que el producto interno bruto per cápita aumentó en los primeros años del estudio, pero luego hubo una notoria disminución y en el último año debido a la pandemia también con análisis de la variable CO<sub>2</sub> pudimos observar su crecimiento, que fue en los primeros años del estudio, finalmente se procedió a utilizar un modelo econométrico para probar la hipótesis propuesta, usando Mínimos Cuadrados Ordinarios, en el que decimos que tiene una relación negativa: cuanto más aumenta el PIB per cápita, menos dióxido de carbono.

Fabian y Fernández (2022) aborda el tema del crecimiento económico en relación a la contaminación ambiental, motivado por resultados recientes sobre los niveles de contaminación en el Perú, donde el objetivo principal del estudio es determinar el impacto del crecimiento económico en la contaminación ambiental en el Perú desde 1960 al 2020, Dado un diseño no experimental con enfoque cuantitativo, estimamos una regresión econométrica utilizando mínimos cuadrados dinámicos generalizados (DGLS), encontrando que un aumento del 1% en el crecimiento económico aumenta las emisiones de CO<sub>2</sub> en un 1,01%, con un efecto de traspaso positivo. La estimación econométrica minimiza los residuos totales en 0,3094, con un error estándar de regresión general de 0,07. Estas cifras muestran que la correlación lineal de ambas series es del 97,43%, siendo el crecimiento económico capaz de explicar casi la totalidad de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Quinde, Bucaram, Bucaram y Silvera (2020) mencionan en su artículo a tratar Producto interno Bruto en América Latina y el Caribe: Relaciones entre crecimiento económico y sustentabilidad ambiental, definen que las economías de América Latina y el Caribe están atravesando transformaciones relevantes. Se manejan el crecimiento económico y el daño ambiental como elementos analíticos del PIB Per Cápita y del dióxido de carbono – CO<sub>2</sub> en los países de América Latina y el Caribe que se consideran en desarrollo y del G-8 se consideran desarrollados, durante el período 1960 a 2011. La metodología utilizada tiene como objetivo para realizar el razonamiento inductivo con un paradigma empírico-analítico se utilizó la prueba de raíz unitaria de Dickey-Fuller Aumentada – DFA, se produjo un modelo vectorial autorregresivo – VAR, se realizó una prueba de causalidad de Granger y se desarrolló una prueba de cointegración de Johansen. Los resultados muestran no estacionariedad de las variables estudiadas para ambos países, se obtuvo un modelo VAR de dos variables con un número óptimo de rezagos de catorce – VAR2(14) para el caso de América Latina y el Caribe y un modelo VAR de dos variables con un número óptimo de rezagos de cuatro – VAR2(4) para el caso del G-8 donde se realizan pruebas de causalidad que muestran dos direcciones para América Latina y el Caribe y una dirección para el PIB per cápita versus CO<sub>2</sub> para el G-8. Se concluye que las dos variables se

mueven juntas en el tiempo y la diferencia entre ellas es estable; para ambos casos existe al menos una relación vectorial o cointegración.

En el trabajo de Cerquera, Clavijo y Vega (2021) presentaron un trabajo en el que analizan la relación existente entre el crecimiento económico y la calidad medioambiental en los siete países con menor nivel de producción por habitante de Latinoamérica, a saber, Paraguay, Guatemala, Bolivia, Honduras, El Salvador, Nicaragua y Venezuela, para el periodo 1990-2018. La metodología consiste en la estimación de un modelo de panel de datos de efectos aleatorios y efectos fijos. Los resultados obtenidos muestran que el crecimiento económico incide significativamente junto con otras variables en las emisiones de dióxido de carbono per cápita de los países objeto de estudio. A su vez se comprobó, que los países en sus fases iniciales de producción aumentan considerablemente las emisiones de dióxido de carbono, mientras superan dicho periodo, logran un punto de inflexión en la curva que disminuye su nivel de degradación ambiental, así como se sustenta en los planteamientos de Kuznets con su hipótesis de la curva medioambiental.

Durante la investigación de Navarro, Camacho y Ayuar (2023) determinaron como el crecimiento económico y el comportamiento de la contaminación ambiental de América del Norte (AN) en el contexto del Foro de Cooperación Económica de Asia Pacífico (APEC). La unidad de análisis son las regiones APEC y AN con sus respectivas economías. Esto se hace a partir de la descripción del comportamiento del PIB y las emisiones de CO<sub>2</sub>, una revisión de estadísticas descriptivas y coeficientes de correlación de Pearson. Los resultados muestran que, aunque Estados Unidos, Canadá y México a nivel regional muestran tasas de crecimiento más altas que el promedio de APEC, el desempeño de estos países todavía está por debajo de otros países. En términos de contaminación ambiental, la AN produce el 34,2% de las emisiones de CO<sub>2</sub> de APEC y Estados Unidos, a pesar de la disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub>, es la segunda economía más contaminante de la región. Finalmente, hay evidencia de que en APEC y AN existe una correlación entre las variaciones del PIB y las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Un estudio realizado por Vizúete Montero (2023) nos dice que el crecimiento económico sostenible impulsa el progreso, crea empleos y mejora la calidad de vida. En este contexto se desarrolló el presente trabajo de investigación, cuyo objetivo fue relacionar el crecimiento económico del Ecuador y los impactos ambientales que lo producen. Utilizando el método de modelación econométrica VAR, pudimos analizar el impacto dinámico de una disrupción inesperada en una de las variables. Los datos utilizados se basaron en información del Banco Mundial. El resultado relevante obtenido fue que la relación entre el producto interno bruto (PIB) y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) se comporta como en la hipótesis ambiental de la curva de Kuznets (CAK), es decir h. cuanto mayor es el crecimiento económico, mayor es la degradación ambiental, pero este efecto de largo plazo tiende a ser nulo.

## **1.2 Bases Científicas y Teóricas de la Temática**

### **1.2.1. Curva de Kuznets**

Por su parte, Grossman y Krueger introdujeron el concepto de curva ambiental de Kuznets (CAK), una relación en forma de U invertida entre el ingreso y las emisiones de contaminantes que asume que la calidad ambiental en sus primeras etapas de desarrollo empeora, pero, a partir de cierto nivel de ingreso, mejora (Zilio, 2012).

Según el autor Selden y Song, en su estudio exploran cómo la relación entre crecimiento económico y contaminación depende de la estructura de la economía y las políticas medioambientales. Argumentaron que la Curva de Kuznets no es aplicable de manera universal y que la relación entre crecimiento económico y contaminación es más compleja.

La Curva de Kuznets nos dice que, en las primeras etapas del desarrollo económico, la desigualdad tiende a aumentar a medida que las economías se industrializan. Sin embargo, no es un destino inevitable. Las políticas y las instituciones pueden influir en la trayectoria de la desigualdad (Olivares & Hernandez, 2021)

La expresión matemática de la curva de ambiental Kuznets se determina como una ecuación cuadrática:

$$Iny_{it} = \beta_0 + \beta_1 Inx_{it} + \beta_2 Inx_{it}^2 + u_{it}$$

## **1.2.2. Modelos de Crecimiento Económico**

**1.2.2.1. Modelo Clásico.** Según Zabala (2011) que la teoría del crecimiento de la escuela clásica surge con Adam Smith (1776) afirma que la riqueza de las naciones depende esencialmente de dos factores: por un lado, de la distribución que se realice del factor trabajo entre las actividades productivas e improductivas, y, por otro lado, del grado de eficacia de la actividad productiva (progreso técnico).

*Según (Pérez, 2016).*

*Thomas Robert Malthus plantea que el crecimiento económico es friccional por el comportamiento de la población, que muestra un incremento exponencial, así como por el exceso de ahorro y el consumo escaso; de ahí que sea preciso impulsar una mayor demanda, no como resultado de una mayor inversión, sino del incremento de la oferta.*

**1.2.2.2. Modelo de Solow-Swan.** El modelo de Solow-Swan plantea que el crecimiento económico no solo es función del trabajo y el capital, sino también de la materia prima que será transformada por medio del proceso productivo hasta obtener el bien final, el cual puede ser consumido o invertido. Se reconoce que la contaminación se genera en paralelo a la producción o que esta origina residuos; es decir, se produce contaminación después de utilizar los bienes y servicios, en consecuencia, el modelo asume su preexistencia. La dinámica del crecimiento económico y la contaminación produce un equilibrio estable en el largo plazo.

Cuando en términos económicos se hace algún esfuerzo por reciclar, se obtienen dos efectos: 1) se reduce la contaminación, y 2) existe un volumen superior de materia prima, lo que en el largo plazo permite un mayor crecimiento económico. Por ende, el reciclaje tiene un doble efecto positivo en el largo plazo: una reducción de la contaminación y un mayor producto.

La presente contribución se divide en tres secciones: la primera incluye los modelos de crecimiento económico ecológicos; y en la segunda se describen las características del modelo de Solow-Swan, el cual sirve de referencia para la tercera parte, donde se incorpora la materia prima en estado virgen, la materia prima reciclada, así como la dinámica de la contaminación. Se determina que bajo

condiciones específicas el equilibrio en el largo plazo se mantiene estable. (Zavala, 2011).

**1.2.2.3. Modelo de Ramsey-Cass Koopmans.** Es un modelo de crecimiento exógeno y trata de averiguar el crecimiento económico a largo plazo de los distintos países sin tener en cuenta las fluctuaciones que suelen darse en los diversos ciclos económicos. Mientras que en el modelo Solow-Swan la tasa de ahorro es constante, en este modelo la tasa de ahorro puede ser creciente, decreciente o constante según la combinación de los parámetros estructurales.

En este modelo encontramos, por un lado, a las familias (consumidores) que van a buscar maximizar su función de utilidad teniendo en cuenta grandes restricciones en su presupuesto y, por otro, a las empresas (productores) que van a tratar de maximizar, en un contexto de competencia perfecta y con una función de producción neoclásica, una función de beneficios (Universidad Pontificia Comillas, 2020).

**1.2.2.4. Modelo Roy Harrod.** El modelo de Roy Harrod, publicado en su trabajo «An Essay in Dynamic Theory» de 1939, es una extensión del análisis del equilibrio estático de la Teoría general de Keynes. De acuerdo con este modelo, la condición para el equilibrio estático es que los planes de inversión deben ser iguales a los planes de ahorro. De este modo, el modelo introduce una función de inversión que depende de las expectativas de los capitalistas respecto al uso de la capacidad productiva o al nivel de utilización de esta capacidad.

En este sentido la relación capital–producto o producto–capital está dada por las expectativas de los capitalistas. La pregunta que se plantea Harrod es cuál debe ser la tasa de crecimiento del producto para que la condición de equilibrio establecida por la igualdad ahorro–inversión se cumpla a través del tiempo en una economía en crecimiento. La primera no asegura un equilibrio con un nivel de inversión suficiente para igualar el ahorro planeado. Por otro lado, la tasa garantizada es la tasa de crecimiento requerida para que se igualen los planes de inversión con los planes de ahorro, de modo que la economía permanezca en una senda de crecimiento en la cual se cumplen las expectativas de los inversionistas. De esta forma, si la economía crece a la tasa garantizada se mantendría el pleno empleo del capital. Sin embargo, esta tasa no asegura la plena utilización del

trabajo, que depende de la tasa de crecimiento natural, la misma que es igual a la suma de las tasas de crecimiento de la fuerza de trabajo y crecimiento de la productividad (Jimenez, 2011).

- Tasa de crecimiento observada o efectiva (g)
- Tasa de crecimiento garantizada (gw)
- Tasa de crecimiento natural (gn)

**1.2.2.5. Modelo de Frankel.** En su artículo «The Production Function in Allocation and Growth», el economista estadounidense Marvin Frankel plantea un modelo de crecimiento que reconcilia las diferencias entre la función de producción neoclásica y la función de producción de coeficientes fijos usada por Harrod y Domar. Como se mencionó, Frankel (1962) sostiene que ambas funciones presentan virtudes que las hacen atractivas para el trabajo en modelos económicos; no obstante, también presentan deficiencias en su capacidad de reflejar la realidad empírica. El autor pretende conjugar ambas funciones de producción de modo que se preserven las características deseadas de cada tipo de función, pero no sus limitaciones.

En palabras del autor, “una conclusión principal es que la función de tipo Cobb-Douglas se mantiene por completo en los modelos de asignación de recursos, mientras que la función de tipo Harrod-Domar se mantiene, en simultáneo, para el crecimiento” (PUCP, 2002).

**1.2.2.6. Teoría del Crecimiento Endógeno.** Esta teoría se centra en el crecimiento económico sostenible que tiene en cuenta la gestión de los recursos naturales y la protección del medio ambiente. Sostiene que el crecimiento económico debe ser sostenible a largo plazo para evitar el agotamiento de los recursos.

Según Galindo (2011) afirma: “que Rebelo en 1991 es quien considera como uno de los factores del crecimiento económico al capital denominado el modelo AK. Donde recoge una función de producción lineal, con un único factor de producción que es el capital”.

Según Landreth y Colander (2000) afirma:

“Que, en las últimas décadas, han vuelto surgir con fuerza voces que claman por un cambio en la dinámica del crecimiento económico y medio ambiente ha sido calificada como una ciencia triste, (...). Ya que a medida que elevamos los niveles de vida de muchos habitantes del planeta, se incrementa la demanda de consumo y agotamiento de los recursos naturales no renovables en consecuencia el crecimiento llegara a un límite”.

**1.2.1.7. Teoría Económica por Schumpeter.** Schumpeter sostiene que la economía y su teoría indican que en las actividades de producción hay una repetición de procesos que conduce a innovaciones, lo que resulta en la "destrucción creativa" y obliga a los emprendedores a maximizar su capacidad productiva (Quevedo, 2019).

Este análisis dinámico es denominado por Schumpeter como la corriente circular, la cual, bajo la hipótesis de libre competencia y en línea con el modelo de equilibrio general de Walras, describe un ciclo que se nutre de fuentes inagotables de trabajo y tierra. Este ciclo fluye en cada período económico hacia lo que llamamos ingresos, los cuales se transforman en la satisfacción de necesidades.

**1.2.1.8. Modelo Económico de Lewis.** En el modelo de Lewis, la productividad por trabajador se mantiene constante tanto en el sector tradicional como en el moderno. El aumento de la productividad en toda la economía se produce gracias al traslado de mano de obra del sector tradicional al sector moderno. En este modelo, los trabajadores abandonan las actividades de subsistencia y se trasladan a un sector moderno, donde la productividad y los ingresos son más altos.

Para analizar este aspecto, podemos expresar la productividad total de la economía como un promedio ponderado de la productividad media de los trabajadores en ambos sectores, denotados como  $w_A$  y  $w_M$ , respectivamente. La contribución de cada sector al producto total debe ser proporcional a su participación en el empleo general (Puyana, 2012).

**1.2.1.9. Teoría del Capital.** NaturalCostanza y Daly (1992) definieron el capital natural como el conjunto de recursos que proporciona un flujo de bienes y servicios útiles, o renta natural, a lo largo del tiempo. Esta definición ha perdurado

en la literatura actual, aunque con algunas variaciones. Sin embargo, desde una perspectiva ecológica, el capital natural no debe ser visto simplemente como un stock o una acumulación de elementos. Además de estos componentes (la estructura del ecosistema), el capital natural incluye todos los procesos e interacciones entre ellos (el funcionamiento del ecosistema) que son fundamentales para mantener su integridad y resiliencia ecológica.

**1.2.2.10. Teoría de la Economía Verde.** Esta teoría busca aumentar el ingreso y el empleo mediante inversiones públicas y privadas que reduzcan la contaminación y mejoren la eficiencia en el uso de energía y recursos. Se presenta como un camino hacia la sustentabilidad, promovido por organizaciones internacionales como el Banco Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), que abordan las cuestiones financieras relacionadas con el cambio climático.

La economía verde propone un crecimiento cualitativo que optimiza el uso de recursos naturales. Fomenta la inversión y la innovación que sean respetuosas con el medio ambiente, creando oportunidades económicas y laborales. Se trata de un concepto integral que abarca el bienestar, la equidad, el uso racional de los recursos y la sustentabilidad. A diferencia de las teorías económicas neoclásicas, la economía verde sostiene que el crecimiento económico ha ocurrido a expensas del planeta. Por ello, sugiere una economía estacionaria que respete el medio ambiente, centrada más en la calidad que en la cantidad. Esta teoría evidencia la desconexión que perpetúa la economía neoclásica entre la economía y el medio ambiente, proponiendo en su lugar una visión interconectada de las dimensiones económica, social y ambiental, lo que resalta su enfoque transdisciplinario (Loiseau, 2016).

**1.2.2.11. Teoría Económica de los Recursos Naturales.** Según Randall (1985), la economía de los recursos naturales se centra en los problemas relacionados con los recursos naturales, considerándose así "el estudio de la naturaleza como proveedora de materias primas". Esta teoría examina la interrelación entre el sistema económico y la naturaleza, específicamente en cuanto al suministro de insumos y energía para la producción y el consumo. Mientras que la economía de los recursos naturales considera a la naturaleza

como fuente de recursos, la economía ambiental se ocupa de los residuos que impactan el entorno, reflejando así el "doble papel de la naturaleza".

La teoría analizada se centra en las externalidades, que se refiere a los recursos naturales y servicios ambientales que no tienen un precio debido a la falta de un mercado que los intercambie. Esto no implica que carezca de valor; por el contrario, para estimar su valor se utiliza el análisis de costo-beneficio, el cual permite internalizar estas externalidades. Así, los individuos pueden tomar decisiones al comparar los costos y beneficios de un programa y evaluar las opciones relacionadas con el medio ambiente (Raffo-Lecca, 2015).

### **1.2.3. Medio Ambiente**

El Banco Mundial (2023) afirma que, en los últimos 20 años, los países han actuado a nivel local y colectivo como comunidad internacional para asegurar que la conservación y el uso sostenible del medio ambiente conduzcan a un crecimiento sostenible, ayudando a sacar a la población de la pobreza de manera permanente.

Según Ewald el medio ambiente no debe entenderse como la naturaleza en sí, sino como una relación entre el conocimiento y el poder. El concepto de medio ambiente surge cuando se percibe que la naturaleza está en peligro. Esta preocupación por el medio ambiente se intensifica ante la amenaza que representa la violencia inherente al ser humano, lo que lleva a la necesidad de protegerla. Además, Ewald señala que la naturaleza y el medio ambiente operan bajo distintos paradigmas de conocimiento. La naturaleza es algo externo al observador, es objetiva y se rige por leyes universales que no dependen de quien las estudia (Mayorca, 2016).

