



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

**FACULTAD DE ECONOMÍA AGRÍCOLA
CARRERA DE ECONOMÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ECONOMISTA**

**INDUSTRIALIZACIÓN, URBANIZACIÓN Y LAS EMISIONES
DE GASES DE EFECTO INVERNADERO: ANÁLISIS DE
RELACIÓN CAUSAL PARA LOGRAR LOS ODS EN
ECUADOR**

DAYANNA MARIA MUÑOZ ROCA

EL TRIUNFO, ECUADOR

2024

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: **INDUSTRIALIZACIÓN, URBANIZACIÓN Y LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO: ANÁLISIS DE RELACIÓN CAUSAL PARA LOGRAR LOS ODS EN ECUADOR**, el mismo que ha sido elaborado y presentado por el/la estudiante, **Dayanna Maria Muñoz Roca**; quien cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador para este tipo de estudios.

Atentamente,

Econ. Víctor Quinde Rosales, MSc.

Guayaquil, 03 de octubre de 2024

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ECONOMÍA AGRÍCOLA

TEMA

**INDUSTRIALIZACIÓN, URBANIZACIÓN Y LAS EMISIONES DE GASES DE
EFECTO INVERNADERO: ANÁLISIS DE RELACIÓN CAUSAL PARA
LOGRAR LOS ODS EN ECUADOR**

AUTORA

DAYANNA MARIA MUÑOZ ROCA

TRABAJO DE TITULACIÓN

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

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Dilmar Delgado Delgado, MSc.

PRESIDENTE

Ing. Daira Carvajal Morales, MSc.

EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Stalin Zurita Vargas, MSc

EXAMINADOR PRINCIPAL

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a todas las personas que brindaron su apoyo y fortaleza para terminar este trabajo de investigación. Principalmente, le agradezco al Econ. Víctor Quinde por brindarme su paciencia en calidad de tutor y por ser un excelente guía a lo largo de este proceso y a la Ing. Marilyn Muñoz por ser una fuente de apoyo incondicional, la paciencia y conocimientos brindados.

También quiero agradecer a mi madre por proporcionarme el tiempo suficiente para realizar este trabajo y a mi padre por siempre darme palabras de fortaleza y alentarme a seguir adelante, a mi amiga Norma y Vianna, por siempre estar apoyándome con sus palabras en los momentos difíciles.

Y por último a Taylor Swift fue una fuente de inspiración constante que me brindo la fuerza y la motivación para no rendirme. Sus canciones siempre estuvieron presentes, recordándome que podía ser la protagonista de mi propia historia y superar cualquier obstáculo y como diría la Dra. Taylor: "I cry a lot, but I am so productive, it's an art".

DEDICATORIA

A mi querida madre, este trabajo de titulación se lo dedico, por todo el amor, paciencia, sacrificio y apoyo incondicional que me ha brindado siempre. Que ha sido un pilar fundamental en toda mi vida, con sus palabras de apoyo, cariño y motivación, porque sin ella sencillamente no hubiera sido posible culminar esta investigación.

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.

Dayanna Maria Muñoz Roca

C. I. 0942178328

RESUMEN

El presente trabajo de investigación consistió en el análisis del impacto de la relación causal entre la industrialización y la urbanización en las emisiones de gases de efecto invernadero en Ecuador entre 2015-2022, bajo el enfoque del cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 9, 6 y 13, donde muestra un progreso limitado y lento en los indicadores de los O.D.S; el O.D.S 9 indica que la industria manufacturera se estanca en 14-15% del PIB, con menor aporte de pequeñas empresas. El O.D.S 6 el acceso a agua potable y saneamiento crece poco, distante de las metas 2030. El O.D.S 13 presenta que las emisiones de gases invernadero muestran una moderada tendencia decreciente, información que fue comprobada en el transcurso de la investigación. Además, este estudio examinó la interacción que existe con las variables dentro del periodo 1960-2021. Los datos se trabajan de forma anual extraídos de fuentes secundarias, mediante la metodología para la cual se desarrolló el Modelo de Vectores Autorregresivo (VAR), donde se aplicó, la Prueba de Dickey Fuller Aumentada para evidenciar la existencia de estacionariedad, se comprobó que las variables tienen distinto orden de cointegración, el modelo VAR se planteó con el segundo rezago óptimo, se aplicó la prueba de heterocedasticidad, normalidad y autocorrelación, para validar el modelo, se realizó la prueba de la causalidad de Granger, donde se demostró que las emisiones GEI tienen una incidencia unidireccional con la Industria y bidireccional con la Urbanización.

Palabras claves: *industrialización, urbanización, GEI, O.D.S, modelo VAR.*

SUMMARY

The present research consisted of analyzing the impact of the causal relationship between industrialization and urbanization on greenhouse gas emissions in Ecuador between 2015-2022, under the approach of compliance with Sustainable Development Goals 9, 6 and 13, where it shows limited and slow progress in the SDG indicators; SDG 9 indicates that the manufacturing industry remains plateaus off at 14-15% of GDP, with a lower contribution from small businesses. SDG 6, access to drinking water and sanitation grows little, far from the 2030 goals. SDG 13 shows that greenhouse gas emissions present a moderate decreasing trend, information that was verified during the course of the research. In addition, this study examined the interaction that exists with the variables within the period 1960-2021. The data is processed annually extracted from secondary sources, using the methodology for which the Vector Autoregressive Model (VAR) was developed, where tests were applied, Augmented Dickey Fuller Test to demonstrate the existence of stationarity, it was found that the variables have a different order of cointegration, the VAR model was proposed with the second optimal lag, the heteroscedasticity, normality and autocorrelation test was applied, to validate the model, the Granger Causality test was carried out where it was shown that GHG emissions have a unidirectional impact with Industry and a bidirectional impact with Urbanization.

Keywords: *industrialization, urbanization, GHG, SDG, VAR model.*

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
Caracterización del Tema	1
Planteamiento de la Situación Problemática	2
Justificación e Importancia del Estudio	3
Delimitación del Problema.....	3
Objetivo General	4
Objetivos Específicos	4
Aporte Teórico o Conceptual.....	4
Aplicación Práctica	5
CAPÍTULO I.....	6
Marco Referencial	6
1.1. Estado del Arte.	6
1.2. Bases Científicas y Teóricas de la Temática.....	11
CAPÍTULO II.....	22
Aspectos Metodológicos.....	22
2.1. Métodos.....	22
2.2. Variables	22
2.3. Población y Muestra	23
2.4. Técnica de Recolección de Datos	23
2.5. Estadística Descriptiva e Inferencial.....	23
2.6. Cronograma de Actividades	27
RESULTADOS	28
DISCUSIÓN.....	53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
BIBLIOGRAFÍA CITADA	57
ANEXOS	64
APÉNDICES	68

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Matriz de Operacionalización de las Variables.....	64
Anexo N° 2: Cuadro metodológico de la investigación (Enfoque O.D.S – Modelo econométrico).....	66
Anexo N° 3: Cronograma de Actividades	67

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice N° 1: Base de datos Indicadores O.D.S.	68
Apéndice N° 2: Base de datos Modelo V.A.R	70
Apéndice N° 3: Prueba de Dickey Fuller Aumentada - Industrialización	72
Apéndice N° 4: Prueba de Dickey Fuller Aumentada -D(Industrialización)	73
Apéndice N° 5: Prueba de Dickey Fuller Aumentada - Urbanización	74
Apéndice N° 6: Prueba de Dickey Fuller Aumentada – D(Urbanización) ...	75
Apéndice N° 7: Prueba de Dickey Fuller Aumentada – D(Urbanización,2)	76
Apéndice N° 8: Prueba de Dickey Fuller Aumentada - GEI	77
Apéndice N° 9: Prueba de Dickey Fuller Aumentada – D(GEI).....	78
Apéndice N° 10: Modelo V.A.R	79

INTRODUCCIÓN

Caracterización del Tema

El avance de la industrialización conlleva inevitablemente a la necesidad y el consumo de los recursos naturales de forma insostenible a largo plazo. Este progreso industrial ejerce una influencia considerable en el bienestar general de la población, afectando tanto a las áreas rurales como a las urbanas dentro de las naciones. En estas regiones sufren una presión significativa debido a una variedad de factores, como la disminución de los recursos naturales, la contaminación del aire, la pérdida de biodiversidad y el aumento de la liberación de gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global.

Uno de los principales elementos que contribuyen a los diversos problemas en el ámbito ambiental es la creciente tasa de urbanización dentro de los países. En este contexto, la expansión urbana descontrolada está provocando la destrucción de las áreas naturales y un aumento en la demanda de recursos naturales. La gran dependencia de las ciudades hacia los combustibles fósiles y el aumento de vehículos motorizados en las áreas urbanas, son factores que fomentan el incremento en la liberación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Las variables de industrialización, la urbanización y las emisiones de gases de efecto invernadero son medidas por la Organización de las Naciones Unidas (O.N.U) en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (O.D.S). Los O.D.S son 17 objetivos con 169 metas y 231 indicadores, constituyendo una serie de metas para abordar los desafíos globales que se deben cumplir a cabalidad para frenar nuestro déficit ecológico. Dado que el estilo de vida que llevamos los seres humanos es insostenible en un futuro previsible, la industrialización poco sostenible conlleva a la degradación ambiental y la creciente necesidad de los recursos naturales es insostenible por la densidad poblacional de las naciones (Organización de las Naciones Unidas, 2023).

Este estudio se concentra en Ecuador, paraíso excepcional lleno de biodiversidad y riqueza natural. No obstante, este paraíso está amenazado por las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (G.E.I). Es por ello que Ecuador, en su compromiso con el medio ambiente y frenar la degradación ambiental, firmó y se comprometió a cumplir las metas de los O.D.S establecidos en el año 2015.

Para el desarrollo de este trabajo de investigación, se consideró un análisis correlacional/explicativo: se analizó las tres variables, la industrialización, la urbanización y las emisiones de gases de efecto invernadero, el cual se divide en dos partes; la primera parte el enfoque de O.D.S para determinar el cumplimiento de los mismos y como segunda parte Modelo de vectores autorregresivos (V.A.R) aplicado para analizar las tres variables. La hipótesis establecida es, la industrialización y la urbanización influyen en las emisiones de gases de efecto invernadero en Ecuador.

La primera parte se seleccionaron 3 O.D.S interconectados con las variables industrialización, urbanización y emisiones de gases de efecto invernadero, el O.D.S 9, 6 y 13 para cada O.D.S, se escogió uno o más indicadores cuantitativos específicos para reflejar objetivos más amplios y evaluar el progreso hacia los O.D.S se trabajó con datos recopilados en diferentes períodos de tiempo, para la ejecución de los objetivos específicos 1 y 2 de este trabajo de investigación.

La segunda parte, para estudiar la dinámica y relaciones entre las variables se aplica el modelo VAR y otros test econométricos. Se consideran relevantes las variables establecidas, como la industrialización (en industria, en valor agregado % del PIB), la urbanización (en población urbana % del total) y las emisiones de gases de efecto invernadero (en toneladas global de CO₂ per cápita) periodo 1960 a 2021, con el fin del cumplimiento del objetivo específico 3.

Planteamiento de la Situación Problemática

El aumento de la industrialización y la urbanización de un país son pertinentes para el bienestar económico; no obstante, no se puede pasar por alto sus efectos nocivos hacia el medio ambiente. A medida que un país se industrializa conduce a una variedad de efectos, que implica un aumento en los niveles de producción agrícola, generación de empleo cerca de las industrias y crecimiento económico, lo que conduce a una mayor demanda y explotación de recursos naturales, y a diferentes tipos de degradación ambiental, la que incluye un aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Por otro lado, una mayor tasa de urbanización también conduce a una mayor demanda de recurso naturales, dado que el proceso de aumento de la población que habita en las áreas urbana acarrea a una la falta de planificación urbana lo que genera descontrol en las ciudades, y conlleva a pérdidas de áreas

naturales, un aumento en la contaminación y la emisión de contaminantes. Por ello que, los países deben diseñar planes, medidas, acciones ambientales y comprometerse a cumplir los O.D.S para promover un estilo de vida más respetuoso con el entorno, dado que las consecuencias son tanto para los países desarrollados y países en desarrollo.

Ecuador no cumpliría con los O.D.S de la agenda 2030 si continúa el incremento gradual de las emisiones de gases de efecto invernadero, la industrialización y urbanización no inclusiva y no sostenibles. De manera similar, otros países del mundo que firmaron estos acuerdos tampoco cumplirían con las metas establecidas si no se comprometen en mitigar todos los problemas que establecieron los O.D.S.

Justificación e Importancia del Estudio

El fin de este estudio es determinar el impacto de la industrialización y la urbanización en las emisiones de gases de efecto invernadero y analizar el comportamiento de estas variables para establecer si se están cumpliendo los O.D.S.

La información que permitió identificar si los indicadores de la industrialización y la urbanización impactan en las emisiones de gases de efecto invernadero, es mediante un modelo econométrico y diferentes pruebas econométricas, los datos son de fuentes como el Banco Mundial y Our World in data. Lo que facilitó, determinar el impacto de estos indicadores en las emisiones de gases de efecto invernadero, este estudio posibilitará al gobierno ecuatoriano incluir acciones, estrategias y políticas específicas para abordar el aumento de las emisiones GEI para frenar impacto ambiental.

De igual manera, este estudio ofreció una perspectiva novedosa sobre la evaluación del comportamiento de dichas variables en el cumplimiento de los O.D.S en Ecuador. Se emplearon los indicadores globales oficiales para los O.D.S en América Latina y el Caribe con el fin de determinar el grado de cumplimiento de estos objetivos, por medio de gráficos de líneas, circular y área.

Delimitación del Problema

Esta investigación se efectuó en el periodo comprendido entre 1960-2021 en Ecuador, utilizando datos anuales obtenidos de fuentes como Banco Mundial y Our World In data. Se analizó la relación entre la industrialización y la

urbanización con finalidad de determinar el impacto que tienen dentro de las emisiones de gases de efecto invernadero, bajo el enfoque de O.D.S y el modelo VAR.

Formulación del Problema

¿Cuál es el impacto de la relación causal entre la industrialización y la urbanización en las emisiones de gases de efecto invernadero en Ecuador?

Objetivos

Objetivo General

Análisis del impacto de la relación causal entre la industrialización y la urbanización en las emisiones de gases de efecto invernadero en Ecuador.

Objetivos Específicos

- ❖ Analizar el comportamiento de las variables industrialización y urbanización bajo el enfoque del cumplimiento de los O.D.S.
- ❖ Examinar el comportamiento de la variable emisiones de gases de efecto invernadero bajo el enfoque del cumplimiento de los O.D.S.
- ❖ Determinar la interacción entre la industrialización, la urbanización y las emisiones de gases de efecto invernadero mediante un modelo de Vectores Autorregresivos.

Hipótesis o Idea a Defender

La industrialización y la urbanización influyen en las emisiones de gases de efecto invernadero en Ecuador.

Aporte Teórico o Conceptual

Este estudio de investigación permitió conocer la relación de interacción compleja que existe entre los sectores y cómo se pueden cruzar los campos de desarrollo económico e indicadores ambientales, en un solo tema. Además, proporciono información relevante al momento de la toma de decisiones para el gobierno del Ecuador, las organizaciones ambientales, la comunidad científica y la sociedad en general, y establecer si se está logrando el cumplimiento de los O.D.S en Ecuador por medio de los indicadores escogidos para cada una de las variables.

Aplicación Práctica

Los resultados de este trabajo de investigación son útiles para quienes buscan comprender como las prácticas de aumento de la industrialización y la urbanización afectan a las emisiones de gases de efecto invernadero, y de igual forma para comprender la importancia de los indicadores de los O.D.S. Para que, de esa forma, los gobiernos tomen decisiones y estrategias sostenibles para abogar por prácticas más sustentables y el cumplimiento de los O.D.S.

CAPÍTULO I

Marco Referencial

1.1. Estado del Arte.

En este capítulo se desarrollarán las bases científicas a través de la revisión de estudios anteriores similares.

Los estudios de Issayeva et al. (2023), determinaron la relación entre la industrialización, el consumo de energía renovables, el crecimiento económico y las emisiones de CO₂ en la República de Kazajstán del periodo de 1990 a 2021. Los datos se analizaron utilizando varios métodos, incluida la prueba de cointegración de Johansen, la prueba de raíz unitaria ADF, el análisis vectorial autorregresivo (VAR) y la prueba de causalidad Granger. Los resultados demostraron que la prueba ADF todas las series son estacionarias en el primer nivel de diferencia, el criterio del orden de los rezagos para determinar el modelo VAR, el valor del rezago más alto adecuado fue 1, y la prueba de las raíces inversas del polinomio indica compatibilidad dado que todas las raíces están dentro del círculo unitario. Los hallazgos revelan una relación causal entre la industrialización y el crecimiento económico, y entre el consumo de energía renovable y las emisiones de CO₂. Recomiendan que el país debiese invertir más en energías renovables y consumo sostenible, y se demuestra que el desarrollo industrial y el crecimiento económico se pueden lograr sin mayores preocupaciones sobre el CO₂.

Adedoyin y Bekun (2020), analizaron la relación entre la urbanización, el turismo, consumo de energía y la emisión de contaminantes CO₂ para siete países dependientes del turismo durante el período 1995 a 2014. La metodología que usaron fue modelo de vectores autorregresivos (VAR), la prueba de raíz unitaria y la prueba de la causalidad de Granger. Los resultados de las pruebas de raíz unitaria confirman que todas las variables son estacionarias en la primera diferencia, la prueba VAR de causalidad de Granger muestran una causalidad unidireccional que fluye del turismo a las emisiones de CO₂, el PIB y el consumo de energía, pero existe una causalidad bidireccional entre el turismo, la urbanización y las emisiones de CO₂. Recomiendan que los países debieran aplicar las políticas energéticas y turísticas sin comprometer el medio ambiente.

En el estudio de Parveen et al. (2019), llevaron a cabo su investigación relacionada con determinar el nexo causal entre las variables urbanización, industrialización, crecimiento económico y las emisiones de CO₂ en Pakistán durante el periodo de 1975 a 2017. La metodología que usaron para determinar el vínculo causal entre las variables fue el modelo vector autorregresivo, la prueba de causalidad de Granger, las pruebas de raíz unitaria de Dickey Fuller Aumentada (ADF) y Phillips Perrón (PP) y la prueba de cointegración. Como resultado indican, la urbanización, industrialización y las emisiones de CO₂ no fueron estacionarias y se convierten en estacionarias después de tomar la primera diferencia, además de que las variables no cointegran. Las estimaciones de la causalidad de Granger determinan que se encuentran causalidades unilaterales, las emisiones de CO₂ al crecimiento económico y a la urbanización. No se encontró causalidad bidireccional y se encontraron relaciones de tipo independiente en urbanización con industrialización e industrialización con emisiones de CO₂. No obstante, la cuestión de las emisiones de CO₂ no debe ignorarse a la hora de formular políticas de industrialización.

Los investigadores Talbi et al. (2022), en su estudio exploraron el papel de la urbanización, la industrialización y el uso de energía que impactan a las emisiones de gases de efecto invernadero expresadas en CO₂ en Túnez en el periodo 2000 a 2018. La metodología que implantaron fue el modelo de vectores autorregresivos (VAR) para examinar los factores que impulsan la evolución de las emisiones de CO₂, la prueba de raíz unitaria de Dickey Fuller Aumentada (ADF) y la prueba de cointegración. Los resultados indicaron que en la prueba ADF las series no son estacionarias en nivel, sino en primeras diferencias y todas las variables se integran en orden 1. El criterio del orden de los rezagos para determinar el modelo VAR el valor del rezago más alto adecuado fue 2 y todas las raíces inversas del modelo están dentro del círculo unitario, lo que indica que los resultados de estimación del modelo son robustos. Los hallazgos revelan una relación causal entre la industrialización y la urbanización tiene un efecto sobre las emisiones de CO₂, se debe principalmente a que la urbanización conduce a un aumento en el uso de vehículos que favoreció el rápido desarrollo de industrias relacionadas con la construcción de automóviles, aumentando así el consumo energético y emisiones de CO₂.

