

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**



**FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y ADMINISTRATIVAS**  
**CARRERA DE ECONOMÍA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**  
**ECONOMISTA**

**TEMA:**

**EFFECTO DE LA APERTURA COMERCIAL EN LA CALIDAD AMBIENTAL:  
CONTROVERSIA O COMPLEMENTARIEDAD EN EL ECUADOR,  
PERÍODO 1958 – 2018.**

**AUTOR:**

**HENRY DAVID RAMOS SANTAROSA**

**TUTOR:**

**ECON. FAUSTO DANILO ERAZO GUIJARRO**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2019**

## **INFORME DEL TUTOR**

Yo, Fausto Danilo Erazo Guijarro, en mi calidad de tutor, de la tesis titulada **“EFECTO DE LA APERTURA COMERCIAL EN LA CALIDAD AMBIENTAL: CONTROVERSIAS O COMPLEMENTARIEDAD EN EL ECUADOR, PERÍODO 1958 – 2018”**, y luego de haber revisado el desarrollo de la investigación elaborada por Henry David Ramos Santarosa, con C.C. 160065087-1, tengo a bien informar que el trabajo indicado, cumple con los requisitos exigidos para que pueda ser expuesta al público, luego de ser evaluada por el Tribunal designado.

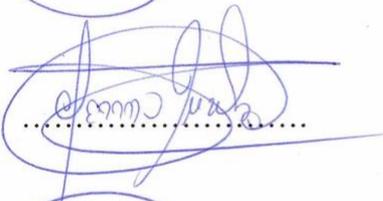
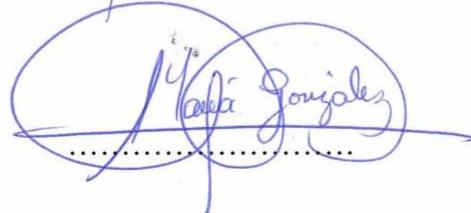


Econ. Fausto Danilo Erazo  
**TUTOR**  
C.C 060378888-6

## CALIFICACIÓN DEL TRABAJO ESCRITO DE TITULACIÓN

Los abajo firmantes, miembros del Tribunal de Revisión del Proyecto de Investigación de título “EFECTO DE LA APERTURA COMERCIAL EN LA CALIDAD AMBIENTAL: CONTROVERSIA O COMPLEMENTARIEDAD EN EL ECUADOR, PERÍODO 1958 – 2018”, presentado por el Sr. Henry David Ramos Santarosa y dirigida por el Econ. Fausto Danilo Erazo Guijarro; habiendo revisado el proyecto de investigación con fines de graduación, en el cual se ha constado el cumplimiento de las observaciones realizadas, procedemos a la calificación del informe del proyecto de investigación.

Para constancia de lo expuesto firman:

	Nota	Firma
Econ. Fausto Erazo <b>TUTOR</b>	.....10.....	
Econ. Mauricio Zurita <b>MIEMBRO 1</b>	.....9.....	
Econ. Gabriela González <b>MIEMBRO 2</b>	.....10.....	

NOTA: .....9.67 (SOBRE 10)

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

Yo, Henry David Ramos Santarosa, con C.C. 160065087-1, soy responsable de las ideas, doctrinas, resultados y propuestas expuestas en el presente trabajo de investigación, y los derechos de autoría pertenecen a la Universidad Nacional de Chimborazo.



---

Henry David Ramos  
**AUTOR**  
C.C. 160065087-1

## **DEDICATORIA**

“La educación no crea al hombre, le ayuda a crearse a sí mismo”. Por lo tanto, quisiera dedicar este trabajo a Dios y a mi familia, en especial a mis padres quienes con su amor, valores y confianza son partícipes de culminar uno de mis anhelos más deseados e infundir en mí el ejemplo de esfuerzo, valentía y superación.

A mis hermanos por haberme brindado su apoyo incondicional y confianza absoluta en mí, a pesar de la distancia siempre han estado conmigo.

*Con mucho cariño, Henry David*

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por su infinito amor y bondad, por darme la fuerza y la salud para enfrentar cada día con optimismo y poder culminar con bien mi proyecto de investigación.

A mi madre, por ser ejemplo de trabajo, honradez y perseverancia que pese a las adversidades siempre está junto a mí. A mis hermanos que en todo momento me brindaron su apoyo, por sus grandes enseñanzas y consejos, gracias por siempre anhelar lo mejor para mi vida.

A mi querida Universidad Nacional de Chimborazo por permitirme ser parte de tan gloriosa institución, por darme la posibilidad y oportunidad de formarme como profesional, la oportunidad brindada es incomparable. A mis queridos docentes gracias por compartirme sus conocimientos, sabiduría y exigencias, en particular a la Econ. María Eugenia Borja y al Econ. Fausto Erazo.

Finalmente, me gustaría agradecer a mis amigos y compañeros por su infinito apoyo moral y emocional, por permitirme compartir experiencias y momentos de alegría, mil gracias son unas excelentes personas.

*Con mucho cariño, Henry David*

## ÍNDICE GENERAL

INFORME DEL TUTOR .....	ii
CALIFICACIÓN DEL TRABAJO ESCRITO DE TITULACIÓN .....	iii
DERECHOS DE AUTORÍA .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE GENERAL .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	x
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS .....	4
General.....	4
Específicos .....	4
CAPÍTULO I .....	5
1. ESTADO DEL ARTE .....	5
1.1. Apertura comercial y Calidad Ambiental .....	5
CAPÍTULO II.....	15
2. METODOLOGÍA.....	15
2.1. Materiales y Métodos.....	15
2.1.1. Generalidades del modelo VAR.....	16
2.1.2. Forma general matricial de los modelos VAR.....	16
2.1.3. Especificación del modelo de Vectores de Corrección de Errores (VEC).....	17
2.1.4. Formulación del modelo econométrico:.....	17

CAPÍTULO III.....	19
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	19
3.1. Descripción de las variables.....	19
3.1.1. Apertura Comercial .....	19
3.1.2. Uso de energía.....	22
3.1.3. Formación Bruta de Capital (FBK).....	23
3.1.4. Calidad Ambiental.....	24
3.2. ESTIMACIÓN DEL MODELO ECONÓMICO .....	27
3.2.1. Análisis y comportamiento de las series .....	27
3.2.2. Prueba de Raíz Unitaria.....	29
3.2.3. Orden de Integración de los Residuos.....	30
3.2.4. Test de Cointegración de Johansen .....	31
3.2.5. Determinación del Número Óptimo de Rezagos.....	32
3.2.6. Modelo de Vector de Corrección de Errores (VEC).....	33
3.2.7. Determinación de Equilibrio en el Largo Plazo .....	34
3.2.8. Determinación de Equilibrio en el Corto Plazo .....	35
3.2.9. Causalidad en el sentido de Granger .....	36
3.2.10. Función Impulso Respuesta (FIR).....	37
3.2.11. Descomposición de la varianza .....	38
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	39
CONCLUSIONES .....	39
RECOMENDACIONES.....	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
ANEXOS .....	48

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Clasificación de los efectos negativos en la calidad ambiental. ....	12
<b>Tabla 2.</b> Tendencia de las emisiones netas del INGEI del Ecuador durante el año 1994, 2000, 2006, 2010 y 2012.....	26
<b>Tabla 3.</b> Contraste de Levene.....	27
<b>Tabla 4.</b> Regresión lineal múltiple mediante MCO. ....	29
<b>Tabla 5.</b> Test de raíz unitaria-ADF en sus niveles. ....	30
<b>Tabla 6.</b> Test de raíz unitaria-ADF en primera diferencia. ....	30
<b>Tabla 7.</b> Prueba de estacionariedad de los residuos. ....	31
<b>Tabla 8.</b> Test de cointegración de Johansen.....	32
<b>Tabla 9.</b> Determinación del número óptimo de rezagos. ....	32
<b>Tabla 10.</b> Modelo de vector de corrección de errores (VEC). ....	33
<b>Tabla 11.</b> Relación de equilibrio en el largo plazo, a través de MCO. ....	35
<b>Tabla 12.</b> Relación de equilibrio en el corto plazo, a través del Test de Wald.....	35
<b>Tabla 13.</b> Prueba de causalidad de Granger. ....	37
<b>Tabla 14.</b> Descomposición de la varianza.....	38

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Proceso general del metabolismo social. ....	7
<b>Gráfico 2.</b> Apertura comercial y calidad ambiental; efecto escala, composición y técnico. ..	10
<b>Gráfico 3.</b> Evolución de la apertura comercial del Ecuador representado por el comercio de mercaderías, período 1958 - 2018.....	20
<b>Gráfico 4.</b> Evolución del uso de energía del Ecuador, período 1958 - 2018. ....	22
<b>Gráfico 5.</b> Evolución de la formación bruta de capital del Ecuador, período 1958 - 2018. ...	23
<b>Gráfico 6.</b> Evolución de la calidad ambiental representada por la emisión de CO2 del Ecuador, período 1958 - 2018. ....	24
<b>Gráfico 7.</b> Emisión de dióxido de carbono derivado de combustibles fósiles del Ecuador, período 1960 - 2018. ....	25
<b>Gráfico 8.</b> Comportamiento de las series en logaritmo.....	28

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Acuerdos vigentes del Ecuador.....	48
<b>Anexo 2.</b> Comportamiento de las series <i>CO2</i> , <i>CM</i> , <i>FBK</i> , <i>UEN</i> .....	49
<b>Anexo 3.</b> Función impulso respuesta (FIR).....	50

## RESUMEN

Los procesos de integración económica y comercial a escala mundial han impulsado la interdependencia entre países, bajo ese contexto, la apertura comercial impulsada por un estado implica de forma implícita un impacto ambiental en cualquier modelo de desarrollo, situación que obedece a las distintas etapas del proceso productivo que implica la extracción, transformación, distribución y comercialización de bienes y servicios que en forma directa disminuyen la disponibilidad de los recursos naturales transformándolos en materia de alta entropía. Es así, que el presente trabajo de investigación analiza la influencia de la apertura comercial en el comportamiento de la calidad ambiental en el Ecuador período 1958 - 2018; se aborda evidencia empírica acerca de la relación entre las variables en la que indica que la relación no es tan estrecha como suele suponerse. Por ello bajo un enfoque estadístico se analizó cada una de las variables determinando su comportamiento durante el período de estudio, por consiguiente el análisis econométrico parte del enfoque de cointegración de Engle-Granger, Test de causalidad de Granger y a través de un modelo de Vector de Corrección de Errores (VEC), se determinó la existencia de una relación significativa de equilibrio a largo plazo con una velocidad de ajuste del 6,8% y una causalidad en sentido unidireccional entre la apertura comercial y la calidad ambiental.

***Palabras clave:*** Apertura Comercial, Cointegración, Calidad Ambiental, Externalidades, Causalidad en el sentido de Granger.

## ABSTRACT

Global economic and commercial integration processes have boosted interdependence among countries. For this reason, the financial opening promoted by a state implicitly implies an environmental impact in any development model, a situation that obeys the different stages of the production process which implies the extraction, transformation, distribution, and commercialization of goods and services that directly decrease the availability of natural resources transforming them into high entropy. Thus, this research paper analyzes the influence of financial openness on the behavior of environmental quality in Ecuador from 1958-2018. Empirical evidence is addressed about the relationship between the variables in which it indicates that the relationship is not as close as is usually assumed. Therefore, under a statistical approach, each of the variables was analyzed, determining their behavior during the study period. Therefore, the econometric analysis starts from the Engle-Granger cointegration approach, Granger causality test. Through a vector model of error correction (VEC), the existence of a significant long-term equilibrium relationship with an adjustable rate of 6.8% and a unidirectional causality between financial openness and environmental quality was determined.

*Keywords: Commercial Opening, Cointegration, Environmental Quality, Externalities Causality in the Granger sense.*



Reviewed by: Solís, Lorena  
Language Center Teacher



## INTRODUCCIÓN

El deterioro de la calidad ambiental es un problema social contemporáneo que comienza a consolidarse como una nueva estructura analítica susceptible de ser analizada de manera económica a principios de la década de 1970, ya que el aumento y comercialización de bienes y servicios supone un incremento de los índices de contaminación en cuanto a las emisiones de CO<sub>2</sub>, que según Barret (2007) y Roldán (2015) son un “mal público global” y a la apertura comercial que empezó a cambiar por medio del establecimiento de modificaciones al sistema multilateral de comercio.

De acuerdo con Sánchez (1991) la apertura comercial como todo proceso económico conlleva un riesgo ambiental, según Ferrer *et al.* (2012) bajo el enfoque capitalista la finalidad de la apertura no resulta ser el aumento en el bienestar de la sociedad a través del consumo de mercancías sino el valor monetario o beneficio marginalista, esta forma de modelo económico ha direccionado a la naturaleza a una crisis y presión ecológica de carácter descomunal e inmensurable, como señala Aniol (2012) es ineficiente, inestable, infeliz, insostenible e injusta.