### **1.2.4. Relación Teórica entre Crecimiento Económico y Medio Ambiente**

El crecimiento económico y medio ambiente se relaciona desde punto de vista de necesidades insatisfechas inherentes al individuo, la sociedad y la degradación ambiental como residuos de procesos económicos. La relación teórica entre el crecimiento económico y el medio ambiente es un tema de gran interés en la economía moderna. Aunque existen cada vez más datos empíricos disponibles, las explicaciones teóricas siguen siendo objeto de debate.

Según la teoría de Georgescu-Roegen, que incorpora las leyes de la termodinámica al proceso económico, se plantea un modelo teórico elemental de las interacciones entre el proceso económico y el medio ambiente. Este modelo presupone que el proceso de crecimiento y distribución se lleva a cabo actualmente bajo condiciones de estrés ambiental. Con este modelo se pueden predecir y explicar las relaciones observadas entre el crecimiento económico y el medio ambiente.

De acuerdo con Figueroa (2013), las diversas perspectivas teóricas han ilustrado los mecanismos importantes que forjan la relación entre el crecimiento y el medio ambiente, pero no han llegado a una conclusión definitiva.

El elemento esencial de todo proceso económico son los recursos naturales tales como: agua, aire, bosques, pastizales, la tierra y otros elementos que utilizados para insumos o materias primas que sirve para la elaboración de las manufacturas o producción de bienes y todos aquellos recursos naturales en su esencia o sean ya transformado que se consume, estos procesos económicos generan residuos y muchos son reusados en el proceso productivo o algunos casos son directamente desechados al medio ambiente.

Por tanto, el mayor crecimiento económico implica un mayor uso de los recursos naturales y energías, esto genera mayor contaminación y degradación ambiental o también cuando no existen algunas medidas ambientales de mitigación a la contaminación del medio ambiente.

Según Weil (2006) afirma: “que el crecimiento económico tiene costos de producción y sus beneficios económicos, sin embargo, la contaminación ambiental no tiene costos ni beneficios, Pero si las externalidades negativas tal como es “el acceso o recurso de contaminar es gratuito” Sin embargo, sus efectos afectan a la calidad de vida de la población.

De acuerdo con Serrano (1998), afirma que el “crecimiento económico es un fenómeno complejo en el que, mediante la acumulación de más y mejores factores productivos y de su utilización mediante técnicas cada vez más productivas, las economías son capaces de generar una mayor cantidad de bienes y servicios”

Estas realidades han hecho que la mayoría de los economistas ecologistas investigadores sobre la calidad ambiental estén en constantes debates y diversas complicaciones de método e ideología para aportar en la disminución de la contaminación ambiental y reducción de utilización de recursos naturales como efectos del crecimiento que provoca la degradación ambiental.

### **1.3. *Fundamentación Legal***

#### **Constitución Ecuatoriana**

La Constitución Ecuatoriana (2008) bajo el mando del presidente de la república Eco. Rafael Correa Delgado, se implementa las políticas medioambientales y su ejecución donde se reconocen los derechos de la naturaleza y en y de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

En los últimos años se ha evidenciado que el sector automotriz y electricidad son los mayores generadores de gases efecto invernadero. Y desde 2012 el Estado implemento la política de impuesto a la contaminación vehicular (impuesto verde) y además incentivos económicos en la exoneración de pago en las empresas que utilicen las energías limpias y desde el año 2013 se ha visto la reducción de la contaminación ambiental en el Ecuador.

De acuerdo con el art. 10, se establece que los individuos, nacionalidades y comunidades podrán gozar de los derechos respaldados en la Constitución y en los instrumentos universales. Por ende, la naturaleza estará sujeta a los derechos que le asigne la reglamentación enmarcada en la Constitución.

Por otro lado, en el art. 71 se proclama que la naturaleza, también conocida en la lengua ancestral nacional como Pachamama, tiene el derecho a que se respete su presencia, así como el proceso necesario para el restablecimiento de su tiempo evolutivo, sus ciclos, funciones y estructura.

Toda comunidad, pueblo o individuo puede pedir a la autoridad correspondiente el que cumplan de los derechos de la madre tierra. Para demostrar y emplear estos derechos se definirán los principios instituidos en la Constitución, en lo que resulte.

El Estado estimulará a los individuos jurídicos y naturales, a la colectividad, para que de esta forma se proteja la naturaleza, y promueva el respeto a toda forma de vida.

Conforme al art. 72, se menciona que la naturaleza posee el derecho a restaurarse. Por tal motivo, el gobierno debe asumir la responsabilidad económica por la utilización de las tierras pertenecientes a las colectividades. Si se produce un alto impacto ambiental, el Estado deberá implementar las herramientas más eficientes para lograr la restauración, además de establecer medidas adecuadas para reducir o eliminar las causas que perjudiquen a la naturaleza.

Asimismo, el art. 83 establece como compromisos y deberes de todos los habitantes del país, el respeto a los derechos del ecosistema, el cuidado de un ambiente saludable y el uso de los recursos naturales de manera razonada, sostenible y llevadera.

Otra novedad en la Constitución ecuatoriana es la incorporación a nivel constitucional del compromiso objetivo, cuando es más un factor reservado a la normativa legal.

En el artículo 396 se expresa que el gobierno debe adoptar lineamientos encaminados a evitar que se produzcan fuertes problemas en el ecosistema, es decir prevenir que se produzcan perjuicios. El gobierno debe adoptar políticas que protejan el entorno además de ser precisas y concisas.

La finalidad de la legislación sobre el medio ambiente es poder anticiparse al posible daño que se le pueda causar al ambiente, es decir proceder de manera oportuna, salvaguardando la integridad de la naturaleza.

### **Ley de Gestión Ambiental**

Esta ley se encuentra en el Registro Oficial Suplemento 418 en el 2004, estableciéndose los siguientes aspectos normativos de acuerdo con el Ministerio de Ambiente (2004) en donde se habla de las directrices y principios aplicados en las políticas de control ambiental, de los cuales, para efectos de este estudio, hago énfasis en los siguientes:

Conforme al art. 1, se establecen los manuales y la reglamentación para el cuidado de la naturaleza; se determinan los compromisos y obligaciones de los

sectores privado y público de acuerdo con la misión ambiental, y se definen los términos relacionados con las limitaciones, sanciones y controles.

Por otro lado, el art. 2, en consonancia con la dirección ambiental, enmarca las nociones de corresponsabilidad, colaboración, coordinación, solidaridad y reutilización de desechos, así como el uso de procesos ambientales alternativos sostenibles y la afinidad con las prácticas y la cultura ancestral.

En el art. 16 del Plan Nacional de Ordenamiento Territorial, se menciona que es de atención obligatoria la zonificación social, ecológica y económica del Ecuador, dependiendo de la resistencia del medio ambiente, y de acuerdo con la necesidad de defensa de la naturaleza. Asimismo, se debe respetar la posesión y el conocimiento ancestral, la preservación de los bienes naturales y del dominio regional, buscando avanzar de forma equilibrada y ordenada en la planificación física del espacio.

Con la finalidad de salvaguardar los derechos colectivos, individuales y ambientales en el artículo 41 se, concede al ejercicio estatal, en donde los individuos jurídicos, naturales puedan declarar que se están violentando las leyes protectoras del ecosistema, sin daño de la acción de auxilio constitucional presentado en la Constitución.

El Ministerio del Ambiente tiene a su cargo los siguientes Programas y Proyectos que han implementado para la protección del medio ambiente:

### **Protocolo de Kioto**

Ecuador ha suscrito varios convenios internacionales para la conservación del ambientales como es: Convenio UNESCO sobre el patrimonio cultural y natural de la humanidad, donde se comprometió al cuidado de las reservas ecológicas de las islas Galápagos, el parque nacional Machalilla, Sangay y entre otros. En el protocolo de Kioto realizado por las Naciones Unidas sobre el cambio climático el 11 de diciembre de 1997, mantiene las relaciones de convenio para disminuir los gases que producen el efecto invernadero.

La UNESCO (2021) menciona que se unieron al convenio de Róterdam sobre la utilización de productos químicos peligrosos en la producción agrícola, para garantizar la protección de la población y el medio ambiente de todos los

países de los posibles peligros que entraña el comercio de plaguicidas y productos químicos altamente peligrosos en los productos de consumo humano. Esto evidencia que el medio ambiente nunca fue reconocido legalmente y puesta en ejecución en el Ecuador ya que se trataba de convenios internacionales mas no existía un marco legal jurídico dentro de la constitución para la protección y conservación del medio ambiente.

La máxima autoridad ambiental estuvo acompañada por la viceministra Mercy Borbor; Carola Borja, Subsecretaría de Cambio Climático y Tania Villegas, Subsecretaría de Patrimonio Natural. El Protocolo de Kioto es uno de los instrumentos jurídicos vinculantes internacionales más importantes, contiene los compromisos asumidos por los países industrializados de reducir sus emisiones de gases contaminantes.

Durante el primer periodo de compromisos, que finaliza este año, las emisiones totales de los países desarrollados deberían haber reducido durante el 2008 al 2012 al menos un 5% respecto a sus niveles de sus emisiones del año 1990. La evaluación de alcance de esta meta se llevará en los próximos años.

En este sentido, Carola Borja manifestó que uno de los logros más importantes de la COP 18 fue el enmendar y acordar el segundo periodo de compromisos de Kioto, el cual se extiende desde el 1ero de enero de 2013 hasta diciembre del 2020.

### **Huella Ecológica**

La Huella Ecológica es un indicador implementado desde el 2008, mide la cantidad de agua y tierra biológicamente productivas que una región o individuo, y que determinada actividad humana se realiza para producir los recursos que consume y absorber los desechos que se producen.

#### **Ejes de trabajo**

- A. Huella Ecológica Nacional: esta pretende crear un indicador macro que se use como método para la programación, búsqueda y valoración de las políticas creadas con el fin de encaminar eficientemente el manejo de los recursos.

- B. Huella Ecológica Sectorial: a través de la cual se adquieren conclusiones de Huella Ecológica por clase de consumo en tres fragmentos de demanda final: gobierno, empresas y los hogares.
- C. Huella Ecológica Institucional: esta calcula el impacto del consumo de bienes de una fijada organización e institución proponiendo medidas orientadas a su disminución a través del progreso e implementación de las Buenas Prácticas Ambientales.

**Constitución Colombiana.** La Constitución Política de Colombia de 1991 elevó a norma constitucional la consideración, manejo y conservación de los recursos naturales y el medio ambiente, a través de los siguientes principios fundamentales:

Derecho a un ambiente sano. -En su Artículo 79, la Constitución Nacional (CN) consagra que: " Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La Ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines ".

Esta norma constitucional puede interpretarse de manera solidaria con el principio fundamental del derecho a la vida, ya que éste sólo se podría garantizar bajo condiciones en las cuales la vida pueda disfrutarse con calidad. (UPME)

**Constitución Peruana.** Artículo 2º Toda persona tiene derecho: ... 22. A la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.

Artículo 3º La enumeración de los derechos establecidos en este capítulo no excluye los demás que la Constitución garantiza, ni otros de naturaleza análoga o que se fundan en la dignidad del hombre, o en los principios de soberanía del pueblo, del Estado democrático de derecho y de la forma republicana de gobierno (OAS, 1993).

**Constitución Boliviana.** Artículo 33: Las personas tienen derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado. El ejercicio de este derecho debe

permitir a los individuos y colectividades de las presentes y futuras generaciones, además de otros seres vivos, desarrollarse de manera normal y permanente.

Artículo 34: Cualquier persona, a título individual o en representación de una colectividad, está facultada para ejercitar las acciones legales en defensa del derecho al medio ambiente, sin perjuicio de la obligación de las instituciones públicas de actuar de oficio frente a los atentados contra el medio ambiente. (Justicia Bolivia ).

## CAPÍTULO II

### Aspectos Metodológicos

#### 2.1 Métodos

Esta investigación fue de carácter hipotética-deductiva puesto que parte de la hipótesis general de que existe una relación significativa entre el nivel de desarrollo económico de los países de la CAN y sus niveles de emisiones de gases contaminantes. Se planteó que al analizar los datos recopilados para evaluar la relación entre el crecimiento económico y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Esto permitirá determinar si existe una asociación significativa y la dirección de dicha relación. Además, se pueden identificar posibles factores adicionales que influían en esta relación, como políticas ambientales, tecnologías utilizadas y cambios en la estructura económica. El diseño de la investigación implicó la recopilación y análisis de datos para probar y validar las hipótesis formuladas.

##### 2.1.1 Modalidad y Tipo de Investigación

El puesto que se estudiaron procedimientos sustraídos de la medición, permitiendo un mayor control de información se obtuvo explicaciones a partir de una hipótesis, sus resultados se basaron en la estadística y caracterizó por realizar un seguimiento a los mismos sujetos de estudio por un largo periodo de tiempo, esto permitió ver la evolución de características y variables observadas en el estudio se centró en realizar análisis de dimensiones longitudinales que explora la relación entre el crecimiento económico y la incidencia en la contaminación atmosférica en los países pertenecientes a la Comunidad Andina (CAN), Este estudio utilizó un enfoque metodológico cuantitativo para recolectar y analizar datos, lo que permitió examinar de manera rigurosa la relación entre el crecimiento económico y la incidencia de contaminación atmosférica en los países pertenecientes a la Comunidad Andina (CAN).

Se basó en un diseño no experimental, ya que no existió la manipulación intencional de los datos de las variables de estudio y se realizó una descripción de la realidad encontrada. Fue de alcance correlacional, porque permitirá determinar la relación que existente entre crecimiento económico y la contaminación atmosférica específicamente las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

originadas por la quema de combustible en el sector del transporte urbano a través de la aplicación del modelo econométrico de regresión lineal múltiple.

## **2.2 Variables**

Las variables que se tomarán en cuenta para el desarrollo de esta investigación serán:

### **2.2.1 Variable Dependiente**

Contaminación atmosférica (Emisión de CO<sub>2</sub> originadas por el transporte urbano, % del total de la quema de combustible)

### **2.2.2 Variable Independiente**

Crecimiento económico (PIB per cápita a precios constantes.)

### **2.2.3 Operacionalización de las Variables**

Anexo N°1

## **2.3 Población y Muestra**

El objetivo de la investigación se enfoca en analizar tanto el corte transversal como el corte longitudinal de la población. En el primero, se consideran los cuatro países que forman parte de la Comunidad Andina (CAN) como la población de interés. Para este caso, se ha aplicado un diseño muestral censal, ya que la muestra comprende la totalidad de los países miembros de la CAN.

En cuanto al corte longitudinal, la población está determinada por los posibles resultados del proceso generador de datos asociado a las variables de serie de tiempo aleatorias bajo estudio, específicamente el Producto Interno Bruto (PIB) y las Emisiones de CO<sub>2</sub>. La muestra para este corte longitudinal consistió en las realizaciones anuales de estas variables durante el período comprendido entre 2000 y 2022. Este enfoque permitió capturar la evolución a lo largo del tiempo de las variables analizadas.

## **2.4 Técnicas de Recolección de Datos**

Se utilizaron fuentes secundarias como estudios publicados en sitios web confiables y revistas científicas como Google Académico, Scielo y Dialnet. También se incluyó información de los principales organismos relacionados Banco Central del Ecuador, Banco Mundial, Estadísticas Ambiental del Ecuador, CEPAL.

Estas fuentes proporcionan una base valiosa y permitieron identificar tendencias históricas y patrones.

## 2.5 Estadística Descriptiva e Inferencial

Esta tesis tuvo como objetivo principal analizar el crecimiento económico y su incidencia en la contaminación atmosférica de los países de la CAN. Para lograrlo, se emplearán diversas técnicas estadísticas en tres objetivos específicos.

En el primer objetivo, se utilizó estadística descriptiva que proporcionaron una idea central de la distribución de los datos y ayudaron a identificar países con tasas de crecimiento destacadas o atípicas.

En el segundo objetivo, se llevó a cabo un análisis descriptivo e inferencial el cual proporciono una comprensión más profunda y rigurosa, se enfocó en resumir y presentar de manera organizada la información sobre el transporte urbano y sus emisiones de CO2 en los países de la CAN, se utilizó gráficos como histogramas y diagramas de caja para visualizar la distribución de las emisiones a lo largo del tiempo que sirvió como base para la toma de decisiones informadas y el diseño de políticas ambientales efectivas en la región.

El tercer objetivo específico consistió en estimar econométricamente la relación entre el crecimiento económico y la contaminación atmosférica. Para ello, se aplicó el método de mínimos cuadrados ordinarios (regresión múltiple) y se comprobó la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets con base en el modelo econométrico.

En el modelo econométrico.

La expresión matemática de la curva de ambiental Kuznets se determina como una ecuación cuadrática

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln x_{it} + \beta_2 \ln x_{it}^2 + u_{it}$$

Variable dependiente

- $\ln y_{it}$  = CO2. - emisión de dióxido de carbono para el Ecuador, en logaritmo natural

Variable independiente

- $\ln PIBPC$  = PIB per cápita a precios constantes en logaritmo natural
- $\ln (PIBPC^2)$  = Logaritmo natural de PIB per cápita al cuadrado
- Parámetros
- $\beta_0$  = Constante del Modelo econométrico de curva ambiental de Kuznets
- $\beta_1$  = Parámetro de PIB per cápita
- $\beta_2$  = Parámetro del PIB per cápita al cuadrado
- $U_t$  = variable de emisión de error

En la expresión econométrica del modelo de la curva ambiental de Kuznets donde la variable (Y) es igual a la emisión de CO<sub>2</sub> originadas por el transporte (quema de combustible) indicador de la contaminación ambiental y la variable (X) es igual al PIB per cápita medida del crecimiento económico, el modelo econométrico cumple la linealidad en los parámetros.

Para llevar a cabo el proceso metodológico, se realizó una estimación utilizando datos de panel. En este tipo de análisis, es importante considerar que los países examinados pueden tener características propias, no observables, que afectan sus niveles de contaminación atmosférica. Por ello, se inicia con el test de Breusch-Pagan (multiplicador de Lagrange), el cual permite evaluar si la varianza del término de error individual en el panel de datos es significativamente distinta de cero, indicando la presencia de heterogeneidad entre los países.

cero. El resultado de esta prueba determinó la presencia o ausencia de heterogeneidad individual no observable. Se procedió a estimar un modelo por MCO combinado o por datos de panel. Luego, si la elección es la estimación por datos de panel, se llevó a cabo el test de Hausman para determinar si la estimación correcta para los datos de panel es la de efectos fijos o la de efectos aleatorios. Una vez identificado el modelo apropiado (cualquiera que sea), se procedió a validar los supuestos relacionados con los residuos del modelo final, tales como normalidad y homocedasticidad.