Siqin et al. (2022), examinaron el nexo entre las emisiones de CO₂, el nivel de urbanización y la industrialización en el norte de China durante el periodo de 2004 a 2019. Los métodos que aplicaron fueron a prueba de raíz unitaria del panel, la prueba de cointegración del panel y la prueba de causalidad de Granger del panel. Los resultados determinaron la relación de equilibrio a largo plazo entre el CO₂, el nivel de urbanización y la estructura industrial en el norte de China, y el nivel de urbanización es el que más contribuye al CO₂ emisiones de gases de efecto invernadero, seguido del consumo de energía fósil. Además, la causalidad bidireccional entre las emisiones de CO₂ y nivel de urbanización y la causalidad unidireccional de la estructura industrial al CO₂.

En el estudio de Ghosh (2017), examinó las conexiones entre el crecimiento económico, consumo de energía, la urbanización y las emisiones de CO₂ para la India y sus principales vecinos durante el periodo de 1971 a 2012. La metodología que usaron fue el modelo VAR en un marco de series de tiempo, adoptando la prueba de estacionariedad de datos, prueba de relevancia de raíz unitaria, Dickey-Fuller Aumentada (ADF), la prueba de cointegración, la función de respuesta al impulso y el análisis de descomposición de la varianza. Como resultado, el análisis de series de tiempo identificó que las variables no son estacionarias, por lo tanto, se procedió a hacer un proceso de diferenciación (d) en primeras diferencias para obtener un proceso estacionario, las variables se explican al corto plazo por sí mismas.

Por otra parte, Islam et al. (2017), analizaron la relación entre las emisiones de CO₂, la industrialización, el producto interno bruto (PIB) y el consumo de energía en Bangladesh desde el año 1998 al 2013. Mediante el modelo de vectores autorregresivos (VAR) y la prueba de raíz unitaria de Phillips-Perrón (PP) y la prueba de cointegración. Los hallazgos que se obtuvieron del análisis VAR sugieren que, en el caso de Bangladesh, el PIB per cápita y la industrialización tienen una relación significativa con las emisiones de CO₂. El resultado de la prueba de raíz unitaria (PP) indica que todas las variables seleccionadas son estacionarias y están integradas en la segunda diferencia. La prueba de cointegración no hay evidencia de una ecuación de cointegración entre las cuatro variables.

En el trabajo de investigación de Ehigiamusoe et al. (2023), examinaron la relación causal entre la industrialización, la globalización, las tecnologías de la

información y la comunicación (TIC) y la degradación ambiental en Malasia durante 1970-2019. Bajo la metodología de la causalidad de Granger, la prueba de raíz unitaria, las pruebas de Dickey Fuller Aumentada (ADF) y Phillips Perrón (PP) y la prueba de cointegración. Como resultado, determinaron que existe una causalidad conjunta a largo y corto plazo de la industrialización, la globalización y las TIC con las emisiones de carbono, Dichas variables son significativas y son determinantes de las emisiones de CO₂. Recomiendan que implementar políticas para mitigar estos problemas ambientales y lograr una economía verde.

Tarasawatpipat y Mekhum (2020), llevaron a cabo su investigación relacionada con la emisión de gases de efecto invernadero y sus factores que provocan que aumenten. Las variables seleccionadas en su estudio fueron la industrialización, la urbanización, el crecimiento de la poblacional, los procesos de fabricación y el consumo de energía en los países de la ASEAN. La metodología que usaron es la prueba de causalidad de Granger, la prueba de cointegración y la prueba de raíz unitaria de Dickey-Fuller. Los resultados finales determinaron que la urbanización, la industrialización y el crecimiento de la población sí tienen un impacto sobre las emisiones de gases de efecto invernadero.

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (2019), en su junta, estableció que la industrialización tiene interconexiones con el O.D.S 9 (Industria, Innovación e Infraestructuras). Este objetivo está compuesto por una serie de metas que buscan la industrialización inclusiva y sostenible, fija el incremento de la productividad como objetivo meta y que siempre esté presente la innovación y la tecnología, de igual forma que se deberían aumentar la inversión en investigaciones científicas en los países en desarrollo.

En el estudio del Instituto Nacional de Estadística (2021), señala que en España el cumplimiento del O.D.S 9 Industria, Innovación e Infraestructura, en donde el sector manufacturero ha venido recuperando su participación en proporción al PIB en los últimos años, la serie de datos muestra una tendencia estable o contantes, sin cambios bruscos, el valor máximo fue de 11,30% en el 2015 y para el 2019 y 2020 de 11,17% y 11,18%. Asimismo, destaca que el peso de las pequeñas industrias dentro del valor agregado total del sector industrial existe una tendencia decreciente con el valor más bajo en el 2018 de 13,53%. En cuanto a las emisiones, el estudio menciona que las emisiones de CO₂ por unidad de valor añadido del sector, representan ausencia de tendencia clara en la

evolución, sin cambios significativos que para el 2015 fueron de 0,61 kg CO₂ y para el 2019 de 0,56 kg CO₂.

Adicionalmente, en el estudio de Chena et al. (2022), analizaron las interconexiones entre la urbanización y los O.D.S, donde hicieron un estudio con los 17 O.D.S, en donde encontraron sinergias con 151 indicadores y con 31 indicadores tienen sinergias más fuertes. Estas metas incluyen principalmente el O.D.S 11 (Ciudades y comunidades sostenibles), el O.D.S 12 (Producción y consumo responsables) y el O.D.S 6 (Agua Limpia y Saneamiento). Estos objetivos están relacionados en gran medida con la sostenibilidad de la trayectoria actual de desarrollo de la urbanización en las naciones del mundo y el acceso digno a los servicios de suministro de agua y saneamiento.

En el trabajo de investigación de Sanitation And Water For All (2022), señala que en Colombia el cumplimiento del O.D.S 6 Agua Limpia y Saneamiento, los resultados para una población de 50.880.00 personas en el año 2020, determina que el porcentaje de población que usa servicios básicos de agua gestionada de forma segura fue 80% del área urbana para lograr el 100% se necesita 13 veces un progreso más rápido, para el cumplimiento del indicador saneamiento gestionado de forma segura en el área urbana fue de 79% para lograr el cumplimiento del 100% se necesita 52 veces un progreso más rápido y por ultimo para el indicador de higiene con instalaciones para lavarse las manos con agua y jabón fue de 76% en el área urbana se necesita para el cumplimiento al 100% se requiere 21 veces un progreso más rápido.

El O.D.S 13 (Acción por el clima) tiene una interconexión fuerte con las emisiones de gases de efecto invernadero, una de sus metas específicamente directas que menciona que se deben reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para prevenir el cambio climático y su cuestión principal es la medición de las políticas y acciones que los países aplican para reducir dicho impacto y sensibilizar a la población de que debemos tener prácticas más sostenibles (Pacto Mundial Red Española, 2020).

El informe de United Nations Climate Change (2022), señala el incumplimiento del O.D.S 13 Acción por el clima, determinado por el aumento de las emisiones mundiales de CO₂ que para el 2021 repuntaron a un nivel más alto en la historia con un incremento del 6%, dado que la economía mundial se recuperaba del COVID-19 de manera no sostenible. Esto queda demostrado en

que para el 2020 los niveles de emisiones disminuyeron notablemente debido a las restricciones de la pandemia, no obstante, cuando las restricciones se levantaron, las emisiones retomaron su tendencia al alza récord en 2021.

1.2. Bases Científicas y Teóricas de la Temática

1.2.1. Teoría de la Curva de Kuznets

El ganador del Premio Nóbel en economía, Simón Kuznets, formuló la teoría de la curva de Kuznets donde se postula que, durante las fases iniciales del desarrollo económico y crecimiento económico de las naciones, sostiene que la emisión de contaminantes tiende a aumentar, alcanzando un punto máximo. Sin embargo, esta tendencia llega a disminuir en las naciones desarrolladas, debido a que la sociedad progresa tiene un nuevo enfoque innovador para abordar los desafíos ambientales y adquieren una mayor conciencia ambiental y regulaciones ambientales (Gitli & Hernández, 2002).

Esta teoría es válida para los países desarrollados y cuestionada para los países en vías de desarrollo, dado que existe una relación válida para los países que tienen un crecimiento económico alto o países desarrollados, que han implementado métodos excelentes de legislación ambiental o incentivos para los diferentes sectores de la economía y población que permite reducir el impacto ambiental. Solo por esas relaciones se cumple la hipótesis de la curva de Kuznets, donde un mayor ingreso tendrá como resultado una disminución de contaminantes y de las condiciones desfavorables ambientales. Los países en vías de desarrollo, como Ecuador, deben cambiar sus enfoques, tales como el patrón de consumo en las ciudades, la legislación y regulaciones ambientales que deben estar orientados hacia la sostenibilidad (Simioni, 2003).

Por otra parte, Arostegui y Baltodano (2020) establecen que los países que no tienen un alto nivel de industrialización y su extracción de los recursos recién empiezan a despegar paulatinamente, esto conlleva a un alto deterioro ambiental debido a la deficiencia de las tecnologías y la falta de conciencia ambiental por parte de la población. Por ende, se cumple la hipótesis de la teoría de Kuznets de que si su desarrollo económico o ingreso es bajo, su impacto ambiental será más alto, que mientras que los países con alto ingreso que tienen más conciencia ambiental y continúan creciendo a nivel del sector industrial y considerable desarrollo económico menor será su degradación ambiental, medida en la emisión de contaminantes.

Según información aportada por Olivares y Rodríguez (2021), en su estudio toman el indicador de la urbanización y población descontrolada en los países en desarrollo que provoca una alta degradación ambiental, medida en la intensidad de los desechos generados por la población en la nación. No obstante, afirma el autor que no es la única consecuencia de la degradación ambiental, ya que esta engloba diferentes tipos, tales como el aumento de las emisiones de contaminantes.

1.2.2 Teoría de Desarrollo Sostenible

El término de desarrollo sostenible apareció en el informe Brundtland donde planeaban la relación entre medio ambiente y desarrollo. Esta teoría se centra en tres dimensiones; ecológico, social y económico. Las actividades humanas se pueden clasificar como sostenibles si se utilizan los recursos naturales renovables y no renovables de forma prudente, garantizando alternativas y usos que no logren dañar los ecosistemas. La transición hacia lo sostenible es difícil, pero necesaria para que las generaciones futuras y presentes puedan gozar de los recursos del planeta sin preocuparse del mañana (Artaraz, 2002).

Miranda et al. (2007), el desarrollo sostenible plantea la necesidad de un progreso armónico y equilibrado en el planeta. Donde se debe alinear adecuadamente la utilización de los recursos naturales, la orientación de las inversiones económicas, la innovación tecnológica, la adaptación de las estructuras industriales y modelos de gobernanza para satisfacer las necesidades del presente sin hipotecar la capacidad de las futuras generaciones. No se trata de un proceso solo económico y material, sino que busca un equilibrio con los recursos naturales del planeta y las actividades humanas.

1.2.2.1. Antecedentes del Desarrollo Sostenible. Desde los años 40, el concepto de desarrollo sostenible ha evolucionado significativamente. Inicialmente, se denominaba producción sostenible y se aplicaba a los recursos naturales. En los años 50, factores como la relación norte-sur y la Guerra Fría llevaron a reconocer el tercer mundo como fuente de materias primas y a identificar la pobreza masiva. En los años 70, la preocupación ambiental creció gracias a conferencias de la ONU que destacaron problemas como la extinción de especies y la contaminación. En los 80, la Comisión Europea publicó el "Libro Verde", promoviendo políticas agrarias ambientalmente responsables, y se prestó

más atención a problemas como la explosión demográfica y el agujero de ozono. La ONU introdujo la "Agenda 21" en los 90, enfocándose en acciones globales, nacionales y locales para promover el desarrollo sostenible. La Conferencia de Río de Janeiro en 1992 enfatizó la cooperación internacional y la responsabilidad diferenciada de los estados (Madroñero & Guzmán, 2018).

1.2.2.2. Tentativas Científicas del Desarrollo Sostenible. Las tentativas científicas del desarrollo sostenible se dividen en tres tendencias. La primera, tecnocientifista, redefine paradigmas en ciencias naturales con un enfoque ingenieril y matemático. Esta tendencia justifica el discurso de sostenibilidad, profundizando en biología, ecología e ingeniería ambiental. Mientras que la segunda tendencia, ecléctica, combina diversas disciplinas y teorías, como la hermenéutica y la economía política, para abordar la complejidad del problema ambiental, relacionando problemas sociales y ambientales, utiliza un enfoque interdisciplinario que ha generado nuevas áreas como la ecología política y la economía ecológica (Gasca, 2005).

La tercera tendencia es crítica y desconfía del discurso dominante de la sostenibilidad, revelando los intereses político-ideológicos detrás del control de la naturaleza. Aunque no propone una teoría completa, reconoce la necesidad de consensos y acciones unificadas. Esta crítica a la relación hombre-naturaleza, abordada por pensadores como Marx y Heidegger, se enfoca en la explotación racional y minimización del daño, en lugar de la relación esencial entre sociedad y naturaleza (Gasca, 2005).

1.2.3 Teoría de las Externalidades

La teoría de las externalidades consiste en que las elecciones y acciones de los agentes económicos como implica los individuos, las familias y las empresas en sus roles de consumidores y productores, que respectivamente, generan externalidades que impactan a otras personas y organizaciones ajenas que no están directamente involucradas en esas transacciones del mercado. Es decir, un claro ejemplo son los efectos colaterales positivos y negativos, como lo son los daños ambientales ocasionados por las industrias, que afectan a toda la población (Helbling, 2010).

Las externalidades ambientales negativas, no solo se dan por los procesos de industrialización, sino también por procesos acelerados de urbanización. Especialmente, por la construcción de viviendas no planificadas, ni legalizadas

adecuadamente, provocan diversas externalidades como lo es degradación del suelo, deterioro de los recursos y emisión de gases de efecto invernadero (Palmett, 2016).

1.2.3.1. Externalidades de Producción. En el estudio de Mankiw (2012), menciona que las externalidades positivas en la producción se producen cuando los beneficios sociales superan los costos privados. Un ejemplo, es la producción de robots industriales, donde un nuevo diseño beneficia no solo a la empresa creadora, sino también al conjunto de la sociedad a través del efecto-difusión de la tecnología. Lo que da como resultado que se reduce el coste social de producción por debajo del coste privado, por lo cual, para internalizar esta externalidad positiva, el gobierno puede ofrecer subvenciones, estas subvenciones desplazarían la curva de oferta hacia abajo, incrementando la cantidad de robots producidos hasta alcanzar el nivel socialmente óptimo, que maximiza el beneficio total para la sociedad.

1.2.3.2. Externalidades de Consumo. Las externalidades en el consumo, afectan el bienestar social. El consumo de bebidas alcohólicas es un ejemplo de externalidad negativa, ya que aumenta el riesgo de conducción peligrosa, reduciendo el valor social por debajo del valor privado. Por otro lado, la educación genera externalidades positivas, ya que una población más educada mejora la gobernanza, incrementando el valor social por encima del valor privado. Para corregir estos fallos del mercado, el gobierno puede imponer impuestos a los bienes con externalidades negativas, como el alcohol, y otorgar subvenciones a aquellos con externalidades positivas, como la educación. Estas políticas alinean el equilibrio del mercado con el óptimo social, promoviendo un mayor bienestar general (Mankiw, 2012).

1.2.4 La Industrialización

La industrialización en Ecuador se distingue en dos fases significativas: la primera, desde 1900 hasta 1948, marcada por un desarrollo industrial enfocado al sector primario exportador; la segunda, de 1948 a 2021, establecida por los esfuerzos significativos para fomentar una política industrial. En este contexto, la nueva dirección del sector industrial está enfocada en que la productividad obtenga un alto valor agregado y fundamental la integración de las nuevas tecnologías. Con el objetivo de fortalecer la capacidad de la producción de forma sostenible y efectiva (Creamer, 2022).

Como indicó Suarez y Molina (2014), el desarrollo industrial impulsa una notable revitalización socioeconómica y eleva la calidad de vida de los habitantes. Sin embargo, este progreso conlleva a alteraciones significativas como lo es el desequilibrio en los ecosistemas, diversas formas de contaminación y potenciar el cambio climático. Es esencial que los gobiernos aborden estos impactos negativos, para que de esa forma el desarrollo industrial sea sostenible con el medio ambiente y esté en concordancia con el planeta logrando preservar el medio donde vivimos y habitamos.

Por otro lado, Bravo et al. (2021) indican que el incremento de la actividad industrial a lo largo de los años conlleva inevitablemente sobre el medio físico la emisión de contaminantes a la atmósfera, la generación de desecho y la descarga de sustancias contaminantes. Es por ello, que es imperativo identificar y establecer objetivos y metas más estrictas para la prevención de riesgos y tener un desarrollo sostenible con el planeta. El autor sostiene que estos objetivos deben basarse en tres pilares fundamentales en que se benefician mutuamente: la industrialización, la sociedad y el medio ambiente.

1.2.4.1. Impacto Ambiental de la Industria. En el estudio de Escrig (2013), resalta que la industrialización impacta negativamente al medio ambiente en áreas clave como aire, agua y energía. Las actividades industriales contribuyen significativamente a la emisión de gases de efecto invernadero, con un 17% proveniente de industrias manufactureras y de la construcción. Estas actividades han llevado a un incremento en la emisión de CO₂ y otros contaminantes atmosféricos. A pesar de una reducción en las emisiones de SO₂ y gases que afectan la capa de ozono, la industria debe enfocar esfuerzos en disminuir las emisiones de CO₂ y compuestos orgánicos volátiles no metánicos para mitigar el cambio climático.

En cuanto al agua, aunque la contaminación industrial parece controlada en algunas áreas, la escasez de agua potable e industrial sigue siendo un problema crítico, especialmente en países con alta demanda y baja disponibilidad, como Ecuador. La industria debe mejorar el reciclaje de aguas residuales y optimizar procesos para reducir el consumo de agua. En términos de energía, aunque se ha avanzado en el uso de fuentes más limpias, la eficiencia energética sigue siendo baja, y es crucial mejorarla para reducir el impacto ambiental y alinearse con estándares internacionales (Escrig, 2013).

1.2.5 La Urbanización

La tasa de urbanización en Ecuador revela que el proceso migratorio de campo a ciudad se ha ido acelerando paulatinamente en la última década en ciudades, y se ha convertido en un aspecto del desarrollo económico del país. Este crecimiento urbano, es considerado un indicador demográfico que muestra la densidad urbana y el comportamiento humano. Sin embargo, este proceso genera desigualdades a nivel social y ecológicos se transforma el suelo rural a suelo urbano, por ende, se desgastan los recursos naturales presentes en estos suelos (Godoy, 2018).

En su estudio Lefebvre (2010), destaca que la problemática de la acelerada urbanización es la presencia de la falta de servicios básicos y falta de sostenibilidad en las ciudades. Por ende, recomienda promover una urbanización más sostenible con bajo impacto en las áreas de mayor nivel poblacional, como la reducción en el consumo de materiales, agua y energía. Potenciar las energías renovables ayuda a reducir el combustible fósil, lo que conlleva a reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

El crecimiento urbano no planificado trae resultados tanto en lo físico como en lo ambiental. La demanda por los servicios energéticos, educación, salud, entre otros, en esas áreas urbanas aumenta. El colapso de los servicios genera consecuencias ambientales. El sector energético en estas áreas ocasiona emisiones altas de algunos contaminantes, dado que se ocasiona un desajuste de este servicio debido a la alta demanda. Los gobiernos deben tener planes para que no existan desequilibrios (Discol & Martini, 2010).

1.2.5.1. Urbanización Sustentable. La urbanización sustentable se centra en promover el desarrollo socioeconómico en armonía con la preservación de los recursos naturales, garantizando recursos para futuras generaciones. Es decir, este enfoque busca mejorar la calidad de vida en áreas urbanas mientras se fomenta la equidad en el uso de recursos naturales. Las ciudades sustentables planifican su crecimiento considerando el entorno, transporte, uso del suelo y zonas de esparcimiento, este tipo de planificación ayuda a reducir la contaminación, prevenir inundaciones y mejorar la infraestructura. Además, se promueve una descentralización cultural con espacios como bibliotecas y parques, fomentando actividades deportivas y el uso de vehículos alternativos como la bicicleta (Soto, 2015).