En ese sentido, Birdsall (1995) y Belausteguigoitia (1995) consideran que la afectación de la calidad ambiental está determinada por una mayor integración de mercados, a medida que la actividad económica y sus corrientes exportadoras aumentan las externalidades negativas se vuelven evidentes y socialmente costosas, ya que el precio relativo de los bienes y servicios no incorporan en su totalidad todos los costos ecológicos por falta de poder político y social; denominado según Barney (2008) dumping ecológico.

Bajo ese contexto, Carmona (1998) sugiere que la apertura comercial da origen a la deslocalización de industrias contaminantes hacia países que exhiben una legislación ambiental mínima, autores como Morales *et al.* (2002) argumentan que las empresas se establecerían en el país donde existe un menor costo en el control de contaminantes, convirtiéndolo así en un paraíso de contaminadores, no obstante, la diferencia en los costos ambientales representa una desventaja desleal desde la percepción competitiva, como bien afirma Frankel y Rose (2005) y Simula (2001) las políticas comerciales influyen en el medio ambiente mientras que las políticas ambientales impactan la competitividad de los productos.

En contraste a aquello bajo el enfoque de la Organización Mundial del Comercio (OMC, 2019) el acceso a nuevos mercados aumenta la eficiencia en el uso de los recursos naturales; tal es el caso que durante la Ronda de Doha se estableció la reducción o eliminación de los obstáculos arancelarios y no arancelarios a los bienes y servicios ecológicos, en este aspecto Mann (2016) manifiesta que la introducción de la innovación y tecnología en los procesos productivos estimularía su desempeño económico y ecoeficiencia; en este sentido la mejor solución no significa alterar el sistema comercial, sino de manera particular reducir las externalidades ambientales de flujo y de stock.

De acuerdo al planteamiento del problema, el Ecuador en su historia se caracterizó por implementar modelos de desarrollo primario-exportador distinguidos por ser inestables e insostenibles en el tiempo. En líneas generales, Iturralde (2012), Larrea (2005) y Carvajal (2011) concuerdan que el país tuvo cambios positivos en su economía derivados del comercio a través de sus principales productos. No obstante, estos escenarios han perjudicado al medio ambiente por el uso irracional de los recursos naturales, sumado a la falta de políticas ambientales en materia de recuperación, mal manejo en el tratamiento de los residuos y la contaminación emitida por el sector industrial, dentro de esta perspectiva los sistemas económicos se encuentran implícitos dentro de un sistema biológico-físico de gran escala que los engloba, determina y condiciona (Leff, 2004).

Profundizando en lo anterior, producir bienes y servicios, exportarlos y transportarlos para el consumo genera emisiones de gases contaminantes por parte de las actividades económicas y mercantiles que no necesariamente afrontan el costo económico de la externalidad negativa, debido a que los países en vías de desarrollo no disponen de grandes márgenes de maniobra para ajustar sus sistemas productivos a las exigencias ambientales porque implicaría costos e inversiones en servicios, equipos y tecnología (Schaper, 2000).

Desde el punto de vista de Gallegos (2017) y Almagro (2006) la falta de disposición del estado en formular normas ambientales rígidas es un factor determinante en la degradación ambiental, de esta manera parte de la situación se la adjudica a la ineficiencia del estado, la falta de voluntad por identificar estos problemas por parte del sector empresarial, la limitada conciencia ambiental de la humanidad, la falta del reconocimiento de la disminución del capital natural y la ineficiente valorización de los recursos naturales.

Con referencia a lo anterior, es fundamental un desarrollo ambiental sumado a un alto índice de gestión ambiental e integral por parte del estado, para dar solución a la divergencia entre la apertura comercial y la calidad ambiental considerada como falla de mercado, que permita incorporar todos los costos y beneficios que las actividades económicas engloban. En términos generales, el estado debe implementar instrumentos, normativas y mecanismos que permitan regularizar el comportamiento excesivo en el uso de los recursos naturales, con una planeación estratégica que incorpore medidas correctivas, sumado a evaluaciones acerca del impacto ambiental y auditorías ambientales continuas en vista de que los recursos naturales carecen de derechos de propiedad (Almagro, 2006).

Desde esta perspectiva, los estados han iniciado el establecimiento de una legislación ambiental para disminuir o prevenir las emisiones de gases contaminantes, de esta manera el derecho internacional del medio ambiente se ha venido desarrollando con mucha fuerza a través de normas de valoración, control de exportaciones e importaciones, estándares y medidas ambientales implícitos en los acuerdos comerciales (Barney, 2008; Díaz, 2005).

De modo que el Estado Ecuatoriano establece que promoverá la solidaridad y el respeto a la diversidad y aprovechará en una manera sustentable su patrimonio natural y cultural (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES], 2017). Sin embargo, de acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2001) el gasto público e inversión ambiental del Ecuador corresponde al 0,20% del PIB en promedio entre 1995 - 2016; ciertamente la gestión ambiental con base en la conservación y protección es considerada como un costo y una condición limitante del proceso económico.

De esta manera, la presente investigación se desarrolla con el fin de demostrar evidencia empírica acerca de la interacción económica entre lo comercial y ambiental, ante la evidente preocupación por la disminución progresiva de la calidad ambiental a causa del incremento continuo de la industrialización relacionada con el comercio y del comercio mundial en su forma natural. En consecuencia, se han desarrollado diversos estudios a nivel mundial, a pesar de aquello no existen estudios para el Ecuador que aborden esta cuestión de forma particular; de modo que responsables sociales y políticos se enfoquen en formular soluciones y estrategias lógicas en vista que el mundo se está transformando hacia un estado de alta entropía e uniformidad física inerte a futuro.

## **OBJETIVOS**

### **General**

- Determinar la influencia de la apertura comercial en el comportamiento de la calidad ambiental del Ecuador, período 1958 - 2018.

### **Específicos**

- Analizar el comportamiento de la apertura comercial como determinante de la calidad ambiental en el Ecuador, período 1958 - 2018.
- Describir la conducta de la calidad ambiental con base en las emisiones de CO<sub>2</sub> en el Ecuador, período 1958 - 2018.
- Demostrar la relación entre la apertura comercial y calidad ambiental, mediante un modelo econométrico VARMA, con la finalidad de identificar si existe complementariedad o controversia entre las variables durante el período 1958 - 2018.

## CAPÍTULO I

### 1. ESTADO DEL ARTE

#### 1.1. Apertura comercial y Calidad Ambiental

La política comercial establecida por el Ecuador, orientada a instaurar un modelo de crecimiento económico basado en las exportaciones denominado Export-Led Growth, sumado a los procesos de globalización permitieron al país una mayor incorporación a la economía mundial, en ese sentido, el enfoque de la economía tradicional considera al crecimiento económico del cual forma parte el comercio como “el hecho que cura todos los males”, en relación al incremento del ingreso y a las exportaciones e importaciones que proporcionará un canal para las corrientes de inversión, financiamiento y tecnología que resultaría en el aumento de la demanda por un ambiente mejor (Pérez, 2006; Balassa, 1978; OMC, 2019).

Autores como Meller (1993), Camarena (2019) y la OMC (2019) sostienen que la apertura comercial posibilita alcanzar índices de bienestar adecuados en aspectos sociales, económicos y ambientales con respecto a la utilización óptima del capital natural, la asignación eficiente de los recursos y las ventajas comparativas. Sin embargo, Frankel y Rose (2005) denominan estos aspectos como ganancias de la hipótesis comercial. Shahbaza *et al.* (2017) y Baek *et al.* (2009) en contraposición a lo anterior, concuerdan que la degradación ambiental varía de acuerdo a la estructura económica, nivel de ingreso, apertura comercial, políticas económicas, patrón de comercialización, preferencias de consumo y al comercio de bienes intermedios.

En esta misma línea, los beneficios de la apertura comercial asociados con niveles de crecimiento económico favorables resultaron en la expansión del volumen comercial que implica la utilización de gran cantidad de recursos energéticos que representan altos índices de emisión de CO<sub>2</sub> (Shahbaza *et al.*, 2017). Tal como lo señala Gómez *et al.* (2018) el constante flujo de mercancías figura como inductor en la afectación de la calidad ambiental por la existencia de industrias productoras de bienes y servicios intensivos y contaminantes.

De acuerdo con Pérez (2006) el deterioro de la calidad ambiental es consecuencia del efecto escala y equidad, debido al aumento en la cantidad de recursos y energía utilizados en un mundo de recursos finitos donde el comercio muestra un intercambio ecológico y económico desigual con el medio ambiente; efectos que se materializan de forma directa con cambios en el medio ambiente y a cambios indirectos que transforman los sectores económicos.

En Latinoamérica para el caso colombiano, Pérez (2006) señala que la existencia del intercambio económico-ecológico desigual es indudable, las corrientes de materia y energía distribuidas hacia el resto del mundo y la desigualdad en los términos de intercambio repercuten en el ambiente natural, sumados al patrón de comercialización primario-exportador y bajos niveles de desarrollo interno. Por tanto, Jayadevappa y Chhatre (2000) sugieren la coordinación en formulación de políticas ambientales, sin embargo, existe cierta divergencia los países desarrollados buscan reducir los índices de contaminación y los países en desarrollo buscan minimizarlo.

En definitiva, desde la percepción de Almagro (2006) los sistemas económicos que sostienen su crecimiento de acuerdo al agotamiento del capital natural no tienen futuro a largo plazo por la falta de criterios de sostenibilidad, ciertamente todos los países producen emisiones de gases contaminantes pero la diferencia radica en la intensidad de acuerdo a la actividad productiva que efectúan. Ahora bien, la racionalidad económica, antropocentrismo y la constante búsqueda de la sociedad en maximizar la utilidad apartó a la naturaleza de la esfera productiva (Leff, 2004; Benítez y Larrea, 2004).

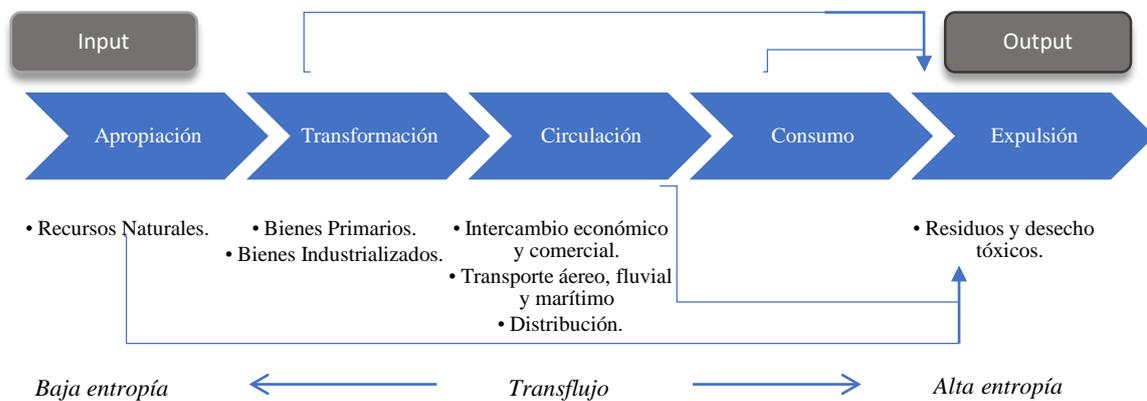
Asimismo, el crecimiento económico continuo carente de límites desestimó la existencia de límites ecológicos al crecimiento exponencial de la economía y al problema de la escasez; a raíz de este conflicto acuerdos ambientales multilaterales con base en la gestión ambiental, la protección y preservación del medio ambiente y el desarrollo sostenible se intensificaron en foros internacionales como la cumbre de la Tierra de Estocolmo, Rio de Janeiro, Johannesburgo y la Cumbre Mundial por parte de la Naciones Unidas.

Por otra parte, la calidad ambiental es un componente básico de la calidad de vida, es un término interrelacionado con el crecimiento y desarrollo económico ya que muestra desequilibrios entre el ambiente social, el ambiente construido y el ambiente natural. Como señala Jusmet (2000) es un “bien público puro” dado que afecta de forma global y se deteriora o se consume de forma colectiva. Agregando a lo anterior, Vargas y Gallegos (2005) y Hauwermeiren (1999) manifiestan que en materia ambiental la humanidad va perdiendo el control sobre el entorno que reside de manera progresiva, situación que amerita a fallas y diferencias en la política económica del desarrollo resultante de interactuar con mercados altamente competitivos.