### **Pruebas Estadísticas**

Las pruebas estadísticas son herramientas fundamentales en el análisis de la relación entre el crecimiento económico y la contaminación atmosférica en los países de la Comunidad Andina (CAN). Estas pruebas permiten determinar la

significancia estadística de las relaciones identificadas y evaluar si existen diferencias o asociaciones significativas.

Se aplicará la prueba t para comparar las medias de las emisiones en estos dos grupos. Si el valor p asociado con la prueba t es menor que un nivel de significancia asumiendo el nivel de significancia de 0,05 por ciento se rechazará la hipótesis nula.

Donde:

Hipótesis nula  $H_0 \beta_1 > 0$  y  $\beta_2 < 0$  cumple la hipótesis

Hipótesis alternativa  $\beta_1 \leq 0$  y  $\beta_2 \geq 0$  no cumple la hipótesis

## **2.6 Cronograma de Actividades**

Anexo N°2.

## RESULTADOS

### **Identificar la Evolución del Crecimiento Económico en los Países de la CAN**

En el primer objetivo se identificó la contribución de los países miembros, Desde el 26 de mayo de 1969, cuando se suscribió en Colombia, el Acuerdo de Cartagena, Tratado Constitutivo que fija los objetivos de la integración andina, define su sistema institucional y establece sus mecanismos y políticas, se puso en marcha el proceso andino de integración, conocido en ese entonces como Pacto Andino, hoy Comunidad Andina conformado por 4 países sudamericanos (Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú).

En las dos últimas décadas han enfrentado una serie de desafíos y oportunidades que han dado forma a su crecimiento económico, su evolución estuvo influida por factores tanto internos como externos, como cambios en las políticas gubernamentales, fluctuaciones en los precios de los productos básicos, acuerdos comerciales regionales e internacionales y acontecimientos económicos mundiales.

El Proyecto “Apoyo a la Integración Económica Regional” (INTERCAN I) se aprobó mediante Decisión 723 de la Comisión de la Comunidad Andina, y tiene por objetivo contribuir al fortalecimiento de la integración económica regional, apoyando en particular la implementación de la normativa comunitaria sobre integración comercial; asimismo, pretende facilitar y promover el diálogo y la cooperación entre la CAN y la UE. En ese sentido promueve especialmente la implementación de la normativa comunitaria sobre aduanas, sanidad agropecuaria y calidad, a través del mejoramiento de la infraestructura y equipamiento de los servicios conexos al comercio, así como la capacitación al personal técnico en estas áreas.

En resumen, los países de la CAN han pasado por diferentes etapas de crecimiento económico, todas las cuales han sido afectadas por factores globales como los precios de las materias primas y eventos como la pandemia de COVID-19. La tendencia general ha sido favorable, aunque hay diferencias notables entre los países en cuanto a su dependencia de las exportaciones y sus políticas económicas internas.

## **Descripción del Crecimiento Económico Ecuador**

La evolución del crecimiento económico en Ecuador refleja una combinación de varios factores, incluida la estabilidad macroeconómica inicial, la dependencia de los recursos naturales y los esfuerzos por diversificar la economía para enfrentar la crisis. A continuación, se presentan algunos puntos importantes para comprender su evolución durante el período mencionado.

En el Ecuador el crecimiento económico medido al través de la variable PIB per cápita entre el periodo 2000-2022 según los datos del Banco Mundial, tiene un crecimiento de 6.68 por ciento por diversos factores que afectaron al PIB per cápita por ende se produce transformaciones y evoluciones evidenciando que no existe un crecimiento económico sostenido.

Durante el período 2000 hasta el 2003, el PIB de Ecuador experimentó un crecimiento, con una variación promedia total de 1,0%. Este crecimiento fue impulsado por una combinación de factores, incluyendo la dolarización, el aumento de los precios de petróleo, políticas gubernamentales y el crecimiento de la demanda interna. Mientras que algunos sectores como el petróleo y la construcción tuvieron un crecimiento significativo, otros como la agricultura y manufactura tuvieron un crecimiento más lento como se puede observar en la Figura 1.

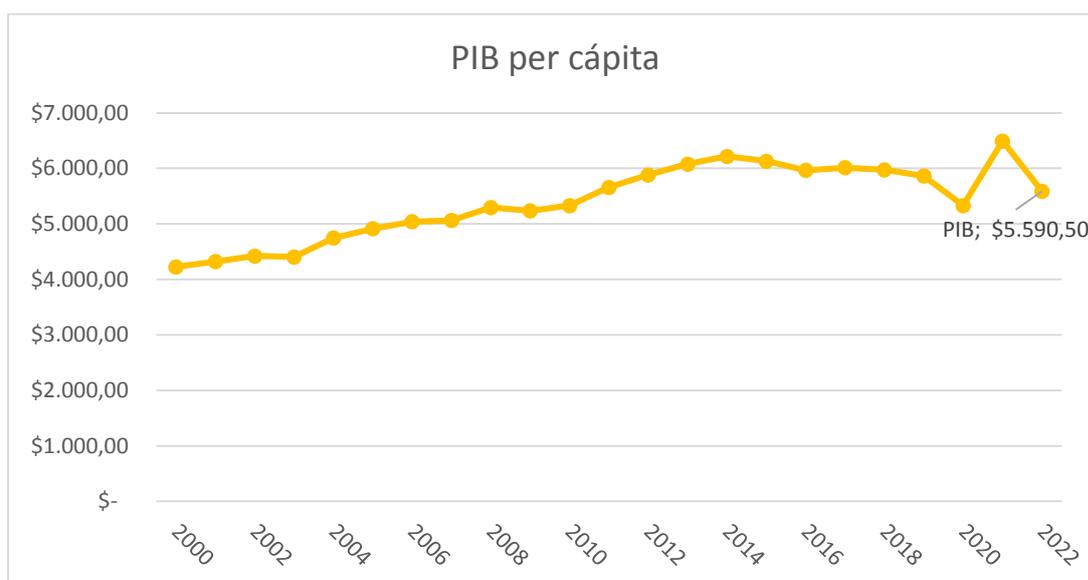
Para el 2004 el crecimiento provendría fundamentalmente (7,8%) del aporte del sector de explotación de minas y canteras, particularmente de la mayor producción de petróleo crudo, que se ha incrementado en el primer semestre en más del 36%. Este incremento se debe exclusivamente a la producción de la empresa privada, pues la empresa estatal más bien ha visto descender sus volúmenes de producción (-6%). Se espera que el sector manufacturero (excluye la refinación del petróleo) contribuya al crecimiento con 0.3 puntos del PIB. El resto registra cifras poco significativas.

En el año 2005 y 2006, el PIB de Ecuador experimentó un aumento moderado, llegando a una tasa promedia del 3,1%. Debido a que los precios del petróleo siguieron aumentando, lo que contribuyó significativamente a las exportaciones de Ecuador y al aumento de la inversión extranjera. El crecimiento

del PIB también fue impulsado por la demanda interna, impulsada por el consumo de los hogares y la inversión. Esto se debió en parte a una mayor cantidad de empleos disponibles y a una mejora en los ingresos de la población. Con un crecimiento del 10,2% en el sector petrolero fue el principal impulsor del crecimiento económico, el comercio experimentó un aumento positivo del 4,5%.

**Figura 1**

***Evolución del PIB Per Cápita del Ecuador***



**Fuente: Banco Mundial**

**Elaborado por: La Autora, 2024**

Se pudo evidenciar que en el año 2007 y 2008 el crecimiento económico del Ecuador fue inferior al del 2006, llegando el PIB per cápita de \$5.719,00 con una variación promedio de 2,5% donde los factores que incidieron negativamente fueron: los precios del petróleo comenzaron a disminuir, lo que afectó negativamente las exportaciones de Ecuador y disminuyó los ingresos fiscales.

Sin embargo, en 2009, se evidenció que hubo un decrecimiento con una tasa anual de -1,1%, el país experimentó como resultado de la crisis financiera internacional, el descenso de los precios del petróleo, la reducción de las remesas y la pérdida de dinamismo de la demanda interna, la economía ecuatoriana creció un 0,4%, muy por debajo de la tasa del 4,6% observada en 2008, aunque superior al promedio regional (CEPAL, 2009).

La recuperación fue visible en 2010 y 2011 con un crecimiento del 4,0% impulsado por políticas fiscales expansivas y altos precios del petróleo, por la demanda interna, impulsada por el consumo de los hogares y la inversión. La inversión, especialmente en sectores como la infraestructura y la energía. Además, Ecuador se benefició de precios relativamente altos del petróleo, que es una fuente importante de ingresos para el país.

El PIB Per cápita en el año 2012 tuvo una tasa anual de 4,0%. Aunque hubo una pequeña disminución en comparación con el año 2011, los precios del petróleo siguieron siendo elevados, lo que contribuyó a las exportaciones de Ecuador y al aumento de los ingresos fiscales. En el año 2012, la IED aportó capital, tecnología y conocimiento al país, manteniéndose bastante estable. En el año 2013, hubo una disminución de 3,3% en la economía global, lo que tuvo un impacto en la necesidad de exportaciones de Ecuador. La competitividad de las exportaciones ecuatorianas se vio afectada por la apreciación del dólar estadounidense frente al euro y otras monedas.

En el año 2014, el PIB per cápita alcanzó una tasa de crecimiento del 2,3%, alcanzando los \$6.215,80 millones. Durante el año 2014, los precios del petróleo siguieron aumentando, lo que contribuyó significativamente a las exportaciones de Ecuador y al aumento de divisas. Con un crecimiento del 8,0%, el sector petrolero fue el principal impulsor del crecimiento económico.

No obstante, en el año 2015, el Producto Interno Bruto sufrió una ligera disminución del -1,4%, alcanzando los \$6.130,60 millones. La disminución se debió a una significativa disminución en los precios del petróleo, lo que afectó negativamente las exportaciones y los ingresos fiscales de Ecuador.

En el año 2016, el PIB de Ecuador experimentó una disminución de una tasa anual de -2,7%. Ocurrió como consecuencia de los sectores petroleros como no petroleros, debido a la constante disminución de los precios del petróleo y la disminución de la demanda interna. El terremoto de abril de 2016 afectó negativamente la actividad económica ya que generó daños en las infraestructuras y la producción. La disminución de los precios provocó una

disminución del 6,9% en el sector petrolero y el sector de la construcción disminuyó un 1,2 %.

En 2017, el PIB mostró signos de estabilización tras dos años de contracción, registrando un crecimiento anual de 0,8%, alcanzando los \$6.012,80 millones. Este ligero aumento provocó que los precios de petróleo comenzaron a recuperarse lo que benefició a las exportaciones. Sin embargo, en 2018 el PIB volvió a experimentar una ligera contracción del 0,6% situándose en \$5.976,20 millones.

En el año 2019 presentó mayores desafíos para la economía del Ecuador, con una contracción más pronunciada del 1,9% en el PIB, reduciéndose a \$5.863,90 millones. Este descenso fue reflejo de una combinación de factores internos y externos. El país enfrentó tensiones políticas y económicas.

### **Impacto de la Pandemia (2020)**

En 2020, la economía del país se vio afectada radicalmente con una disminución negativa del -9,10% con relación al 2019, debido a la aparición del COVID-19, provocando una pandemia a nivel mundial, que no solo marco el inicio de una crisis sanitaria, sino que a su vez generó serios problemas económicos.

Escandón (2022) explica que en este periodo se vio también afectada la producción y comercialización de bienes y servicios. Sin embargo, con dichas tasas de crecimiento se observan fácilmente la variación que hubo entre los años determinados. Comprobando así, que ha existido un incremento de la variable y una disminución de esta en el ciclo económico del Ecuador.

En 2020, todos los sectores, excepto el financiero, cayeron. Debido a los cierres comerciales y la disminución de la demanda interna, el comercio sufrió la mayor caída del 13,7%, el sector petrolero experimentó una disminución del 11,9% y el sector manufacturero experimentó una disminución del 8,1 %.

El aumento observado en el PIB per cápita en 2021 alcanzó \$6.492,50 miles de dólares, después de una contracción de -9.10% en 2020. Este incremento fue impulsado por la variación positiva del Gasto de Consumo Final de los Hogares (10.2%) y la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF) (4.3%). Cabe

destacar que el consumo de los hogares superó los niveles de 2019 o prepandemia. A nivel de sectores, los de mayor crecimiento interanual fueron: refinación de petróleo (23.9%), alojamiento y servicios de comida (17.4%), acuicultura y pesca de camarón (16.2%) y transporte (13.1%).

En términos de Valor Agregado petrolero y no petrolero, el no petrolero presentó una mayor dinámica (4.2%) frente al sector petrolero (0.2%). Esta evolución responde a la recuperación de la demanda (doméstica e internacional), gracias al esquema de vacunación contra el COVID-19 y su consecuente efecto en el mercado laboral y a la reactivación de las actividades productivas y comerciales.

### **Relación con la CAN**

Para Ecuador, la CAN:

"Ha sido una herramienta de desarrollo que ha permitido la expansión de su comercio, al inicio con los acuerdos de complementariedad industrial y luego con los acuerdos comerciales y la zona de libre comercio" (Díaz, 2020)

Ecuador tiene una economía dinámica desde el año 2000 aunque con problemas estructurales no superados, que hacen que su crecimiento sea muy vulnerable a choques externos e internos. Es una economía muy abierta y la Comunidad Andina es un mercado de suma importancia donde coloca cerca del 15% de sus exportaciones y recibe el 25% de sus importaciones en el 2004.

Ecuador ha logrado eliminar aranceles y otras barreras comerciales para el 99% de los productos que se intercambian con los demás países miembros de la CAN.

Esto ha impulsado el comercio intrarregional y ha facilitado el acceso de las empresas ecuatorianas a nuevos mercados.

Las exportaciones de Ecuador a los demás países miembros de la CAN han aumentado significativamente desde la creación de la ZLC.

En 2021, las exportaciones no petroleras a la CAN alcanzaron los USD 5.200 millones, lo que representa un 22% del total de las exportaciones no petroleras del país.

### **Descripción del Crecimiento Económico Colombia**

El crecimiento económico de Colombia ha estado marcado por una combinación de factores, mostrando un panorama complejo y dinámico en la evolución de su economía.

Partiendo de las estadísticas disponibles en el Banco de la República, se puede afirmar que desde el año 2000 el sector industrial se ha convertido en el más productivo del país, presentando mayor auge con el fortalecimiento de la industria minera; sin embargo, esta se caracteriza por ser intensiva en capital y demandante de poca mano de obra. Por otra parte, durante este periodo se refleja una disminución de la productividad en el sector agrícola y su debilidad frente a los procesos de liberalización de los mercados, en especial a la tendencia de los últimos años.

En cuanto al sector servicios, pese a ser el que más aporta al PIB de Colombia, duplicando el aporte que hace el sector industrial, la productividad no es tan relevante debido a que es el sector que más genera empleo en Colombia.

En el año 2000, Colombia estuvo experimentando un proceso de estabilización económica después de las crisis financieras de finales de los años 90. Iniciando con un valor de \$4.004,00 millones de dólares, donde las reformas y la inversión extranjera contribuyeron para el aumento del PIB per cápita

En 2001, el crecimiento fue comparable al año 2000, con una variación anual del 0,09%. La disminución en la economía mundial después de los eventos terroristas del 11 de septiembre fue la causante de este estancamiento. En el año 2002, se registró una pequeña recuperación económica, con un aumento del PIB per cápita del 0,94%. Impulsado por el aumento en los precios del petróleo y otras materias primas, además las políticas de estabilización económica y la mejora en la seguridad continuó atrayendo inversión extranjera.

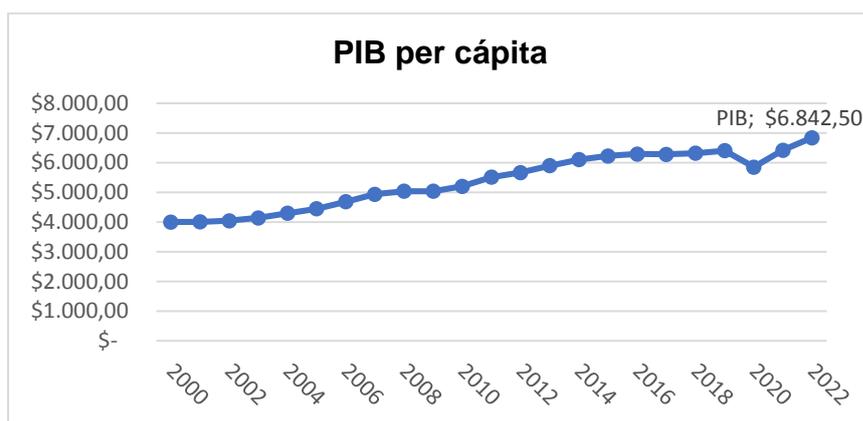
A partir del año 2003 hasta el año 2005, la economía colombiana experimentó un auge significativo, registrando un crecimiento promedio anual del

3,21%. Diversos factores impulsaron el crecimiento como el aumento de las exportaciones, el consumo interno creciente, la inversión extranjera directa, la recuperación del sector agrícola y el sector petrolero.

Durante el período de 2006 al 2008, la economía alcanzó un crecimiento de promedio anual del 4,28%. Los principales motores de crecimiento fueron el aumento del precio de petróleo, el dinamismo de sector de la construcción, la fuerte demanda interna. No obstante, a finales del año 2008, la economía colombiana se vio afectada por la crisis financiera mundial lo que resultó en una disminución del crecimiento en el periodo posterior, esto también se puede visualizar en la Figura 2.

**Figura 2**

***Evolución del PIB Per Cápita de Colombia***



**Fuente: Banco Mundial (2024). Elaborado por: La Autora, 2024**

La economía colombiana sufrió un gran golpe debido a la crisis financiera mundial de 2008, lo que resultó en una disminución del 0,00% del PIB en 2009. A pesar de este giro, la economía comenzó a recuperarse lentamente en los años siguientes, creciendo en promedio un 3,04% anual entre 2009 y 2011. Esta recuperación se debió al aumento de la demanda interna, al dinamismo del sector de la construcción y al buen comportamiento del sector agropecuario.