1.2.6 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

Los gases de invernadero son componentes atmosféricos que facilitan el paso de la radiación solar de onda corta hacia la Tierra, calentando su superficie. Estos gases también absorben parte de la radiación infrarroja emitida por la Tierra, lo cual la atmósfera retiene, generando así el efecto invernadero, esencial para mantener las temperaturas adecuadas en nuestro planeta. No obstante, las actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles, la industrialización no inclusiva, la masiva urbanización y cambios en el uso del suelo, han aumentado significativamente las concentraciones de estos gases, resultando en un incremento notable de la temperatura global (Doll & Baranski, 2011).

Caballero et al. (2007), menciona que el principal gas causante del calentamiento global es el dióxido de carbono (CO₂), aunque no es el único. Otros gases de efecto invernadero importantes son el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄), los perfluorocarbonos (PFC), los hidrofluorocarbonos (HFC) y el hexafluoruro de azufre (SF₆). La contribución de cada gas al calentamiento global depende tanto de su concentración en la atmósfera como de su potencial de calentamiento global. Sin embargo, el CO₂ es el gas más abundante, no es el más potente en términos de calentamiento global; el hexafluoruro de azufre tiene el mayor potencial de calentamiento.

De acuerdo con, lhobe (2013), afirma que existen varios enfoques para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero, no obstante, todo depende de cada organización, en la cual se pueden enfocar en el nivel de detalle y los objetivos de reducción establecidos, el autor nos indica los siguientes enfoques principales:

- **El Inventario de Emisiones:** El método más básico y se centra en contabilizar las emisiones directas derivadas de actividades como el consumo de combustibles fósiles y el transporte.
- **La Huella de Carbono:** Es un enfoque más amplio que abarca una visión integral del ciclo de vida del concepto evaluado, considerando tanto las emisiones directas como las indirectas asociadas a la organización.

1.2.7 Objetivos de Desarrollo Sostenible (O.D.S)

Los O.D.S son una consecución y recordatorio para que los países se unan a la acción colectiva para un mejor futuro sostenible en el planeta, tanto para las

generaciones presentes y futuras. Esta agenda realizada por las Naciones Unidas en 2015 consta de 17 objetivos, pretende poner fin a la pobreza, preservar al planeta y asegurar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para el año 2030 (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2023).

La presente investigación se alinea al cumplimiento del objetivo 9 “Industria, Innovación e Infraestructura” para la variable de Industrialización con el indicador 9.2.1 “Valor añadido del sector manufacturero en proporción al PIB (en porcentajes)”, 9.3.1 “Proporción del valor añadido total del sector industrial correspondiente a pequeñas industrias” y 9.4.1 “Emisiones de CO₂ por unidad de valor añadido”, de los O.D.S de las Naciones Unidas en su agenda 2030. Estas metas establecen fomentar un tipo de industrialización que contribuya al crecimiento económico en el sector manufacturero y el aumento de las industrias de pequeña escala de forma sostenible e inclusiva (CEPAL, 2015).

La Urbanización se alinea al cumplimiento del Objetivo 11 “Ciudades y Comunidades sostenibles”, que en su meta 11.1 destaca que todas las personas puedan tener servicios básicos adecuados y asequibles, que se encuentra medido por el Objetivo 6 “Agua y Saneamiento”, del indicador 6.1.1 “Proporción de la población que utiliza servicios de suministro de agua potable sin riesgo” y 6.2.1 “Proporción de la población que utiliza: a) servicios de saneamiento gestionados sin riesgos y b) instalaciones para el lavado de manos con agua y jabón”. Esta meta establece abordar directamente en lograr el acceso de las zonas urbanas y rurales con respecto servicios de saneamiento e higiene adecuado en las viviendas (CEPAL, 2015).

La variable de emisión de gases de efecto invernadero contribuye al cumplimiento del Objetivo 13 “Acción por el clima”, el indicador 13.2.2 “Emisiones de gases de efecto invernadero por año”. Este O.D.S establece la necesidad de integrar medidas relacionadas con el cambio climático en las políticas, estrategias, planes nacionales y mide las emisiones de gases de efecto invernador por sector, y determina si los 170 países por medio de una tabla, si los países comprometidos están cumpliendo con bajar los niveles de las emisiones GEI. Este O.D.S es muy importante, dado que los efectos adversos del cambio climático tendrán un impacto más significativo en las comunidades menos privilegiadas y en situaciones de mayor vulnerabilidad económica (CEPAL, 2015).

1.3. Fundamentación Legal

1.3.1 Constitución de la República del Ecuador

En el capítulo segundo, Derechos del buen vivir en la sección segunda de la Constitución de la República del Ecuador (2008), titulado Ambiente sano en el artículo 14, hace referencia a la protección del medio ambiente:

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

En el capítulo segundo, Biodiversidad y recursos naturales en la sección primera, titulada Naturaleza y ambiente en el artículo 395, trata sobre los principios ambientales del estado ecuatoriano:

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.
3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

En la sección séptima del mismo capítulo, titulado Biosfera, ecología urbana y energías alternativas en el artículo 414, hace referencia a las limitaciones de las emisiones de gases de efecto invernadero para frenar el cambio climático:

Art. 414.- El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo.

1.3.2 Reforma el libro VI del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente de la Calidad Ambiental

Reforma el libro VI del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente de la Calidad Ambiental, acuerdo No.0.61, que entró en vigencia en mayo del año 2015. El artículo 232 menciona que la población debe tener un consumo sustentable (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2015):

Art. 232 Consumo Sustentable. - Es el uso de productos y servicios que responden a necesidades básicas y que conllevan a una mejor calidad de vida, además minimizan el uso de recursos naturales, materiales tóxicos, emisiones de desechos y contaminantes durante todo su ciclo de vida y que no comprometen las necesidades de las futuras generaciones.

1.3.3 El Código Orgánico del Ambiente (COA)

Esta norma representa el marco legal más significativo del país en lo que respecta al ámbito ambiental, ya que abarca los temas esenciales para una gestión ambiental efectiva y adecuada, publicada en Registro Oficial Suplemento 983 de 12 de abril del 2017. En el título VI Producción y consumo sustentable, en el artículo 245, hace referencia a las obligaciones generales de la población ecuatoriana sobre la producción más limpia y el consumo sustentable (Asamblea Nacional, 2017):

Art. 245.- Obligaciones generales para la producción más limpia y el consumo sustentable. Todas las instituciones del Estado y las personas naturales o jurídicas, están obligadas según corresponda, a:

1. Incorporar en sus propias estructuras y planes, programas, proyectos y actividades, la normativa y principios generales relacionados con la prevención de la contaminación, establecidas en este Código;
2. Optimizar el aprovechamiento sustentable de materias primas;
3. Fomentar y propender la optimización y eficiencia energética, así como el aprovechamiento de energías renovables;
4. Prevenir y minimizar la generación de cargas contaminantes al ambiente, considerando el ciclo de vida del producto;
5. Fomentar procesos de mejoramiento continuo que disminuyan emisiones;
6. Promover con las entidades competentes el acceso a la educación para el consumo sustentable;
7. Promover el acceso a la información sobre productos y servicios en base a criterios sociales,

ambientales y económicos para la producción más limpia y consumo sustentable;

8. Coordinar mecanismos que faciliten la transferencia de tecnología para la producción más limpia;

9. Minimizar y aprovechar los desechos; y,

10. Otros que la Autoridad Ambiental Nacional dicte para el efecto.

En el Título II, la adaptación y mitigación del cambio climático, del capítulo I Disposiciones Generales para las medidas de adaptación y mitigación del cambio climático, los artículos 257 y 259, tratan sobre que el gobierno ecuatoriano debe realizar acciones para prevenir el cambio climático, en donde plantea la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero:

Art. 257.- Enfoques para la adaptación y mitigación. En las acciones de adaptación se crearán y fortalecerán las capacidades del país para afrontar los impactos del cambio climático, con énfasis en la reducción de la vulnerabilidad y de acuerdo a las prioridades establecidas por la Autoridad Ambiental Nacional.

En aquellas zonas vulnerables o de alto riesgo, el Estado priorizará la inversión para la adaptación al cambio climático con especial énfasis en la prevención de desastres.

Para las acciones de mitigación se implementarán, entre otras, aquellas tendientes a reducir emisiones de gases de efecto invernadero, incrementar sumideros de carbono y crear condiciones favorables para la adopción de dichas acciones en los sectores priorizados e impulsar iniciativas que se realicen sobre este tema de conformidad con los acuerdos internacionales ratificados por el Estado.

Art. 259.- Criterios de las medidas de mitigación. Para el desarrollo de las medidas de mitigación del cambio climático se tomarán en cuenta los siguientes criterios:

1. Promover patrones de producción y consumo que disminuyan y estabilicen las emisiones de gases de efecto invernadero;

2. Contribuir a mejorar la calidad ambiental para fortalecer la protección y preservación de la biodiversidad, los ecosistemas, la salud humana y asentamientos humanos;

3. Incentivar e impulsar a las empresas del sector público y privado para que reduzcan sus emisiones;

4. Incentivar la implementación de medidas y acciones que permitan evitar la deforestación y degradación de los bosques naturales y degradación de ecosistemas; y,

5. Otras que determine la Autoridad Ambiental Nacional.

CAPÍTULO II

Aspectos Metodológicos

2.1. Métodos

En este estudio el método de razonamiento seleccionado es: el hipotético-deductivo.

Método hipotético-deductivo: Según Gianella (1995), este método implica plantear hipótesis como posibles soluciones a problemas, sin la posibilidad de tener la incertidumbre de si son verdaderas, con el fin de extraer consecuencias y someterlas a pruebas. Se desea determinar si la hipótesis planteada se cumple, la industrialización y la urbanización influyen en las emisiones de gases de efecto invernadero en Ecuador, bajo el enfoque del cumplimiento de los O.D.S. Y deductivo, se examinarán los resultados obtenidos de las variables del estudio.

2.1.1. Modalidad y Tipo de Investigación

En este estudio se va a aplicar el método cuantitativo y la modalidad no experimental, debido a que los datos fueron obtenidos del Banco Mundial (BM), Our World in data e Indicadores oficiales mundiales para los O.D.S en América Latina y el Caribe, CEPAL – Naciones Unidas.

El tipo de investigación que se implementó es de carácter correlacional/explicativo, permitió conocer y describir la relación estadística entre las variables estudiadas. Este tipo de investigación se centra en identificar la existencia y el grado de asociación entre dos o más variables, así como en explorar las posibles causas y efectos subyacentes a dicha relación, entre las emisiones de gases de efecto invernadero, la urbanización y la industrialización.

2.2. Variables

2.2.1. Variable Independiente

La industrialización

La urbanización

2.2.2. Variable Dependiente

Emisiones de gases de efecto invernadero

2.2.3. Operacionalización de las Variables

En este estudio se describió cada variable que se va a estudiar con el objetivo de determinar el tipo de indicador, las técnicas e instrumentos que se van a aplicar en el trabajo ver en el **Anexo N° 1**.

2.3. Población y Muestra

2.3.1. Población

La población considera todos los datos históricos disponibles de la industrialización, la urbanización y las emisiones de gases de efecto invernadero. Para el desarrollo de este estudio, los datos de serie de tiempo corresponden de fuentes secundarias para el estudio de las tres variables. Para conocer el cumplimiento de cada variable en los O.D.S se usarán indicadores oficiales mundiales para los O.D.S en América Latina y el Caribe CEPAL – Naciones Unidas en el periodo 2015-2022.

Los datos anuales de la variable industrialización (en industria, valor agregado, % del PIB), la urbanización (en población urbana, % del total) y las emisiones de gases de efecto invernadero (en emisiones de CO2 per cápita, en toneladas) en Ecuador, durante el periodo 1960-2021. Con base en lo anterior, por la naturaleza de este trabajo no se considera la estimación del tamaño de la muestra.

2.4. Técnica de Recolección de Datos

En este estudio está bajo la investigación cuantitativa. Las técnicas que se emplearon para este estudio son a través de fuentes secundarias. La fuente de datos provino de Our Word in Data para la variable emisiones de gases de efecto invernadero, el Banco Mundial (BM) para las variables la industrialización y la urbanización. Por último, los Indicadores oficiales mundiales para los O.D.S en América Latina y el Caribe CEPAL – Naciones Unidas, de los cuales se obtuvo información numérica para la resolución de los objetivos planteados.

2.5. Estadística Descriptiva e Inferencial

En este estudio utilizo estadística descriptiva e inferencial, dado que los datos son de fuente secundaria, a base de eso la información es representada mediante gráficos de líneas, circular y área. Además, se ha aplicado un modelo econométrico para obtener conclusiones del tema, en el **Anexo N° 2**, se presenta una descripción metodológica que detalla la manera en que se llevó a cabo esta investigación.

Para desarrollar el primer objetivo, se ejecutó un análisis del comportamiento de las variables de la industrialización en Ecuador, mediante los indicadores del O.D.S 9 “Industria, Innovación e Infraestructura”. Específicamente se estudiarán las metas 9.2, 9.3 y 9.4 examinando sus respectivos indicadores; 9.2.1 “Valor añadido del sector manufacturero en proporción al PIB (en porcentajes)”, 9.3.1 “Proporción del valor añadido total del sector industrial correspondiente a pequeñas industrias (en porcentajes)” y 9.4.2 “Emisiones de CO₂ por unidad de valor añadido del sector manufacturero (en kilogramos de CO₂ por dólar estadounidense constante de 2015)”. La representación de estos indicadores será a través de gráficos de líneas, en el periodo 2015-2022; permitió analizar tendencias y patrones en los niveles de la industrialización del Ecuador, así como el progreso frente a las mencionadas metas globales de desarrollo sostenible.

En el mismo primer objetivo, para el análisis de la variable la urbanización y para progreso frente a los O.D.S, se utilizaron los indicadores del O.D.S 6 “Agua y Saneamiento”. Específicamente, de la meta 6.1 y 6.2, el indicador 6.1.1 “Proporción de la población que utiliza servicios de suministro de agua potable sin riesgo” y 6.2.1 “Proporción de la población que utiliza: a) servicios de saneamiento gestionados sin riesgos y b) instalaciones para el lavado de manos con agua y jabón”. La representación gráfica de las tendencias de estas métricas entre 2015-2022 a través de gráficos de líneas permitió examinar el progreso en los niveles de urbanización, así como el logro de las metas mundiales de los O.D.S.

Para el segundo objetivo, se realizó un análisis del comportamiento de la variable emisiones de gases de efecto invernadero en Ecuador, a través del O.D.S 13 “Acción por el clima”. Específicamente, se empleó el indicador 13.2.2 “Emisiones de gases de efecto invernadero por año”. Mediante gráficos de líneas, circular y área, que describirán la evolución de este indicador entre 2015-2021, será posible observar tendencias y patrones en los niveles de gases de efecto invernadero según su actividad económica, así como el progreso frente a las metas globales de los O.D.S.

Para el tercer objetivo, se utilizó un modelo econométrico, se empezó por la prueba de Dickey Fuller Aumentada (ADF), la cointegración de Phillips-Ouliaris, por consiguiente, el Modelo de Vectores Autorregresivos (VAR), el test de Normalidad, el test de Heterocedasticidad, test de Autocorrelación y la prueba de

causalidad de Granger, para identificar la relación de las variables y cómo influyen las variables independientes en la variable dependiente en el periodo establecido de 1960-2021, mediante el software econométrico EViews.

2.5.1. Prueba de Dickey Fuller Aumentada (ADF)

Esta prueba Dickey Fuller Aumentada (ADF) supone que el término del error aleatorio (ϵ_t) no está correlacionado. Esta prueba se contrasta aumentando los valores rezagados de la variable dependiente.

Donde se establecen las siguientes hipótesis:

- Hipótesis nula, $H_0: Y = 0$
- Hipótesis alternativa, $H_1: Y < 0$

Esta prueba permite determinar si la hipótesis nula establece un proceso con raíz unitaria constante y que los datos carezcan de estacionariedad, mientras que la hipótesis alternativa es un proceso generador de datos de un proceso estacionario alrededor de una tendencia (Alonso, 2010).

2.5.2. Cointegración de Phillips-Ouliaris

Esta prueba permite dar evidencia sobre si las series de tiempo están cointegradas, es una prueba de raíz unitaria basada en los residuos. Donde para la cointegración tiene en cuenta la variabilidad adicional que se genera al utilizar los residuos estimados de la regresión, en lugar de los residuos de los parámetros poblacionales reales (Benites, 2022).

Se establecen las siguientes hipótesis:

- Hipótesis nula, $H_0 =$ no existe cointegración.
- Hipótesis alternativa, $H_1 =$ existe cointegración.

2.5.3. Modelo de Vectores Autorregresivos (VAR)

El modelo VAR es un modelo estadístico, que utiliza un sistema de ecuaciones dinámicas que examinan la interrelación entre datos de serie de tiempo, con una buena representación estadística de las relaciones pasadas y presentes de las variables, los VAR permiten observar como el cambio de una variable afecta al comportamiento de las otras a lo largo del tiempo (Novales, 2017).

Con el fin de determinar la posible relación entre la variable emisión de gases de efecto invernadero representada por x , la variable de industrialización representada por y , y la variable urbanización representada por z , se plantea un

Modelo de Vectores Autorregresivos, para identificar los posibles cambios y su comportamiento a corto plazo entre las variables escogidas para el periodo establecido.

Se presenta la siguiente fórmula:

$$x_t = \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_{1i} x_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta_{2i} y_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta_{3i} z_{t-i} + \mu_{1t}$$

$$y_t = \alpha' + \sum_{i=1}^n \beta'_{1i} x_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta'_{2i} y_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta'_{3i} z_{t-i} + \mu_{2t}$$

$$z_t = \alpha'' + \sum_{i=1}^n \beta''_{1i} x_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta''_{2i} y_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta''_{3i} z_{t-i} + \mu_{3t}$$

Donde:

- $\alpha, \alpha', \alpha''$ = Son los términos constantes.
- $\sum_{i=1}^n$ = indica que estamos sumando los efectos de los retardos desde $i=1$ (el retardo inmediato) hasta $i=n$ (el n -ésimo retardo).
- $\beta_{1i}, \beta_{2i}, \beta_{3i}$ = Son los coeficientes asociados con los retardos i de las variables x, y y z respectivamente.
- $\mu_{1t}, \mu_{2t}, \mu_{3t}$, = son los errores o perturbaciones en cada una de las ecuaciones en el tiempo t .

2.5.4. Test de Normalidad

El test de normalidad se utiliza para verificar si un conjunto de datos sigue o se ajusta a una distribución normal, es decir, si tiene una forma de campana simétrica alrededor de la media. También se emplea para evaluar si los residuos de un modelo estadístico se distribuyen normalmente los datos. (Rodríguez, 2022).

2.5.5. Test de Heterocedasticidad

Es una técnica estadística a cuál examina la existencia de una varianza no constante en las perturbaciones aleatorias en un modelo de regresión para el análisis de series de tiempo con diferentes variables (Arce, 2001).

Donde se establecen las siguientes hipótesis:

- Hipótesis nula, H_0 = los residuos exhiben homocedasticidad.

- Hipótesis alternativa, H_1 = los residuos presentan heterocedasticidad.

Si el valor p de la prueba es mayor que el nivel de significancia de 0.05 no se rechaza la hipótesis nula. Es decir, no existe evidencia suficiente para afirmar que existe heterocedasticidad o aceptar la hipótesis alternativa, por lo que se supone que se cumple el supuesto de homocedasticidad en el modelo y no se rechaza la hipótesis nula.

2.5.6. Test de Autocorrelación

Pérez (2009), detalla que el test de Autocorrelación se utiliza para medir el grado de correlación que existe entre las variables escogidas, la autocorrelación se presenta cuando los residuos o errores de un modelo estadístico muestran patrones sistemáticos de compensación a través del tiempo o del espacio, es decir que hay alguna relación o patrón en los datos que el modelo no está modelando adecuadamente, ya que el modelo no capta completamente la estructura de dependencia en los datos.