Ante la necesidad de construir marcos conceptuales que permitan realizar análisis adecuados sobre las relaciones entre los procesos sociales y los procesos naturales, la teoría del metabolismo social es uno de los instrumentos claves para comprender la compleja realidad del uso de los recursos naturales en los procesos de consumo y producción. Bajo este contexto, el metabolismo social es la articulación existente entre lo económico y ambiental a través de inputs (materia y energía) y outputs (residuos y desechos tóxicos) que contiene dos dimensiones el material e inmaterial, bajo la premisa de una esfera económica de un sistema abierto donde las leyes de la naturaleza rigen los sistemas económicos (Toledo, 2013; Carpintero *et al.*, 2016).

### Gráfico 1.

*Proceso general del metabolismo social.*



**Fuente:** Elaboración propia con base en Toledo (2013) y Hauwermeiren (1999).

Como se muestra en el gráfico 1, el proceso del metabolismo social muestra una secuencia que parte desde la apropiación al momento en que la sociedad o los agentes económicos utilizan los recursos naturales con fines productivos, la transformación son los cambios derivados de la industrialización en productos y servicios que no son consumidos o utilizados en su forma natural dependiendo del sector productivo, de esta manera el proceso de circulación da origen al intercambio comercial dentro o fuera de la economía nacional destinadas al consumismo, obteniendo como resultado una gran cantidad de residuos, desechos tóxicos y gases contaminantes en el medio ambiente.

En virtud de lo anterior, la ley de la entropía permite analizar el efecto que tiene la actividad comercial en el uso de los recursos naturales y el estado del medio ambiente, según Sadorsky (2011) y Cervantes (2008) el incremento de la apertura y actividad comercial requiere de gran cantidad de materia y energía en sus procesos productivos, de esta manera, de acuerdo a las

contribuciones teóricas de Nicholas Georgescu-Roegen sostiene que la utilización y transformación de los recursos naturales en la producción y consumo regresan a la naturaleza en forma de desechos o gases contaminantes considerados de alta entropía.

En consecuencia, de acuerdo con Pérez (2006) el comercio es un vector ambiental de suma cero, ya que distribuye en forma desigual los costos ambientales y sociales entre las empresas productoras, los países comercializadores de bienes y servicios, la sociedad y el medio ambiente donde interactúan beneficiados y perjudicados. En cambio, según French (1993) y Huang y Labys (2001) el comercio actúa de forma neutral a través de la producción y el acceso a nuevos mercados, por efecto del consumismo al disponer de un bien proveniente de otro país que no posee normas ambientales rígidas y frecuentemente cuando las políticas ambientales dirigidas a la protección del ambiente natural son denominadas como barreras no arancelarias al comercio.

Halicioglu y Ketenci (2016) y Cherniwchan *et al.* (2017) explican la divergencia entre lo ambiental y comercial, a través de la teoría o hipótesis de los refugios de contaminación sostienen que las diferencias en la política y regulación ambiental implica la migración de empresas contaminantes hacia países que disponen de una regulación menos estricta por efectos del nivel de ingreso, capacidad institucional y diferencias en sus costos de producción y principalmente que dentro de la globalización los procesos de apertura comercial implican la reducción y flexibilidad de las barreras comerciales. De esta manera, Huang y Labys (2001) concuerdan con lo anterior y destacan la expansión de la emisión-mercancías, de forma que los efectos ambientales se desplazan de los países ricos hacia los países pobres.

De la misma manera, Jayadevappa y Chhatre (2000) analizan los efectos de la apertura comercial en el medio ambiente, a partir de la teoría del comercio de Heckscher-Ohlin bajo un contexto de los recursos naturales y liberalización comercial considerando a las emisiones de CO<sub>2</sub> como factor productivo, sostienen que los países en desarrollo se especializaran de acuerdo a sus factores de producción y la intensidad en su uso determinará su ventaja comparativa, dado que el comercio implica el movimiento de bienes producidos en un país a otro para su consumo o procesamiento posterior. Así, países con altos flujos de capital exportan bienes con alta especialización, en cambio países con altos volúmenes de mano de obra y recursos naturales exportaran generalmente bienes de materia prima con bajos índices de industrialización (Oktavilia y Firmansyah, 2016).

En esta misma línea, el intercambio de flujos comerciales input-output de bienes destinados para el consumo final o para la producción de otros bienes implica generar contaminación, a causa de diferencias en la especialización, el uso intensivo de recursos naturales, inexistencia de costos de transferencia y transporte y la flexibilidad de las barreras arancelarias (Halicioglu, 2009). Bajo esta percepción, el dinamismo comercial implica la sobreexplotación de los recursos naturales considerando a sus factores productivos como medio de intercambio para obtener bienes que dentro de sus fronteras nacionales se consideran escasos.

Para las economías Latinoamericanas la afectación en la calidad ambiental se explica de acuerdo a la teoría de la dependencia y subdesarrollo, a partir de las diferencias del intercambio centro-periferia, según Blomström y Hettne (citado en Santos, 2002) el subdesarrollo está conectado de manera estrecha con la expansión de los países industrializados, por su parte, Montory (2019) y Prebisch (1951) manifiestan que los países desarrollados sustentan su crecimiento económico basado en la producción de servicios y los países en desarrollo en bienes de materia prima, por lo tanto para mantenerse en la senda del crecimiento económico implica exportar volúmenes ascendentes de productos de materia prima.

Dentro de este marco, Sahbi *et al.* (2014), Grossman y Krueger (1991) y Schaper (2000) describen la interacción entre la apertura comercial y su impacto negativo en el medio ambiente a partir del efecto escala, composición y técnico; consideraron a la emisión como un “producto secundario” (ver gráfico 2). Bajo ese contexto, el efecto escala está asociado de forma colateral al aumento de la apertura comercial, inversión, productividad y el uso de energía que de forma implícita posibilitará el aumento desproporcionado de emisiones de gases contaminantes y contaminación, dependiendo del grado de desarrollo del país (Farhani *et al.*, 2014).

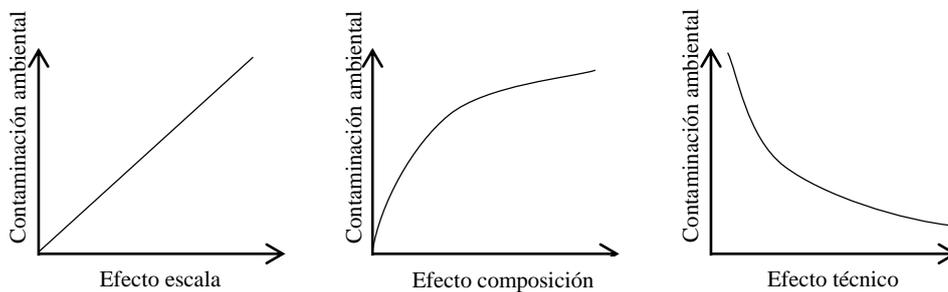
Posteriormente, el efecto composición está asociado a la intensidad de la contaminación correspondiente a cambios en los patrones de producción y su ventaja comparativa; de conformidad con Benítez y Larrea (2004) las políticas de apertura muestran una relación inversa entre los flujos capital y la degradación de la calidad ambiental, en cambio si los flujos de capital se destinarían en sectores contaminantes (extracción de recursos naturales) significaría una relación directa, por el hecho que sí existe un mayor número de empresas contaminantes significaría mayor contaminación.

Finalmente, el efecto técnico corresponde a la intensidad de la contaminación, por la introducción de la innovación y tecnología en los procesos de producción, de acuerdo con García y Jenkins (2008) bajo la percepción ambiental la transferencia tecnológica facilitará la introducción de tecnologías de producción limpias y eficientes, además de bienes de capital permitiendo la disminución de gases contaminantes por producto terminado, pero la particularidad radica que la tecnología e innovación no se compra, sino de adopta y se desarrolla.

Agregando a lo anterior, Managi *et al.* (2009) aporta evidencia empírica acerca del efecto escala, composición y técnico y su impacto en el medio ambiente en los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), afirman que la emisiones de CO<sub>2</sub> aumentan por influencia de la apertura comercial y la productividad, en cambio disminuyen por efecto del ingreso y la apertura comercial en relación al efecto capital-trabajo y la estructura productiva que sostiene cada país.

### Gráfico 2.

*Apertura comercial y calidad ambiental; efecto escala, composición y técnico.*



**Fuente:** Elaboración propia con base en Oktavilia y Firmansyah (2016) y Farhani *et al.* (2014).

Lo anterior prepondera la interdependencia entre la apertura comercial y la calidad ambiental, por tanto, los procesos de integración económica y la volatilidad de los mercados financieros asociados con indicadores económicos y ambientales desfavorables generaron un punto de inflexión, de acuerdo con Gallegos (2017) pone en duda los beneficios de la apertura comercial en materia ambiental. Por ello, Campos (2017) indica como prioridad la cohesión social entre lo económico y ambiental por medio de la participación del estado, según Yedwab *et al.* (2018) y Morales *et al.* (2002) corresponde un factor institucional imprescindible para mejorar la calidad ambiental bajo un enfoque estado, mercado y sociedad que permita cambiar el tradicionalismo de un estado subsidiario a un estado de bienestar.

Por su parte, Graddy y Barrett (2000) y Farzin y Bond (2006) manifiestan la necesidad del establecimiento de estándares específicos y normativas ambientales, respecto a la evidente relación positiva entre la emisión de CO<sub>2</sub> y la apertura comercial. Por lo tanto, al implementar políticas económicas a favor del medio ambiente el estado debe considerar impulsar el cambio tecnológico a través de procesos sostenibles, considerando el comportamiento de la organización social, el grado de elasticidad de los ecosistemas bajo los principios de universalidad, participación, equidad y eficiencia y no solo considerar su potencialidad económica (Sánchez y Rendón, 2003).

Sin embargo, de conformidad a Li y Reuveny (2006) y Arvin y Lew (2009) la intervención del estado en solucionar la cuestión social ambiental resulta ser ineficaz, conforme a Dryzek (1987) y Midlarsky (1998) ante la libertad democrática emerge la denominada tragedia de los comunes resultado de la sobre-explotación de los recursos naturales de acuerdo al interés de la economía de mercado en relación a la falta de incentivos para reducir la contaminación, donde los costos son asumidos por otros en lugar de ellos mismos; según Jusmet (2000) el concepto económico de la “mano invisible” expuesto por Adam Smith se complementaría con la del “codo invisible” ante la inercia entre lo ambiental y lo económico que perciben intereses contrapuestos, que de forma involuntaria e imperceptible afecta a terceros.

Por lo anterior, durante la década de los 90 surgió el concepto de Reforma Fiscal Ambiental en Europa (RFA), las cuales buscaban incorporar en los precios el costo social de las externalidades negativas, a través de los impuestos pigouvianos bajo el principio “del que contamina paga”, dicho de otro modo, pagar un impuesto equivalente a la externalidad que produce (Fanelli *et al.*, 2015).

En ese contexto, al aplicar una RFA bajo el principio de neutralidad desde el punto de vista de Oueslatti (2014), Ekins y Speck (2011) y Hettich (1998) permitirá promover el crecimiento y desarrollo económico particularmente por la reducción de gases contaminantes por medio de la innovación, el incremento de la productividad y empleo a través de ingresos fiscales provenientes de la recaudación por la tarificación del carbono, donde se establecerían incentivos para la inversión en procesos productivos menos contaminantes. Además, que puedan asignarse para reducir otros impuestos (renta), aumentar el gasto social y establecer programas de mitigación que sumado al otorgamiento de exenciones a los sectores contaminantes, evite afectaciones en la competitividad generando así un doble dividendo (Gago y Labandeira, 2012; Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2018).

De conformidad a lo expuesto anteriormente, ¿la apertura comercial beneficia o deteriora el medio ambiente?; bajo la percepción de la teoría tradicional Grossman y Krueger (1991), Birdsall (1995) o recientemente Hoyos y Lustig (2009) concuerdan que la apertura comercial permite exportar bienes con estándares de calidad en relación a los países que importan dichos bienes, la intensificación de estándares sociales y ambientales, adopción de economías de escala y la inversión tecnológica e introducción de innovación en los procesos productivos.

Sin embargo, Arjona y Codina (2016) y Malgesini (como se citó en Morales *et al.*, 2002) manifiestan que el incremento de la población y el crecimiento económico utilizan una gran cantidad de recursos naturales y consumen la mayor parte de energía en la producción y consumo de bienes y servicios originando contaminación ambiental. Por consiguiente, la acumulación de gases contaminantes como el dióxido de carbono provenientes de la quema de combustibles fósiles, procesos industriales, incineración de residuos, calefacciones domésticas y la quema de la biomasa influyen en la temperatura de la atmósfera y de la superficie de la tierra (Malagón, 2011). A continuación en la tabla 1, se detallan los efectos negativos en la calidad ambiental según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2019).