Entre el periodo 2012 al 2014, la economía se caracterizó un crecimiento sostenido alcanzando un promedio anual del 3,86%. Este periodo consolidó la recuperación económica del país tras la crisis financiera global, gracias a la inversión en infraestructura, el fortalecimiento del sector financiero, el buen

comportamiento del sector minero-energético, el aumento de la inversión extranjera directa y el dinamismo del sector comercial fueron los principales motores de este crecimiento.

El PIB promedio entre 2015 al 2017 fue de \$6.266,90 millones, con una variación promedio del 0,94%. La disminución de los precios del petróleo tuvo un impacto en el crecimiento económico, sin embargo, la economía de Colombia demostró capacidad de recuperación gracias a su diversificación y políticas fiscales cautelosas.

En el año 2018 el PIB fue de \$6.321 millones creciendo un 0,64% mientras que en el año 2019 el PIB aumentó un 1,31%. Impulsado por una mejora en los precios de las materias primas y un entorno macroeconómico moderado.

### **Impacto de la pandemia (2020)**

El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane) informó que el PIB de Colombia cayó 8.61% en 2020, una cifra cayendo a \$5,853.00, que refleja las afectaciones de la pandemia, de los confinamientos y de las restricciones a la actividad económica del país. Los sectores de explotación de minas y canteras, industrias manufactureras, construcción, comercio y actividades artísticas también registraron los datos más bajos de crecimiento en la historia, registrando caídas de 15,7%, 7,7%, 27,7%, 15,1% y 11,7%, respectivamente.

La cifra de 2020 demuestra que la resiliencia de las entidades del sector no solo contribuyó a atenuar la desaceleración de la economía generada por la crisis y preservar la confianza de los ahorradores, sino que impulsará la recuperación económica en 2021 por medio de una mayor colocación de créditos como lo explica Sierra (2021).

Los graves impactos del COVID-19 en el crecimiento y el empleo comenzaron a disiparse en la segunda mitad de 2020, cuando las medidas de distanciamiento se flexibilizaron de forma gradual. En el tercer trimestre de 2020 la economía decreció un 9,0% anual, caída atenuada por el mayor dinamismo desde septiembre. Las ramas con menores restricciones en su operación, como la agricultura y las actividades inmobiliarias y financieras, presentaron un mejor

desempeño, en tanto que el comercio, la construcción y la minería presentaron los mayores decrecimientos.

De acuerdo con el Balance Preliminar de las Económicas de América Latina y el Caribe (2020) Los resultados del mercado laboral de octubre confirman la recuperación, con una tasa de desempleo que alcanzó el 15,7%. La consolidación de esta senda en el cuarto trimestre permite prever un decrecimiento del PIB del 7,0% en 2020 y una recuperación en 2021, con un crecimiento del 5,0%.

Después de la severa contracción del 2020, la economía colombiana mostró una notable recuperación en el año 2021 con una tasa anual de 9,75%, impulsada por la implementación de políticas de estímulo económico y la reapertura gradual de la economía. La mejora en la demanda global y un repunte en los precios de las materias primas. En el 2022, la economía alcanzó una tasa anual del 6,52%, beneficiándose de una recuperación post-pandemia más robusta, un aumento en la inversión extranjera y la consolidación de sectores estratégicos como la tecnología y la energía renovable.

### **Relación con la CAN**

Para Colombia la CAN es un espacio para el posicionamiento estratégico de temas de importancia para la Política Exterior colombiana como medio ambiente, transición energética, el desarrollo sostenible, la dinamización del comercio, el empoderamiento económico de las mujeres, entre otros.

### **Logros Alcanzados**

Conformación del Grupo de Trabajo de Evaluación a la Reforma, Modernización y Fortalecimiento de la Comunidad Andina.

Reactivación de los trabajos del Grupo de Alto Nivel para Integración y Desarrollo Fronterizo (GANIDF).

Energía: la Interconexión eléctrica en el marco de la Iniciativa SINEA (Sistema de Interconexión Eléctrica Andina) y su hoja de ruta 2020-2030.

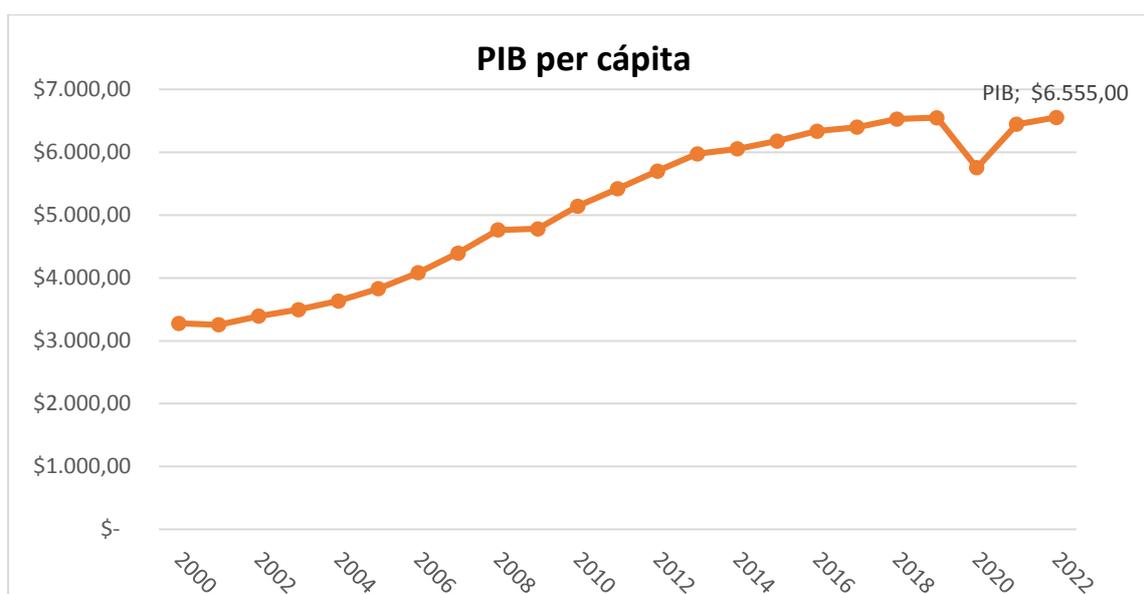
Comercio: Intercambio sin arancel del 100% de los bienes, mayoritariamente productos manufacturados, y desarrollo de regímenes comunes en materia aduanera, entre otros. (Ministerio de Relaciones Exteriores, 2024).

### Descripción del Crecimiento Económico Perú

Es importante señalar que Perú enfrentó desafíos, como la desigualdad económica, la informalidad laboral y ciertas tensiones sociales. Además, la economía peruana puede haberse visto afectada por eventos globales, como fluctuaciones en los precios de los commodities y eventos económicos mundiales.

**Figura 3**

#### ***Evolución del PIB Per Cápita de Perú***



**Fuente: Banco Mundial (2024).**

**Elaborado por: La Autora, 2024**

El PIB promedio durante el 2000 al 2002 fue de \$3.309,33 millones, con una variación promedio de 1,75%. Durante estos años, Perú recuperó su economía de una crisis y empezó su proceso de estabilización.

En el primer semestre resaltó la evolución del sector minero debido a la mayor producción del megaproyecto Antamina, mientras que en el segundo fueron los sectores ligados a la demanda interna, construcción y manufactura no primaria, los que presentaron un mayor dinamismo. De esta manera, los sectores primarios crecieron 6.4% mientras que los no primarios lo hicieron en 5.0%, presentándose por tanto un crecimiento balanceado entre ambos, tras cuatro años de crecimiento principalmente por los sectores primarios (Chávez, 2003).

La actividad económica continuó creciendo sostenidamente durante el periodo 2003 al 2005, alcanzando un crecimiento promedio anual 4,12 %. El

crecimiento estuvo asociado al dinamismo de la demanda interna, reflejado en un crecimiento de la inversión privada de 13,9 por ciento, la tasa más alta desde 1997, y del consumo privado de 4,4 por ciento. La mayor inversión privada fue reflejo de la evolución del sector construcción que creció 8,4 por ciento y de las importaciones de bienes de capital que crecieron 29,6 por ciento.

En el periodo 2006-2008 se caracterizó por un crecimiento acelerado, con un promedio anual de 7,56%. El auge del precio de las materias primas como el cobre y el petróleo, la fuerte demanda interna, dinamismo del sector construcción y el aumento de la inversión extranjera fueron los principales motores de este crecimiento.

Durante los años 2009 a 2011, la economía peruana experimento un estable crecimiento en su PIB, alcanzando un promedio anual del 5,92%. Los principales impulsores de este crecimiento fueron el aumento del precio de las materias primas como el cobre y el petróleo, la fuerte demanda interna, el dinamismo del sector de la construcción y el aumento de la inversión extranjera directa. La recuperación económica del país se consolidó durante este período y lo colocó como una de las economías más dinámicas de América Latina.

Entre los años 2012 al 2014, el PIB promedio fue de \$5.878,27 millones con una variación promedio de 3,77%. Este periodo se caracterizó por un crecimiento sostenido dada a la inversión extranjera, el buen comportamiento del sector minero y sector financiero, el dinamismo del sector comercial y la inversión en infraestructura.

La caída del precio de las materias primas, especialmente el cobre, y la desaceleración de la economía global afectaron el crecimiento del PIB peruano durante el periodo 2015-2017, registrando un promedio anual del 2,54%. En 2015, la economía se contrajo un 3,4% debido a estos factores externos. Sin embargo, a partir del 2016, la economía inició una recuperación gradual, impulsada por el aumento de la demanda interna, el dinamismo del sector de la construcción y el buen comportamiento del sector agropecuario.

En 2018, el PIB creció a \$6.530,40 millones, con una variación positiva del 2,04%. La economía mostró un crecimiento sostenido gracias a las inversiones y la estabilidad macroeconómica. El PIB en 2019 fue de \$6.550,40 millones, con un crecimiento marginal del 0,31%. La economía se mantuvo estable, aunque con un crecimiento más moderado.

### **Impacto de la Pandemia (2020)**

En el año 2020, el Producto Bruto Interno registró una contracción de -11,0% a precios constantes de 2007, debido a la implementación de medidas sanitarias por parte del gobierno para hacer frente a la pandemia de la COVID-19, lo que impactó drásticamente en la producción y el empleo, dando como resultado la reducción del crecimiento de las actividad económica en general, las actividades de transformación disminuyeron -13,8%, los servicios cayeron -10,7% y las actividades extractivas se redujeron -8,8%. La demanda interna disminuyó -10,2%, principalmente por la caída de la Formación bruta de capital fijo (-16,2%) y el Gasto de consumo final privado (-9,8%), atenuado por el crecimiento en el consumo final del gobierno (9,1%) (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2020).

### **Relación con la CAN**

El 80% de lo que exporta el Perú a la CAN lo constituyen productos no tradicionales. El intercambio comercial del Perú con la CAN representa el 6.9% del total del comercio peruano y el 3% del PIB.

Durante estas cinco décadas, dicho comercio creció 232 veces, alcanzando en el año 2018 los \$6,264 millones de dólares. En aquel período, el mercado subregional andino ha significado para el Perú la oportunidad de incrementar sus exportaciones, las cuales han crecido 206 veces a una tasa promedio anual de 11%, mientras que las importaciones crecieron 247 veces a razón de 12% promedio anual.

### **Logros Alcanzados**

El mejoramiento del nivel de vida en la subregión, que ha registrado un

importante crecimiento, multiplicándose 17 veces desde 1969 hasta la fecha; llegándose a consolidar un ingreso nominal per cápita de 6.500 dólares.

La consolidación de la zona de libre comercio desde el 2006. Hoy las exportaciones intracomunitarias llegan a 8 902 millones de dólares, presentando, además, un mayor dinamismo respecto al comercio con terceros países, así como el desarrollo de un mercado con valor agregado para manufacturas de media y alta tecnología.

Cabe resaltar, asimismo, la mayor diversificación de las exportaciones intracomunitarias, donde el 90% de éstas representaron 588 subpartidas NANDINA.

Los programas de desarrollo en zonas fronterizas y los diversos planes andinos de salud vigentes a la fecha.

### **Descripción del Crecimiento Económico Bolivia**

El crecimiento económico de Bolivia ha experimentado diversos cambios y desafíos, reflejados en el PIB crecimiento económico de Bolivia durante el período analizado. A continuación, describiré el crecimiento económico de Bolivia, considerando el contexto proporcionado.

Durante el periodo 2000-2002, el PIB de Bolivia mostró una ligera tendencia al alza, aunque con variaciones moderadas. En 2000, el PIB fue de \$2.017,40% millones y disminuyó levemente en 2001 con una variación de -10%, para luego crecer en 2002 con una variación de 0,70% impulsada por una recuperación en sectores claves como minería y los hidrocarburos.

Así, cerca del 60% el crecimiento del PIB en 2002 estaría explicado por la demanda interna y el resto por las exportaciones netas. El consumo creció a una tasa levemente inferior a la registrada en la gestión anterior, pero la formación bruta de capital fijo, principalmente privada, tuvo un repunte considerable que en parte fue compensado por la desacumulación de existencias (Banco Central de Bolivia, 2002).

Entre los años 2003 y 2005 el PIB de Bolivia mostró un crecimiento constante, con un promedio de \$2.099,43 millones y una variación promedia de

1,98%. Este crecimiento fue sostenido por la mejora en los precios de los minerales y una mayor inversión extranjera, reflejando la estabilidad económica y el incremento en la producción de gas natural.

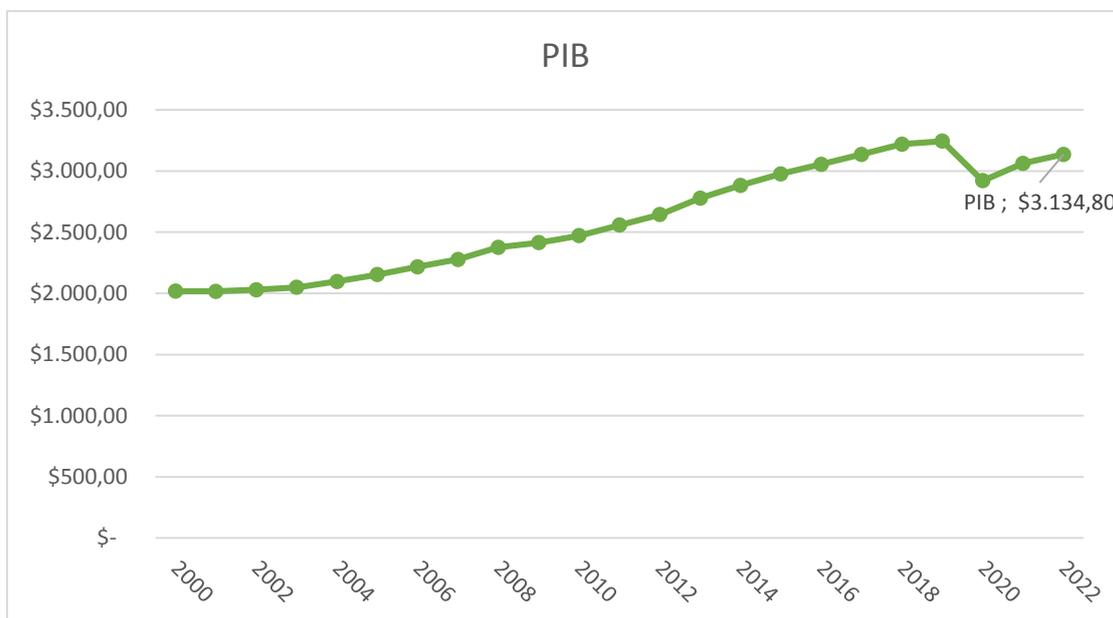
El periodo 2006-2008 fue particularmente positivo para Bolivia con un PIB promedio de 42.290,03 millones y una variación promedio de 3,35%. El auge de los precios de las materias primas, una fuerte demanda de exportaciones y una política económica expansiva contribuyeron a este crecimiento.

A pesar de la crisis financiera global, Bolivia logró mantener un crecimiento positivo entre el 2009-2011, con un promedio de \$2.480,13 y una variación promedio de 2,81%. Impulsado por políticas fiscales expansivas y una recuperación global, apoyado por un aumento en la inversión pública y consumo interno, sectores claves como la construcción y agropecuario que ayudaron a este crecimiento. Sin embargo, la economía se mantuvo resistente gracias a la inversión en infraestructura pública como educación (10%), transporte (38,7), energía (16,6), vivienda y saneamiento básico (23,9) y salud (7,1).

Durante el periodo 2012-2014 vio un crecimiento sostenido en la economía boliviana, con un PIB promedio \$2.768,07 millones y una variación promedio de 4,08%. Impulsado por la estabilidad macroeconómica y las inversiones en infraestructura, reflejando un crecimiento continuo en sectores como la construcción y los servicios, como se observa en la Figura 4.

Bolivia durante los años 2015 al 2017 mantuvo un crecimiento moderado con un PIB promedio de \$3.055,17 millones y una variación promedio de 2,84%. Apoyado por la demanda interna, la inversión pública, las mejoras en el sector agrícola y reflejando la recuperación gradual en los mercados de exportación

En el año 2018 el PIB de Bolivia creció un 2,69, alcanzando los \$3.219,20 millones. El crecimiento se debió a inversiones en infraestructura y programas sociales, una estabilización en los precios del gas natural, aumento del consumo interno y un sólido desempeño del sector agrícola. En el año 2019, el Producto Interno Bruto (PIB) de Bolivia alcanzó los \$3.242,90 millones, registrando un crecimiento del 0,74% en comparación con el año anterior.

**Figura 4*****Evolución del PIB Per Cápita de Bolivia***

**Fuente: Banco Mundial (2024). Elaborado por: La Autora, 2024**

**Impacto de la Pandemia (2020)**

En 2020, el PIB per cápita de Bolivia fue de \$2,920.20. este valor refleja una caída significativa del 9.95% en comparación con el año anterior. La principal razón de esta disminución fue el impacto de la pandemia de COVID-19, que provocó una severa recesión económica debido a las restricciones sanitarias, la disminución de la actividad económica y la reducción de las exportaciones y el consumo interno.

Las actividades más afectadas por el contexto de la pandemia fueron la Minería y la Construcción. En el caso de Construcción, las obras públicas y privadas se paralizaron totalmente en el mes de abril y, parcialmente, en los meses de mayo y junio, representando una disminución de 50,95% en la variación acumulada al segundo trimestre del año.