Donde se establecen las siguientes hipótesis:

- Hipótesis nula, H_0 = No hay autocorrelación presente en los residuos del modelo.
- Hipótesis alternativa, H_1 = Existe autocorrelación significativa en los residuos del modelo, indicando que los errores muestran patrones sistemáticos de compensación a través del tiempo o del espacio

2.5.7. Causalidad de Granger

La prueba de causalidad de Granger es aplicada para determinar si una serie temporal puede predecir a otra, y comprobar la existencia de causalidad unidireccional, bidireccional o no causalidad (Canizales & Hernández, 2021).

Según Gujarati y Porter (2010), la causalidad de Granger no solo implica que las variables de estudio estén relacionadas de manera que una influya directamente sobre la otra. También abarca el concepto de que las variables dependan mutuamente, sin necesariamente establecer la dirección o la magnitud precisa de esa influencia entre ellas. Este test permite decidir si se puede rechazar o aceptar la presencia de una causalidad directa entre variables, basándose en la capacidad de rechazar la hipótesis nula y aceptar la existencia de causalidad con niveles de significancia del 1%, 5% e incluso hasta el 10%.

2.6. Cronograma de Actividades.

El cronograma de actividades se encuentra detallado en el **Anexo N°3**.

RESULTADOS

Comportamiento de las Variables Industrialización y Urbanización bajo el Enfoque del Cumplimiento de los O.D.S.

Según la información analizada de los Indicadores oficiales mundiales para los O.D.S en América Latina y el Caribe (CEPAL - Naciones Unidas), el cumplimiento de los O.D.S 9 y 6 con las variables Industrialización y Urbanización, ha tenido variaciones constantes evaluadas por medio de su indicador respectivo. A continuación, el comportamiento de variable industrialización bajo el enfoque de los O.D.S.

La Industrialización bajo el Enfoque del Cumplimiento del O.D.S 9 - Industria, Innovación e Infraestructura

El Ecuador se ha comprometido con los O.D.S desde su establecimiento en el 2015. El cumplimiento estará condicionado al éxito de las medidas adoptadas dentro del país. El O.D.S 9 se centra en promover una industrialización responsable y fomentar prácticas respetuosas con el medio ambiente. En los últimos años, en Ecuador los niveles de industrialización sostenible e inclusiva han sido un proceso lento, dado que la economía tiene una dependencia hacia el sector primario y de la exportación de recursos naturales como el petróleo. No obstante, el gobierno ecuatoriano ha intentado diversificar la economía, los resultados obtenidos han sido mínimos y por ende es el estancamiento del cumplimiento de este O.D.S.

Aproximadamente el 14% que el sector industrial aporta al PIB de Ecuador es una proporción relativamente baja, comparado con otros países del mundo. Además, en el país son escasas las compañías y empresas grandes ecuatorianas que han implementado prácticas respetuosas con el medio ambiente. Es por ello, que la falta de esfuerzos decididos para concretar el cumplimiento del O.D.S 9 podría mantener a Ecuador rezagado en términos de industrialización sostenible en comparación con otras naciones que sí están cumpliendo con esta agenda.

Los 3 indicadores cuantitativos del O.D.S 9 específicos para la industrialización en Ecuador, son claves para evaluar el impacto económico, el nivel de inclusión de las pequeñas industrias y la sostenibilidad ambiental que está aplicando este sector.

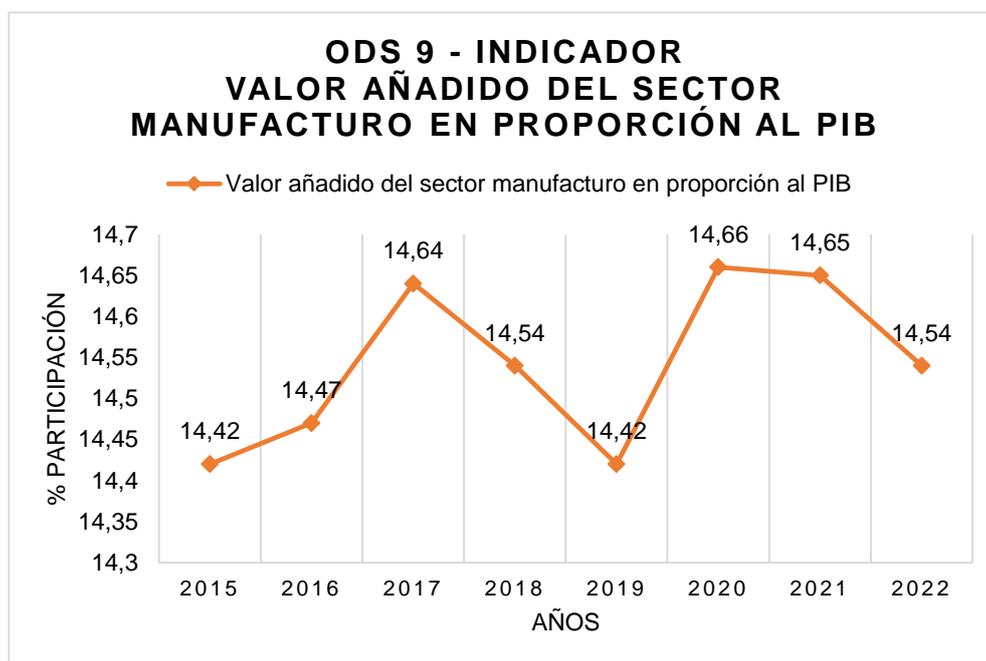
Indicador 9.2.1 Valor Añadido del Sector Manufacturero en Proporción al PIB del Ecuador Correspondiente al O.D.S 9

La Meta 9.2 de los O.D.S establece una visión audaz para la industrialización a nivel mundial, destacando la importancia de impulsar un proceso industrial que sea inclusivo y sostenible a largo plazo de aquí a 2030. Esta meta del O.D.S 9 tiene como propósito cambiar el escenario industrial hacia prácticas que sean ambientalmente conscientes y sustentables con el medio ambiente, con el fin de aumentar significativamente la contribución de la industria al empleo y al PIB (CEPAL, 2015).

En consonancia con esta meta, el indicador 9.2.1 que evalúa “Valor añadido del sector manufacturero en proporción al PIB”, se posiciona como una herramienta clave para mediar el avance hacia un escenario industrial más ambientalmente amigable y el impacto económico en el Ecuador, en el **Apéndice N° 1**, se encuentra la base de datos para la Figura 1.

Figura 1

Valor Añadido Fabricante como Proporción al PIB (Porcentaje)



Fuente: CEPAL (2023).

Elaborado por: La Autora, 2024

En la Figura 1, se puede evidenciar que los datos proporcionados representan el porcentaje del Valor Agregado del sector manufacturero con respecto al PIB en diferentes años, desde 2015 hasta 2022 esta contribución ha

oscilado entre 14,42% y 14,66%. Los datos de la figura reflejan la importancia relativa del sector manufacturero en la economía ecuatoriana durante estos años.

En el año 2015, cuando se establecieron los O.D.S, la tasa del Valor añadido del sector manufacturo en proporción al PIB fue de 14,42%. Para el año 2016 su tasa fue de 14,47% y para el siguiente año mostró una tendencia creciente. No obstante, para el año 2018 y 2019 la tendencia empezó a disminuir y sus tasas se mantuvieron entre 14,54% y el 14,42%.

En el año 2020, Ecuador experimentó un crecimiento inusualmente alto del 14,66% en valor agregado de la manufactura, uno de los factores de su contribución al aumento es la pandemia de COVID-19 y las cuarentenas en ese año, llevaron a una mayor demanda de algunos productos manufacturados, como fueron equipos de protección personal, productos de limpieza, productos farmacéuticos, etc. Además, otro factor es la escasez de importaciones en productos manufacturados, que llevó a los consumidores a optar por alternativas nacionales.

En 2021, el crecimiento fue solo de 0,01 puntos porcentuales menos que en 2020, situándose en 14,65%. Lo que significa que la industria manufacturera continuó beneficiándose de la mayor demanda de productos nacionales. Sin embargo, para el 2022, el crecimiento bajo un poco más hasta el 14,54%, debido a que se refleja un retorno a los niveles normales de producción y los efectos de la pandemia.

Indicador 9.3.1 Proporción del Valor Añadido Total del Sector Industrial Correspondiente a Pequeñas Industrias del Ecuador Pertenece al O.D.S 9

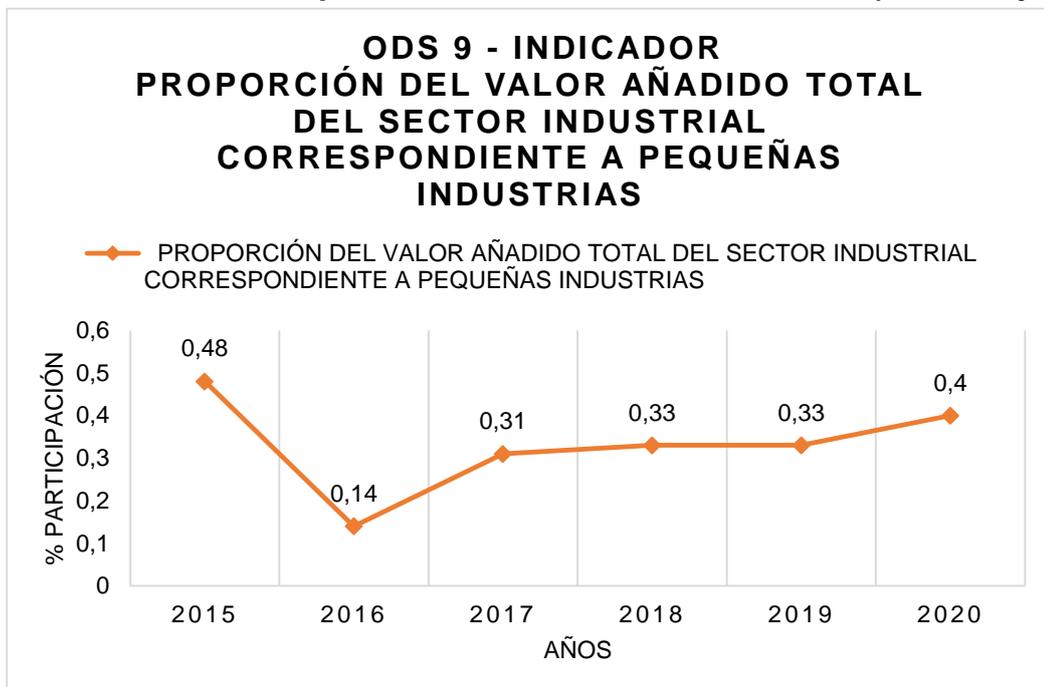
La Meta 9.3 de los O.D.S mide la contribución relativa de las pequeñas industrias al valor total generado en el sector industrial. Esta meta del O.D.S 9 tiene como propósito indicar un fortalecimiento en el papel y participación de las pequeñas industrias en la economía nacional (CEPAL, 2015).

En asociación con esta meta, el indicador 9.3.1 que evalúa “Proporción del valor añadido total del sector industrial correspondiente a las pequeñas industrias”, se posiciona como una herramienta clave para medir el avance hacia el nivel de inclusión de las pequeñas industrias en comparación al valor

agregado en conjunto del sector industrial, en el **Apéndice N° 1**, se encuentra la base de datos para la Figura 2.

Figura 2

Contribución de Pequeñas Industrias al Valor Industrial (Porcentaje)



Fuente: CEPAL (2023).

Elaborado por: La Autora, 2024

En la Figura 2, se puede evidenciar que los datos representan la proporción del Valor Añadido Total del sector industrial correspondiente a pequeñas industrias en el Ecuador durante el periodo comprendido entre 2015 hasta 2020; esta contribución ha oscilado entre 0,48% y 0,14%.

En el año 2015, cuando se establecieron los O.D.S, el Valor Añadido Total del sector industrial correspondiente a pequeñas industrias fue de 0,48%. Para el año 2016, la tasa descendió a 0,14%, lo se atribuye a una contracción en el PIB de -1,5% que se originó por la caída del precio del petróleo. Por ende, redujo la demanda empresarial en este sector industrial y el terremoto del 16 de abril afectó a las actividades.

La proporción repuntó levemente a 0,31% en el 2017, aunque en el país todavía se evidenciaban efectos del terremoto de 2016. Para el año 2018 y 2019 se evidenció un pequeño incremento, pero con una tendencia estable al 0,33%, esto se evidencia porque los cortes en el gasto público frenaron la expansión de la proporción de las pequeñas industrias en el país.

Finalmente, para el año 2020 la contribución de las pequeñas industrias al valor agregado del sector fue de 0,40%, en un contexto de la pandemia del COVID-19, lo que en parte benefició a la producción y venta de PYMES hacia mercado interno en el país.

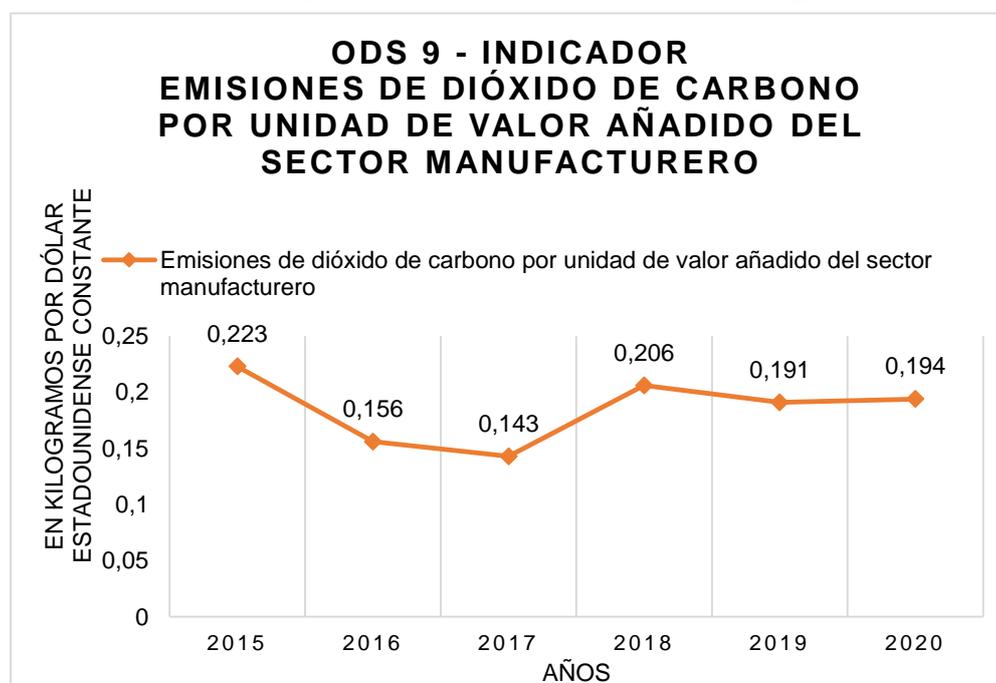
Indicador 9.4.1 Emisiones de CO2 por Unidad de Valor Añadido del Sector Manufacturero del Ecuador Correspondiente al O.D.S 9

La Meta 9.4 de los O.D.S mide la modernización de la infraestructura, y cómo el país aplica e induce a la reconversión de las industrias hacia la sostenibilidad para el 2030. El fin de esta meta implica que las industrias deben hacer uso de los recursos eficientes, la adopción de tecnologías y sostenibilidad ambiental (CEPAL, 2015).

El indicador asociado a esta meta es el 9.4.1 que evalúa “Emisiones de CO2 por unidad de valor añadido del sector manufacturero”, su relevancia radica en que indica el uso de recursos y la adopción de prácticas se promueve la descarbonización y la implementación de tecnologías limpias, en el **Apéndice N° 1**, se encuentra la base de datos para la Figura 3.

Figura 3

Emisiones de CO2 por Unidad de Valor Añadido (Kg/US)



Fuente: CEPAL (2023).

Elaborado por: La Autora, 2024

En la Figura 3, se reflejan los datos que representan la evolución de las emisiones de dióxido de carbono por unidad de valor añadido del sector manufacturero en Ecuador, donde se muestra una tendencia variable en el periodo establecido de 2015 a 2020 esta contribución ha oscilado entre 0,143 y 0,223 toneladas de CO₂ por cada mil dólares de valor añadido generados por esta industria.

Para el año 2015, se establecieron los O.D.S, las emisiones se situaban en 0,223 toneladas de CO₂ por cada mil dólares de valor añadido generados por esta industria. La reducción de 0,223 a 0,156 en el año 2016 se debe a la inversión en tecnologías más limpias y estrategias de eficiencia energética, motivada por los compromisos de los O.D.S y la Conferencia sobre el Cambio Climático de París (COP21).

El registro de 0,143 toneladas en 2017 evidencia los esfuerzos de las empresas manufactureras del Ecuador por optimizar procesos e insumos con el objetivo de reducir su huella de carbono. No obstante, el incremento a 0,206 toneladas de CO₂ en el 2018 refleja el impacto del terremoto de 2016 dañando infraestructura productiva y tecnologías obsoletas altamente contaminantes. La pequeña baja de 0,191 toneladas en el 2019 refleja una recuperación parcial, por reconstrucción post el terremoto y vuelta de incentivos públicos para la eficiencia energética empresarial.

Para el año 2020, el registro de 0,194 toneladas se debe a las limitaciones impuestas por la pandemia del COVID-19 a los avances en producción limpia del sector manufacturero, antes de la contracción de demanda interna y externa.

La Urbanización bajo el Enfoque del Cumplimiento del O.D.S 6 - Agua Limpia y Saneamiento

El acelerado crecimiento de la población urbana en el Ecuador ha implicado grandes desafíos para garantizar servicios de accesos universales al agua potable, saneamiento e infraestructura adecuados, tal como establece el Objetivo 6 de los O.D.S. El 64% de los ecuatorianos vive en zonas urbanas, por lo que evaluar este indicador es indispensable, la cobertura de la red pública de agua para acceso humano en las áreas urbanas; así como el porcentaje de acceso a servicios básicos de evacuación y eliminación de excretas tanto a nivel

domiciliario como en accesos públicos. El monitoreo de estos indicadores mediante datos del periodo de 2015-2022 permite localizar las brechas y retos que existen en las zonas urbanas del Ecuador para garantizar por igual el derecho al agua y saneamiento.

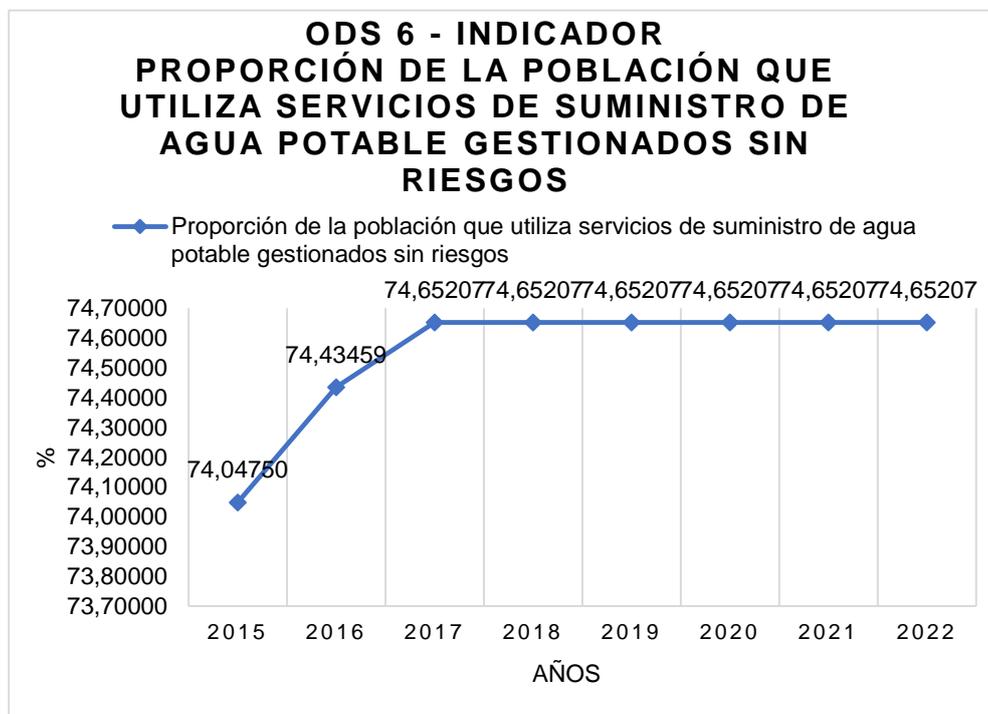
Indicador 6.1.1 Proporción de la Población que Utiliza Servicios de Suministro de Agua Potable Gestionados Sin Riesgos del Ecuador Correspondiente al O.D.S 6

La Meta 6.1 de los O.D.S se centra en lograr en las naciones el acceso universal y equitativo al agua potable para el 2030. El propósito de esta meta es determinar y dimensionar los déficits en la cobertura del agua potable en las ciudades (CEPAL, 2015).