**Tabla 1.**  
*Clasificación de los efectos negativos en la calidad ambiental.*

	<b>Medio Ambiente</b>	<b>Humanidad</b>
<b>Atmósfera</b>	Cocinas domésticas, incendios forestales, Contaminación urbana y rural y gases de efecto invernadero.	Mayor causa de muerte, enfermedad y desplazamientos en todo el mundo.
<b>Tierra</b>	Desertificación, deforestación y contaminación química.	Efectos sobre el acceso a la tierra y el empleo.
<b>Agua</b>	Contaminación (por antibióticos y nanotecnología) y extracción de recursos.	Efectos sobre la seguridad del agua, la salud y el empleo.
<b>Océanos</b>	Disminución de los niveles de pesca, desechos plásticos, decoloración de los corales y deshielo del casquete polar.	Pérdida de fuentes de proteínas y empleos.
<b>Diversidad Biológica</b>	Disminución del número de polinizadores, extinción de genes, especies y ecosistemas.	Efectos sobre la seguridad alimentaria y la zoonosis.

Nota: Los efectos negativos se establecen por la vía del cambio climático que corresponde a perturbaciones del medio natural por el aumento de la emisión de gases contaminantes (CO<sub>2</sub>), por parte de las actividades económicas.  
**Fuente:** Elaboración propia con base en el PNUMA (2019).

A nivel general es fundamental resaltar trabajos empíricos que muestran la evidente relación dinámica entre la apertura comercial y la calidad ambiental con antecedentes que difieren de forma analítica las vías de interdependencia entre las variables; en tal sentido autores como Farhaniet *et al.* (2014), Omri *et al.* (2015), Managi *et al.* (2009), Halicioglu y Ketenci (2016) y Le Chang *et al.* (2016) explican la relación a través de la hipótesis de la curva medioambiental de Kuznets resaltando la importancia en el nivel de ingreso; por otra parte Halicioglu (2009), Shahbaza *et al.* (2017), Le *et al.* (2016), Hakimi y Hamdi (2016) y Oktavilia y Firmansyah (2016) explican la relación a través del criterio de la causalidad.

Schaper (2000) analiza las corrientes y estructuras exportadoras en América Latina y el Caribe de forma categórica, específicamente en el efecto escala, composición y tecnología; precisamente el dinamismo comercial impulsado por el acceso a nuevos mercados se materializó en sectores contaminantes e intensivos en “commodities” que condicionan la sostenibilidad de la base productiva. Sin embargo, los resultados indican que no existe una relación homogénea entre las variables, en ese sentido su patrón de exportación, elasticidad ingreso de la demanda por la calidad ambiental, distribución del ingreso y la actividad económica permitieron la intensificación de la contaminación ambiental.

Por su parte, Hakimi y Hamdi (2016) encuentran una relación positiva entre la apertura comercial y la calidad ambiental a través de un modelo VEC que incluye variables de control como la inversión extranjera directa (IED) y el crecimiento económico (PIB per cápita); la hipótesis de los beneficios de la apertura en el caso de Túnez y Marruecos no se cumplen, determinantes como la política comercial que impulso el incremento de la IED no sostenible con el medio ambiente, su patrón de producción basada en las importaciones de petróleo y energías fósiles influyeron en la transición hacia un estado natural de alta entropía carente de procesos sostenibles.

Oktavilia y Firmansyah (2016) a través de un modelo econométrico estático que incluye ecuaciones lineales, cuadráticas y cúbicas, describen la relación entre la liberalización comercial y la degradación ambiental considerando la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets (CKA) para Indonesia, en su estudio demuestran la existencia de una relación positiva en el largo plazo validando la hipótesis a través del ingreso per cápita, excepto en la ecuación lineal y en el corto plazo la emisión de CO<sub>2</sub> describe una relación positiva con la liberalización comercial en cada una de las ecuaciones.

Asimismo, Halicioglu y Ketenci (2016) en su estudio para los países en transición consideran la teoría de Hecksher-Ohlin, donde el intercambio comercial implica gran contaminación en la producción, distribución y en el consumo de mercancías; la hipótesis (CKA) se cumple para Uzbekistán, Turkmenistán y Estonia, el enfoque econométrico muestra una relación positiva en todos los países pero los efectos ambientales del comercio difieren en cada país según su nivel de desarrollo, tasa de explotación de los recursos naturales y la divergencia en la formulación de políticas comerciales.

Posteriormente, Kwabena *et al.* (2019) en su estudio en treinta países del continente africano, demuestran que la reducción de gases contaminantes dependerá en gran parte del sector productivo, la intensidad energética y en particular a las regulaciones ambientales que no disminuyen de forma directa las emisiones de CO<sub>2</sub>, pero deben aplicarse en conjunto con cambios en la política comercial; preponderan la transferencia tecnológica y especialización productiva como una posible solución.

Ponce y Alvarado (2019) demuestran el vínculo causal entre las emisiones de CO<sub>2</sub>, apertura comercial, inversión extranjera directa, la producción real per cápita y la urbanización. Consecuentemente, deducen la existencia de una relación de equilibrio a corto y largo plazo, además de una causalidad en el sentido de Granger bidireccional entre la apertura comercial y la contaminación representada por la emisiones de CO<sub>2</sub>; la ideología de ganar-ganar, procesos de globalización que implican la materialización en altos flujos de mercancías y capitales ocasiono graves consecuencias en la calidad del medio ambiente.

## CAPÍTULO II

### 2. METODOLOGÍA

El enfoque metodológico adoptado en este estudio investigativo es el cuantitativo, puesto que, se centra de manera objetiva en los aspectos observables y susceptibles de cuantificación del fenómeno de estudio bajo una percepción empírico-analítica, con la finalidad de establecer patrones de comportamiento y comprobar teorías acerca de la relación entre la apertura comercial y la calidad ambiental, estudio que se caracteriza por ser de carácter macroeconómico de esta manera el tipo de diseño de investigación es no experimental-longitudinal ya que no se manipula las variables que se busca analizar y corresponde a un período muestral de datos anuales entre 1958 - 2018 respectivamente.

#### 2.1. Materiales y Métodos

Con la finalidad de analizar y describir el comportamiento de la apertura comercial y la calidad ambiental en el Ecuador durante el período 1958 - 2018, la técnica de investigación fue la recolección de datos estadísticos provenientes de la base de datos del Banco Mundial, ya que permite obtener un conocimiento concreto acerca del objeto de investigación a través de técnicas de procesamiento y manejo de la información como organizadores visuales y la tabulación, por lo cual el tipo de investigación se caracteriza por ser descriptiva.

De este modo, para analizar la relación entre la apertura comercial y calidad ambiental a fin de identificar la existencia de complementariedad o controversia entre las variables, el enfoque econométrico comprende la estimación de un modelo VARMA a través del paquete estadístico Eviews 10, considerando los trabajos realizados por Shahbaza *et al.* (2017), Oktavilia y Firmansyah (2016), Hakimi y Hamdi (2016), Pérez (2006) y Halicioglu (2009); dentro de este escenario se pretende demostrar ¿Si la apertura comercial influye significativamente en la calidad ambiental?. En ese sentido, la estimación de modelos de regresión de series temporales según Londoño (2005) tiende a reflejar resultados espurios, por lo cual es fundamental analizar si las series muestran estacionariedad por medio del contraste de Levene.

Asimismo, la metodología utilizada comprende el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) caracterizado por la simplicidad, permite predecir el valor de la variable dependiente y una o más variables independientes dado los coeficientes de la pendiente, que son estimadores insesgados que minimizan la suma de los errores al cuadrado entre las todas

las observaciones (Hutchetson, 2011). En ese marco, permite identificar la contrariedad de la heterogeneidad inobservable, autocorrelación y estacionariedad en las series para luego delimitar una forma de estimación econométrica VARMA.

Igualmente, la metodología utilizada comprende la determinación de existencia de autocorrelación por medio del estadístico de Durbin-Watson y de estacionariedad a través del Test de Dickey Aumentado (ADF) en las series y residuos, el Test de Cointegración de Johansen para comprobar si las series cointegran; considerando lo anterior el modelo a efectuar es un vector de corrección de errores (VEC); posteriormente, se determinó el número óptimo de rezagos por medio de los criterios de orden de retraso VAR conjuntamente con la determinación de la relación de equilibrio en el corto plazo mediante MCO y en el largo plazo a través del Test de Wald.

Además la estimación de la causalidad en el sentido de Granger; la función impulso respuesta que muestra como una variable ( $i$ ) es afectada por un shock de otra variable ( $j$ ) incluida ella mismo durante un período de tiempo (Hidalgo, 2014). De igual forma, la descomposición de la varianza que indica la proporción temporal de los movimientos en una secuencia a causa de sus propios choques en relación a los choques de otras variables en el corto y largo plazo.

### **2.1.1. Generalidades del modelo VAR**

Bajo el enfoque econométrico un modelo de vectores autorregresivos (VAR) es un modelo multivariado que analiza la dinámica existente entre las variables que integra un sistema de ecuaciones sin restringir para identificar la interdependencia entre múltiples series de tiempo, de acuerdo a Novales (2017) los modelos estructurales VAR en variables o series económicas presentan alta simultaneidad y la existencia de una relación de equilibrio a largo plazo, pero suelen presentar cointegración.

Por tanto según Engle y Granger (1987) las series se deben diferenciar para convertirlas en estacionarias con el fin de introducir toda la información dinámica que exhiben las series.

### **2.1.2. Forma general matricial de los modelos VAR**

$$\begin{bmatrix} Y_t \\ X_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_{10} \\ B_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} \\ \beta_{21} & \beta_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{t-1} \\ Y_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} v_t^y \\ v_t^x \end{bmatrix} \quad (1)$$

A continuación se detalla el sistema de ecuación en su forma desarrollada para series estacionarias  $I(0)$ , donde cada variable está en función de su propio rezago  $y_{t-1}$  y el rezago de otra variable  $x_{t-1}$  dentro de un sistema de ecuación:

$$y_t = \beta_{10} + \beta_{11}y_{t-1} + \beta_{12}x_{t-1} + v_t^y \quad (2)$$

$$\Delta y_t = \beta_{10} + \beta_{11}\Delta y_{t-1} + \beta_{12}\Delta x_{t-1} + v_t^{\Delta y} \quad (3)$$

### 2.1.3. Especificación del modelo de Vectores de Corrección de Errores (VEC)

Según Novales (2017) un modelo VEC es una derivación no tradicional del modelo VAR para series que se encuentran cointegradas, en otros términos series integradas  $y_t$ ;  $x_t$  de orden uno  $I(0)$ , que muestran una relación de equilibrio a largo plazo. En ese sentido, la expresión general de un modelo VEC es:

$$y_t - y_{t-1} = \alpha_{10} + \alpha_{11}e_{t-1} + v_t^y \quad (4)$$

$$y_t - y_{t-1} = \alpha_{10} + \alpha_{11}(y_{t-1} - \beta_0 - \beta_1 x_{t-2}) + v_t^y \quad (5)$$

Donde la variable  $y_t$  es una variable estacionaria de orden  $I(1)$ , que está en función de su propio rezago  $y_{t-1}$  y el rezago de otra variable  $x_{t-1}$ ,  $v_t^y$  son las innovaciones y los coeficientes de corrección de error  $\alpha_{10}$ ,  $\alpha_{11}$  explican el valor de variación o respuesta de  $y_t - y_{t-1}$  ante el error de cointegración de  $(y_{t-1} - \beta_0 - \beta_1 x_{t-2})$ .

### 2.1.4. Formulación del modelo econométrico:

Se aplica el modelo que se muestra a continuación que incluye variables e indicadores que muestran la importancia como determinantes de la apertura comercial y su impacto por influir en la calidad ambiental.