Por su parte, el sector Minerales Metálicos y No Metálicos se vio fuertemente afectado por la pausa en la producción de plomo, plata y zinc desde fines de marzo hasta mediados de mayo, con lo cual la actividad cayó de forma acumulada en 38,56% al segundo trimestre del año. El sector de la Industria Manufacturera tuvo una contracción acumulada del 12,76% debido al impacto de

la pandemia en varios rubros, como ser el azucarero que sufrió un retraso de la zafra y los de bebidas y textiles, que estuvieron sujetos a interrupciones en la producción.

Contrariamente, los servicios de Comunicación registraron un crecimiento acumulado de 6,14% a causa del incremento en el uso de Internet doméstico con fines laborales y educativos. Asimismo, el sector Agropecuario tuvo un incremento de 1,53% debido al buen comportamiento del rubro pecuario y agrícola no industrial (Instituto Nacional de Estadística, 2020).

### **Relación con la CAN**

Gracias al proceso de integración andino, Bolivia cuenta con preferencias y beneficios para exportar al mercado ampliado de la CAN. Durante estos años Bolivia ha desarrollado su industria y sus capacidades de producción con valor agregado, generando empleo exportador y crecimiento económico para el país (Comunidad Andina de Naciones, 2012).

### **Logros Alcanzados**

La CAN es el principal destino de las exportaciones con valor agregado de Bolivia.

La integración andina ha generado empleo y crecimiento económico en Bolivia, a través de la exportación de productos en su mayoría manufacturados.

Desde la creación de la CAN, las exportaciones de Bolivia a la Comunidad Andina se multiplicaron 200 veces.

Del total de las exportaciones de Bolivia a la CAN, un 62,2 corresponde a productos con valor agregado que generan empleo y crecimiento económico para el país.

Producto de la integración, los bolivianos y bolivianas pueden viajar libremente por Colombia, Ecuador y Perú sin pasaporte ni visa, sólo con su cédula de identidad.

Las estrategias y políticas adoptadas en el marco de la integración andina permiten a Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú afrontar desafíos comunes.

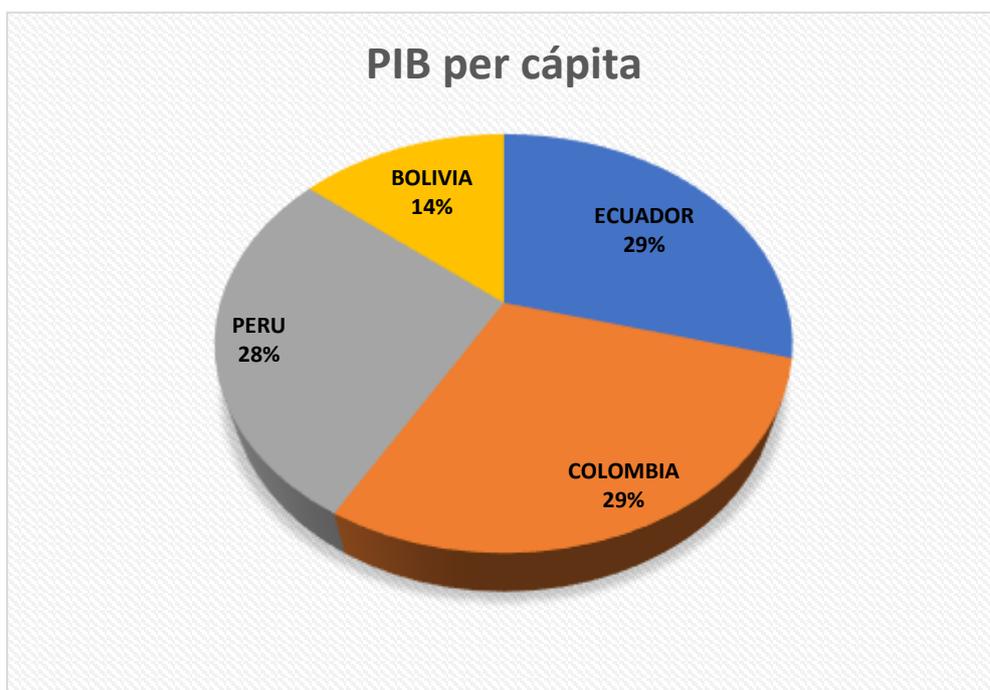
Con el nuevo enfoque integral de la CAN, la integración de los pueblos es una realidad.

### **Relación sobre el PIB per cápita de los 4 países de la CAN**

A pesar de que Ecuador, Colombia, Perú y Bolivia tienen similitudes en cuanto a la dependencia de los recursos naturales y los desafíos de desarrollo, hay diferencias significativas en cuanto a la diversificación económica, las políticas de crecimiento y los niveles de desigualdad. Estas disparidades tienen un impacto en el ingreso per cápita de cada país y en el bienestar general de sus habitantes y también en su PIB como se visualiza en la Figura 5.

**Figura 5**

### **Relación sobre el PIB Per Cápita de los Países de la CAN**



**Fuente: Banco Mundial (2024).**

**Elaborado por: La Autora, 2024.**

### **ECUADOR:**

El PIB per cápita de Ecuador es moderado con un 29% en comparación con sus vecinos andinos. La exportación de petróleo ha sido fundamental para el crecimiento de su economía, que depende en gran medida de ella. No obstante, la dependencia del petróleo hace que la economía sea susceptible a los cambios en los precios del petróleo a nivel internacional.

**COLOMBIA:**

El ingreso per cápita de Colombia es comparable al de Ecuador. La economía de este país es más diversa, con importantes áreas en el petróleo, la minería, la agricultura y los servicios. En las últimas décadas, el crecimiento económico ha sido sostenido gracias a reformas económicas y mejoras en la seguridad, pero sigue enfrentando obstáculos como la desigualdad y el conflicto interno.

**PERÚ:**

El PIB per cápita de Perú es un poco menor con un 28% que el de Ecuador y Colombia, aunque la diferencia no es significativa. En los últimos veinte años, la minería (principalmente el cobre y el oro), la agricultura y el turismo han impulsado el crecimiento económico de Perú. Se ha logrado mantener un crecimiento estable mediante políticas económicas prudentes y reformas estructurales.

**BOLIVIA:**

Entre los cuatro países mencionados, Bolivia tiene el PIB per cápita más bajo con un 14%. Su economía es menos avanzada y depende en gran medida de la exportación de gas natural y minerales. A pesar de los importantes logros en la disminución de la pobreza y la mejora de la infraestructura, Bolivia todavía enfrenta desafíos significativos en cuanto a la diversificación económica y el desarrollo humano.

En comparación con Ecuador y Bolivia, las economías de Colombia y Perú son más diversas. La diversificación proporciona una base económica más estable y reduce el impacto de las fluctuaciones de los precios de los commodities.

En cierta medida, todos estos países dependen de la exportación de recursos naturales. Ecuador y Bolivia dependen en gran medida del petróleo y el gas, mientras que Perú y Colombia cuentan con una base de recursos más diversa, incluyendo la minería y la agricultura. Perú y Colombia han llevado a cabo transformaciones económicas y políticas que han impulsado un desarrollo económico y político estable.

Aunque Ecuador y Bolivia han experimentado un aumento económico, sus economías son más susceptibles a cambios en la política interna y a los precios de los productos básicos.

### **Describir el transporte urbano y sus tendencias de emisiones de CO2 de los países de la CAN**

El transporte urbano se refiere al movimiento de personas y mercancías dentro de áreas urbanas como ciudades y áreas metropolitanas. Este modo de transporte incluye una amplia gama de modos y medios, incluidos autobuses, tranvías, metros, trenes ligeros, taxis, bicicletas compartidas entre otros.

El transporte urbano desempeña un papel fundamental en la vida cotidiana de millones de personas en todo el mundo, proporcionando acceso al empleo, la educación, la atención sanitaria, la recreación y otros servicios.

La integración física en la Comunidad Andina, como un elemento facilitador del comercio, permite la construcción de un mercado dinámico de intercambio de bienes y servicios entre los Países Miembros. Es por esto que, en un trabajo coordinado y apoyado técnicamente por la Secretaría General de la CAN, los Países Miembros buscan que el sector del transporte se convierta, cada vez más en una herramienta eficaz para generar un intercambio fluido e incrementar la competitividad de la región (Secretaría General de la Comunidad Andina, 2021).

El transporte es el segundo sector más emisor de GEI en Ecuador, con un 31% del total de emisiones. Las emisiones del transporte urbano se concentran principalmente en las ciudades de Quito, Guayaquil y Cuenca.

### **Transporte Urbano de Ecuador**

El transporte público en Ecuador se compone principalmente de autobuses, taxis y transporte informal. Los autobuses son el modo de transporte público más utilizado, y su gran mayoría utiliza el combustible Diesel especialmente en las grandes ciudades. Estos vehículos cubren una amplia red de rutas que conectan los distintos barrios y áreas periféricas con el centro de la ciudad.

Aunque son una opción común a menudo enfrentan desafíos como la congestión, la falta de puntualidad y el mantenimiento deficiente de los vehículos.

Aproximadamente el 60-70% de los viajes son en transporte público en las ciudades ecuatorianas.

Los taxis son una opción más cara pero también más cómoda y segura. Además, servicios de transporte privado como Uber están disponibles en algunas ciudades, brindando una alternativa conveniente y accesible para moverse por la ciudad. Representan un porcentaje significativo probablemente entre el 20-30% de los viajes urbanos y utilizan gas y gasolina.

El transporte informal, como las camionetas pick-up son comúnmente utilizada en áreas urbanas usando la gasolina o diésel para su circulación, principalmente para el transporte de carga y mercancías, pero también de pasajeros en algunas ocasiones. Las motocicletas son una opción muy popular debido a su versatilidad, eficiencia y capacidad para moverse fácilmente a través del tráfico utilizando la gasolina para circular. Se estima que alrededor de 15-20% son los viajes alrededor de las ciudades de Ecuador.

La infraestructura para ciclista y peatones es limitada en la mayoría de las ciudades ecuatorianas. aunque su participación es menor en comparación con otros modos de transporte, las bicicletas compartidas representan alrededor del 1-5% de los viajes urbanos en ciudades donde están disponibles.

### **Emisiones de CO2**

En los últimos años, las emisiones de CO2 derivadas de la quema de combustibles fósiles por el transporte urbano en Ecuador han mostrado una tendencia preocupantemente creciente. Este aumento es impulsado por varios factores interrelacionados. Por un lado, la cantidad de vehículos en circulación ha crecido considerablemente, impulsada por el crecimiento económico y el acceso más amplio al crédito, lo que ha permitido a más personas adquirir automóviles. Por otro lado, la expansión descontrolada de las zonas urbanas ha provocado un incremento en las distancias que los habitantes deben recorrer diariamente, exacerbando la dependencia del transporte motorizado privado.

Además, la falta de políticas públicas efectivas para fomentar el uso de transporte público eficiente y la escasa implementación de tecnologías limpias, como vehículos eléctricos o híbridos, han contribuido a agravar esta situación. La

infraestructura urbana, diseñada principalmente para el automóvil, y la limitada adopción de medidas que promuevan formas de transporte más sostenibles, como el ciclismo o el uso de vehículos eléctricos, han hecho que la huella de carbono del sector transporte en Ecuador continúe en aumento, afectando negativamente al medio ambiente y la salud pública.

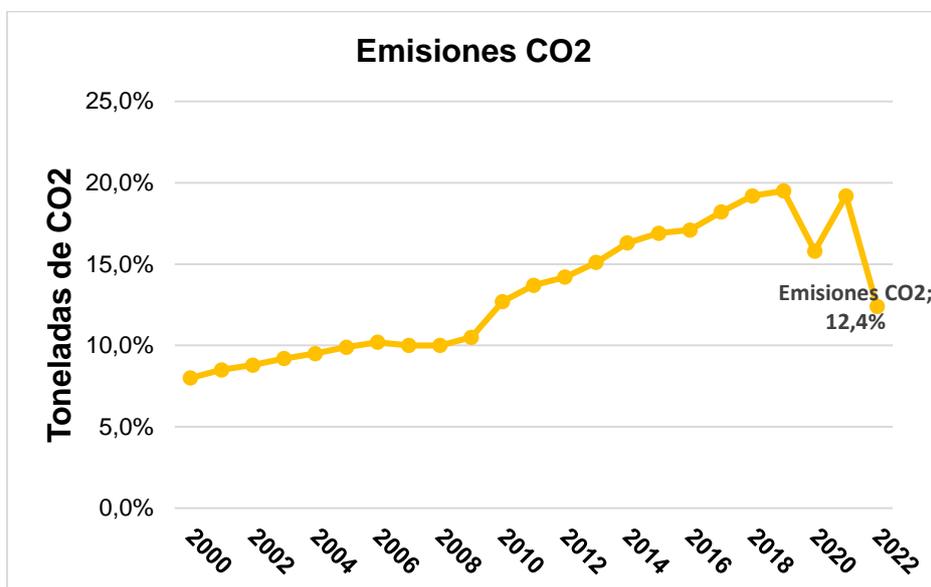
Durante el periodo 2000-2002, Ecuador mostró una variación promedio anual del 4,9% en las emisiones de CO<sub>2</sub>. Este crecimiento fue ocasionado en gran medida al crecimiento económico y el aumento en la urbanización y la movilidad. Los autos particulares y los buses fueron los principales contribuyentes a estas emisiones, utilizando principalmente gasolina y diésel como combustible.

Entre el año 2003 y 2005, las emisiones de CO<sub>2</sub> originadas del transporte urbano en Ecuador mostró una variación promedio anual de 4,0%, reflejando un crecimiento en la cantidad de vehículos en circulación y en la intensidad del uso del transporte urbano. Los autos particulares, el transporte público y las motocicletas, utilizando principalmente gasolina y diésel fueron los principales contribuyentes a este aumento de emisiones.

Durante el periodo 2006 y 2008, las emisiones de CO<sub>2</sub> originadas del transporte urbano en Ecuador experimentó un aumento inicial en 2006, seguido por una disminución en 2007 y un aumento devuelto en 2008. Este periodo mostró la primera reducción en las emisiones con una variación promedio de 0,4%, lo que se pudo indicar mejoras en la eficiencia vehicular, cambios en las políticas de transporte. Los taxis, los autos particulares y las motocicletas continuaron siendo los principales contribuyentes a las emisiones.

En los años 2009 al 2011, las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el transporte urbano mostró un aumento con una variación promedio de 11,3%. Impulsado por factores económicos y sociales que elevo la movilidad urbana. Los autos particulares y el transporte público, utilizando principalmente gasolina y diésel, continuaron siendo los principales contribuyentes a estas emisiones. Este período refleja una aceleración en la tendencia de aumento de emisiones, lo cual podría estar relacionado con una expansión rápida del parque automotor y el uso intensivo del transporte urbano, como se puede apreciar en la Figura 6.

Figura 6

**Tendencias de emisiones de CO2 originadas por el transporte urbano**

**Fuente: Agencia Internacional de Energías (2024). Elaborado por: La Autora, 2024.**

En Ecuador, las emisiones de CO2 generadas por el transporte urbano experimentó un aumento constante entre 2012 y 2014. El aumento del 3.6% en 2012 se aceleró a un 6.3% en 2013 y a un 7.9% en 2014, reflejando una intensificación en el uso del transporte urbano y un aumento en el número de vehículos en circulación. Los principales contribuyentes a este aumento en las emisiones fueron los autos particulares y el transporte público como buses y taxis, motocicletas y camionetas que utilizaron principalmente gasolina y diésel.

En Ecuador, las emisiones de CO2 generadas por el transporte urbano experimentó una variación promedio anual del 3,8% entre 2015 y 2017. Los principales contribuyentes a este aumento en las emisiones fueron los taxis, buses y vehículos particulares, que usaban principalmente gasolina y diésel. Aunque son menos comunes en comparación con los autos y los buses, las motocicletas también han aumentado en número y uso, lo que contribuye al aumento de las emisiones de CO2.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> originadas del transporte urbano aumentaron en Ecuador continuamente entre 2018 y 2019, aunque hubo una variación promedia anual de 3,5%. El aumento fue notable, reflejando un aumento en la movilidad urbana y, quizás, en la cantidad de vehículos en circulación. La contribución más significativa al aumento de las emisiones continuó siendo los buses, que utilizan principalmente diésel, y los taxis, que utilizan gasolina.

### **Impacto de la Pandemia (2020)**

En el año 2020 las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el transporte urbano en Ecuador disminuyeron significativamente, alcanzando una disminución del 19.0%. La pandemia de COVID-19 provocó restricciones de movilidad y cambios en el comportamiento de viaje, que son la principal causa de esta disminución significativa. Los vehículos particulares contribuyeron menos a las emisiones, el transporte público, que incluye autobuses y taxis, experimentó una disminución en su actividad, Muchos servicios de transporte público estaban operando con capacidad limitada o estaban temporalmente suspendidos.

En 2021 y 2022, hubo una disminución con una variación promedia de - 6,9% debido a cambios en las políticas de transporte, incentivos para vehículos más ecológicos y una disminución en el uso de vehículos particulares. La mejora en la eficiencia del transporte público, el uso de combustibles más limpios o una disminución en la demanda fueron factores que contribuyeron a la reducción de emisiones. Las nuevas políticas ambientales, los cambios en el comportamiento de los usuarios del transporte y la adopción de tecnologías de transporte más limpias y eficientes son algunas de las razones de esta disminución abrupta.

### **Transporte Urbano de Colombia**

Para Valencia y Villa (2016)El transporte urbano en Colombia se presta a través de empresas comerciales privadas, legalmente constituidas, que operan por medio de diferentes tipos de vehículos llamados: buses colectivos y de transporte masivo, taxis, vehículos de operación privada y metro, dichos sistemas les posibilitan a los usuarios un acceso a los diferentes lugares de la ciudad, y si se estos son eficaces, reducen el tiempo de desplazamiento, incrementando la movilidad y el acceso.

En ciudades como Bogotá, Medellín y Cali, se han implementado sistemas de transporte masivo como el Transmilenio aproximadamente con un 25% de participación y uso público de los pasajeros, usa principalmente el combustible Diesel, aunque se propone introducir buses a gas natural y eléctricos.

El Metro en Medellín, atiende el 35% de los pasajeros de transporte público, su funcionamiento es con electricidad, lo que lo atribuye en el sistema más limpio en términos de emisiones.