El indicador de la meta es el 6.1.1 que evalúa “Proporción de la población que utiliza servicios de suministro de agua potable gestionados sin riesgos”, este indicador se convierte en una métrica de equidad relevante para aumentar el acceso universal al agua, en el **Apéndice N° 1**, se encuentra la base de datos para la Figura 4.

Figura 4.

Tasa de Acceso Seguro a Agua Potable (Porcentaje)



Fuente: CEPAL (2023).

Elaborado por: La Autora, 2024

En la Figura 4, se evidencia los datos que representan la evolución de la tasa del acceso de agua potable gestionado sin riesgos en Ecuador, donde se muestra una tendencia estable en el periodo establecido de 2015 a 2022, esta contribución ha oscilado entre 74,04750% y 74,65207%.

Para el año 2015, se establecieron los O.D.S, la proporción de la población que utiliza servicios de suministro de agua potable gestionados sin riesgos en las áreas urbanas se situaban en 74,04750%. El aumento de 74,05% a 74,43% en el año 2016, para el año 2017 pasó a 74,65%, sin embargo, desde el 2018 se ha estancado alrededor del 74,65% hasta el 2022. Esta estabilización se debe principalmente a las limitaciones presupuestarias y de capacidad institucional por parte de los municipios del país, y al poco presupuesto destinado a estas áreas muy importantes e indispensables para el desarrollo de la vida.

El estancamiento por los recortes presupuestarios estatales limitó nuevas obras para incrementar el acceso de agua sin riesgo para la población y la crisis fiscal del gobierno redujo fondos de compensación a municipios para modernizar plantas y redes públicas. Otro factor es que la pandemia del COVID-19 redujo la capacidad de pago de la población y de los recursos disponibles para que las empresas puedan hacer mejoras.

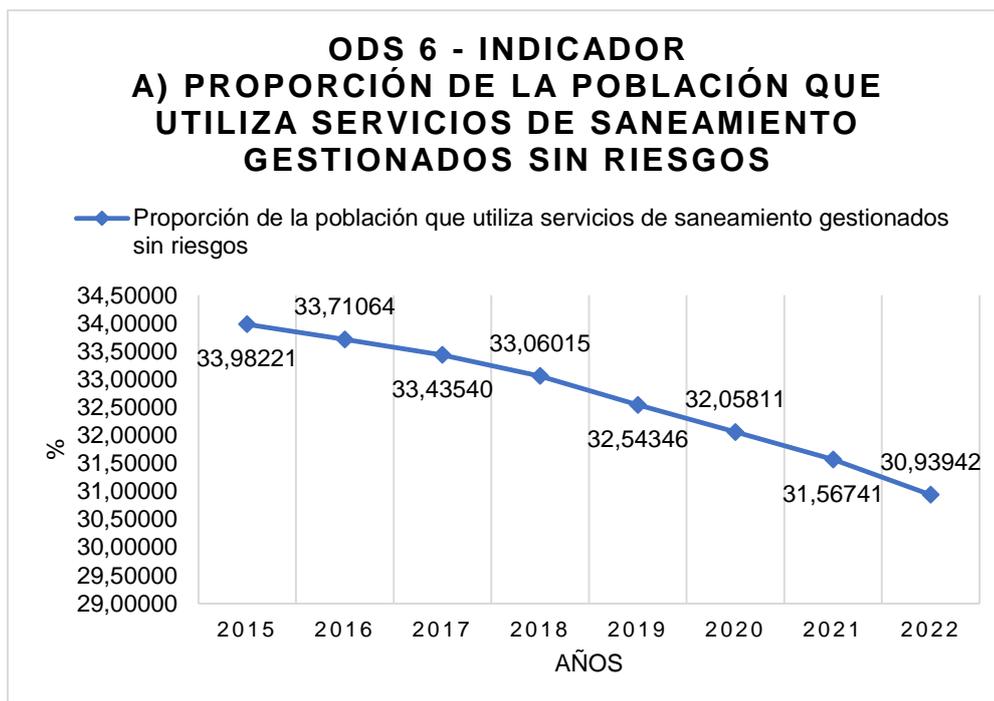
Indicador 6.2.1 Proporción de la Población que Utiliza: a) Servicios de Saneamiento Gestionados Sin Riesgos y b) Instalaciones para el Lavado de Manos con Agua y Jabón del Ecuador Correspondiente al O.D.S 6

La Meta 6.2 de los O.D.S se centra en lograr para el 2030 que los servicios de saneamiento e higiene adecuados sean equitativos para toda la población en general, siempre y cuando prestando más atención especial a las mujeres, niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad (CEPAL, 2015).

El indicador de meta es el 6.2.1 que evalúa “Proporción de la población que utiliza: a) servicios de saneamiento gestionados sin riesgos”, este indicador se convierte en una métrica de equidad relevante para determinar los niveles de saneamiento en las áreas urbanas del Ecuador. A continuación, se selecciona la opción A del indicador para su evaluación, en primera instancia, en el **Apéndice N° 1**, se encuentra la base de datos para la Figura 5.

Figura 5.

Proporción de la Población Urbana con Saneamiento Seguro (%)



Fuente: CEPAL (2023).

Elaborado por: La Autora, 2024

En la Figura 5, proporciona los datos que representan la evolución de la proporción de la población urbana con saneamiento gestionado sin riesgos en Ecuador, donde se muestra una disminución anual en el periodo establecido de 2015 a 2022. Esta disminución ha oscilado entre 33,98% y 30,94%, con casi tres puntos porcentuales de reducción en menos de una década.

Para el año 2015, que se establecieron O.D.S, la proporción de la población urbana que utiliza Saneamiento gestionado sin riesgos se situaba en 33,98%, para luego descender levemente hasta 33,71% en 2016. En 2017 continuó su causa situándose en el 33,44% la población urbana del país con la disponibilidad de saneamiento. Para el 2018, se evidenció un nuevo retroceso, llegando al 33,06% de cobertura. Finalmente, para el 2019 se registra en 32,54% y en 2020 en 32,06%, al cierre de 2022 únicamente el 30,94% de la población urbana ecuatoriana contaba con acceso a infraestructura de saneamiento sin riesgo.

Esta disminución anual se explica por el rápido crecimiento de los barrios marginales en la periferia de las ciudades, cuyos pobladores carecen de conexiones formales de alcantarillado y sistemas adecuados de tratamiento de

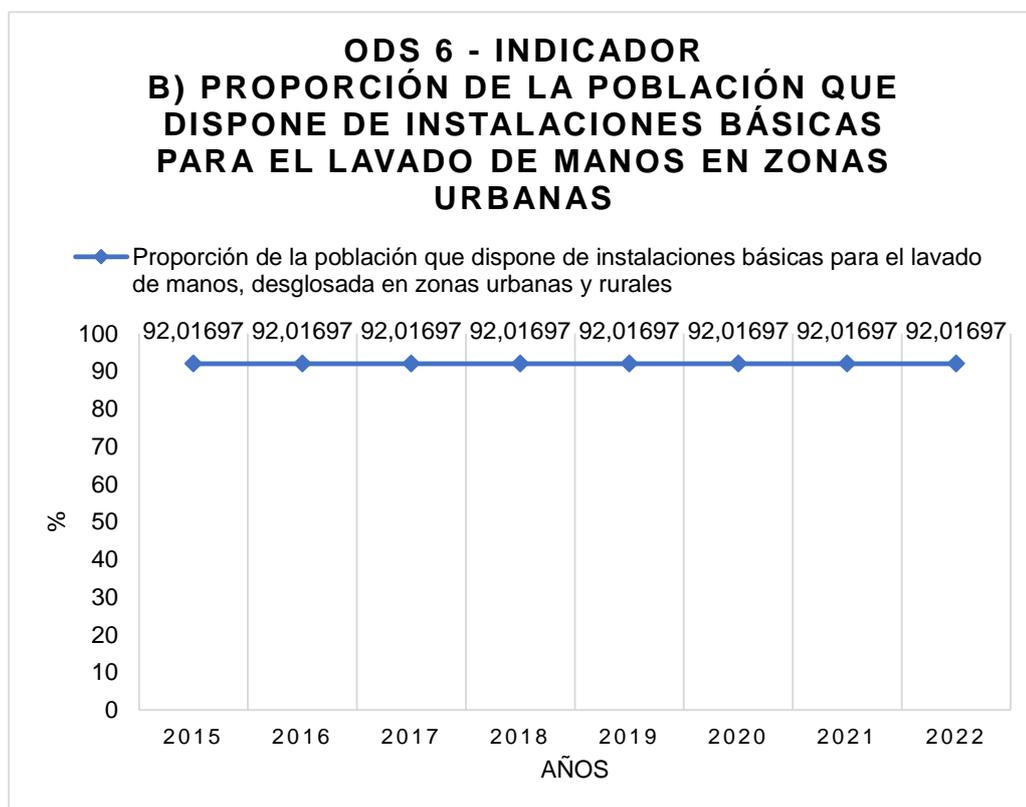
agua residual. De igual forma, la limitada capacidad de los municipios para ampliar la infraestructura de saneamiento amigable con el medio ambiente.

La segunda parte del indicador 6.2.1, que evalúa “Proporción de la población que utiliza: b) instalaciones para el lavado de manos con agua y jabón”, se posiciona como un indicador clave y relevante para determinar los niveles de saneamiento por parte de las instalaciones de lavado con agua y jabón en las áreas urbanas del Ecuador.

A continuación, se selecciona la opción B del indicador para llevar a cabo su evaluación, en el **Apéndice N° 1**, se encuentra la base de datos para la Figura 6.

Figura 6.

Acceso a Instalaciones de Lavado de Manos (Porcentaje)



Fuente: CEPAL (2023).

Elaborado por: La Autora, 2024

En la Figura 6, evidencian los datos que representan la evolución de la proporción de la población urbana con acceso a instalaciones para lavado de manos con agua y jabón en Ecuador, donde se muestra sin variaciones en los últimos años.

De acuerdo con las fuentes oficiales, en 2015 cuando se establecieron los O.D.S la tasa fue de 92,02%. Luego de siete años, al cierre de 2022, este indicador se ha estancado reportando el mismo valor de 92,02%. Es decir, a lo largo de todo el periodo 2015-2022, aproximadamente 9 de cada 10 personas que residen en áreas urbanas en el Ecuador tienen lavados, lavaderos u otras fuentes de agua para lavarse las manos.

No se muestra ninguna tendencia de crecimiento pese al acelerado proceso de urbanización en dicho lapso en el Ecuador. Esta estabilización se debe a la falta de políticas públicas efectivas aplicadas por los gobiernos de paso en asegurar el acceso universal a este tipo de infraestructura sanitaria dentro de las áreas urbanas.

Examinar el Comportamiento de la Variable Emisiones de Gases de Efecto Invernadero bajo el Enfoque del Cumplimiento de los O.D.S.

La evaluación de los Indicadores Oficiales Mundiales para O.D.S en América Latina y el Caribe, según la información de la CEPAL – Naciones Unidas, revela fluctuaciones constantes de crecimiento en el cumplimiento de los O.D.S en Ecuador a lo largo del periodo 2015-2021, con la variable vinculada emisiones de gases de efecto invernadero.

Las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero bajo el Enfoque del Cumplimiento del O.D.S 13 – Acción por el clima.

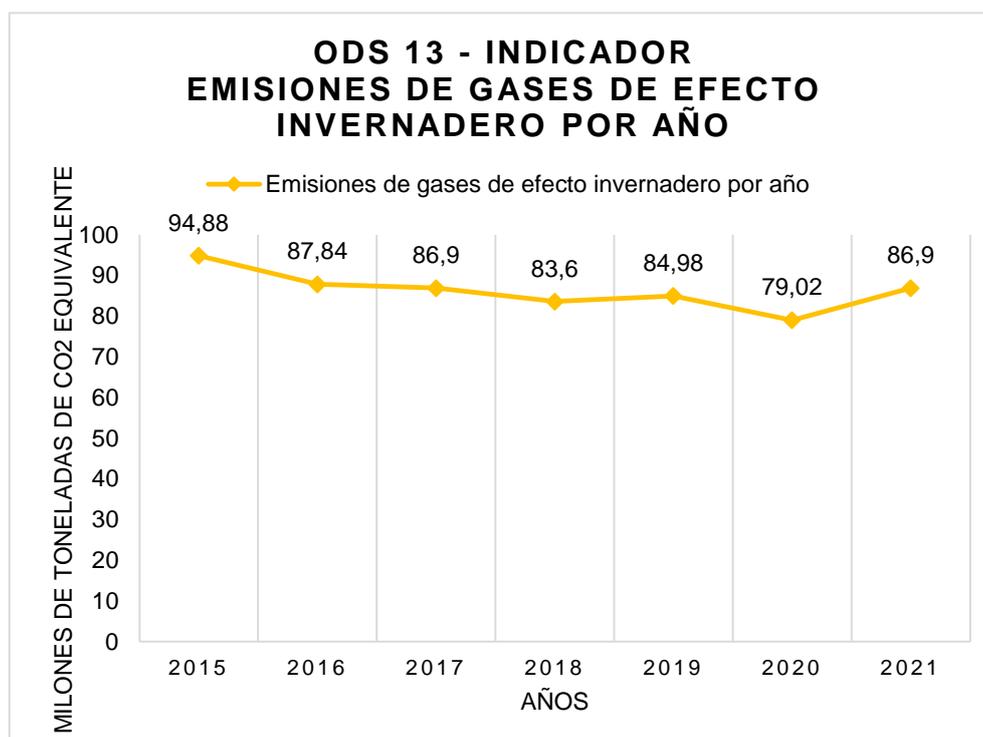
El cambio climático constituye una seria amenaza para el planeta y para el desarrollo sostenible a nivel global. Bajo los compromisos de los O.D.S establecidos en 2015 sobre la reducción de gases de efecto invernadero hasta el 2030, el Ecuador busca transitar hacia una economía baja en emisiones de carbono, como nación vulnerable a los efectos del cambio climático, por la ubicación geográfica, ecosistemas diversos y la población. Es por ello que, resulta primordial monitorear el comportamiento de este indicador, para diagnosticar los principales retos y desafíos de mitigación que enfrenta el país.

El indicador cuantitativo 13.2.2 de la meta 13.2 del O.D.S 13 sobre cambio climático, referente a las “Emisiones de gases de efecto invernadero por año en Ecuador” resulta clave para evaluar el impacto ambiental de las

actividades humanas y económicas del país, así como la efectividad de las políticas públicas sobre la mitigación y reducciones de estos gases contaminantes y lograr la meta de 28% y 42% menos de emisiones al 2030, en el **Apéndice N° 1**, se encuentra la base de datos para la Figura 7.

Figura 7.

Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por Año (Mt CO₂e)



Fuente: CEPAL (2023).

Elaborado por: La Autora, 2024

En la Figura 7, se evidencia la medición de las emisiones de gases de efecto invernadero en millones de toneladas equivalentes de CO₂, presentaron altibajos entre 2015 y 2021.

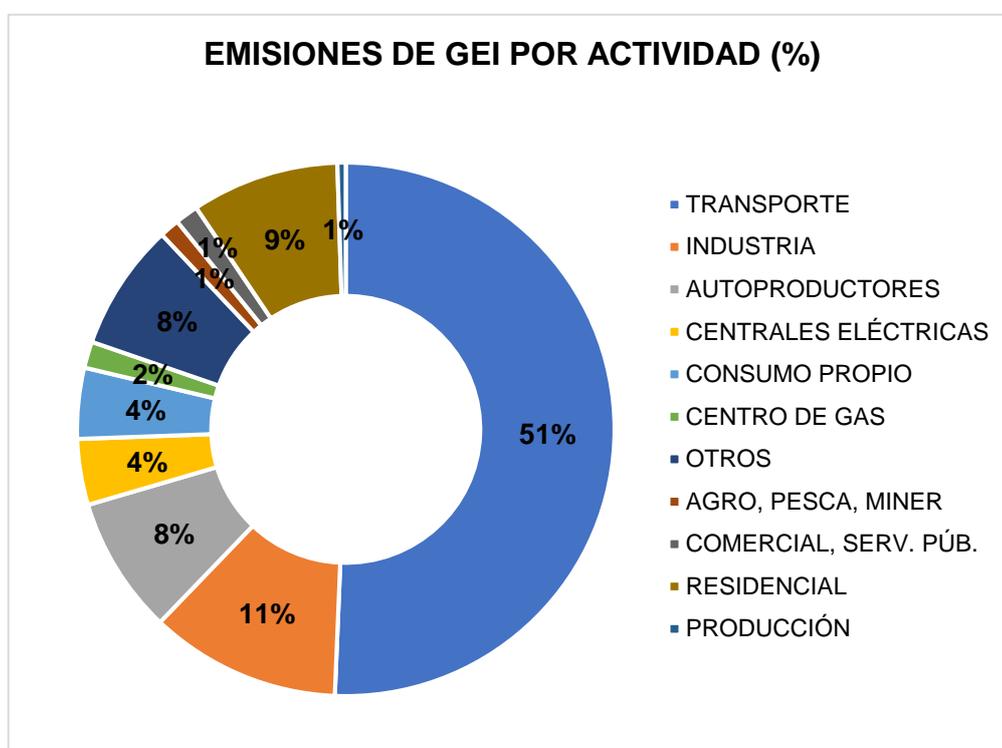
De acuerdo con las fuentes oficiales, iniciaron en 94,88 MT en 2015 cuando se establecieron los O.D.S, bajando cerca del 7,42% en 2016 hasta 87,84 MT. En 2017 hubo una caída adicional del 1,07% llegando a 86,9 MT, debido a las eficiencias en algunos procesos fabricantes e industriales. En el 2018, siguió una tendencia de caída del 3,8% que fue de 83,6 MT. Sin embargo, en 2019 se registró un incremento de emisiones a 84,98 MT de un 1,07%, lo que significa un pequeño retroceso frente a los compromisos internacionales, previamente ya establecidos.

En 2020, con 79,02 MT, se evidencia una reducción de 7,01%, por el efecto de las restricciones impuestas por la pandemia del COVID-19, y el 2021 fue de 86.9 MT de emisiones de CO2 equivalentes, esto se da debido a la normalidad y a la disminución de las restricciones de la pandemia, la normalidad de nuestras actividades cotidianas poco sostenibles.

Es necesario conocer los niveles de emisiones por actividad en Ecuador, para constatar el sector que más aporta, en el **Apéndice N° 1**, se encuentra la base de datos para la Figura 8.

Figura 8.

Emisiones de GEI por Actividad en Ecuador (Porcentaje)



Fuente: MIEM (2022).