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \beta_3 X_{3t} + u_t \quad (6)$$

$$CO2_t = \beta_0 + \beta_1(CM_{1t}) + \beta_2(FBK_{2t}) + \beta_3(UEN_{3t}) + u_t \quad (7)$$

**Dónde:**

- **$CO2_t$** : La calidad ambiental determinada como variable endógena, está cuantificada por las emisiones de dióxido de carbono ( $CO_2$ ), son las emisiones producidas dentro de un país anualmente en toneladas métricas per cápita.
- **$CM_{1t}$** : La apertura comercial determinada como variable exógena, está representada por el comercio de mercaderías ( $CM$ ), en porcentaje del PIB es la suma de las exportaciones e importaciones divididas por el valor del PIB, en dólares de los Estados Unidos a precios corrientes.
- **$FBK_{2t}$** : La formación bruta de capital en porcentaje del PIB, comprende los desembolsos en concepto de adiciones a los activos fijos de la economía más las variaciones netas en el nivel de los inventarios, está determinada como variable de control
- **$UEN_{3t}$** : El uso de energía en kg de equivalente de petróleo per cápita, está determinada como variable de control se refiere al consumo de energía primaria antes de la transformación en otros combustibles finales, lo que equivale a la producción nacional más las importaciones y las variaciones de existencias.
- **$u_t$**  : Término de perturbación estocástico para  $t$  períodos.
- **$t$**  : Anual

## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La apertura comercial en el Ecuador inicia con la proliferación de acuerdos comerciales con socios estratégicos en la década del 60. Ahora bien, en materia ambiental ante la alta permisividad en las normas ambientales y la no internalización de los costos ambientales en los precios relativos, las emisiones de gases contaminantes como el dióxido de carbono se han intensificado y se encuentran lejos de estabilizarse. Por ello, figuran como un indicador que permite analizar bajo un criterio de causalidad como resulta afectada la calidad ambiental, conjuntamente con indicadores como la apertura comercial, el uso de energía y la formación bruta de capital que explican la relación de intercambio de materia y energía en los procesos productivos, según Arévalo (2018), Ehrlich y Holdren (1971) son factores determinantes del daño ambiental en relación a la actividad económica, la intensidad del uso de energía y la innovación tecnológica

#### 3.1. Descripción de las variables.

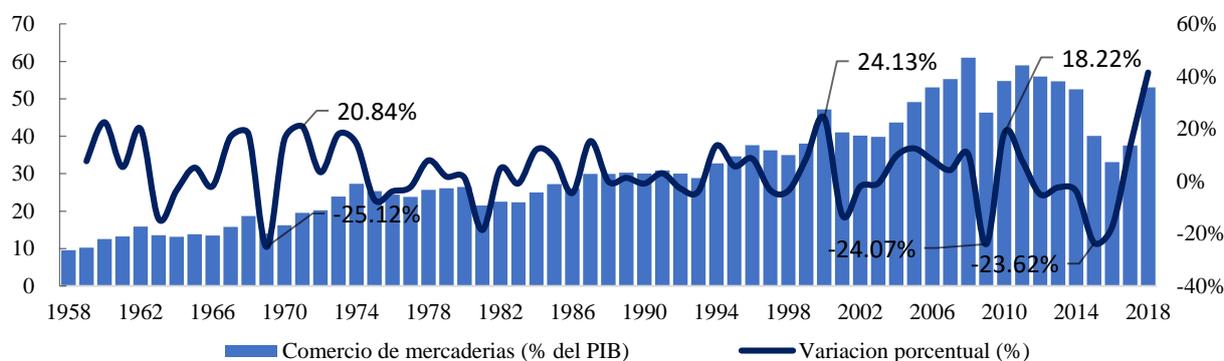
##### 3.1.1. Apertura Comercial

La apertura comercial es la capacidad de un país de intercambiar bienes y servicios con el resto del mundo por medio de transacciones financieras que depende en su totalidad de la política comercial establecida por el estado, para el análisis de su comportamiento se considerará el indicador del comercio de mercaderías, según el Banco Mundial (2019) es la suma de las exportaciones e importaciones de mercaderías divididas por el valor del PIB a precios corrientes. Además, se hará referencia a las exportaciones e importaciones más representativas del país y a los diversos acuerdos comerciales que el Ecuador sostiene con el resto del mundo (ver anexo 1).

De acuerdo con la información obtenida el comportamiento de la apertura comercial muestra una tendencia creciente como se destaca en el gráfico 3, con un incremento promedio del 3,66% durante el período de estudio, las tasas de crecimiento más altas son del 20,84%, 24,13% y 18,22% correspondientes a los años 1971, 2000 y 2010. Por el contrario, las tasas más bajas corresponden a los años 1969, 2009 y 2015 con el -25,12%, -24,07% y -23,62% respectivamente.

### Gráfico 3.

*Evolución de la apertura comercial del Ecuador representado por el comercio de mercaderías, período 1958 - 2018.*  
(Porcentaje del PIB)



\*CM Proyectado 1958, 1959, 2018.

**Fuente:** Elaboración propia con base en el Banco Mundial (2019).

El Ecuador inicia el segundo período del siglo XX con el auge en la producción y exportación bananera, es así que durante 1958 a 1962 el nivel de apertura comercial alcanzó un crecimiento promedio del 13,85%, pero de manera contraria muestra un fuerte descenso entre los años 1963 - 1966 debido a la disminución de las exportaciones bananeras, además que la extracción del petróleo en la costa ecuatoriana se veía reducida por el agotamiento de los pozos petroleros, no obstante se observa una ligera recuperación en años posteriores a raíz que en 1965 el estado impulsa políticas de industrialización para sustituir los grandes volúmenes de importaciones.

Posteriormente, en 1967 iniciaron las exportaciones de camarón y la recuperación del sector petrolero debido al inicio la explotación petrolera en la Amazonía por parte de la empresa AEOL (Anglo-Ecuadorian Oilfields Ltd) y la firma del acuerdo de Cartagena en el año 1969 denominado en la actualidad Comunidad Andina de Naciones (CAN) a fin de promover un “desarrollo integral, equilibrado y autónomo” y un mercado común latinoamericano.

Durante el período comprendido entre 1970 - 1985 el nivel de apertura comercial muestra un crecimiento notable, en el año 1970 alcanzó un valor aproximado del 20,24% en proporción al PIB y en 1985 se incrementó al 27,24% resultantes del boom petrolero, el aumento de créditos comerciales, el incremento gradual de las exportaciones bananeras y del sector camaronero que se convirtieron en pilares de la economía, en consecuencia durante el gobierno de Guillermo Rodríguez Lara en 1973 el estado a fin de cambiar la estructura productiva del país decidió diversificar la producción nacional, ampliar el mercado e incentivar procesos de integración regional.

De este modo, en 1981 el Ecuador pasa a formar parte de la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI) el cual posibilitó incrementar su integración económica y comercial con países como México, Paraguay, Brasil, Uruguay, Colombia, Venezuela, Chile, Perú, Argentina y Bolivia; a inicios de la década de los 80 los países latinoamericanos disminuyeron sus aranceles de forma unilateral. En ese sentido, el nivel de apertura se incrementó durante los años 1982, 1984 y 1985 con tasas de crecimiento del 4,75%, 12,02% y 8,77%; pese a que el dinamismo comercial resultó afectado por el incremento de las tasas de interés a nivel mundial, la reducción en el acceso al financiamiento externo y a fenómenos naturales.

Asimismo, durante el año 1987 el país firmó un acuerdo de alcance de renegociación con México con el objetivo de reimpulsar el intercambio comercial a través de preferencias arancelarias, del mismo modo en 1989 el país forma parte del acuerdo sobre el sistema global de preferencias comerciales entre países en desarrollo (SGPC) que permite la cooperación y autoconfianza colectiva Sur-Sur para el fortalecimiento del comercio mundial, de acuerdo a ello durante 1998 según datos del Banco Central escenarios como el boom camaronero y el crecimiento progresivo del sector floricultor permitieron que las exportaciones alcancen un valor de \$ 4.203.048,8 (miles de dólares) pero las importaciones en materias primas, bienes de capital, combustibles y lubricantes y bienes de consumo alcanzaron un valor total de \$ 5.109.930,3 (Miles de dólares).

Por otra parte, en el año 2000 el nivel de apertura comercial alcanzó un valor del 47,18% en proporción al PIB, sin embargo ante la dolarización y la crisis financiera nacional el país acordó un alcance parcial de complementación económica con Cuba, asimismo acordó un acuerdo para fomentar la cooperación e integración entre los países que forman parte de Mercosur, pero durante el período 2009 - 2014 la apertura comercial disminuyó a causa de la volatilidad de las exportaciones e importaciones y shocks externos como la crisis económica del 2008 generó la disminución del precio del petróleo de \$ 99.63 a \$ 61.66 en 2009, según el Banco Central del Ecuador las exportaciones totales alcanzaron un valor de \$13.863.058 (miles de dólares) y las importaciones un valor total de \$14.071.455 (miles de dólares).

Posteriormente, durante el período comprendido entre 2010 - 2018 el país suscribió acuerdos comerciales con Chile en 2010, con Guatemala y la Unión Europea en 2013, en aquel período la apertura comercial sostuvo un crecimiento promedio del 3,14%, pese a que el nivel de apertura en 2010 era del 54,74% en relación al PIB, desde el año 2012 a 2016 presentó tasas de decrecimiento del -5.05%, -2.41%, -3.86%, -23.62% y -17.42% respectivamente. Por el

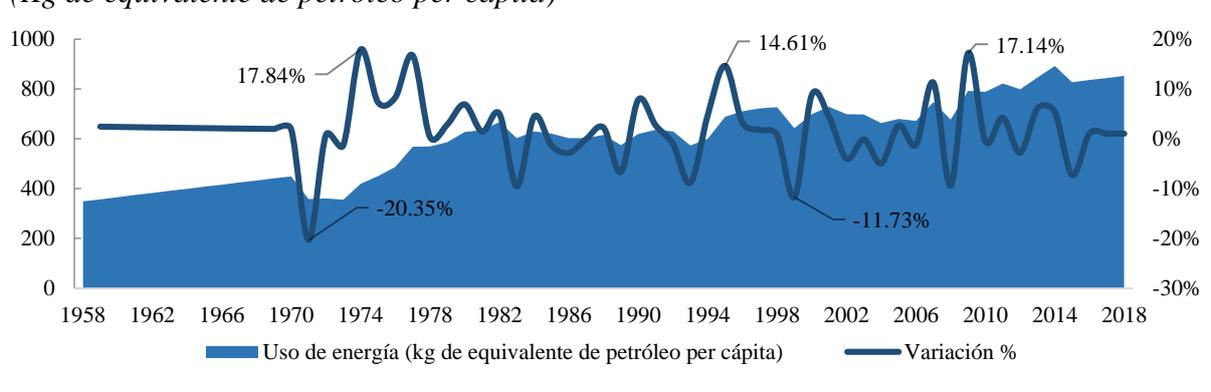
contrario, durante los años 2017 y 2018 se observa una recuperación paulatina con tasas de crecimiento del 13,31% y 41,43%; que según el Banco Central son derivadas del acuerdo comercial entre Ecuador y el Reino Unido, además del acuerdo con la Asociación Europea de Libre Cambio (AELC) que busca promover el desarrollo y diversificación del comercio, por lo tanto, en 2018 las exportaciones alcanzaron un valor de \$ 21.606.133,8 (miles de dólares) y las importaciones \$ 21.956.642,2 (miles de dólares).

### 3.1.2. Uso de energía

Los efectos ecológicos de las actividades antropogénicas que emplean una gran cantidad de materia y energía han adquirido una dimensión global, por lo cual es importante analizar el comportamiento del uso de energía, puesto que, las economías desarrolladas y en vías de desarrollo utilizan una gran cantidad de combustibles fósiles (carbón, gas, petróleo) en la producción y transporte de bienes y servicios que generan altos volúmenes de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono (Jusmet, 2000).

#### Gráfico 4.

*Evolución del uso de energía del Ecuador, período 1958 - 2018.  
(Kg de equivalente de petróleo per cápita)*



\*UEN Proyectado 1958, 1959, 2018.

**Fuente:** Elaboración propia con base en el Banco Mundial (2019).

Tal como se observa en el gráfico 4, el comportamiento del uso de energía muestra una tendencia creciente durante el período de estudio, desde el año 1958 al 2018 se incrementó de 348,86 a 851,77 kg de equivalente de petróleo per cápita, según el Ministerio del Ambiente (2017) el 72% de la fuente de energía primaria proviene del petróleo, pero a partir del año 1973 a 1883 muestra un crecimiento considerable, en el período restante el crecimiento es predominante aunque muestra tasas de crecimiento muy volátiles; a pesar que el uso de energía aumentó un 14,61% en el año 1995 en relación a su año anterior, volvió a decrecer en 1999 en -11,73%, pero se incrementó gradualmente en 2009 con una variación del 17,14%; es

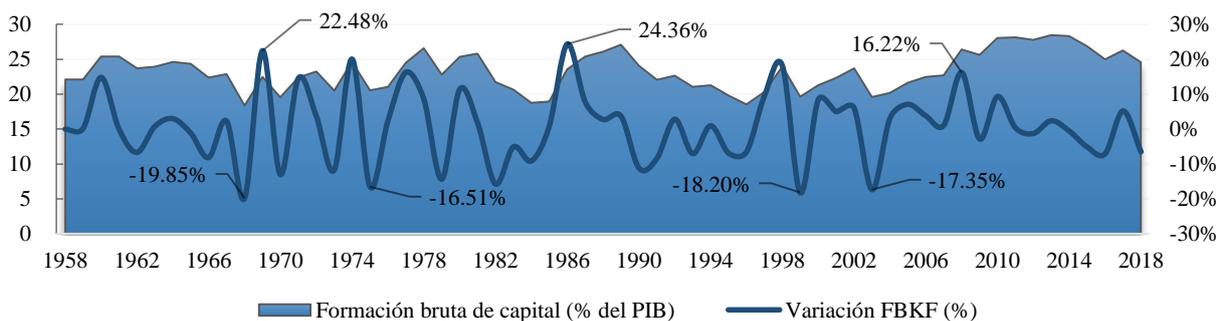
pertinente mencionar que el consumo energético sectorial más representativo corresponde al sector industrial, transporte y al sector de comercial.