En Cali, el sistema MIO, utilizado alrededor del 20% de los pasajeros también depende del combustible diésel. Por otro lado, en Medellín el uso del Metroplús transporta el 10% de los usuarios, utiliza algunos buses eléctricos o gas natural.

Aproximadamente el 40% de los pasajeros de transporte público en muchas ciudades colombianas utilizan buses y colectivos para moverse. Aunque en algunas ciudades están comenzando a electrificar parte de su flota, estos vehículos utilizan principalmente diésel y gas natural.

Los taxis abordan el 15% de los pasajeros, normalmente usan gasolina, pero cada vez hay más taxis que funcionan con gas natural y electricidad, especialmente en Medellín y Bogotá. Las iniciativas locales para reducir las emisiones y promover un transporte más sostenible.

En las zonas rurales y periféricas de Colombia, los mototaxis son una forma común de desplazarse. Estos vehículos representan alrededor del 5% de los pasajeros que usan el transporte, principalmente funcionan con gasolina y son muy populares por su agilidad.

## **Emisiones de CO2**

En Colombia, las emisiones de CO2 generadas por el transporte han aumentado debido a una combinación de factores económicos, tecnológicos y sociales, así como el consumo de diésel, gasolina y gas ha influido en estos cambios.

En Colombia, el sistema de transporte urbano enfrenta problemas importantes, como la congestión de vehículos, la contaminación del aire y la

necesidad de recursos financieros para modernizar la infraestructura. Sin embargo, las ciudades están adoptando medidas para mejorar la sostenibilidad del transporte, como la promoción del uso de bicicletas y la introducción de vehículos eléctricos. La implementación de estas iniciativas es fundamental para disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> y mejorar la calidad de vida en las zonas urbanas.

Durante el período 2000 al 2004, las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el transporte urbano mostró una variación promedio anual de 4%. Los principales contribuyentes a las emisiones en Colombia fueron los sistemas de transporte masivo como el Transmilenio en Bogotá y el MIO en Cali, junto con los buses convencionales que utilizan diésel. La contribución total a las emisiones fue significativa, aunque menor, de los taxis y los mototaxis que utilizan gasolina. La distribución de combustibles y tipos de vehículos refleja la estructura del transporte urbano en Colombia durante este tiempo y destaca los desafíos en términos de impacto ambiental y sostenibilidad del transporte en las ciudades colombianas.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el transporte urbano en Colombia en los años 2005 al 2009 experimento una variación promedio anual de 2,1% se vieron influenciadas por una variedad de factores, incluido el crecimiento de las ciudades, los cambios en la infraestructura de transporte y las políticas ambientales. El desarrollo del transporte y el crecimiento urbano durante estos años tuvieron un impacto significativo en la sostenibilidad y el medio ambiente, apreciado también en la Figura 7.

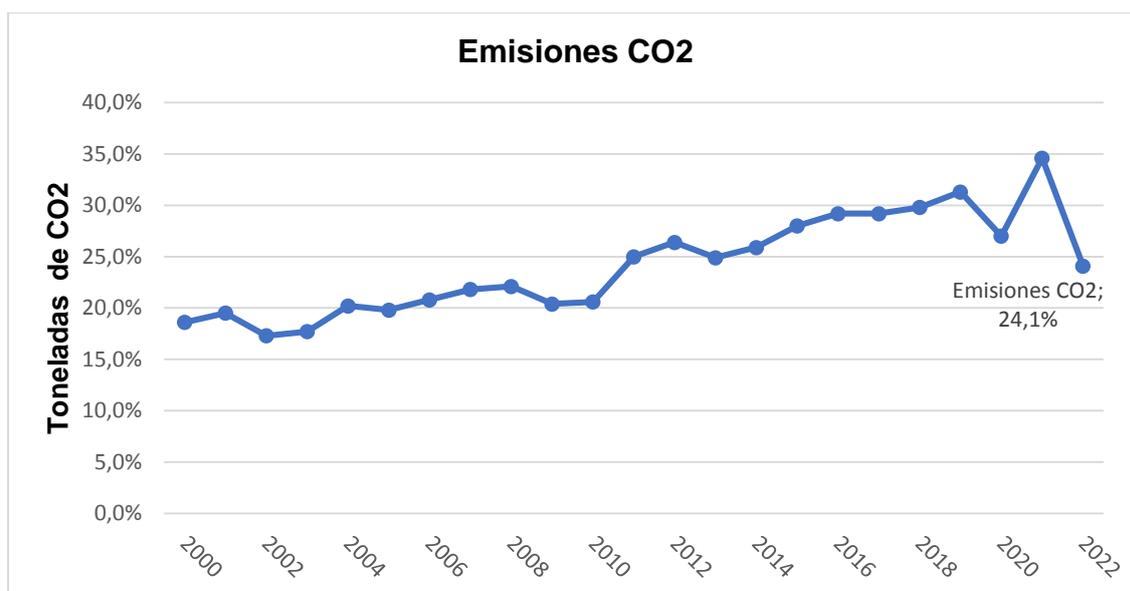
En Colombia, las emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte urbano desde 2010 hasta 2014 aumentaron con una tasa promedio de 9,4%, la expansión de los sistemas de transporte masivo como el Transmilenio y el MIO reflejó el esfuerzo por mejorar la movilidad urbana, pero también contribuyó al aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> debido al aumento de la cantidad de vehículos en circulación individual como taxis y mototaxis, los cuales utilizan principalmente combustibles fósiles como diésel y gasolina

La adopción de políticas ambientales y la promoción de tecnologías de transporte urbano más limpias y eficientes se convirtió en áreas cruciales para reducir el impacto ambiental. No obstante, durante muchos años, el uso de

combustibles fósiles en la mayoría de los vehículos de transporte urbano ha sido la principal preocupación, lo que sigue siendo un gran desafío para reducir significativamente las emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Figura 7**

***Tendencias de emisiones de CO<sub>2</sub> originadas por el transporte urbano de Colombia***



**Fuente: Agencia Internacional de Energías (2024). Elaborado por: La Autora , 2024.**

Desde el 2015 hasta 2019, las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el transporte urbano en Colombia disminuyó con una tasa promedio de 3,7% debido al aumento de las áreas urbanas y la proliferación de vehículos motorizados. La electrificación del transporte y la promoción de vehículos más ecológicos comenzaron a cobrar importancia, pero la cantidad de progreso fue limitada en comparación con el aumento en la demanda de movilidad.

**Impacto de la Pandemia (2020)**

Las medidas de confinamiento y restricciones implementadas para controlar la propagación del virus han disminuido significativamente la movilidad en las ciudades con una tasa anual de -19,0%. Muchas personas dejaron de trabajar y viajar desde sus hogares, lo que provocó una disminución abrupta en la cantidad de viajes en vehículos privados y de transporte público. Los sistemas de

transporte masivo como el Transmilenio y el MIO han visto una disminución significativa en la demanda de pasajeros. Las restricciones y el miedo al contagio provocaron una disminución significativa en la cantidad de personas que utilizaban estos servicios, lo que afectó directamente las emisiones de CO2 relacionadas.

Las emisiones de CO2 del transporte urbano en Colombia durante los años 2021 y 2022 muestra una dinámica de recuperación económica y la flexibilización de las medidas de restricción, mostraron una disminución considerable con una variación promedia anual de -6,9% seguida de esfuerzos continuos por mejorar la sostenibilidad. Durante los últimos años, se han llevado a cabo políticas y acciones enfocadas en reducir las emisiones y fomentar métodos de transporte más ecológicos y eficientes. El Transmilenio en Bogotá y el MIO en Cali, que siguen siendo importantes en el transporte urbano, han estado sujetos a presiones para mejorar su eficiencia y reducir su impacto ambiental.

### **Transporte Urbano de Perú**

El sistema de transporte urbano en Perú varía significativamente entre las distintas ciudades del país. En Lima, la capital, se destaca un sistema diversificado de transporte que incluye buses, microbuses, taxis y una red de transporte masivo conocida como el Metropolitano. Los buses tienen carriles específicos que facilitan el transporte rápido.

El transporte público en Arequipa, la segunda ciudad más grande del país se basa principalmente en autobuses y microbuses, aunque se está desarrollando un sistema que se asemeja al metropolitano llamado Arequipa Bus.

En Trujillo, los principales medios de transporte son los buses y microbuses, aunque la ciudad no tiene un sistema extenso establecido, se han presentado propuestas para su implementación en el futuro.

Para moverse por la ciudad, en Cusco, que es más pequeña y turística, se utilizan principalmente taxis y microbuses. En general, en todas estas ciudades puede haber una gran cantidad de tráfico, especialmente durante las horas punta, y los sistemas de transporte público a menudo tienen problemas con la congestión y la capacidad. Para satisfacer las crecientes demandas de movilidad

urbana, las autoridades locales están concentradas en mejorar la infraestructura y la eficiencia del transporte público.

En Perú, el transporte urbano consiste en una combinación de métodos oficiales e informales que tienen como objetivo atender la creciente necesidad de transporte en las ciudades y El objetivo es construir un sistema de transporte más eficiente.

### **Emisiones de CO2**

En los últimos veinte años, las emisiones de CO2 del transporte urbano en Perú han cambiado significativamente debido a factores económicos, políticos y sociales. Mientras que los aumentos suelen coincidir con períodos de crecimiento urbano y económico, las disminuciones más notables se asocian con esfuerzos de mitigación ambiental y eventos extraordinarios como la pandemia de COVID-19. La tendencia general enfatiza la importancia de seguir llevando a cabo políticas sostenibles y tecnológicas para controlar las emisiones del transporte urbano.

En Perú, las emisiones de CO2 generadas por el transporte urbano fluctuaron entre 2000 y 2004, experimentaron una disminución de 0.9% y luego un aumento significativo al final del período. Debido a su uso de combustibles fósiles como diésel y gasolina, los buses y el transporte público masivo, junto con los taxis, mototaxis y los vehículos privados, fueron los principales contribuyentes a las emisiones. Hacia el final del período, la expansión urbana y el crecimiento económico contribuyeron significativamente al aumento de las emisiones.

Como se ve en la Figura 8, durante el período 2005 al 2009, las emisiones de CO2 aumentaron con una variación promedio de 7,7%. El desarrollo económico, la expansión de las ciudades y el aumento del uso de vehículos motorizados, los buses y otros vehículos de transporte público, que usan principalmente motores diésel fueron los principales impulsores de este aumento. Los servicios de transporte masivo se expandieron, aumentando tanto la capacidad de pasajeros como las emisiones.

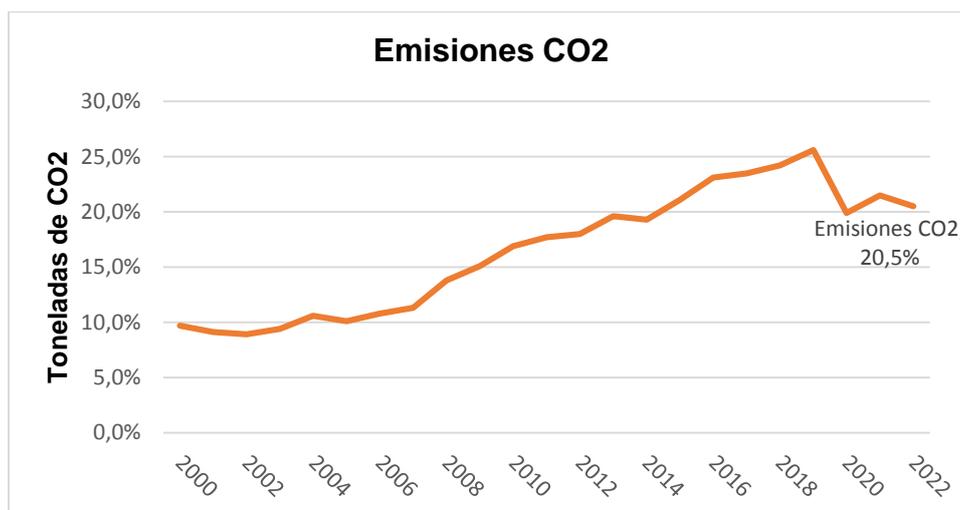
Las emisiones de CO2 generadas por el transporte urbano experimentaron un aumento inicia y una ligera disminución al final del período dando así una

variación promedio de 5,1%. Durante este tiempo, hubo un constante desarrollo económico y urbano, lo que provocó un incremento en la necesidad de transporte y en la cantidad de automóviles. Debido a su uso de combustibles fósiles como el diésel y la gasolina, los buses y el transporte público masivo, junto con los taxis y los vehículos privados, fueron los principales contribuyentes a las emisiones. Hacia el final del período, las políticas ambientales y los programas de renovación de vehículos comenzaron a tener un impacto positivo, indicando un camino hacia la reducción de emisiones en el futuro.

Las emisiones siguieron aumentando con una variación de 5,9% durante el período de 2015 al 2019. El aumento del uso de vehículos se debe a la continua expansión de la infraestructura urbana y la creación de nuevas áreas residenciales y comerciales. El aumento de la economía llevó a un mayor número de individuos a adquirir automóviles privados, lo que provocó un aumento en las emisiones. Los sistemas de transporte público masivo, incluidos los buses, siguen siendo los principales contribuyentes a las emisiones de CO<sub>2</sub>. A pesar de las mejoras en la capacidad y la eficiencia, el uso intensivo de diésel continuó produciendo altos niveles de emisiones.

### Figura 8

#### ***Tendencias de emisiones de CO<sub>2</sub> originadas por el transporte urbano de Perú***



**Fuente: Agencia Internacional de Energías (2024). Elaborado por: La Autora, 2024.**

## **Impacto de la Pandemia (2020)**

Debido a la pandemia de COVID-19, las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el transporte urbano en Perú disminuyeron significativamente en 2020 con una tasa anual de -22,35%. Los principales factores que contribuyeron a esta disminución fueron las restricciones de movilidad, el aumento del teletrabajo y la educación a distancia. La menor actividad de transporte causó una mejora temporal en la calidad del aire, lo que enfatiza la necesidad de considerar alternativas de transporte urbano más sostenibles en el futuro. Este año atípico muestra cómo los cambios drásticos en los patrones de movilidad pueden mejorar las emisiones y la calidad del aire.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte urbano en Perú aumentaron un 8,0 % en 2021. La recuperación parcial de la movilidad y la reactivación económica después de las estrictas restricciones de 2020 se refleja en este aumento. El aumento en el uso de vehículos privados y transporte público se debió a la reanudación de actividades presenciales en trabajos, escuelas y otros sectores. En 2021, los sistemas de transporte público masivo y los buses aumentaron su uso, vehículos privados, la demanda de mototaxis y taxis también contribuyeron al aumento de las emisiones.

Las emisiones disminuyeron significativamente en 4,7% en 2022. A pesar de la recuperación, muchos sectores continuaron implementando el teletrabajo y la educación a distancia, lo que contribuyó a la reducción de emisiones. La disminución de las emisiones también se debió a iniciativas para fomentar el uso de transporte público, bicicletas y vehículos eléctricos.

La adopción de vehículos eléctricos y la infraestructura de carga comenzaron a expandirse, ayudando a reducir la dependencia de combustibles fósiles, aunque todavía está en sus primeros pasos.

## **Transporte Urbano de Bolivia**

Bolivia cuenta con dos formas principales de transporte terrestre, los populares autobuses (también llamados omnibuses), y los trenes. Aunque los autobuses y los trenes ofrecen experiencias diferentes, cualquiera de ellos te llevará con seguridad a tu destino y sin grandes costes (AndesTransit, 23).

El transporte urbano en Bolivia varía mucho entre las principales ciudades del país, adaptándose a las características geográficas y socioeconómicas de cada región. Uno de los principales medios de transporte urbano es el minibús, que viajan en rutas específicas desde los centros urbanos hasta las zonas periféricas. Los pasajeros los prefieren por su flexibilidad y capacidad para adaptarse a la demanda cambiante, aunque la calidad y la regularidad del servicio pueden variar mucho.

Los micros, que son similares a los minibuses, pero tienen una capacidad un poco mayor, también son comunes y pueden llegar a una amplia gama de rutas urbanas. Estos vehículos son esenciales para transportar a los habitantes desde y hacia sus lugares de trabajo, escuelas y otros destinos diarios dentro de las ciudades.

El sistema de teleférico (Mi Teleférico) ha surgido como una alternativa innovadora para el transporte en ciudades como La Paz y Cochabamba. Este sistema conecta áreas elevadas con los centros urbanos de manera rápida y escénica, evitando el tráfico terrestre y mejorando la conectividad entre diferentes áreas de la ciudad.

Para complementar la red de transporte público en algunas ciudades, además de los minibuses, micros y teleféricos, también existen taxis y trufis. Los taxis suelen ser utilizados para viajes más cortos y específicos, brindando flexibilidad y conveniencia.

En Bolivia, el diésel es esencial para los vehículos de carga, el transporte público y la maquinaria pesada. Facilitar el transporte de mercancías y pasajeros a lo largo de largas distancias por carretera es esencial para la economía del país.

El gas natural vehicular (GNV) se ha vuelto muy popular debido a su bajo costo en comparación con la gasolina y el diésel. Muchos vehículos en el país se han convertido para usar GNV, lo que ofrece una opción económica.

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

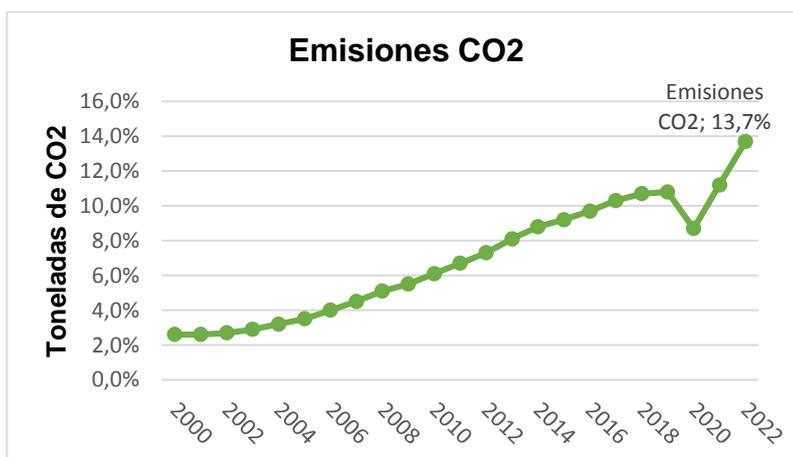
En Bolivia, las emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte urbano han experimentado varias tendencias y cambios significativos a lo largo de los años, los cuales han sido influenciados por factores económicos, tecnológicos y políticos. Entre 2000 y

2004, las emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte urbano en Bolivia aumentaron significativamente con una variación promedio de 5,0% debido al aumento económico, la urbanización y la creciente propiedad de vehículos. Los principales contribuyentes a estas emisiones fueron los sistemas de transporte público como los buses y los minibuses debido a su gran número y al uso intensivo de diésel. Aunque contribuyen en menor medida que los buses, los taxis y los mototaxis también contribuyen a las emisiones. El uso frecuente y el uso predominante de gasolina como combustible tienen un impacto ambiental significativo.