Elaborado por: La Autora, 2024

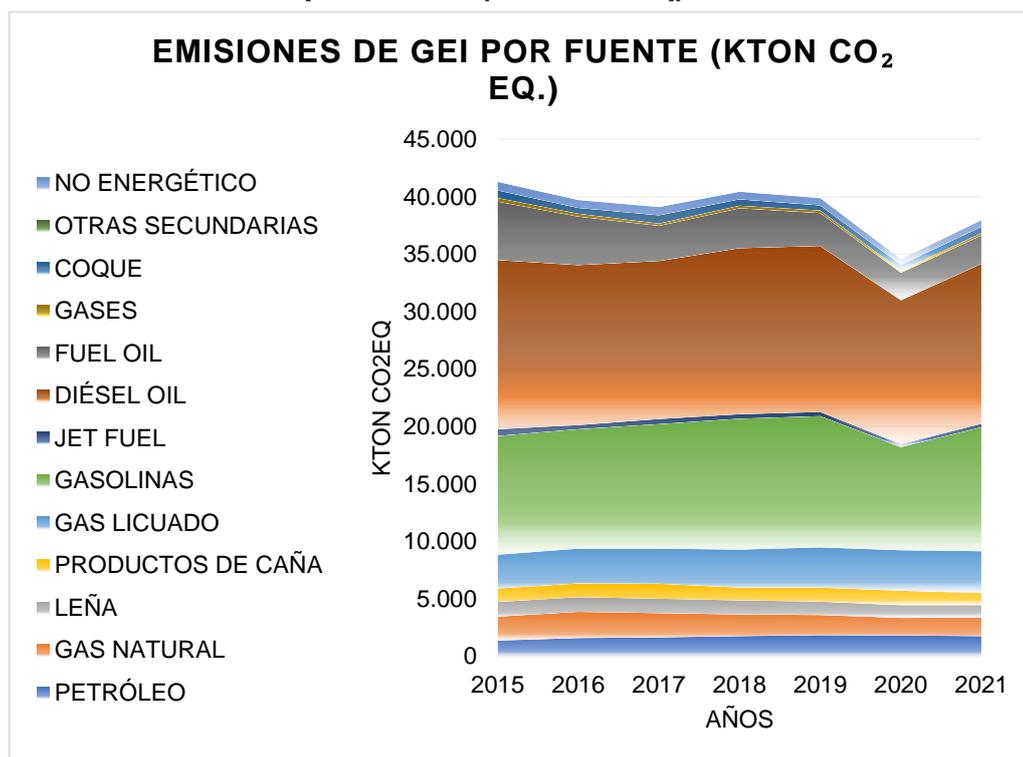
Se ilustra en la Figura 8, las emisiones de gases de efecto invernadero por sector que incluye 11 sectores durante el año 2021, se evidenció que el sector del transporte se destacó con las mayores emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo con el 51%, siendo el principal consumidor de energía derivada de fuentes fósiles como gasolina y diésel que liberan una gran cantidad de emisiones GEI los vehículos automotrices siendo los principales consumidores. Otro sector con emisiones significativas incluye el industrial, con un 12%, el sector de

consumo propio con el 8%, residencial con el 9% y los autoprodutores con el 8%, son los sectores que representan más las emisiones GEI.

Es indispensable tener conocimiento de las emisiones por fuente en Ecuador, para constatar la fuente que más aporta, en el **Apéndice N° 1**, se encuentra la base de datos para la Figura 9.

Figura 9.

Emisiones de GEI por Fuente (Kton CO₂eq)



Fuente: MIEM (2022).

Elaborado por: La Autora, 2024

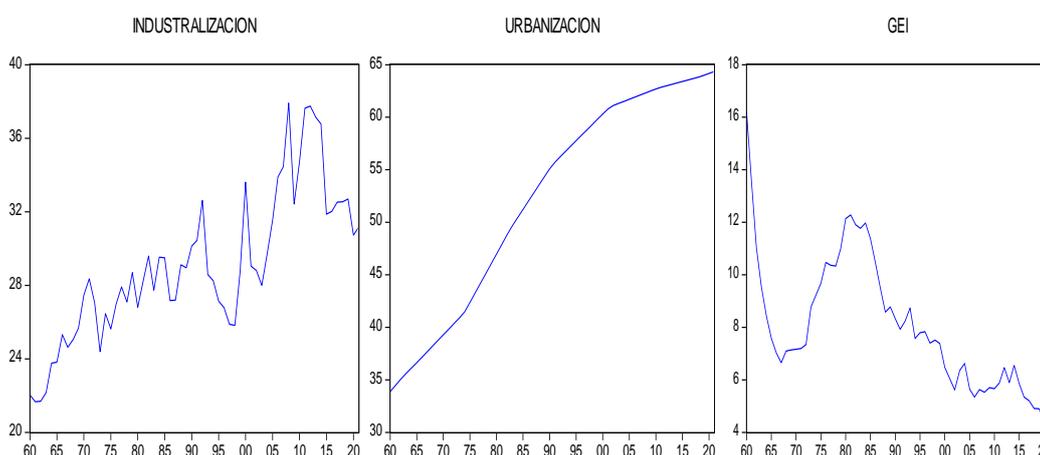
La Figura 9, presenta las emisiones de GEI desglosadas por fuente, se considerando 12 fuentes durante el periodo de estudio que abarca desde 2015 a 2021. Destaca la persistente tendencia a lo largo de los años predominando el uso de diésel y gasolinas, como principales fuentes de emisiones, corroborando la observación de la Figura 8 que señala que el sector del transporte como mayor contribuyente. Se evidencia una disminución general en las emisiones de todas las fuentes durante el año 2020, atribuible a las restricciones de la pandemia del COVID-19, dejando como lección que sí es posible reducir nuestras emisiones y que es necesario implementar estrategias de reducción sostenible para los siguientes años.

Determinar la Interacción entre la Industrialización, la Urbanización y las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Mediante un Modelo de Vectores Autorregresivos (VAR).

Para determinar la relación entre las variables industrialización, urbanización y las emisiones de gases de efecto invernadero, se presentaron los datos de forma anual en series de tiempo del periodo 1960-2021 que se observan en la Figura 10, siguiendo la metodología planteada.

En el **Apéndice N° 2** se puede observar la base de datos con la que se trabajó para realizar el modelo.

Figura 10.
Series Temporales de la Industrialización, la Urbanización y las Emisiones GEI



Fuente: Eviews (2024).

Elaborado por: La Autora, 2024

En la Figura 10 se observan las tendencias crecientes y decrecientes de las variables en su estado original y con presencia de no estacionariedad en sus datos, por ello que, se ejecutó la siguiente prueba para corroborar la información y para que todas las variables sean estacionarias previo a aplicar el modelo de Vectores Autorregresivos.

Prueba de Dickey Fuller Aumentada

La prueba de DFA se usa para determinar la estacionariedad en las variables seleccionadas para el modelo. Se inició la prueba para la variable Industrialización, Urbanización y las Emisiones GEI con tendencia e

intercepción, empezando con su integración en orden 0. La hipótesis para esta prueba es la siguiente. Donde:

Hipótesis nula, H_0 : $Y = 0,05$, tiene raíz unitaria y no es estacionaria

Hipótesis alternativa, H_1 : $Y < 0,05$ no tiene raíz unitaria y es estacionaria

Tabla 1.

Prueba de Raíz Unitaria - Industrialización

Industrialización en Niveles

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.422055	0.0578
Test critical values:		
1% level	-4.115684	
5% level	-3.485218	
10% level	-3.170793	

Fuente: Eviews (2024).

Elaborado por: La Autora, 2024

En la Tabla 1 se presenta el resumen de la prueba de la variable Industrialización de la prueba de raíz unitaria en orden 0 o niveles con tendencia e intercepción, en el **Apéndice N° 3** se encuentra la prueba completa. Como resultado, mostró una probabilidad de 0,0578, lo que indica que no tiene estacionariedad y necesita ser integrada en primera diferencia.

Tabla 2.

Prueba de Raíz Unitaria – D(Industrialización)

Industrialización en Primeras Diferencias

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-9.223169	0.0000
Test critical values:		
1% level	-4.118444	
5% level	-3.486509	
10% level	-3.171541	

Fuente: Eviews (2024).

Elaborado por: La Autora, 2024

En la Tabla 2, se presentó una probabilidad de 0,0000 se aplicó la prueba de raíz unitaria íntegra en primeras diferencias para la variable industrialización en

el **Apéndice N° 4** se encuentra la prueba completa, el resultado arrojó que la variable ya es estacionaria en sus primeras diferencias y no necesita ser integrada en segundas diferencias.

Tabla 3.

Prueba de Raíz Unitaria - Urbanización

Urbanización en Niveles		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-2.077315	0.5475
Test critical values:	1% level	-4.118444	
	5% level	-3.486509	
	10% level	-3.171541	

Fuente: Eviews (2024).

Elaborado por: La Autora, 2024

En la Tabla 3 para la variable Urbanización se aplicó la prueba de raíz unitaria integrada en orden 0, el resultado arrojó que la variable de Urbanización presentó una probabilidad mayor de 0,05 siendo esta de 0,5475 probando que no es estacionaria y presenta raíz unitaria en el **Apéndice N° 5** se encuentra la prueba completa. Como esta variable presentó una probabilidad mayor a 0,05, siendo no estacionaria en su estado original, por esta razón se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa y necesita ser integrada en primera diferencia.

Tabla 4.

Prueba de Raíz Unitaria – D(Urbanización)

Urbanización en Primeras diferencias		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-1.849969	0.6675
Test critical values:	1% level	-4.121303	
	5% level	-3.487845	
	10% level	-3.172314	

Fuente: Eviews (2024).

Elaborado por: La Autora, 2024

La Tabla 4 presenta que la variable presentó una probabilidad mayor a 5% en orden de integración 1 siendo de 0,6675 probando que no es estacionaria y

presenta raíz unitaria en el **Apéndice N° 6** se encuentra la prueba completa, se procedió a ser integrada en orden 2 como se lo presenta en la Tabla 5.

Tabla 5.

Prueba de Raíz Unitaria – D(Urbanización,2)

Urbanización en Segundas diferencias

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.797917	0.0001
Test critical values:		
1% level	-4.121303	
5% level	-3.487845	
10% level	-3.172314	

Fuente: Eviews (2024).

Elaborado por: La Autora, 2024

La Tabla 5 evidencia la prueba en segundas diferencias, esta variable de urbanización presento una probabilidad de 0,0001 lo cual significa que integro y ya es estacionaria en sus segundas diferencias y no necesita ser integrada en terceras diferencias en el **Apéndice N° 7** se encuentra la prueba completa.

Por consiguiente, se continuó con la tercera variable que es Emisiones de gases de efecto invernadero para aplicar la prueba, donde arrojó los siguientes resultados.

Tabla 6.

Prueba de Raíz Unitaria - GEI

GEI en Nivel

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.197003	0.0947
Test critical values:		
1% level	-4.115684	
5% level	-3.485218	
10% level	-3.170793	

Fuente: Eviews (2024).

Elaborado por: La Autora, 2024

La Tabla 6, se evidencia que la variable GEI presentó una probabilidad mayor a 0,05 siendo esta de 0,0957, por lo cual es no estacionaria en su estado original, por esta razón se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa en el **Apéndice N° 8** se encuentra la prueba completa.

Por ende, a esta variable se aplicó la integración a primeras diferencias, como se muestra en la Tabla 7 como resultó una probabilidad menor a 0,05 es decir que tiene no raíz unitaria en primeras diferencias en el **Apéndice N° 9** se encuentra la prueba completa.

Tabla 7.

Prueba de Raíz Unitaria – D(GEI)

GEI en Primeras diferencias		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-5.067400	0.0006
Test critical values:	1% level	-4.118444	
	5% level	-3.486509	
	10% level	-3.171541	

Fuente: Eviews (2024).

Elaborado por: La Autora, 2024

Los resultados de la prueba para las tres variables determinaron que tienen un orden distinto de integración, es decir que la variable industrialización es integrada en primeras diferencias, la urbanización en segundas diferencias y las emisiones de gases de efecto invernadero en primeras diferencias, lo que significa que las variables no tienen relación a largo plazo.

Prueba de Cointegración

La prueba de cointegración no se lleva a cabo debido a que las tres variables presentan órdenes de integración distintas, lo que implica que no cointegran. Se concluye, que no existe una relación de largo plazo entre ambas variables.

Modelo de Vectores Autorregresivos

En línea con la metodología planteada, se procedió a la implementación de un modelo de Vectores Autorregresivos, con las variables con presencia de estacionariedad, donde la variable industrialización es integrada en primeras diferencias, la urbanización en segundas diferencias y las emisiones de gases de efecto invernadero en primeras diferencias. El propósito de esta fase es investigar y comprender las posibles relaciones simultaneas entre las variables durante el periodo de estudio establecido de 1960 a 2021.

En el **Apéndice N° 10** se puede observar el modelo completo y se evidencia que las variables del modelo tienen mayor significancia, el R-squared del modelo es significativo con el 0,957283 para la variable de industrialización; con el 0,777885 para la urbanización y con el 0,999977 con las emisiones GEI, es decir está muy cerca de 1, por ello que las variables son significativas para el modelo.

Para el modelo VAR de esta investigación se trabajó en segundo rezago. A continuación, se realiza la prueba para verificar el orden de los retrasos en la Tabla 8, donde indica que el segundo rezago es óptimo para el modelo, debido a que dos de tres indicadores lo sugieren, el SC: Schwarz información criterio y HQ: Hannan-Quinn información criterio.

Tabla 8.
Orden de Retrasos

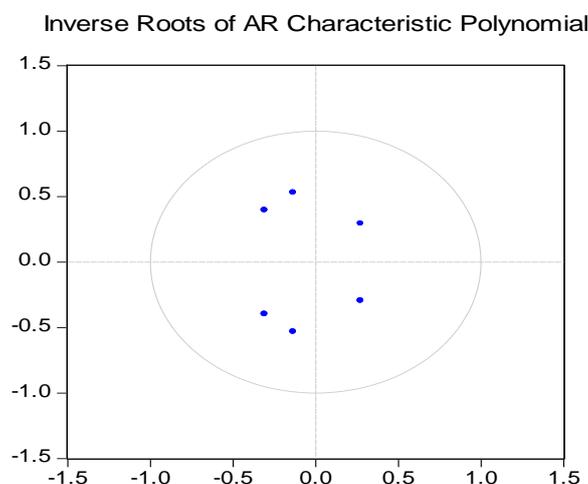
Lag	LogL	AIC	SC	HQ
0	-451.9066	15.96164	16.06916	16.00342
1	-98.55604	3.879159	4.309275	4.046317
2	-62.86953	2.942790	3.695494*	3.235317*
3	-52.56361	2.896969*	3.972259	3.314863
4	-44.90882	2.944169	4.342046	3.487432
5	-43.10271	3.196586	4.917051	3.865218

Fuente: Eviews (2024).

Elaborado por: La Autora, 2024

Estabilidad del Modelo VAR

Por consiguiente, en la Figura 11 se procedió a revisar el comportamiento de los residuos dentro de los intervalos de confianza para verificar si el modelo es estable o no, para este modelo VAR con las variables establecidas y con el segundo rezago determinado por el orden de los retrasos de la Tabla 8, se muestra a continuación la raíz de los componentes autorregresivos.

Figura 11.**Test de Raíz de Componentes Autorregresivos****Fuente: Eviews (2024)****Elaborado por: La Autora, 2024**

En esta Figura 11 se puede observar que los rezagos del modelo son estables, debido a que están dentro del círculo unitario, por lo que se deduce que es estable el modelo estimado.

Test de Normalidad

En la Tabla 9 se presenta el test de Normalidad, la cual se evalúa con nivel de significancia del 5%. Se observan los valores de p en los componentes de las variables, se verifican que son mayores de 0,05, dando como resultado que se acepta la hipótesis nula indicando que los errores siguen una distribución normal, tal como se evidencia en la tabla.

Tabla 9.***Test De Normalidad – Jarque-Bera***

Component	Jarque-Bera	df	Prob.
1	5.304949	2	0.0705
2	2.441742	2	0.2950
3	1.675821	2	0.4326

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

Test de Heterocedasticidad

El siguiente test de Heterocedasticidad que se presenta en la Tabla 10, permitió determinar la existencia de heterocedasticidad en el modelo. En este sentido, se puede afirmar que el modelo es homocedastico, indicando que la varianza de los errores se mantiene a largo del tiempo.

Tabla 10.

Test de Heterocedasticidad - White

Joint test:					
Chi-sq	df	Prob.			
315.1287	300	0.2628			
Individual components:					
Dependent	R-squared	F(50,8)	Prob.	Chi-sq(50)	Prob.
res1*res1	0.936072	2.342809	0.1006	55.22824	0.2837
res2*res2	0.894414	1.355352	0.3422	52.77043	0.3675
res3*res3	0.914202	1.704849	0.2159	53.93793	0.3263
res2*res1	0.918285	1.798027	0.1918	54.17882	0.3181
res3*res1	0.865943	1.033523	0.5282	51.09064	0.4306
res3*res2	0.951188	3.117863	0.0456	56.12007	0.2563

Fuente: Eviews (2024).

Elaborado por: La Autora, 2024

La Tabla 10 se evidencia que el modelo no tiene problemas de la heterocedasticidad, debido a que el valor p es de 0,2628, por lo cual esto indica que es mayor al 0,05 y se rechaza que exista problemas de heteroscedasticidad. Donde queda establecido que se acepta la Hipótesis nula, que los residuos exhiben homocedasticidad.

Test de Autocorrelación

Test de Autocorrelación se utiliza para medir el grado de correlación que existe entre las variables escogidas, para verificar la existencia de autocorrelación serial en los residuos del modelo.

Se aplica el criterio de correlación serial LM Test, donde se mide con los resultados y valores superiores a la probabilidad de 0,05. En la Tabla 11, se

presenta el de autocorrelación serial de los residuos del modelo VAR donde se prueba que hasta el rezago 6, observando los valores de Prob en el test.

Tabla 11.

Test de Autocorrelación – VAR Residual Serial Correlation

VAR Residual Serial Correlation LM Tests

Null Hypothesis: no serial correlation at lag order h

Date: 06/19/24 Time: 21:44

Sample: 1960 2021

Included observations: 59

Lags	LM-Stat	Prob
1	8.061659	0.5279
2	6.141022	0.7257
3	7.173119	0.6191
4	8.350865	0.4992
5	9.546887	0.3884
6	2.169312	0.9885

Fuente: Eviews (2024). Elaborado por: La Autora, 2024

La Tabla 11, se evidencia que los valores de Prob, son mayores al 0,05 hasta los 6 rezagos estimados en el modelo VAR, por ende, se acepta la hipótesis nula de que no hay autocorrelación serial presente en los residuos del modelo.

Prueba de Causalidad de Granger

Las variables Industrialización, Urbanización y Emisiones de Gases de Efecto Invernadero dentro del periodo establecido podrían ser unidireccionales o bidireccionales para revelar cuanto efecto tiene cada una de las variables, se llevó a cabo la prueba de la Causalidad de Granger a través del modelo VAR. Los resultados de esta prueba se presentan en la Tabla 12, en base a los cuales se desarrollaron las siguientes observaciones:

La prueba de la causalidad de Granger aplicada a las tres variables se evidenció una probabilidad, con un nivel de significancia del 10%.

- En el primer escenario, los valores de Prob son 0.0808 para Industrialización y 0.0007 para Urbanización, ambos valores son menores que 0.10. Por lo tanto, en este escenario, se consideraría que

tanto Industrialización como Urbanización causan cambios significativos en las Emisiones GEI con un nivel de significancia del 10%.

- En segundo escenario, los resultados muestran que, para ambas variables independientes, los valores de Prob son 0.7856 para Emisiones GEI y 0.2911 para Urbanización, lo que indica que no hay una relación estadísticamente significativa entre ninguna de las variables independientes y la variable dependiente Industrialización al nivel de significancia del 10%.
- En tercer escenario, se encontró que tanto Emisiones GEI como Industrialización podrían tener un impacto significativo en Urbanización. El valor de "Prob." para Emisiones GEI fue 0.0006 y para Industrialización fue 0.0932, ambos por debajo del 10%.

Tabla 12.

Prueba de Causalidad de Granger

Dependent variable: D(GEI)			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
D(IND)	6.734977	3	0.0808
D(URB,2)	17.06566	3	0.0007
All	18.26747	6	0.0056

Dependent variable: D(IND)			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
D(GEI)	1.064898	3	0.7856
D(URB,2)	3.738585	3	0.2911
All	5.193501	6	0.5192

Dependent variable: D(URB,2)			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
D(GEI)	17.30773	3	0.0006
D(IND)	6.410853	3	0.0932
All	23.27097	6	0.0007

Fuente: Eviews (2024).