### 3.1.3. Formación Bruta de Capital (FBK)

El aumento en la producción de bienes y servicios en una economía de gran apertura comercial requiere de grandes flujos de capital por su importancia en la productividad a futuro y la especialización del capital humano, en virtud de aquello la formación bruta de capital es un factor determinante de la actividad comercial debido a la inversión en procesos de producción verdes menos contaminantes, resultantes de la investigación y desarrollo (I+D) por parte de los agentes económicos (Abad, 2015; Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE], 2016).

#### Gráfico 5.

*Evolución de la formación bruta de capital del Ecuador, período 1958 - 2018. (Porcentaje del PIB)*



\*FBK Proyectado 1958, 1959, 2018.

**Fuente:** Elaboración propia con base en el Banco Mundial (2019).

Como se muestra en el gráfico 5, las fluctuaciones de la formación bruta de capital muestran un comportamiento cíclico con un crecimiento promedio del 0,70%, por tanto el valor de la FBK en 1958 fue del 22,08% en relación al PIB incrementándose en 2018 en 24,57%, los incrementos más significativos corresponden a los períodos entre 1958 - 1969, 1982 - 1986 y posteriormente entre 1990 - 1998 a raíz de la adopción del sistema de cambio flexible a uno de tipo fijo; mientras que los descensos más pronunciados suceden en 1968, 1975, 1999 y 2003, con una variación del -19,85%, -16,51%, -18,20%, -17,35% por efectos negativos en los términos de intercambio, políticas de estabilización que permitió las reducción de los créditos internos y desregulación del sistema financiero; cabe mencionar que desde el año 2008 al 2018 el decrecimiento es constante a causa de la compleja heterogeneidad estructural-productiva del país.

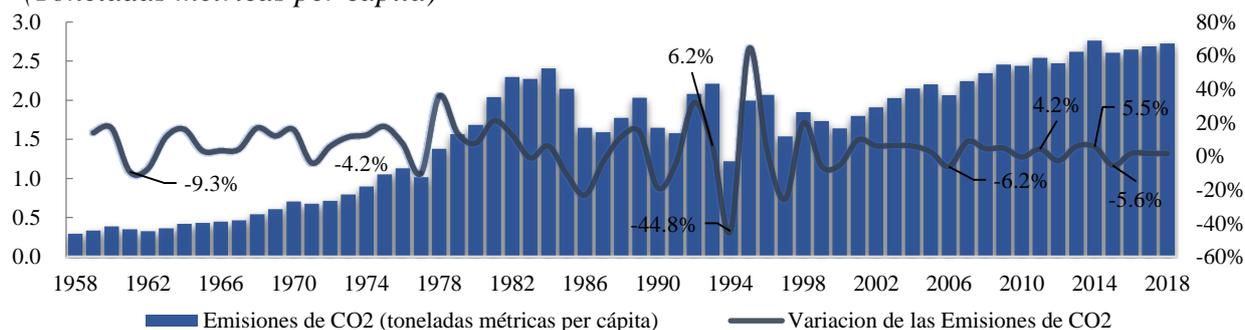
### 3.1.4. Calidad Ambiental

Según Hien y Yu (2005) la calidad ambiental es un conjunto complejo de factores humanos y ambientales interrelacionados (calidad del aire y del agua, ecosistemas, entre otros) que inciden de manera positiva o negativa en la vida de los ciudadanos; cabe mencionar que la variable esta cuantificada por las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). De acuerdo con la CEPAL (2019) es un gas incoloro, inodoro y no venenoso que se desprende de la combustión de combustibles fósiles, además es un indicador que permite identificar como las emisiones han contribuido a alterar el equilibrio natural del planeta. En relación a lo expuesto el país desde el año 1990 sostiene acuerdos ambientales multilaterales como el de Montreal, Ramsar, Viena, Basilea, Paris, Estocolmo y Rotterdam a fin de impulsar la conservación y el uso racional de los recursos naturales, la reducción de gases de efecto invernadero, la regulación y el tratamiento de los desechos tóxicos (CEPAL, 2018). Como se observa en el gráfico 6, de acuerdo con la información obtenida el comportamiento de las emisiones de CO<sub>2</sub> muestra una tendencia creciente con un crecimiento promedio del 5%, cabe mencionar que los años 1976, 2011 y 2014 muestran altos índices de emisiones de CO<sub>2</sub> con una variación del 12,6%, 4,2% y 5,5% en relación a sus años anteriores, sin embargo, en últimas décadas se observa un crecimiento significativo.

#### Gráfico 6.

*Evolución de la calidad ambiental representada por la emisión de CO<sub>2</sub> del Ecuador, período 1958 - 2018.*

*(Toneladas métricas per cápita)*



\*CO<sub>2</sub> Proyectado 1958, 1959, 2018.

**Fuente:** Elaboración propia con base en el Banco Mundial (2019).

Durante el período comprendido entre 1950 - 1985 la emisión de dióxido de carbono CO<sub>2</sub> muestra una tendencia al crecimiento, aumentaron de 0,29 toneladas métricas per cápita en 1950 a 2,14 en 1985 a causa del auge petrolero el gobierno estableció subsidios al consumo de energía y preasignaciones presupuestarias equivalentes sobre aquellas rentas, además el incremento de los créditos comerciales y la inversión pública por parte de empresas

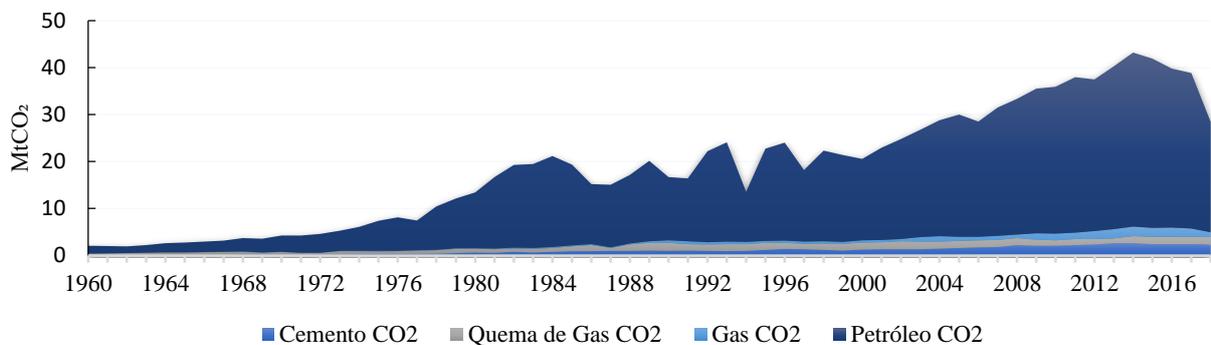
transnacionales permitieron la intensificación de gases contaminantes. Sin embargo, muestra tasas de decrecimiento del -9,3% y -4,2% durante los años 1961 y 1971.

Pero a partir del período comprendido entre 1972 - 1982 muestra un fuerte aumento resultado del boom petrolero y del incremento de las exportaciones, de manera profundizada en 1985 las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas de la producción de cemento alcanzo un valor de 0,91543 millones de toneladas de dióxido de carbono (MtCO<sub>2</sub>), la quemas de gas 1,04 MtCO<sub>2</sub>, las emisiones derivadas de gas 0,18 MtCO<sub>2</sub> y del petróleo un valor de 17,20 MtCO<sub>2</sub> según datos del The Global Carbon Project (ver Gráfico 7).

### Gráfico 7.

*Emisión de dióxido de carbono derivado de combustibles fósiles del Ecuador, período 1960 - 2018.*

*(Millones de toneladas de dióxido de carbono)*



**Fuente:** Elaboración propia con base en The Global Carbon Project (2019).

A partir del año 1986 hasta el 2000 las emisiones de CO<sub>2</sub> muestran un incremento inicial seguido de un constante decrecimiento de manera sucesiva, el pico más alto fue en 1993 con un valor de 2,21 toneladas métricas per cápita correspondiente a un crecimiento del 6,2% en relación a su año anterior, pero en 1994 con una tasa de decrecimiento del -44,8% se reducen a 1,21 resultado de cambios estructurales en la economía y del interés del estado por diversificar las exportaciones; por tanto las exportaciones de productos industrializados mantuvieron un importante crecimiento en relación a los commodities en años posteriores.

De igual forma durante el período entre 2001 - 2018 las emisiones de CO<sub>2</sub> muestran un crecimiento promedio del 3%, incremento mucho mayor que en períodos anteriores, bajo ese contexto el interés del gobierno por cambiar la estructura productiva e innovar los procesos productivos resultaron ser insuficiente, en vista de que se mantiene la homogeneidad de ser un país con un modelo primario-exportador, según Global Innovation Index el Ecuador durante el

año 2018 sostiene un índice de innovación del 26,8 ubicándose en el puesto 97 a nivel mundial; un claro ejemplo de aquello durante el año 2016 las emisiones derivadas de petróleo alcanzaron un valor de 33,80 MtCO<sub>2</sub>, derivados de la producción del cemento 2,44 MtCO<sub>2</sub>, de gas un 1,97 MtCO<sub>2</sub> y por último de la quema de gas 1,52 MtCO<sub>2</sub>.

Por otra parte, en la tabla 2 se describen las emisiones sectoriales de CO<sub>2</sub>, con referencia al inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI) desde el año 1994, debido a la disponibilidad de información expuesta por el Ministerio del Ambiente (2017) con base en la aplicación de las directrices del IPCC; durante el período entre 1994 - 2012 la emisión de gases de efecto invernadero muestran un decrecimiento promedio de -1,16% Gg CO<sub>2</sub>-eq.

**Tabla 2.**

*Tendencia de las emisiones netas del INGEI del Ecuador durante el año 1994, 2000, 2006, 2010 y 2012.*

*(Giga toneladas de dióxido de carbono equivalente)*

Sectores	INGEI 1994 Gg CO <sub>2</sub> -eq	INGEI 2000 Gg CO <sub>2</sub> -eq	INGEI 2006 Gg CO <sub>2</sub> -eq	INGEI 2010 Gg CO <sub>2</sub> -eq	INGEI 2012 Gg CO <sub>2</sub> -eq
Energía	14 994,92	21 648,27	29 541,34	35 812,52	37 594,03
Procesos Industriales	2 036,81	1 389,97	2 762,61	2 659,25	4 571,72
Agricultura	15 029,29	12 307,30	14 051,63	14 515,94	14 648,10
USCUSS	51 322,83	42 219,02	35 265,30	24 171,11	20 435,49
Residuos	1 433,51	1 688,19	1 845,61	3 345,41	3 377,83
TOTAL	84 817,36	79 252,71	83 466,49	80 504,23	80 627,16

Nota: El INGEI<sup>1</sup> 2012 contabiliza las emisiones de (CH<sub>4</sub>;CO<sub>2</sub>; N<sub>2</sub>O) y las expresa en Gg CO<sub>2</sub>-eq.

Fuente: Elaboración propia con base en el Ministerio del Ambiente (MAE, 2017) y (MAE, 2015).

<sup>1</sup>INGEI es el Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero.

## 3.2. ESTIMACIÓN DEL MODELO ECONÓMÉRICO

### 3.2.1. Análisis y comportamiento de las series

A través del análisis del gráfico de las series (ver anexo 2), se observa que las series muestran una tendencia al crecimiento debido a su naturaleza económica, en otras palabras de acuerdo con Ríos (2008) los cambios en la media determinan una tendencia a crecer o decrecer a largo plazo, por lo que la serie no oscila alrededor de un valor constante, de manera que la varianza y media que cambia a lo largo del tiempo suele presentar raíz unitaria o no ser estacionaria.

Por lo anterior, para una correcta estimación del modelo econométrico, las series deben ser estacionarias, ahora se procede a validar la presencia de estacionariedad de las series por medio del estadístico de Levene, con la finalidad de identificar la existencia de homogeneidad en varianzas considerando las siguientes hipótesis; caso contrario al no ser estacionarias se aplicará una transformación logarítmica.