El período de 2005 a 2009, como se visualiza en la Figura 9 marcó un aumento continuo en las emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte urbano en Bolivia con una variación promedio de 11,5%, debido a la creciente economía y la rápida urbanización han aumentado la necesidad de transporte y la congestión de vehículos en las ciudades, lo que ha llevado a un aumento en las emisiones de CO<sub>2</sub>. Durante estos años, la dependencia de los buses, taxis y vehículos privados de gasolina y diésel han sido contribuyentes en las emisiones. El aumento también se debió a la falta de infraestructura adecuada para el transporte público y la limitada adopción de tecnologías más limpias como vehículos eléctricos.

**Figura 9**

***Tendencias de emisiones de CO<sub>2</sub> originadas por el transporte urbano de Bolivia***



**Fuente: Agencia Internacional de Energías (2024). Elaborado por: La Autora, 2024.**

Las emisiones continuaron aumentando con un aumento del 9,9% durante los años 2010 al 2014, lo que indica una mayor necesidad de transporte urbano y un mayor uso de transporte público y privado. El aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> se debió principalmente a la dependencia continua de vehículos diésel y gasolina en el transporte público, como buses, taxis y vehículos privados. En los últimos años, se ha destacado la urgencia de llevar a cabo medidas y tecnologías que promuevan un transporte urbano más ecológico y disminuyan las emisiones de gases de efecto invernadero en el país.

Durante el período comprendido entre 2015 y 2019, las emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte urbano en Bolivia persistieron en aumentar, aunque a un ritmo más moderado en los últimos años con una variación promedio de 4,2%. El teleférico se convirtió en una opción sostenible para el transporte en áreas urbanas congestionadas y contribuye a la reducción de emisiones. La ampliación del sistema de teleférico en La Paz y El Alto comenzó a tener un impacto positivo en la reducción de emisiones de otras formas de transporte.

### **Impacto de la Pandemia (2020)**

En términos de emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte urbano en Bolivia, el año 2020 fue un año atípico. La pandemia de COVID-19 y las restricciones de movilidad resultaron en una disminución sin precedentes en el uso de todos los tipos de transporte, lo que redujo las emisiones de CO<sub>2</sub> del 19,4 % en comparación con el año anterior. Esta disminución es el resultado directo de las medidas de confinamiento, así como la disminución de la actividad económica y la movilidad urbana.

La experiencia de 2020 enfatiza la importancia de considerar estrategias de transporte sostenibles y resilientes que puedan adaptarse a las circunstancias cambiantes y promover la reducción de emisiones de manera continua.

Con la liberación de las restricciones de movilidad y el reinicio de la actividad económica en los años 2021 y 2022, el uso del transporte urbano aumentó. La reapertura de las oficinas, los negocios y las actividades sociales y educativas han aumentado el uso del transporte público y privado. El uso de todos los medios de transporte urbano, incluidos los buses, los taxis, los mototaxis y los

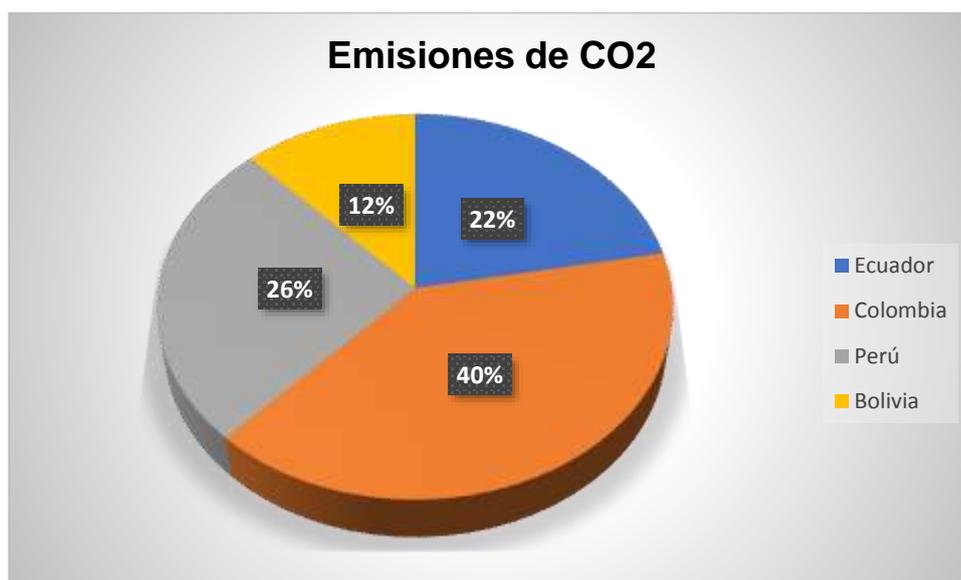
vehículos privados, aumentó aún más con la plena reanudación de las actividades y la disminución de las preocupaciones por la pandemia dando así una variación promedia total de 25,5% de las emisiones generadas por el transporte urbano.

### Relación sobre las emisiones de CO2 de los 4 países de la CAN

Las variaciones en la infraestructura, las políticas de transporte y los niveles de urbanización explican las diferencias en las emisiones de CO2 generadas por el transporte urbano en los países de la CAN. Estos países deben considerar la implementación de sistemas de transporte más sostenibles, la promoción del uso de vehículos eléctricos y la mejora de la infraestructura urbana para reducir las emisiones y mejorar la calidad del aire en sus ciudades

**Figura 10**

**Relación de los países de la CAN sobre las emisiones de CO2 originadas por el transporte urbano**



**Fuente: Banco Mundial (2024). Elaborado por: Autoridad propia, 2024.**

### Ecuador

Aunque menor que el de Perú y Colombia, Ecuador tiene una cantidad significativa de emisiones de CO2 de un total de 22%. El transporte urbano en urbes como Quito y Guayaquil, el sistema de transporte se compone de una combinación de buses, taxis y automóviles privados. Una medida para disminuir

estas emisiones es la introducción del sistema de buses de tránsito rápido (BRT) en Quito.

### **Colombia**

Entre los países de la CAN, Colombia tiene la mayor cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> de un total de 40%. El transporte urbano es responsable del 40 % de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Entre los países de la CAN, este es el valor más alto, lo que indica una gran dependencia en el uso de automóviles y un gran número de vehículos en circulación en ciudades grandes como Bogotá, Medellín y Cali. Este elevado porcentaje se debe también a la congestión vehicular y la infraestructura en desarrollo.

### **Perú**

Es responsable del 25.9% de las emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte urbano. En la ciudad de Lima, las emisiones de gases contaminantes son significativas debido a la combinación de transporte formal e informal, así como al tráfico intenso. La modernización del transporte, como la ampliación del metro y los corredores de buses, tiene como objetivo reducir este impacto ambiental.

### **Bolivia**

Con una contribución del 12.0%, representa la menor parte de las emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte urbano. El menor porcentaje se debe a una menor densidad poblacional y una menor cantidad de vehículos en comparación con los otros países de la CAN. No obstante, en zonas urbanas como La Paz y Santa Cruz, la expansión de las áreas urbanas y el aumento del uso de automóviles presentan problemas ambientales.

Es esencial que estos países implementen estrategias integrales que incluyan la promoción del transporte público eficiente y sostenible, la expansión de infraestructuras como sistemas de metro y buses de tránsito rápido, y el fomento del uso de vehículos eléctricos y otras alternativas ecológicas para mitigar estas emisiones y mejorar la calidad del aire urbano. Además, se puede reducir la huella de carbono del sector transporte mediante la implementación de políticas ambientales sólidas y la inversión en tecnología verde

## **Establecer la Relación entre el Crecimiento Económico y las Emisiones de CO2 Provocadas por el Transporte Urbano en los Países de la CAN**

En relación con el tercer objetivo específico de este análisis econométrico, se utilizó un modelo de datos de panel balanceado mediante el software Gretl en el cual se añadieron 2 variables independientes con la finalidad de obtener mejores estimadores las variables fueron: Gasto Público en transporte debido a que esto influye en la eficiencia del transporte y en las emisiones de CO2 y la variable Gasto Público en Protección del Medio Ambiente puesto que este gasto refleja el compromiso de un país o región con la reducción de la contaminación y la promoción de prácticas sostenibles.

Dado que la estimación se basa en datos de panel, es necesario llevar a cabo la prueba de Breusch-Pagan. Esta prueba examina la existencia de heterogeneidad individual no observable entre el crecimiento económico y las emisiones de CO2, refiriéndose a características no registradas que varían entre los países de la CAN y se mantienen constantes a lo largo del tiempo. Por lo tanto, el proceso comienza con la realización de esta prueba.

Tomando en cuenta la Figura 11 se menciona que el resultado de la prueba proporciona suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula, lo que indica que el error no mantiene una varianza constante para cada individuo. Dicho de otro modo, la prueba sugiere que hay una variabilidad significativa en el error, lo que implica la presencia de heterogeneidad individual no observable entre los sujetos analizados. Por lo tanto, la estimación a través de datos de panel es adecuada en este caso, se procede entonces a estimar el modelo por datos panel inicialmente por efectos aleatorios.

### **Figura 11**

#### ***Contraste de Breush-Pagan***

Contraste de Breusch-Pagan -

Hipótesis nula: [Varianza del error específico a la unidad = 0]

Estadístico de contraste asintótico: Chi-cuadrado(1) = 540,7

con valor p = 1,32795e-119

**Fuente: Gretl, 2024. Elaborado por: La Autora, 2024.**

## Estimación de Datos Panel por Efectos Aleatorios

En el apéndice N°1 se observa la primera estimación del modelo de datos panel por efectos aleatorios en el que se observa que las otras variables tales como: gasto público en protección ambiental no es significativo, lo que indica que este tipo de gasto no tiene un impacto directo o inmediato sobre las emisiones de CO2 en el contexto del modelo.

Por otro lado, el gasto público en transporte muestra una relación positiva con las emisiones, pero no es estadísticamente significativo, lo que sugiere que podría haber otros factores que modulan esta relación. Es por esta razón que se decide omitir estas variables y estimar un modelo más ajustado que permite obtener coeficientes más significativos y reales.

En la figura 12 se observa el modelo de panel por efectos aleatorios que explora la relación entre las emisiones de CO2 y variables económicas como el PIB per cápita, gasto público en protección ambiental y transporte. La inclusión de un término cuadrático del logaritmo del PIB per cápita evalúa la existencia de la Curva Ambiental de Kuznets, que postula que las emisiones aumentan con el crecimiento económico hasta un punto, después del cual comienzan a disminuir.

### Figura 12

#### **Modelo por Efectos Aleatorios Ajustado**

Modelo 4: Efectos aleatorios (MCG), utilizando 92 observaciones  
 Se han incluido 4 unidades de sección cruzada  
 Largura de la serie temporal = 23  
 Variable dependiente: l\_EmisionesCO2

	coeficiente	Desv. típica	z	valor p
const	-98,6024	8,82124	-11,18	5,24e-029 ***
l_PIBpercApita	21,4128	2,11119	10,14	3,58e-024 ***
sq_l_PIBpercApita	-1,17810	0,126246	-9,332	1,04e-020 ***
Media de la vble. dep.	-2,045752	D.T. de la vble. dep.	0,615566	
Suma de cuad. residuos	9,770953	D.T. de la regresión	0,329494	
Log-verosimilitud	-27,39311	Criterio de Akaike	60,78623	
Criterio de Schwarz	68,35159	Crit. de Hannan-Quinn	63,83967	
rho	0,731257	Durbin-Watson	0,489274	

Fuente: Gretl, 2024. Elaborado por: La Autora, 2024.

Analizando la figura 13 se menciona que el valor p del test de Hausman es 0,296557, que es mayor al nivel de significancia común de 0,05, no se rechaza la hipótesis nula. Esto significa que no hay evidencia suficiente para concluir que los estimadores de MCG son inconsistentes, por lo que el modelo de efectos aleatorios es apropiado para este análisis.

### Figura 13

#### **Contraste de Hausman**

```
Contraste de Hausman -
Hipótesis nula: [Los estimadores de MCG son consistentes]
Estadístico de contraste asintótico: Chi-cuadrado(2) = 2,43103
con valor p = 0,296557
```

**Fuente: Gretl, 2024. Elaborado por: La Autora, 2024.**

#### **Prueba de especificación de error**

Dado que el valor p es aproximadamente 0,070, que es mayor al nivel de significancia comúnmente utilizado, no puedes rechazar la hipótesis nula al nivel del 5%. Esto sugiere que no hay evidencia suficiente para concluir que la especificación del modelo es inadecuada. En otras palabras, el modelo esta especificado correctamente según este test como se observa en la figura 14.

### Figura 14

#### **Contraste de especificación RESET**

```
Contraste de especificación RESET -
Hipótesis nula: [La especificación es adecuada]
Estadístico de contraste: F(2, 88) = 2,72742
con valor p = P(F(2, 88) > 2,72742) = 0,0709181
```

**Fuente: Gretl, 2024. Elaborado por: La Autora, 2024.**

#### **Normalidad de los residuos**

Considerando la figura 15 se indica que se rechaza la hipótesis nula debido a que el valor p de esta prueba es inferior al 5% de significancia. Esto sugiere que existe evidencia suficiente para concluir que los residuos no siguen una

distribución normal. En otras palabras, los residuos no se ajustan bien a una distribución normal según este test.

### Figura 15

#### **Contraste de normalidad de los residuos**

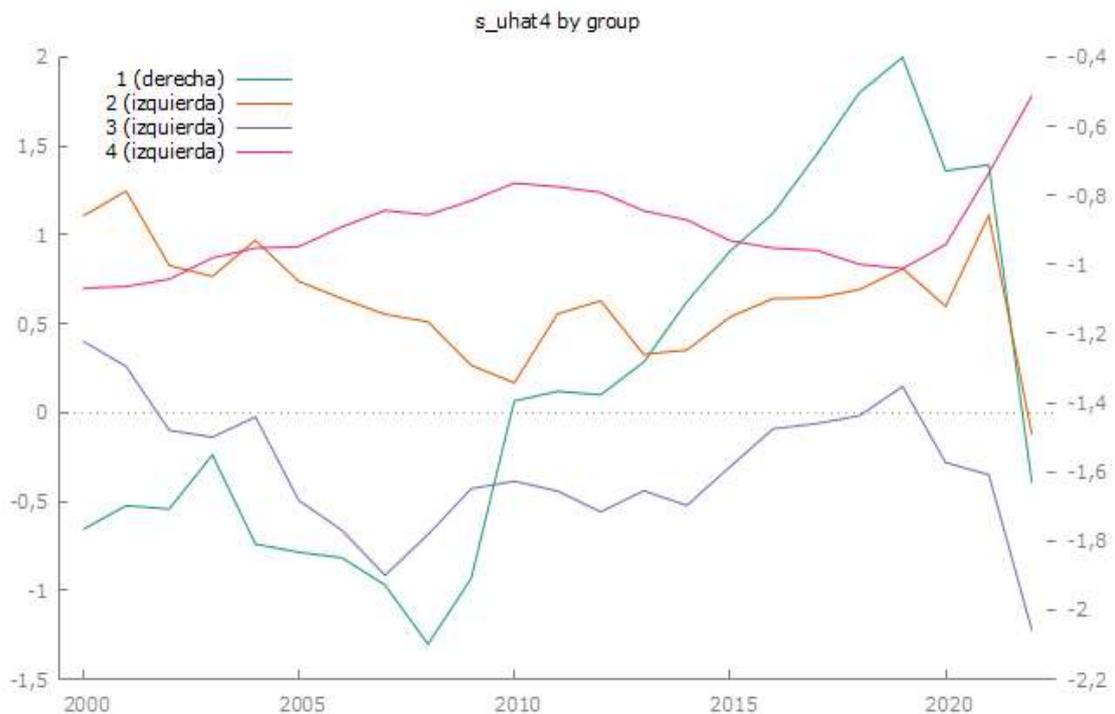
```
Contraste de normalidad de los residuos -
Hipótesis nula: [El error tiene distribución Normal]
Estadístico de contraste: Chi-cuadrado(2) = 16,5994
con valor p = 0,000248593
```

**Fuente: Gretl, 2024. Elaborado por: La Autora, 2024.**

El análisis empírico de los residuos estandarizados sugiere que siguen una distribución normal, ya que el 98% de ellos se sitúan entre 2 y -2 desviaciones estándar con respecto a la media. Esta conclusión se deriva de la observación presentada en la Figura 16.

### Figura 16

#### **Prueba empírica de los residuos estandarizados del modelo panel**



**Fuente: Gretl, 2024**

**Elaborado por: La Autora, 2024**

**Prueba de no autocorrelación serial del residuo**

No hay evidencia estadística significativa de autocorrelación de primer orden en los datos de panel analizados. No se detecta un problema de autocorrelación de primer orden en el modelo basado en los resultados de este test de la figura 17.

### Figura 17

#### **Contraste de autocorrelación**

```
Contraste de Wooldridge de autocorrelación en datos de panel -
Hipótesis nula: No autocorrelación de primer orden (rho= -0.5)
Estadístico de contraste: F(1, 3) = 3,18666
con valor p = P(F(1, 3) > 3,18666) = 0,17223
```

**Fuente: Gretl, 2024. Elaborado por: La Autora, 2024.**

#### **Prueba de colinealidad de Belsley-Kuh-Welsch**

El diagnóstico de colinealidad de Belsley-Kuh-Welsch de la figura 18 muestra que no hay un problema de colinealidad, ya que los valores de los números de condición (cond) son bajos.