Elaborado por: La Autora, 2024

Se concluye que se acepta la hipótesis de forma parcial porque se detecta causalidad desde la Industria y Urbanización hacia las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, pero, no es así desde la Industria hacia las emisiones GEI y Urbanización. Por ende, se determina que en la variable Emisiones de Gases de Efecto Invernadero tiene una incidencia unidireccional con la Industria y bidireccional con la Urbanización.

Alineación con el Objetivo 1 y 2 con el Objetivo 3

El análisis del comportamiento de la industrialización y la urbanización en Ecuador bajo el enfoque de O.D.S se evidenció que la contribución de la pequeña industria y fluctuaciones en las emisiones de CO₂ por unidad de valor agregado manufacturero, con una tendencia baja. Lo que refleja un avance relativamente limitado hacia una industrialización inclusiva y sostenible acorde a los O.D.S establecidos en 2015. Por otra parte, en el estudio de la urbanización se comprobó un total estancamiento en el acceso a servicios básicos como agua potable y saneamiento, lo que refleja los desafíos para lograr ciudades sostenibles. Por consiguiente, el análisis de las emisiones totales de gases de efecto invernadero mostró altibajos con una tendencia descendente moderada.

La ejecución del modelo VAR con sus respectivas pruebas, determinó que los cambios en las emisiones de gases de efecto invernadero inciden en la industria y urbanización. Específicamente, se detectó que la incidencia de las emisiones GEI es unidireccional sobre la industria y bidireccional con la urbanización.

Estos resultados del VAR y de los indicadores de los O.D.S 9, 6 y 13 resaltan que la sostenibilidad ambiental y las prácticas sostenibles son necesarias para mantener el crecimiento económico y el progreso urbano a largo plazo, y se enfatiza la necesidad de políticas adecuadas que aborden estos objetivos en el país.

DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio son contrastados con los resultados alcanzados por otros autores, los mismos que se mencionan a continuación:

De acuerdo con la información analizada, se identificó que el cumplimiento del O.D.S 9 alineado con la variable industrialización, con los indicadores 9.2.1, 9.3.1 y 9.4.1, ha presentado que la contribución manufacturera al PIB está estancada, disminución del aporte de pequeñas industrias al valor agregado industrial y emisiones de CO₂ del sector con fluctuación. Por otra parte, en el estudio del Instituto Nacional de Estadística (2021), realizado en España, la contribución manufactura al PIB presentó una tendencia estable sin cambios bruscos, respecto al aporte de pequeñas industrias presenta una evolución decreciente y las emisiones de CO₂ del sector manufacturero no revelan una tendencia clara. En ambos países se evidencian los desafíos para avanzar en una industrialización inclusiva y sostenible acorde a la Agenda 2030.

Los resultados muestran que la variable de Urbanización con el O.D.S 6 con los indicadores 6.1.1 y 6.2.1 ha presentado un estancamiento en el acceso seguro al agua, saneamiento e higiene en las zonas urbanas del Ecuador. Mientras que en la investigación de Sanitation And Water For All (2022), demuestra que Colombia ha logrado avances significativos en el cumplimiento del O.D.S 6, donde sus porcentajes son relativamente altos en cada indicador, todavía se necesita un progreso considerablemente más alto para alcanzar el 100%. Los datos en ambos países resaltan la necesidad de intensificar los esfuerzos y políticas en ambos países, para garantizar un acceso adecuado al agua, el saneamiento y las instalaciones de higiene.

Para la variable de emisiones de gases de efecto invernadero con el enfoque O.D.S 13 con el indicador 13.2.2, demuestra que la evolución de las emisiones ha tenido fluctuaciones con una tendencia descendente leve, en 2020 con 79,02 MT se evidencia una reducción de 7,01%, por el efecto de las restricciones impuestas por la pandemia del COVID-19 y el 2021 fue de 86.9 MT de emisiones de CO₂ equivalentes. Sin embargo, el informe de United Nations Climate Change (2022), señala que las emisiones a nivel mundial para el 2021, repuntaron a un nivel más alto en la historia con un incremento del 6%, dado que la economía mundial se recuperaba del COVID-19 de manera no sostenible.

Conforme a los resultados obtenidos de la aplicación del Modelo VAR, con el que identificó, con la prueba ADF que las variables no son estacionarias en sus datos originales, por ende, se procedió a sacar sus primeras y segundas diferencias, para que se vuelvan estacionarias las series, coincide con los resultados obtenidos de Issayeva et al. (2023), dicho autor implemento la misma prueba ya mencionada, en el cual determinó que todas las series son estacionarias en el primer nivel de diferencia, aparte Adedoyin y Bekun (2020), implementó la prueba de la causalidad de Granger en el VAR, los resultados obtenidos fueron que existe una causalidad bidireccional entre la urbanización y las emisiones de CO₂ que coinciden con los resultados de este estudio, por otra parte, Siqin et al. (2022) los resultados obtenidos en la misma prueba demuestran que existe causalidad unidireccional de la estructura industrial al CO₂, que coincide con los resultados obtenidos en este estudio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

- De acuerdo con el análisis del comportamiento de la variable de industrialización bajo el enfoque del cumplimiento del O.D.S 9 con sus respectivos indicadores en el periodo comprendido de 2015-2020, reveló varios hallazgos. La contribución del sector manufacturero a la proporción del PIB en Ecuador (indicador 9.2.1) se mantuvo estable en un rango entre 14%-15%, con un repunte en 2020 por motivo de la pandemia. Por otra parte, la participación de pequeñas industrias en el valor agregado industrial (indicador 9.3.1), mostró una tendencia decreciente continua de 0.48% a 0.14% evidenciando una reducción en el aporte de las pequeñas industrias. En cuanto a emisiones de CO2 por valor agregado manufacturero (indicador 9.4.1), se observó un comportamiento fluctuante entre 0,143 y 0,223 toneladas por cada \$1000. Evidenciando avances y retrocesos en el cumplimiento de este O.D.S 9, poniendo en manifiesto los desafíos para que Ecuador logre una industrialización más inclusiva, sostenible y el cumplimentó de los O.D.S.
- Los resultados obtenidos de la variable de urbanización bajo el enfoque del cumplimiento del O.D.S 6 con sus respectivos indicadores en el periodo comprendido de 2015-2022 reveló varios hallazgos. El acceso al agua potable gestionada sin riesgo (indicador 6.1.1), mostró un estancamiento alrededor del 75%, lo que demuestra un avance limitado en la cobertura de este servicio básico. Por otra parte, el acceso a saneamiento gestionado sin riesgo (indicador 6.2.1a), evidenció una tendencia decreciente del 34% al 31% y representa un preocupante retroceso. En cuanto al acceso a las instalaciones para el lavado de manos (indicador 6.2.1b) se mantuvo estancado en 92% sin crecimiento. Estos resultados reflejan el poco incremento del O.D.S 6 en las áreas urbanas del Ecuador, por ende, se requieren más esfuerzos por parte del gobierno para cumplir con el 100% del objetivo en el país.
- La emisión de gases de efecto invernadero su comportamiento con el enfoque del cumplimiento del O.D.S 13 con su indicador 13.2.2 en el periodo comprendido de 2015-2021, evidenció una tendencia decreciente

en los periodos establecidos, pasando de 94,88 millones de toneladas de CO₂e en 2015 a 86,9 millones de toneladas en 2021. Por otra parte, se destaca que el sector que más aporta es el sector del transporte, seguido del sector industrial y el consumo propio. Estos resultados reflejan el cumplimiento positivo de este O.D.S, pero están lejos de las metas generales establecidas para el 2030.

- Se comprobó a través de la prueba ADF la existencia de no estacionariedad en las series a nivel, por lo que se procedió a aplicar la diferenciación para volverlas estacionarias. Al no estar integradas al mismo orden, no se pudo aplicar la prueba de cointegración. Por consiguiente, se estimó un modelo VAR de orden 2 que determinó la incidencia de los cambios en las emisiones de gases de efecto invernadero sobre la industria y la urbanización, y se cumplen los test de normalidad, heteroscedasticidad y autocorrelación. Específicamente, la prueba de causalidad de Granger detectó que la incidencia de las emisiones GEI es unidireccional sobre la industria, mientras que con la urbanización existe una relación bidireccional. Se enfatiza en la necesidad de políticas y acciones por parte del gobierno ecuatoriano para frenar esta incidencia.

RECOMENDACIONES:

- Se recomienda analizar los 17 O.D.S y sus respectivos indicadores para determinar el grado de cumplimiento de estos objetivos en el Ecuador. Así se podrá tener una visión de los principales retos que enfrenta el país en su camino hacia el desarrollo sostenible.
- Es importante y se recomienda diseñar una hoja de ruta tecnológica al 2030 por sector económico, con el fin de orientar la adopción y adaptación de tecnologías claves para que permitan descarbonización y sostenibilidad ambiental en el Ecuador.
- Se recomienda implementar campañas masivas sobre el valor del servicio básico del agua potable, con el fin de transformar los cambiar los patrones de consumo insostenibles y derrochador a patrones sostenibles.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Adedoyin, F. F., & Bekun, F. V. (2020). Modelling the interaction between tourism, energy consumption, pollutant emissions and urbanization: renewed evidence from panel VAR. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(38881-38900). doi:<https://doi.org/10.1007/s11356-020-09869-9>
- Alonso, J. C. (25 de diciembre de 2010). Tutorial para Pruebas de Raíces Unitarias: Dickey-Fuller Aumentado y Phillips Perron en EasyReg. *Apuntes de Economía*, 25. Obtenido de https://www.icesi.edu.co/departamentos/images/departamentos/FCAE/economia/apuntesEconomia/Tutorial_para_Pruebas_de_Raices_Unitarias_Dickey-Fuller_Aumentado_y_Phillips-Perron_en_EasyReg.pdf
- Arce, R. (abril de 2001). *Concepto básico sobre la heterocedasticidad en el modelo básico de regresión lineal tratamiento en Eviews*. Obtenido de <https://tabarefernandez.tripod.com/dearce.pdf>
- Arostegui, A. W., & Baltodano, J. A. (15 de enero de 2020). Evaluación empírica de la Curva Ambiental de Kuznets para Nicaragua considerando la Ley No. 217, en el período 1980 – 2014. *Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas*, 8(15). doi:10.5377/reice.v8i15.9951
- Artaraz, M. (diciembre de 2002). Teoría de las tres dimensiones de desarrollo sostenible. *Ecosistemas*, 11(2). Obtenido de <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/614>
- Asamblea Constituyente. (20 de octubre de 2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Obtenido de https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021
- Asamblea Nacional. (12 de abril de 2017). *Código Orgánico del Ambiente*.
- Benites, L. (18 de octubre de 2022). *Cointegración: definición, ejemplos, pruebas*. Obtenido de Statologos: <https://statologos.com/cointegracion/>

- Bravo, O., Osorio, M., & Loor, X. (2021). La calidad del desarrollo industrial y su impacto en el medio ambiente. *Polo del Conocimiento*, 6(9), 153-167. doi:10.23857/pc.v6i9
- Caballero, M., Lozano, S., & Ortega, B. (10 de octubre de 2007). Efecto Invernadero, Calentamiento Global y Cambio Climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra. *Revista Digital Universitaria*, 8(10). Obtenido de https://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/oct_art78
- Canizales, G., & Hernández, W. (04 de abril de 2021). *Métodos para el análisis económico*. Obtenido de https://rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com/843585_81159bab721a4c7380d460761cad89b8.html#
- CEPAL. (2015). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/cb30a4de-7d87-4e79-8e7a-ad5279038718/content>
- CEPAL. (2023). *Los ODS en América Latina y el Caribe: Centro de gestión del conocimiento estadístico*. Obtenido de CEPAL - Naciones Unidas: <https://agenda2030lac.org/estadisticas/banco-datos-regional-seguimiento-ods.html?lang=es>
- Chena, M., Chena, L., Chenga, J., & Yua, J. (2022). Identify interconnections between urbanization and sustainable development goals. *Geography and Sustainability*, 3, 339-346. doi:<https://doi.org/10.1016/j.geosus.2022.10.001>
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. (11 de noviembre de 2019). Transformación estructural, cuarta revolución industrial y desigualdad: desafíos para las políticas de ciencia, tecnología e innovación. *Naciones Unidas*. Obtenido de https://unctad.org/system/files/official-document/ciid43_es
- Creamer, C. (2022). Estado e industrialización en el Ecuador, 1948-2021. *RIRA*, 7(1), 57-122. doi:<https://doi.org/10.18800/revistaira.202201.003>
- Discol, C., & Martini, I. (julio de 2010). El crecimiento urbano no planificado y su consecuencia sobre la sustentabilidad de los servicios. *Estudios del hábitat*,

- 11, 69-81. Obtenido de <https://www.fau.unlp.edu.ar/web2018/wp-content/uploads/2018/10/discoli>
- Doll, J. E., & Baranski, M. (2011). Conceptos Básicos sobre Gases de Invernadero. *Notas sobre Cambio Climático y Agricultura*, 1-3. Obtenido de https://lter.kbs.msu.edu/wp-content/uploads/2012/06/E3148SP_spanish.pdf
- Ehigiamusoe, K., Lean, H., Mustafá, M., & Ramakrishnan, S. (05 de octubre de 2023). Industrialization, globalization, ICT and environmental degradation in Malaysia: A frequency domain analysis. *Elsevier Ltd*, 9(e20699). doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20699>
- Escrig, D. (2013). El impacto ambiental de las actividades industriales: el cambio es necesario. 55-63. Obtenido de <https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/2520/06escrig.pdf?sequence=1>
- Gasca, J. (2005). Teoría, Ideología y Política del Desarrollo Sostenible. *Revista del Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales del Instituto Politécnico Nacional*. Obtenido de <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/7400/1/REXTN-MS02-03-Gasca.pdf>
- Ghosh, S. (2017). On CO2 emissions and major macroeconomic variables: A Var Model; Case of China, India, Pakistan and Sri Lanka. *Indian Journal of Economics and Development*, 5(2).
- Gianella, A. E. (1995). Introducción a la Epistemología y a la Metodología de la Ciencia. 39-128.
- Gitli, E., & Hernández, G. (abril de 2002). *LA EXISTENCIA DE LA CURVA DE KUZNETS AMBIENTAL (CKA) Y SU IMPACTO SOBRE LAS NEGOCIACIONES INTERNACIONALES*. Obtenido de Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sostenible: https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/8613/sdt_005_2002.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Godoy, J. (mayo de 2018). Urbanización e industrialización en Ecuador. *Revista Económica*, 4(1).

- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). *Econometría*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A.
- Helbling, T. (diciembre de 2010). ¿Qué son las externalidades? *Finance & Developme*, 48-49. Obtenido de <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/spa/2010/12/pdf/basics>
- Ihobe. (2013). *Metodologías para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero*. Obtenido de https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/7metodologias_gei/es_def/adjuntos/7METODOLOGIAS
- Instituto Nacional de Estadística. (22 de abril de 2021). *Indicadores de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Obtenido de https://www.ine.es/ods/publicacion_ods.pdf
- Islam, Z., Ahmed, Z., Saifullah, K., Huda, S. N., & Al-Islam, S. (2017). CO2 Emission, Energy Consumption and Economic Development: A Case of Bangladesh. *Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 4(4), 61-66. doi:10.13106/jafeb.
- Issayeva, G., Dyussebekova, Z., Aidarova, A. B., Makhatova, A. B., Likhmanova, G., Absemetova, D., & Bolganbayev, A. (2023). The Relationship between Renewable Energy Consumption, CO2 Emissions, Economic Growth, and Industrial Production Index: The Case of Kazakhstan. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 13(6), 1-7. doi:<https://doi.org/10.32479/ijeep.14941>
- Lefebvre, H. (2010). REFLEXIONES MEDIOAMBIENTALES DE LA EXPANSIÓN URBANA. *Cuadernos Geográficos*, 46, 293-313.
- Madroñero, S., & Guzmán, T. (2018). Desarrollo sostenible. Aplicabilidad y sus tendencias. *Tecnología en Marcha*, 31-3, 122-130. doi:10.18845/tm.v31i3.3907
- Mankiw, G. N. (2012). Principios de Economía. En G. Mankin. Cengage Learning Editores. doi:https://campus.eco.unlpam.edu.ar/pluginfile.php/146047/mod_resource/content/1/MANKIW%2C%20G.-

%20Principios%20de%20Econom%C3%ADa%20-%20Externalidades%20-%20cap.%2010.pdf

Ministerio de Energía y Minas. (julio de 2022). *Balance Energético Nacional 2021*. Obtenido de https://www.recursoyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2022/08/Balance_Energe%CC%81tico_Nacional_2021-VF_opt.pdf

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (04 de mayo de 2015). *Reforma el libro VI del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente de la Calidad Ambiental*. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Acuerdo-61.pdf>

Miranda, T., Suset, A., Cruz, A., Machado, H., & Campos, M. (2007). El Desarrollo sostenible. Perspectivas y enfoques en una nueva época. *Pastos y Forrajes*, 30(2), 1-1. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942007000200001&script=sci_arttext

Novales, A. (03 de diciembre de 2017). *Modelos vectoriales autoregresivos (VAR)*. Obtenido de <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41459/VAR.pdf>

Olivares, J. A., & Rodríguez, C. H. (2021). ¿La curva ambiental de kuznets sigue siendo válida para explicar la degradación? Una revisión teórica. *Revista de coyuntura y perspectiva*, 6(3), 3-52. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2415-06222021000300003&lng=es&tlng=es.

Organización de las Naciones Unidas. (2023). *Datos y cifras*. Obtenido de Naciones Unidas: <https://www.un.org/es/actnow/facts-and-figures>

Pacto Mundial Red Española. (16 de abril de 2020). *ODS 13 Acción por el clima*. Obtenido de Pacto Mundial Red Española: <https://www.pactomundial.org/ods/13-accion-por-el-clima/>

Palmett, O. (19 de mayo de 2016). Externalidades ambientales ocasionadas por la urbanización en la ciudad de Medellín. *Procesos Urbanos*(3), 38-54. doi:10.21892/2422085X.266

- Parveen, S., Khan, A. Q., & Farooq, S. (2019). The Causal Nexus of Urbanization, Industrialization, Economic Growth and Environmental Degradation: Evidence from Pakistan. *Review of Economics and Development Studies*, 5(4), 721-730. doi:10.26710/reads.v5i4.883
- Pérez, A. S. (2009). *Econometría conceptos básicos*. Medellín : Ecoe Ediciones .
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2023). *Los ODS en acción*. Obtenido de PNUD: <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>
- Rodríguez, L. (2022). *Ánalysis comparativo de distintos test de normalidad*. Universidad de Oviedo. Obtenido de https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/63972/TFG_LorenaGonzalezRodriguez.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Sanitation And Water For All. (15 de febrero de 2022). *RESULTADOS DE AGUA, SANEAMIENTO E HIGIENE*. Obtenido de SWA: www.sanitationandwaterforall.org/es
- Simioni, D. (junio de 2003). *Contaminación atmosférica y conciencia ciudadana*. Obtenido de Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL): <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/f64c380f-be12-4383-921b-710351d56910/content>
- Siqin, Z., Niu, D., Li , M., Zhen, H., & Yang, X. (2022). Carbon Dioxide Emissions, Urbanization Level and Industrial Structure: Empirical Evidence from North China. *Environmental Science and Pollution*, 29(34528-34545). doi:<https://doi.org/10.1007/s11356-021-17373-x>
- Soto, J. J. (enero-junio de 2015). El crecimiento urbano de las ciudades: enfoques desarrollista, autoritario, neoliberal y sustentable. *Paradigma económico*(1), 127-149.
- Suarez, S., & Molina, E. (2014). El desarrollo industrial y su impacto en el medio ambiente. *Rev Cubana Hig Epidemiol*, 52(3), 357-363. Obtenido de ISSN 1561-3003.