*Si,  $C. Levene > Valor Crítico (5\%)$ ; No Rechazo  $H_0$*

*Si,  $C. Levene < Valor Crítico (5\%)$ ; Rechazo  $H_0$*

*$H_0$ : Homogeneidad en varianzas*

*$H_1$ : No Homogeneidad en varianzas*

**Tabla 3.**  
*Contraste de Levene.*

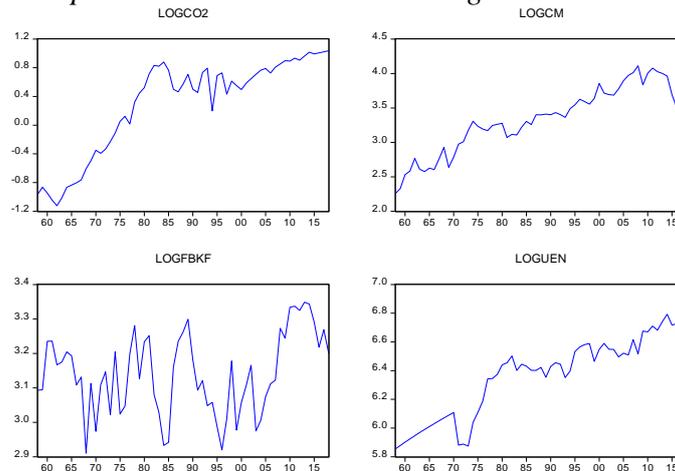
Método/Probabilidad	Emisiones de CO2	Comercio de mercaderías	Uso de energía	Formación bruta de capital
Bartlett	0.0256	0.0210	0.0002	0.0367
Levene	0.0224	0.0026	0.0001	0.0428
Brown-Forsythe	0.0704	0.0029	0.0047	0.0607

**Fuente:** Elaboración propia a partir de resultados de Eviews 10.

Tal como se muestra en la tabla 3, es necesario aplicar una transformación logarítmica a las series ya que el valor del estadístico de Levene para cada una de las variables son menores al 5% de probabilidad de error; se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ), por consiguiente, se obtiene un nuevo gráfico de las series en logaritmo.

### Gráfico 8.

Comportamiento de las series en logaritmo.



Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de Eviews 10.

En el gráfico 8, se puede observar que las series en logaritmo  $LNCO2$ ,  $LNCM$  y  $LNUEN$  muestran una tendencia al crecimiento, a excepción de  $LNFBKF$  que muestra alta volatilidad, entonces se determina que las series no son estacionarias, sin embargo se puede mencionar de manera empírica que las series pueden estar cointegradas, desde el punto de vista de Londoño (2005) “las series no estacionarias pueden estar cointegradas si alguna combinación lineal de las series llega a ser estacionaria”.

Por lo tanto, se procede a estimar la ecuación (7) por medio del método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), como se observa en la tabla 4 todas las variables son significativas al 5% de probabilidad de error, es pertinente mencionar que los coeficientes de las variables demuestran un comportamiento lógico, el comercio de mercaderías y el uso de energía muestran una relación directa con la calidad ambiental (representado por la emisión de  $CO_2$ ), por el contrario la formación bruta de capital muestra una relación inversa. En términos logarítmicos la ecuación de regresión del modelo se describe de la siguiente manera:

$$LNCO2_t = \beta_0 + \beta_1(LNCM_{1t}) - \beta_2(LNFBKF_{2t}) + \beta_3(LNUEN_{3t}) + u_t \quad (8)$$

Sin embargo, a través de la estimación del método de (MCO), se determinó que el valor del coeficiente de correlación  $R^2 = 0.8792$  es mayor que el valor estadístico de Durbin-Watson 0.6271, es decir estamos en presencia de una regresión espuria que en términos científicos está determinada por una relación entre variables que no sigue una distribución de probabilidad, sino es puramente una coincidencia matemática. De la misma manera según Granger y

Newblod (como se citó en Guisán, 2002) mencionan que existe un regresión espuria entre dos o mas variables cuando no mantiene entre ellas una relación causal.

**Tabla 4.**  
*Regresión lineal múltiple mediante MCO.*

Variable	Coefficiente	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-10.38959	1.293303	-8.033378	***
LOGCM	0.349661	0.133768	2.613944	**
LOGFBK	-0.529447	0.273459	-1.936113	**
LOGUEN	1.756997	0.232313	7.563043	***
R-squared	0.879295	Mean dependent var		0.290586
Adjusted R-squared	0.872942	S.D. dependent var		0.673311
F-statistic	138.4084	Durbin-Watson stat		0.627197

Nota: Estadísticos “t” entre paréntesis. \*\*\* p < 0,01; \*\* p < 0,05; \* p < 0,1.

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de Eviews 10.

### 3.2.2. Prueba de Raíz Unitaria

Las series macroeconómicas constantemente muestran tendencia o están afectadas por constantes innovaciones durante un período de tiempo, como menciona Mahadeva y Robinson (2004) la aplicación de un modelo de regresión por mínimos cuadrados sobre variables no estacionarias puede resultar en estimaciones con parámetros falsos o erróneos. En ese sentido con la finalidad de comprobar si las series presentan estacionariedad se empleó el Test de Dickey Fuller Aumentado (ADF).

Del mismo modo, es fundamental determinar que las series no muestren autocorrelación a través del estadístico de Durbin-Watson, de manera explicativa el término de perturbación de error ( $u_t$ ) relacionado con una observación cualquiera no debería depender por el término de perturbación relacionado con otra observación, por tanto debe encontrarse en el rango entre 1,85 – 2,15.

$H_0$ : Presenta raíz unitaria

$H_1$ : No Presenta raíz unitaria

Si,  $ADF_{calculado} > Valor\ Crítico\ (5\%)$  ; No Rechazo  $H_0$

Si,  $ADF_{calculado} < Valor\ Crítico\ (5\%)$ ; Rechazo  $H_0$

**Tabla 5.***Test de raíz unitaria-ADF en sus niveles.*

Variable	ADF calculado	Valor Critico*	DW	Retardos	Diagnóstico	Variables significativas
LNCO2	-1.784115	-2.912631	1.833103	2	I(1)	2
LNCM	-1.891730	-2.910860	1.927492	1	I(1)	0
LNFBK	-3.704792	-2.910860	2.162313	1	I(1)	1
LNUEN	-1.314212	-2.910860	2.232943	1	I(1)	0

**Fuente:** Elaboración propia a partir de resultados de Eviews 10.

Como se indica en la tabla 5, el valor del estadístico de Durbin-Watson para las series *LNCO2*, *LNFBK* y *LNUEN* no se encuentran dentro de rango establecido a excepción de *LNCM* por lo que se determina que las series presentan autocorrelación. Por otro lado, el análisis del ADF en sus niveles para cada una de las series a excepción de *LNFBK*, muestra que el valor del ADF calculado es mayor al valor crítico y su probabilidad es mayor al nivel de significancia del 5%, por ende existen raíces unitarias y las series no son estacionarias. En consecuencia, se procede a aplicar una primera diferencia a las series a fin de normalizar las series.

**Tabla 6.***Test de raíz unitaria-ADF en primera diferencia.*

Variable	ADF calculado	Valor Critico*	DW	Retardos	Diagnóstico	Variables significativas
LNCO2	-4.176540 **	-2.913549	2.064303	2	I(0)	2
LNCM	-7.272750 **	-2.911730	1.877580	1	I(0)	1
LNFBK	-10.28434 **	-2.911730	2.025307	1	I(0)	1
LNUEN	-8.601674 **	-2.910860	1.976528	1	I(0)	1

Nota: Estadísticos “t” entre paréntesis. \*\*\*  $p < 0,01$ ; \*\*  $p < 0,05$ ; \*  $p < 0,1$ .**Fuente:** Elaboración propia a partir de resultados de Eviews 10.

Como se puede observar en la tabla 6, las series en primeras diferencias no presentan autocorrelación, los valores del estadístico Durbin-Watson se encuentran dentro del rango establecido. Asimismo al observar el valor del ADF calculado es menor al valor crítico y su probabilidad es menor al nivel de significancia del 5% en cada una de las series, en efecto es evidencia en contra de la hipótesis nula ( $H_0$ ), por esta razón las series no presentan raíz unitaria y son estacionarias de orden uno.

### 3.2.3. Orden de Integración de los Residuos

Para determinar si los residuos muestran estacionariedad  $I(0)$ , se utiliza el enfoque de cointegración de Engle-Granger a través de la prueba de Dickey-Fuller aumentado (ADF). En

tal sentido se procede a formular la hipótesis y considerar los valores críticos para la prueba de raíz unitaria de Davidson y Mackinnon.

$H_0$ : No estacionariedad

$H_1$ : estacionariedad

Si,  $ADF_{calculado} > Valor\ Crítico$  ; No Rechazo  $H_0$

Si,  $ADF_{calculado} < Valor\ Crítico$  ; Rechazo  $H_0$

**Tabla 7.**

*Prueba de estacionariedad de los residuos.*

Variable	ADF calculado	Valor Critico*	DW	Retardos	Diagnostico
Residuos	-3.264146 **	-2.909	2.131870	1	I(1)

Nota: \*\*  $p < 0,05$ .

**Fuente:** Elaboración propia a partir de resultados de Eviews 10.

A partir de la tabla 7, se establece que el valor del ADF de los residuos, es menor al valor crítico correspondiente a la prueba de la raíz unitaria de Dickey-Fuller de Davidson y Mackinnon de manera que los residuos de las series son estacionarios en sus niveles. Así, desde el punto de vista de Mata (2003) una “combinación lineal de dos o más variables I(1), que genera errores I(0)”, es evidencia que las variables cointegran entre sí.

**3.2.4. Test de Cointegración de Johansen**

Anteriormente se verificó el orden de integración de las series y de sus residuos, a través del test de cointegración de Johansen se comprobará y se validará si las variables cointegran o no, asimismo permite determinar el número de vectores de cointegración en el sistema de ecuación a través de la prueba trace y Maximum Eigenvalue, considerando las hipótesis siguientes:

$H_0$ : No hay ningun vector de cointegración

$H_1$ : A lo sumo hay un vector de cointegración

$H_0$ : Hay un vector de cointegración

$H_1$ : A lo sumo hay dos vectores de cointegración

**Tabla 8.**  
*Test de cointegración de Johansen.*

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)			Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)	
Variabes	Trace Statistic	Diagnóstico	Max-Eigen Statistic	Diagnóstico
None	65.97694 **	Un vector	33.42196 **	Un vector
At most 1	32.55498		17.10270	
At most 2	15.45228		9.672489	
At most 3	5.779790		5.779790	

Nota: Trace Statistic y Max-Eigen Statistic \*\*  $p < 0,05$ .

**Fuente:** Elaboración propia a partir de resultados de Eviews 10.

Los resultados del test de cointegración de Johansen en relación con la prueba de rango de cointegración no restringida (Trace) y la prueba de clasificación de cointegración no restringida (Maximum Eigenvalue), con referencia al primer juego de hipótesis para “None” su probabilidad es menor al valor de significancia del 5%, evidencia en contra de la hipótesis nula  $H_0$ , entonces a lo sumo hay un vector de cointegración, en virtud de aquello se confirma la existencia de una relación de equilibrio en el largo plazo. Sin embargo, para la segunda hipótesis la probabilidad de At most 1, At most 2 y At most 3 es mayor al valor de significancia del 5% evidencia a favor de la hipótesis nula  $H_0$ . De esta manera se comprueba la existencia de un vector de cointegración, por tanto, se procede a aplicar un modelo VEC.

### 3.2.5. Determinación del Número Óptimo de Rezagos

Para una correcta estimación del Modelo (VEC) es fundamental determinar el número óptimo de rezagos, a través de los criterios de selección de orden de retraso VAR, mediante los cuales se estableció que el número óptimo de rezagos es 1, basta con un retardo para explicar las series y con ello se introduce toda la información necesaria en el modelo VEC.

**Tabla 9.**  
*Determinación del número óptimo de rezagos.*

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	46.74210	NA	2.55e-06	-1.526504	-1.381836	-1.470416
1	<b>208.3504</b>	<b>294.3580</b>	<b>1.41e-08*</b>	<b>-6.726800*</b>	<b>-6.003460*</b>	<b>-6.446363*</b>
2	217.9143	16.05366	1.79e-08	-6.496939	-5.194927	-5.992152
3	236.6168	28.72169*	1.67e-08	-6.593456	-4.712773	-5.864319
4	246.6757	14.01064	2.15e-08	-6.381275	-3.921919	-5.427788
5	261.5344	18.57341	2.42e-08	-6.340515	-3.302488	-5.162679

Nota: Logl hace referencia al estadístico de máxima verosimilitud, LR la razón de verosimilitud, FPE predicción en cuanto a errores, los estadísticos AIC, SC y HQ se refieren con la especificación de la bondad de ajuste del modelo.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de resultados de Eviews 10.