### Figura 18

#### **Contraste de colinealidad**

lambda	cond	const	l_PIBper~	sq_l_PIB~
2,868	1,000	0,000	0,000	0,000
0,132	4,657	0,001	0,000	0,001

**Fuente: Gretl, 2024. Elaborado por: La Autora, 2024.**

El análisis muestra que PIB per cápita tiene un efecto positivo y significativo en las emisiones de CO<sub>2</sub> en las etapas iniciales de crecimiento económico, con un coeficiente de 21,4128. Sin embargo, el término cuadrático del PIB per cápita, con un coeficiente negativo de -1,17810, indica que a niveles más altos de PIB per cápita, las emisiones tienden a disminuir. Estos resultados son consistentes con la Curva Ambiental de Kuznets que sugiere que el crecimiento económico inicialmente aumenta las emisiones, pero eventualmente mejora la calidad ambiental. Los gastos públicos en transporte y protección ambiental no resultaron significativos en este análisis.

La hipótesis de investigación se cumple parcialmente. Los datos muestran que, efectivamente, en las etapas iniciales del crecimiento económico, se observa un aumento en las emisiones de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, a niveles más altos de PIB per cápita, las emisiones tienden a disminuir, lo que sugiere una posible reversión en la tendencia a medida que los países avanzan en su desarrollo económico.

## DISCUSIÓN

Los resultados del análisis destacan que Ecuador y Bolivia enfrentan una alta dependencia de los recursos naturales, lo que limita su estabilidad económica y resiliencia. Por su parte, Colombia y Perú muestran una mayor resiliencia económica gracias a su diversificación sectorial. El estudio de Cerquera et al. (2021) confirma que, en países con menor nivel de producción por habitante, el crecimiento económico inicialmente incrementa las emisiones de CO<sub>2</sub>, pero luego muestra una disminución a medida que superan esta fase inicial, respaldando la hipótesis de Kuznets. Esto sugiere que, para mejorar la calidad medioambiental, Ecuador debería considerar políticas que promuevan una mayor diversificación económica y sostenibilidad ambiental.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte urbano en la Comunidad Andina varían significativamente, con Colombia registrando los mayores niveles debido a la dependencia de automóviles y problemas de congestión. Perú y Ecuador también presentan aumentos notables, mientras que Bolivia, aunque tiene la menor contribución, enfrenta desafíos con la expansión urbana. Para abordar estos problemas, es esencial implementar estrategias como el fomento del transporte público eficiente y el uso de vehículos eléctricos. Estos hallazgos se alinean con el estudio de Fabian y Fernández (2022), que analizó el impacto del crecimiento económico en las emisiones de CO<sub>2</sub> en Perú desde 1960 hasta 2020. Su investigación, utilizando Mínimos Cuadrados Dinámicos Generalizados, mostró que un incremento del 1% en el crecimiento económico lleva a un aumento del 1,01% en las emisiones de CO<sub>2</sub>, con una alta correlación del 97,43%, indicando que el crecimiento económico explica casi todas las emisiones de CO<sub>2</sub>.

En esta investigación, se observó una relación positiva y significativa entre el PIB per cápita y las emisiones de CO<sub>2</sub> en el transporte urbano dentro de la Comunidad Andina, indicando que un aumento en el PIB per cápita está asociado con mayores emisiones. Sin embargo, el término cuadrático sugiere que, a niveles más altos de desarrollo económico, las emisiones tienden a disminuir, apoyando parcialmente la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets. En contraste, el estudio de Maldonado Nagua (2022) encontró una relación negativa en la que el aumento del PIB per cápita estaba asociado con una reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, utilizando Mínimos Cuadrados Ordinarios, el autor llegó a que, en los

primeros años del estudio, las emisiones de CO<sub>2</sub> aumentaron junto con el PIB per cápita. Sin embargo, a partir de un punto específico, las emisiones comenzaron a disminuir, especialmente debido al impacto de la pandemia en los datos.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES:

Ecuador y Bolivia enfrentan una alta dependencia de los recursos naturales como petróleo y gas, lo que las hace vulnerables a las fluctuaciones de precios internacionales y a desafíos internos, Colombia y Perú han demostrado una mayor resiliencia económica gracias a su diversificación sectorial. La economía de Colombia se beneficia de su variada base de petróleo, minería, agricultura y servicios, mientras que Perú ha logrado mantener un crecimiento estable mediante políticas económicas prudentes y reformas estructurales. Aunque todos los países mencionados dependen en alguna medida de la exportación de recursos naturales, la diversificación observada en Colombia y Perú proporciona una base económica más sólida y menos susceptible a cambios externos y crisis internas.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte urbano varían significativamente entre los países de la CAN, con Colombia registrando el mayor porcentaje debido a la alta dependencia de automóviles y problemas de congestión, seguido por Perú y Ecuador con porcentajes notables, pero en crecimiento. Bolivia, aunque presenta la menor contribución a las emisiones, enfrenta desafíos ambientales a medida que sus áreas urbanas se expanden. Para abordar estos problemas, es crucial que cada país implemente estrategias integrales que incluyan la promoción del transporte público eficiente, la expansión de infraestructuras sostenibles como metros y sistemas de buses de tránsito rápido, y el fomento de alternativas ecológicas como vehículos eléctricos. La combinación de políticas ambientales robustas y la inversión en tecnología verde puede reducir significativamente la huella de carbono del sector transporte y mejorar la calidad del aire en las ciudades.

El PIB per cápita tiene una relación positiva y significativa con las emisiones de CO<sub>2</sub>, indicando que un aumento en el PIB per cápita está asociado con mayores emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte urbano. No obstante, el término cuadrático del PIB per cápita sugiere que, a niveles más altos de desarrollo económico, las emisiones tienden a disminuir. Esto implica que, aunque el crecimiento económico inicial en la CAN incrementa las emisiones de CO<sub>2</sub>, con

un nivel más avanzado de crecimiento económico y progreso, es posible que estas emisiones comiencen a reducirse.

## **RECOMENDACIONES**

Examinar cómo las políticas ambientales regionales afectan la relación entre PIB per cápita y emisiones de CO<sub>2</sub>.

Analizar cómo el crecimiento económico afecta las emisiones en distintos sectores del transporte urbano.

Comparar la relación PIB-emisiones en países en diferentes niveles de desarrollo para verificar la hipótesis de Kuznets.

Estudiar cómo la expansión urbana influye en la relación entre PIB per cápita y emisiones de CO<sub>2</sub>.

Evaluar cómo las estrategias de descarbonización afectan la relación entre PIB per cápita y emisiones en diferentes países.

**BIBLIOGRAFÍA CÍTADA**

- Agras, J., y Chapman, D. (1999). Una Aproximación Dinámica a la Hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets. *Revista Sciencedirect*.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800998000408>
- AndesTransit. (27 de Abril de 23). *Re Transporte de Bolivia*. AndesTransit.  
<https://andestransit.com/help/es-es/services/bolivia-transporte>
- Arnedo, V. M. (2012). Crecimiento Económico y Desarrollo 2000-2010. *Revista de Economía del Caribe*.
- Banco Central de Bolivia. (2002). *Banco Central de Bolivia*.  
[https://www.bcb.gob.bo/webdocs/publicacionesbcb/gestion2002\\_cap2.pdf](https://www.bcb.gob.bo/webdocs/publicacionesbcb/gestion2002_cap2.pdf)
- CEPAL. (2009). *Ecuador Rasgos generales de la evolución reciente*. 27.  
<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/ffecfdb3-93e4-4ecc-8dd6-7552fdb41a7/content>
- CEPAL. (2020). *Balance Preliminar de las Economías de América Latina y el Caribe*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/68747-balance-preliminar-economias-america-latina-caribe-2023>
- Cerquera, O., Clavijo, M., y Vega, C. (2021). Incidencia del Crecimiento Económico sobre el Deterioro Ambiental en América Latina, 12(1). *Revista Aglala*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8917760>
- Chávez. (2003). *La Economía Peruana en el 2002*. [Archivo PDF].  
<https://www.ipe.org.pe/portal/wp-content/uploads/2018/01/2003-La-economia-peruana-en-el-2002.pdf>
- Comunidad Andina de Naciones. (24 de Noviembre de 2012). *Bolivia en la Comunidad Andina*.  
[https://www.comunidadandina.org/StaticFiles/2012112319931Bolivia\\_CAN.pdf](https://www.comunidadandina.org/StaticFiles/2012112319931Bolivia_CAN.pdf)
- Correa, R. (2008). Constitución de la Republica Del Ecuador, Registro Oficial 449 de 20-oct.-2008 <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador.pdf>

- Díaz, v. (19 de Febrero de 2020). *Re: Ecuador destaca a la CAN como herramienta de integración y desarrollo*. [Comentario en foro Zen Línea]. El Comercio. <https://www.elcomercio.com/actualidad/politica/aniversario-can-integracion-desarrollo-valencia.html#:~:text=Pol%C3%ADtica-,Ecuador%20destaca%20a%20la%20CAN%20como%20herramienta%20de%20integraci%C3%B3n%20y,herramienta%20de%20integraci%C3%B3n%20y%20desarrollo>.
- Fabian, P., y Fernández, E. (2022). *Crecimiento Económico y su Incidencia sobre la Contaminación Ambiental en el Perú de 1960 a 2020*. [Tesis de Maestría, Universidad Privada del Norte]. [https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/32907/TESIS\\_Fabian%26Fernandez\\_PDF\\_TOTAL.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/32907/TESIS_Fabian%26Fernandez_PDF_TOTAL.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Figuroa, A. (2013). *Crecimiento económico y medio ambiente*. Revista *CEPAL*. <https://hdl.handle.net/11362/11569>
- Instituto Nacional de Estadística. (Octubre de 2020). *PIB Segundo Trimestre 2020*. INEC. <https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/2020-29e9a-3Pibine.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2020). *Plataforma del Estado Peruano*. INEC. [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1825/parte01.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1825/parte01.pdf)
- Jimenez, F. (2011). *Crecimiento Económico : Enfoques y Modelos*. Fondo editorial. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/>
- Justicia Bolivia* . (s.f.). Nueva Constitución Política Del Estado. SECCIÓN I - Derecho Al Medio Ambiente. <https://bolivia.justia.com/nacionales/nueva-constitucion-politica-del-estado/primera-parte/titulo-ii/capitulo-quinto/seccion-i/#:~:text=Art%C3%ADculo%2033%20Las%20personas%20tienen,de%20manera%20normal%20y%20permanente>.
- Loiseau, E. S. (2016). Green economy and related concepts: An overview. *Journal of Cleaner Production*, 139: 361-371.

- Maldonado Nagua, G. M. (2022). Análisis de la Relación entre el Ingreso y el Deterioro Ambiental del Ecuador a través de la Curva de Kuznets. [Tesis, Universidad Técnica de Ambato]  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36481/1/T5596e.pdf>
- Mayorca, E. M. (2016). Medioambiente, naturaleza y ecología un problema relacional. *Repositorio Cartagena*.
- Mindiziola, K. (2018).  
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/34324/1/MINDIOLAZA%20QUINDE.pdf>
- Ministerio de Relaciones Exteriores*. (06 de 04 de 2024).  
<https://www.cancilleria.gov.co/international/regional/can>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición ecológica*. (2004).  
<https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/Ley-de-Prevencion-y-Control-de-la-Contaminacion-Ambiental.pdf>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica*. (2020).  
<https://www.ambiente.gob.ec/dialogo-de-la-ministra-lorena-tapia-con-los-medios-de-comunicacion/#:~:text=El%20Protocolo%20de%20Kyoto%20es,sus%20emisiones%20de%20gases%20contaminantes.>
- Mullo, A. (2018). *UNACH*.  
<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/4953/1/UNACH-EC-FCP-ECO-2018-0006.pdf>
- Mundial, B. (2023). *Medio Ambiente*.
- Navarro, J., Camacho, C., y Ayuar, F. (2023). Crecimiento económico y contaminación ambiental. Un análisis estadístico de América del Norte en el APEC. *CIMEXUS*.
- OAS. (1993).  
<https://www.oas.org/dsd/EnvironmentLaw/Serviciosambientales/Peru/Constitucionpolitica1993.pdf>

- Olivares, J., y Hernandez, C. (2021). ¿La curva ambiental de kuznets sigue siendo válida para. *scielo*.
- Pearce, D. y. (1990). *Economics of Natural Resources and the Environment*. Baltimore, Estados Unidos: John Hopkins University Press.
- Pérez, I. E. (2016). Las teorías del crecimiento. *scielo*.
- Peru Travel. (s.f.). *Peru Travel*. [https://www.peru.travel/es/datos-utiles/transporte#:~:text=Los%20servicios%20formales%20de%20transporte,de%20Lima%20\(tren%20el%C3%A9ctrico\).ytext=El%20servicio%20de%20taxi%20en,reservas%20telef%C3%B3nicas%20o%20aplicativos%20m%C3%B3viles](https://www.peru.travel/es/datos-utiles/transporte#:~:text=Los%20servicios%20formales%20de%20transporte,de%20Lima%20(tren%20el%C3%A9ctrico).ytext=El%20servicio%20de%20taxi%20en,reservas%20telef%C3%B3nicas%20o%20aplicativos%20m%C3%B3viles).
- PUCP. (24 de Octubre de 2002).  
<http://files.pucp.edu.pe/departamento/economia/LDE-2011-01-08.pdf>
- Puyana, A. (2012). Informalidad y dualismo en la economía mexicana. *SCIELO*.
- Quevedo, L. (2019). Aproximación crítica a la teoría económica propuesta por Schumpeter. *Revista Investigación y Negocios*.
- Quinde, V., Bucaram, R., Bucaram, M., y Silvera, C. (2020).  
<https://www.redalyc.org/journal/290/29060499009/29060499009.pdf>
- Raffo-Lecca, E. a.-H. (2015). Valoración económica ambiental: el problema del costo social. *The Journal of Law and Economics*, 3(1):61-77.
- Randall, A. (1985). Economía de los recursos naturales y política ambiental. *Scielo Mexico* , 474.
- Roura, A. M. (9 de enero de 2020). 20 años de la dolarización en Ecuador: ¿por qué es tan popular la dolarización entre los ecuatorianos? (y cuál es su lado oscuro). *BBC News Mundo*.
- Secretaría General de la Comunidad Andina. (2021).  
<https://www.comunidadandina.org/temas/dg2/transporte-de-pasajeros-y-mercancias/>
- Sierra, C. (2021). La caída de 6,8% del Producto Interno Bruto de 2020 fue la peor de la historia del país. *Editorial La República S.A.S*.

UNESCO. (2021). Reserva de la Biosfera Archipiélago de Colón - Galápagos (Ecuador): <https://es.unesco.org/biosphere/lac/galapagos>

*Universidad Pontificia Comillas*. (Abril de 2020).

<https://repositorio.comillas.edu/rest/bitstreams/407891/retrieve>

*UPME*. (s.f.).

[http://www.upme.gov.co/guia\\_ambiental/carbon/gestion/politica/normativ/normativ.htm#:~:text=NORMATIVIDAD%20AMBIENTALytext=En%20su%20Art%C3%ADculo%2079%2C%20la,las%20decisiones%20que%20puedan%20afectarlo](http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/normativ/normativ.htm#:~:text=NORMATIVIDAD%20AMBIENTALytext=En%20su%20Art%C3%ADculo%2079%2C%20la,las%20decisiones%20que%20puedan%20afectarlo).

Valencia, J., y Villa, M. (2016). *UNIVERSIDAD ICESI*.

[https://repository.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/82161/1/TG01615.pdf](https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/82161/1/TG01615.pdf)

Vizquete Montero, M. O. (2023). *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*.

<https://latam.redilat.org/index.php/lt/article/view/326>

Zavala, D. (18 de Enero de 2011). *Scielo*.

<https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v4n15/v4n15a2.pdf>

Zilio, M. (2012). Curva de Kuznets ambiental, la validez de sus fundamentos en países en desarrollo. *Cuaderno de Economía* , 43-54.

## ANEXOS

## Anexo N° 1: Operacionalización de las Variables

Variable	Definición	Tipo De Medición e Indicador	Técnicas de tratamiento de la	Resultados esperados
Contaminación Atmosférica	El dióxido de carbono o CO2 se trata de un gas denso e incoloro. Este gas forma parte de la capa de la atmósfera más próxima a la tierra, la troposfera. Las emisiones de CO2 tienen un impacto llamado efecto invernadero, que ha aumentado de forma progresiva en los últimos años.	Tipo de medición Cuantitativa Indicador Emisiones de CO2 originadas por el transporte, % del total de la quema de combustible.	Fuentes secundarias de organismos oficiales como el Banco Central, Banco Mundial y Ministerio del ambiente.	Identificar posibles tendencias en la contribución del transporte a las emisiones de CO2.
Crecimiento Económico	Relación entre el valor total de todos los bienes y servicios finales generados durante un año por la economía de una nación o estado y el número de sus habitantes en ese año. Puede ser expresado a valores de mercado o a valores básicos	Tipo de medición Cuantitativa Indicador PIB per cápita a precios constantes del 2015.	Fuentes secundarias de organismos oficiales como el Banco Central, Banco Mundial y Ministerio del ambiente.	Evaluar la evolución del crecimiento económico para una comprensión más holística del estado y progreso de un país.

ELABORADO POR: La Autora, 2024.

**ANEXO N°2: Cronograma de actividades**

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Revisión Bibliográfica												
Elaboración del capítulo I												
Elaboración del capítulo II (diseño metodológico)												
Aplicación del diseño metodológico (resultados)												
Revisión del trabajo final (conclusiones, recomendaciones)												
Presentación del trabajo final												

**ELABORADO POR: La Autora 2024.**

## APÉNDICES

## Apéndice N°1: Modelo por Efectos Aleatorios

Variable dependiente: l\_EmisionesCO2

	coeficiente	Desv. típica	z	valor p	
const	-96,1847	8,82951	-10,89	1,24e-027	***
l_PIBpercApita	20,9172	2,10841	9,921	3,38e-023	***
sq_l_PIBpercApita	-1,15304	0,125795	-9,166	4,91e-020	***
l_GastoPublicoPr~	0,0191038	0,0270218	0,7070	0,4796	
l_GastoPublicoTr~	0,0418604	0,0272984	1,533	0,1252	
Media de la vble. dep.	-2,045752	D.T. de la vble. dep.		0,615566	
Suma de cuad. residuos	8,641015	D.T. de la regresión		0,313358	
Log-verosimilitud	-21,73999	Criterio de Akaike		53,47999	
Criterio de Schwarz	66,08893	Crit. de Hannan-Quinn		58,56906	
rho	0,716143	Durbin-Watson		0,515402	

Fuente: GRETL

Elaborado por: La Autora, 2024.