- Talbi, B., Ramzan, M., Iqbal, H. A., & Dogan, B. (2022). Appraisal of CO2 Emission in Tunisia's Industrial Sector: A Dynamic Vector Autoregression Method. *Environmental Science and Pollution*, 29(pages38464–38477). doi:<https://doi.org/10.1007/s11356-022-18805-y>
- Tarasawatpipat, C., & Mekhum, W. (2020). Rethinking the Reasons of Greenhouse Gases Emission in ASEAN Countries: Finding Reasons in Urbanization, Industrialization and Population Growth. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 11(1), 544-550. doi:10.32479/ijeep.10688.
- United Nations Climate Change. (14 de marzo de 2022). *Las emisiones mundiales de CO2 repuntaron en 2021 hasta su nivel más alto de la historia*. Obtenido de <https://unfccc.int/es/news/las-emisiones-mundiales-de-co2-repuntaron-en-2021-hasta-su-nivel-mas-alto-de-la-historia>

ANEXOS

Anexo N° 1: Matriz de Operacionalización de las Variables

Variables		Definición	Tipo De Medición e Indicador	Técnicas de Tratamiento de la Información	Resultados Esperados
Dependiente	Emisiones de gases de efecto invernadero	Las emisiones de gases de efecto invernadero incluyen dióxido de carbono, metano y óxido nitroso de todas las fuentes, incluida la agricultura.	Medición: Cuantitativa Indicador: Emisiones de CO2 per cápita (expresados en toneladas).	Información secundaria, Our world in data, CEPAL. Uso de Estadística descriptiva e inferencial.	Determinación y comportamiento de la variable y su participación en los O.D.S.
Independiente	Industrialización	La industrialización comprende el valor agregado en explotación de minas y canteras, industrias manufactureras, construcción, y suministro de electricidad, gas y agua.	Medición: Cuantitativa Indicador: Industria, valor agregado (expresados en % del PIB)	Información secundaria, Banco Mundial (BM), CEPAL. Uso de Estadística descriptiva e inferencial.	Determinación y comportamiento de la variable y su participación en los O.D.S.

Independiente	Urbanización	La urbanización es el proceso por el cual la población tiende a concentrarse en áreas urbanas.	Medición: Cuantitativa Indicador: Población urbana (expresados en % del total)	Información secundaria, Banco Mundial (BM), CEPAL. Uso de Estadística descriptiva e inferencial.	Determinación y comportamiento de la variable y su participación en los O.D.S.
---------------	--------------	--	---	---	--

Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 2: Cuadro metodológico de la investigación (Enfoque O.D.S – Modelo econométrico)

Variable	Enfoque O.D.S				Modelo Econométrico		
	O.D.S	Indicador O.D.S	Periodo	Iconos O.D.S	Descripción Variable*	Periodo	Modelo y pruebas
Industrialización	9	9.2.1 "Valor añadido del sector manufacturero en proporción al PIB.	2015-2022		En industria, valor agregado, % del PIB	1960-2021	<ul style="list-style-type: none"> • La prueba de Dickey Fuller Aumentada (ADF) • La cointegración de Phillips-Ouliaris • Modelo de Vectores Autorregresivos
		9.3.1 Proporción del valor añadido total del sector industrial correspondiente a pequeñas industrias.	2015-2020				
		9.4.1 Emisiones de CO2 por unidad de valor añadido.	2015-2020				
Urbanización	6	6.1.1 Proporción de la población que utiliza servicios de suministro de agua potable gestionados sin riesgos.	2015-2022		En población urbana, % del total	1960-2021	<ul style="list-style-type: none"> • El test de Normalidad • El test de Heterocedasticidad • El test de Autocorrelación • La prueba de causalidad de Granger
		6.2.1 Proporción de la población que utiliza: a) servicios de saneamiento gestionados sin riesgos y b) instalaciones para el lavado de manos con agua y jabón.					
Emisiones de gases de efecto invernadero	13	13.2.2 Emisiones de gases de efecto invernadero por año.	2015-2021		En emisiones de CO2 per cápita, en toneladas	1960-2021	

Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 3: Cronograma de Actividades

N° Actividades	Detalle							
	18-sep	29-nov	1-dic	2-dic	18-dic	01-marzo	15-mayo	03-octb
Curso de titulación								
Aprobación del tema								
Revisión del perfil								
Elaboración del capítulo I Marco Teórico & estado del Arte								
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: Base de datos Indicadores O.D.S.

Años	Valor añadido del sector manufacturo en proporción al PIB	Proporción del valor añadido total del sector industrial correspondiente a pequeñas industrias	Emisiones de dióxido de carbono por unidad de valor añadido del sector manufacturero	Proporción de la población que utiliza servicios de suministro de agua potable gestionados sin riesgos	Proporción de la población que utiliza servicios de saneamiento gestionados sin riesgos	Proporción de la población que dispone de instalaciones básicas para el lavado de manos	Emisiones de gases de efecto invernadero por año
	INDICADOR 9.2.1	INDICADOR 9.3.1	INDICADOR 9.4.1	INDICADOR 6.1.1	INDICADOR 6.2.1	INDICADOR 6.2.1	INDICADOR 13.2.2
2015	14,42	0,48	0,223	74,0475	33,98221	92,01697	94,88
2016	14,47	0,14	0,156	74,43459	33,71064	92,01697	87,84
2017	14,64	0,31	0,143	74,65207	33,4354	92,01697	86,9
2018	14,54	0,33	0,206	74,65207	33,06015	92,01697	83,6
2019	14,42	0,33	0,191	74,65207	32,54346	92,01697	84,98
2020	14,66	0,4	0,194	74,65207	32,05811	92,01697	79,02
2021	14,65			74,65207	31,56741	92,01697	86,9
2022	14,54			74,65207	30,93942	92,01697	

Fuente: CEPAL (2023).

Elaborado por: La Autora, 2024

Apéndice N° 1: Base de datos Indicadores O.D.S.

Emisiones de GEI por actividad (%)	
TRANSPORTE	50,7
INDUSTRIA	11,5
AUTOPRODUCTORES	8,3
CENTRALES ELÉCTRICAS	4
CONSUMO PROPIO	4,3
CENTRO DE GAS	1,6
OTROS	7,7
AGRO, PESCA, MINER	1,2
COMERCIAL, SERV. PÚB.	1,4
RESIDENCIAL	8,9
PRODUCCIÓN	0,5

Fuente: MIEM (2022). Elaborado por: La Autora, 2024

Apéndice N° 1: Base de datos Indicadores O.D.S.

Emisiones de GEI por fuente (Kton CO2eq)													
	PETRÓLEO	GAS NATURAL	LEÑA	PRODUCTOS DE CAÑA	GAS LICUADOS	GASOLINAS	JET FUEL	BIODIESEL OIL	FUEL OIL	GASES	COQUE	OTRAS SECUNDARIAS	NO ENERGÉTICO
2015	1.364	2.075	1.301	1.167	2.944	10.341	579	14.735	5.090	313	663	1	738
2016	1.595	2.269	1.271	1.197	3.046	10.404	353	13.917	4.244	234	491	1	704
2017	1.641	2.121	1.245	1.295	3.059	10.859	449	13.760	3.037	216	709	1	725
2018	1.746	1.907	1.214	1.115	3.298	11.400	384	14.463	3.485	231	544	1	659
2019	1.850	1.731	1.176	1.213	3.508	11.428	364	14.450	2.875	223	435		631
2020	1.813	1.517	1.133	1.237	3.547	8.979	250	12.518	2.403	192	502		487
2021	1.753	1.607	1.088	1.053	3.663	10.773	313	13.913	2.484	205	554		586

Fuente: MIEM (2022).

Elaborado por: La Autora, 2024

Apéndice N° 2: Base de datos modelo V.A.R

AÑOS	GEI Per-capita in CO2 equivalentes	Industria, valor agregado (% del PIB)	Población urbana (% del total)
1960	16,211279	22,02076	33,88
1961	13,595132	21,66823	34,47
1962	11,045036	21,69328	35,06
1963	9,548299	22,15941	35,61
1964	8,450518	23,76270	36,12
1965	7,586772	23,82359	36,64
1966	7,0282636	25,32213	37,16
1967	6,6543384	24,63191	37,69
1968	7,0964923	25,04306	38,22
1969	7,13711	25,66048	38,74
1970	7,1621847	27,46137	39,28
1971	7,1911616	28,35628	39,81
1972	7,3434916	27,05080	40,35
1973	8,429201	24,38244	40,89
1974	9,227479	26,46261	41,46
1975	9,675627	25,61979	42,36
1976	10,467633	26,98103	43,28
1977	10,359422	27,91559	44,19
1978	10,332025	27,08589	45,11
1979	11,00676	28,69751	46,03
1980	12,136012	26,80371	46,96
1981	12,278747	28,23209	47,89
1982	11,906826	29,59638	48,82
1983	11,76839	27,72719	49,66
1984	11,975588	29,52683	50,44
1985	11,376158	29,49522	51,22
1986	10,45906	27,16391	51,99
1987	9,488578	27,19622	52,77
1988	8,5790615	29,11360	53,55
1989	8,77768	28,95425	54,32
1990	8,328073	30,12981	55,09
1991	7,924458	30,44020	55,71
1992	8,236006	32,61490	56,23
1993	8,739435	28,58268	56,74
1994	7,574245	28,25006	57,25
1995	7,796283	27,14052	57,77
1996	7,8331156	26,78918	58,28
1997	7,4002237	25,87336	58,79
1998	7,5136285	25,81631	59,29
1999	7,385831	28,78033	59,80
2000	6,477741	33,61759	60,30
2001	6,0435963	29,04960	60,80

2002	5,613629	28,80796	61,12
2003	6,3500056	27,99930	61,32
2004	6,6238894	29,71170	61,51
2005	5,6471214	31,54458	61,71
2006	5,338906	33,88671	61,91
2007	5,626004	34,45813	62,10
2008	5,524998	37,91931	62,30
2009	5,7013483	32,41761	62,50
2010	5,662618	34,72419	62,69
2011	5,883028	37,63464	62,85
2012	6,4710927	37,75527	62,99
2013	5,896279	37,14613	63,13
2014	6,5523086	36,77882	63,26
2015	5,8585443	31,87213	63,40
2016	5,343362	32,02301	63,53
2017	5,2047358	32,52359	63,67
2018	4,913138	32,54263	63,82
2019	4,899645	32,70232	63,99
2020	4,4926724	30,72574	64,17
2021	4,7346253	31,17354	64,36

Fuente: Banco Mundial (2023), Our World in data (2023).

Elaborado por: La Autora, 2024

Apéndice N° 3: Prueba de Dickey Fuller Aumentada - Industrialización

Null Hypothesis: IND has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.422055	0.0578
Test critical values:		
1% level	-4.115684	
5% level	-3.485218	
10% level	-3.170793	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(IND)

Method: Least Squares

Date: 02/07/24 Time: 14:24

Sample (adjusted): 1961 2021

Included observations: 61 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IND(-1)	-0.351980	0.102856	-3.422055	0.0011
C	8.560880	2.430370	3.522460	0.0008
@TREND(1960)	0.058116	0.023358	2.488078	0.0157
R-squared	0.172451	Mean dependent var		0.150046
Adjusted R-squared	0.143915	S.D. dependent var		1.948400
S.E. of regression	1.802755	Akaike info criterion		4.064439
Sum squared resid	188.4956	Schwarz criterion		4.168252
Log likelihood	-120.9654	Hannan-Quinn criter.		4.105124
F-statistic	6.043243	Durbin-Watson stat		2.010331
Prob(F-statistic)	0.004131			

Elaborado por: La Autora, 2024

Apéndice N° 4: Prueba de Dickey Fuller Aumentada -D(Industrialización)

Null Hypothesis: D(IND) has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-9.223169	0.0000
Test critical values:		
1% level	-4.118444	
5% level	-3.486509	
10% level	-3.171541	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(IND,2)
Method: Least Squares
Date: 02/07/24 Time: 14:31
Sample (adjusted): 1962 2021
Included observations: 60 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(IND(-1))	-1.196940	0.129775	-9.223169	0.0000
C	0.535467	0.526003	1.017993	0.3130
@TREND(1960)	-0.011063	0.014598	-0.757834	0.4517
R-squared	0.598782	Mean dependent var		0.013339
Adjusted R-squared	0.584704	S.D. dependent var		3.029016
S.E. of regression	1.952002	Akaike info criterion		4.224295
Sum squared resid	217.1878	Schwarz criterion		4.329012
Log likelihood	-123.7288	Hannan-Quinn criter.		4.265256
F-statistic	42.53371	Durbin-Watson stat		2.046537
Prob(F-statistic)	0.000000			

Elaborado por: La Autora, 2024

Apéndice N° 5: Prueba de Dickey Fuller Aumentada - Urbanización

Null Hypothesis: URB has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.077315	0.5475
Test critical values:		
1% level	-4.118444	
5% level	-3.486509	
10% level	-3.171541	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(URB)
Method: Least Squares
Date: 02/07/24 Time: 14:45
Sample (adjusted): 1962 2021
Included observations: 60 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
URB(-1)	-0.008310	0.004001	-2.077315	0.0424
D(URB(-1))	0.984058	0.046407	21.20495	0.0000
C	0.308564	0.125744	2.453898	0.0173
@TREND(1960)	0.004094	0.002550	1.605321	0.1140

R-squared	0.955342	Mean dependent var	0.498250
Adjusted R-squared	0.952950	S.D. dependent var	0.267040
S.E. of regression	0.057924	Akaike info criterion	-2.795046
Sum squared resid	0.187887	Schwarz criterion	-2.655423
Log likelihood	87.85138	Hannan-Quinn criter.	-2.740432
F-statistic	399.3293	Durbin-Watson stat	1.643541
Prob(F-statistic)	0.000000		

Elaborado por: La Autora, 2024

Apéndice N° 6: Prueba de Dickey Fuller Aumentada – D(Urbanización)

Null Hypothesis: D(URB) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.849969	0.6675
Test critical values:		
1% level	-4.121303	
5% level	-3.487845	
10% level	-3.172314	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(URB,2)

Method: Least Squares

Date: 02/07/24 Time: 14:51

Sample (adjusted): 1963 2021

Included observations: 59 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(URB(-1))	-0.076258	0.041221	-1.849969	0.0697
D(URB(-1),2)	0.274916	0.128017	2.147505	0.0362
C	0.068411	0.038759	1.765041	0.0831
@TREND(1960)	-0.001090	0.000635	-1.717460	0.0915
R-squared	0.125161	Mean dependent var		-0.006763
Adjusted R-squared	0.077442	S.D. dependent var		0.060632
S.E. of regression	0.058237	Akaike info criterion		-2.783201
Sum squared resid	0.186536	Schwarz criterion		-2.642351
Log likelihood	86.10442	Hannan-Quinn criter.		-2.728219
F-statistic	2.622901	Durbin-Watson stat		1.964401
Prob(F-statistic)	0.059651			

Elaborado por: La Autora, 2024

Apéndice N° 7: Prueba de Dickey Fuller Aumentada – D(Urbanización,2)

Null Hypothesis: D(URB,2) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.797917	0.0001
Test critical values:		
1% level	-4.121303	
5% level	-3.487845	
10% level	-3.172314	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(URB,3)

Method: Least Squares

Date: 02/07/24 Time: 14:55

Sample (adjusted): 1963 2021

Included observations: 59 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(URB(-1),2)	-0.752875	0.129853	-5.797917	0.0000
C	0.003239	0.016507	0.196199	0.8452
@TREND(1960)	-0.000259	0.000458	-0.565725	0.5738
R-squared	0.375231	Mean dependent var		0.000153
Adjusted R-squared	0.352918	S.D. dependent var		0.073946
S.E. of regression	0.059483	Akaike info criterion		-2.756733
Sum squared resid	0.198143	Schwarz criterion		-2.651096
Log likelihood	84.32362	Hannan-Quinn criter.		-2.715496
F-statistic	16.81657	Durbin-Watson stat		1.945203
Prob(F-statistic)	0.000002			

Elaborado por: La Autora, 2024

Apéndice N° 8: Prueba de Dickey Fuller Aumentada - GEI

Null Hypothesis: GEI has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.197003	0.0947
Test critical values:		
1% level	-4.115684	
5% level	-3.485218	
10% level	-3.170793	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(GEI)
Method: Least Squares
Date: 02/07/24 Time: 15:05
Sample (adjusted): 1961 2021
Included observations: 61 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GEI(-1)	-0.152528	0.047710	-3.197003	0.0022
C	1.246840	0.554109	2.250172	0.0282
@TREND(1960)	-0.006484	0.006642	-0.976272	0.3330

R-squared	0.182223	Mean dependent var	-0.188142
Adjusted R-squared	0.154024	S.D. dependent var	0.726561
S.E. of regression	0.668268	Akaike info criterion	2.079675
Sum squared resid	25.90178	Schwarz criterion	2.183489
Log likelihood	-60.43010	Hannan-Quinn criter.	2.120361
F-statistic	6.462009	Durbin-Watson stat	0.875156
Prob(F-statistic)	0.002927		

Elaborado por: La Autora, 2024

Apéndice N° 9: Prueba de Dickey Fuller Aumentada – D(GEI)

Null Hypothesis: D(GEI) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.067400	0.0006
Test critical values:		
1% level	-4.118444	
5% level	-3.486509	
10% level	-3.171541	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(GEI,2)

Method: Least Squares

Date: 02/07/24 Time: 15:08

Sample (adjusted): 1962 2021

Included observations: 60 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(GEI(-1))	-0.521855	0.102983	-5.067400	0.0000
C	-0.073658	0.158731	-0.464040	0.6444
@TREND(1960)	0.000615	0.004308	0.142744	0.8870
R-squared	0.315874	Mean dependent var	0.047635	
Adjusted R-squared	0.291870	S.D. dependent var	0.675058	
S.E. of regression	0.568065	Akaike info criterion	1.755544	
Sum squared resid	18.39376	Schwarz criterion	1.860261	
Log likelihood	-49.66632	Hannan-Quinn criter.	1.796505	
F-statistic	13.15900	Durbin-Watson stat	2.285663	
Prob(F-statistic)	0.000020			

Elaborado por: La Autora, 2024

Apéndice N° 10: Modelo VAR

	D_GEI	D_IND	D(URB,2)
D_GEI(-1)	-0.495641 (0.13007) [-3.81049]	0.373571 (0.43634) [0.85614]	0.005977 (0.01233) [0.48488]
D_GEI(-2)	-0.377489 (0.12969) [-2.91074]	0.320257 (0.43505) [0.73613]	0.022318 (0.01229) [1.81578]
D_IND(-1)	0.026010 (0.04123) [0.63085]	-0.205053 (0.13831) [-1.48258]	0.004115 (0.00391) [1.05314]
D_IND(-2)	-0.016024 (0.04269) [-0.37534]	-0.111168 (0.14321) [-0.77623]	-0.006342 (0.00405) [-1.56744]
D_D_URB(-1)	-1.839165 (1.41715) [-1.29779]	1.754044 (4.75399) [0.36896]	0.355465 (0.13431) [2.64662]
D_D_URB(-2)	0.290874 (1.38255) [0.21039]	3.411183 (4.63792) [0.73550]	-0.061795 (0.13103) [-0.47161]
C	0.053222 (0.08152) [0.65286]	0.217722 (0.27347) [0.79614]	-0.004622 (0.00773) [-0.59821]
R-squared	0.957283	0.777885	0.999977
Adj. R-squared	0.949437	0.737089	0.999972
Sum sq. resids	11.36338	180.7516	0.124359
S.E. equation	0.481566	1.920627	0.050378
F-statistic	122.0096	19.06743	233933.4
Log likelihood	-35.12669	-116.7452	98.06514
Akaike AIC	1.529718	4.296446	-2.985259
Schwarz SC	1.881843	4.648571	-2.633134
Mean dependent	7.752236	29.41793	53.26939
S.D. dependent	2.141607	3.745748	9.598409

Determinant resid covariance	0.002098
Determinant resid covariance	0.001202
Log likelihood	-52.79081
Akaike information criterion	2.806468
Schwarz criterion	3.862843

Elaborado por: La Autora, 2024