### 3.2.6. Modelo de Vector de Corrección de Errores (VEC)

Un modelo dinámico multivariante analiza la dinámica de ajuste en el corto y largo plazo en variables que muestran cointegración, determinado que el número óptimo de rezagos es (1) se procede a estimar el modelo VEC, por lo tanto, se considerará el valor del coeficiente de velocidad de ajuste el cual debe ser negativo y significativo (CointEq1).

A partir de la tabla inferior, se determina que el valor del vector de cointegración CointEq1 es -0.068054 mismo que cumple con la condición mencionada anteriormente, por ello se establece la existencia de una relación de equilibrio en el largo plazo con una velocidad de ajuste del 6,8%, en ese sentido no se requiere un tiempo considerable cuando exista un desajuste en el largo plazo.

**Tabla 10.**  
*Modelo de vector de corrección de errores (VEC).*

Variable dependiente	D(LOGCO2)	D(LOGCM)	D(LOGFBK)	D(LOGUEN)
Variables independientes	Coeficientes			
Vector de Cointegración	-0.068531 ** (-1.79541)	0.148234 ** (5.18049)	-0.011280 ** (-0.42176)	-0.022831 ** (-1.26863)
D(LOGCO2(-1))	-0.216838 (-1.70753)	-0.031318 * (-0.32899)	-0.152448 * (-1.71338)	-0.089097 * (-1.48812)
D(LOGCM(-1))	0.094747 (-0.55300)	0.202262 (1.57479)	0.085394 (0.71135)	-0.009953 * (-0.12321)
D(LOGFBK(-1))	0.094210 (0.49672)	0.166287 (1.16956)	-0.351026 (-2.64150)	-0.018706 * (-0.20918)
D(LOGUEN(-1))	0.400910 (1.28167)	0.444360 (1.89502)	0.091546 (0.41770)	-0.182048 (-1.23440)
Akaike AIC	-2.75173	-1.551511	-1.086660	-1.478950

Nota: Estadísticos “t” entre paréntesis. \*\*\* p < 0,01; \*\* p < 0,05; \* p < 0,1.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de resultados de Eviews 10.

De acuerdo a los resultados obtenidos existe una relación positiva y significativa entre la apertura comercial y calidad ambiental, ahora bien de conformidad a la teoría expuesta por la OMC, Schaper (2000), Oktavilia y Firmansyah (2016), Grossman y Krueger (1991), Farhani *et al.* (2014), Sahbi *et al.* (2014) y Pérez (2006) para el caso de Ecuador existe cierta contrariedad en el efecto escala, composición y técnico que repercute de forma negativa sobre el medio ambiente, la alta dependencia de las exportaciones petroleras, complicaciones

estructurales sobre el manejo de los ingresos del estado, déficit fiscal, indicadores económicos desfavorables (Ingreso, PIB), deficiencia en la gestión pública, políticas ambientales flexibles, variabilidad del precio del petróleo por efectos de shocks externos y la limitada inversión influyen en su composición y estructura productiva carente de procesos sostenibles, conocimiento e innovación con un valor agregado poco significativo.

En ese sentido, el gobierno ecuatoriano ha impulsado el cambio de la matriz energética y productiva, reducción sobre el impuesto a la renta y la exoneración del impuesto a la salida de divisas entre otros; si bien el plan del estado es la diversificación productiva basada en la industrialización, incrementar la sustitución de importaciones, incluir cierto valor agregado a las exportaciones existentes y mejorar la oferta exportable con nuevos productos; sin embargo, al analizar el comportamiento de las emisiones de CO<sub>2</sub> a finales del 2018 persiste cierta tendencia al crecimiento, es un escenario preocupante ya que desde el año 1958 las emisiones aumentaron 10 veces su magnitud, es decir a 2,72 toneladas métricas per cápita en 2018.

Por otra parte, Frankel (2009) y Halicioglu y Ketenci (2016) en sus estudios señalan que el crecimiento económico reduce la contaminación ambiental e incrementa la demanda por un ambiente natural mejor cuando el ingreso per cápita se encuentra entre los 5000 - 6000 dólares, cabe mencionar que para el caso de Ecuador según el Banco Mundial el ingreso per cápita recién en el año 2011 se situó dentro de aquel rango. Por ello, al Estado le corresponde principalmente efectuar políticas comerciales que disminuyan los efectos negativos en la calidad ambiental.

### **3.2.7. Determinación de Equilibrio en el Largo Plazo**

Anteriormente se determinó el orden de integración de las series a través del método de Engle-Granger, de igual forma se procederá a evidenciar de forma concreta la relación de equilibrio en el largo plazo a través de la estimación de MCO, considerando el valor  $C(1)$  y la siguiente hipótesis:

*$C(1)$  Es negativo y significativo (al 5%)  $\rightarrow$  Equilibrio en el largo plazo*

*$C(1)$  No es negativo y no significativo (al 5%)  $\rightarrow$  No hay equilibrio en el largo plazo*

**Tabla 11.***Relación de equilibrio en el largo plazo, a través de MCO.*

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic
C(1)	-0.068531 *	0.038170	-1.795411
C(2)	-0.216838 *	0.126990	-1.707530
C(3)	-0.094747	0.171333	-0.553002
C(4)	0.094210	0.189664	0.496721
-	-	-	-
C(23)	-0.182048	0.147479	-1.234396
C(24)	0.020739 *	0.009509	2.180996

Nota: \*\*\* p &lt; 0,01; \*\* p &lt; 0,05; \* p &lt; 0,1.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de resultados de Eviews 10.

Conforme a los resultados expuestos en la tabla 11, se puede observar que el coeficiente  $C(1)$  es negativo y muestra una probabilidad mayor al 5%, pero se puede considerar que el valor de  $C(1)$  es significativo al 10%; se infiere que existe una relación en el largo plazo entre la apertura comercial (representado por  $CM$ ;  $FBK$ ;  $UEN$ ) y la calidad ambiental (representado por la emisión de  $CO_2$ ).

### 3.2.8. Determinación de Equilibrio en el Corto Plazo

Para el análisis del equilibrio en el corto plazo se lo estima mediante el Test de Wald para los coeficientes de las variables explicativas, de modo que se establece las siguientes hipótesis y condición:

*Cuando la prob. > al 5% ; No rechazo  $H_0$*

*Cuando la prob. < al 5% ; rechazo  $H_0$*

Dónde:

*Si  $C(2) = C(4) = C(5) \dots C(23) = 0 \rightarrow$  No existe relación en el corto plazo ;  $H_0$*

*Si  $C(2) = C(4) = C(5) \dots C(23) \neq 0 \rightarrow$  Existe relación en el corto plazo ;  $H_1$*

**Tabla 12.***Relación de equilibrio en el corto plazo, a través del Test de Wald*

Test Statistic	Value	Df	Probability
Chi-square	9.867095	9	0.3614

Null Hypothesis:  $C(3)=C(4)=C(5)=C(9)=C(10)=C(11)=C(21)=C(22)=C(23)=0$ **Fuente:** Elaboración propia a partir de resultados de Eviews 10.

Como se observa en la tabla 12 la probabilidad del estadístico de Wald es 0.3614, valor mayor al 5% de probabilidad de error es evidencia a favor de la hipótesis nula  $H_0$ , por tanto se determina que no existe relación de equilibrio en el corto plazo.

### 3.2.9. Causalidad en el sentido de Granger

En vista que la correlación no implica causalidad, J.C.W Granger (como se citó en Balacco, 1986) explica la causalidad entre dos o más variables de series temporales, a través de una explicación probabilística que sigue una noción de causalidad basada en la asimetría de los esquemas de correlación. En otros términos el test de causalidad de Granger indica si una “variable ( $Y$ ) es causada por ( $X$ ) y si ( $X$ ) contribuye a la estimación de ( $Y$ )”, bajo ese contexto para el análisis de causalidad se formula las siguientes hipótesis:

$H_0$ : No existe causalidad en el sentido de Granger

$H_1$ : Existe causalidad en el sentido de Granger

Cuando la prob. > al 5%; No rechazo  $H_0$

Cuando la prob. < al 5%; rechazo  $H_0$

Como se puede observar en la tabla 13, en relación entre  $LNCM - LNCO2$  y  $LNUEN - LNCO2$  su probabilidad es menor al valor de significancia del 5%, evidencia en contra de la hipótesis nula  $H_0$ , por lo tanto la apertura comercial y el uso de energía si causan en el sentido de Granger la calidad ambiental pero en sentido unidireccional.

$H_0$ :  $LOGCM$  no causa  $LOGCO2$

$H_0$ :  $LOGUEN$  no causa  $LOGCO2$

$H_1$ :  $LOGCM$  causa  $LOGCO2$

$H_1$ :  $LOGUEN$  causa  $LOGCO2$

Ahora, en relación a  $LNFBK - LNCO2$  la probabilidad es mayor al 5% es evidencia a favor de hipótesis nula  $H_0$ , por lo cual no existe causalidad en el sentido de Granger entre la formación bruta de capital y la calidad ambiental.

$H_0$ :  $LOGFBK$  no causa  $LOGCO2$

$H_1$ :  $LOGFBK$  causa  $LOGCO2$

**Tabla 13.**  
*Prueba de causalidad de Granger.*

Null Hypothesis:	F-Statistic
<i>LOGCM does not Granger Cause LOGCO2</i>	4.09154 **
LOGCO2 does not Granger Cause LOGCM	2.27697
LOGFBK does not Granger Cause LOGCO2	1.72068
LOGCO2 does not Granger Cause LOGFBK	0.15917
LOGUEN does not Granger Cause LOGCO2	4.15461 **
LOGCO2 does not Granger Cause LOGUEN	2.38061
LOGFBK does not Granger Cause LOGCM	0.79373
LOGCM does not Granger Cause LOGFBK	1.48668
LOGUEN does not Granger Cause LOGCM	0.64128
LOGCM does not Granger Cause LOGUEN	9.74942 **
LOGUEN does not Granger Cause LOGFBK	0.55483
LOGFBK does not Granger Cause LOGUEN	0.42001

Nota: \*\*\*  $p < 0,01$ ; \*\*  $p < 0,05$ ; \*  $p < 0,1$ .

**Fuente:** Elaboración propia a partir de resultados de Eviews 10.

En esta misma línea, los resultados de causalidad para el caso de Ecuador, concuerdan con lo encontrado en el trabajo de Oktavilia y Firmansyah (2016), Shahbaza *et al.* (2017), Halicioglu y Ketenci (2016), Hakimi y Hamdi (2016), Halicioglu (2009) y Pérez (2006); existe entonces complementariedad entre las variables, en ese contexto, un incremento de la apertura comercial explica el comportamiento de la calidad ambiental; consecuentemente se comprueba la validez de la teoría del metabolismo social, teoría de la dependencia y subdesarrollo, hipótesis de los refugios de contaminación y por último la teoría del comercio de Heckscher-Ohlin que sostienen que un aumento de la apertura comercial en los países en desarrollo implica la afectación en la calidad ambiental.

### 3.2.10. Función Impulso Respuesta (FIR).

De acuerdo con Salahuddin, Gow, y Ozturk (2015) y Romaní (2014) la función impulso respuesta indica la reacción o respuesta de la variable endógena ante un cambio o shocks de otra variable. En ese sentido, ante un shock de la apertura comercial las emisiones de CO<sub>2</sub> responden de manera positiva en el corto plazo hasta el período 4, pero a partir del mediano y largo plazo sostiene un comportamiento lineal con tendencia a decrecer de forma no considerable sosteniendo un equilibrio en el largo plazo; de forma contraria ante un shock de la emisión de CO<sub>2</sub> la apertura comercial reacciona de manera positiva en el corto plazo, pero a mediano y largo plazo muestra un comportamiento lineal con tendencia al decrecimiento cada 2 períodos (ver anexo 3).

Posteriormente, un shock en el uso de energía las emisiones de CO<sub>2</sub> responden de manera positiva en el corto plazo durante los 2 primeros períodos, sin embargo, a mediano plazo y largo plazo muestra un comportamiento lineal con tendencia a decrecer de forma poco pronunciada. Finalmente ante un shock positivo de la formación bruta de capital la emisión de CO<sub>2</sub>, muestra una tendencia creciente en el corto plazo pero entre el segundo y tercer período decrece, en cambio a mediano plazo y largo plazo muestra un comportamiento lineal.

### 3.2.11. Descomposición de la varianza

La descomposición de la varianza indica el porcentaje de volatilidad que muestra una variable por efecto de choques de otras variables bajo un enfoque temporal. Tal como se muestra en la tabla 14, un shock de la apertura comercial contribuirá en el corto plazo a la fluctuación de la calidad ambiental en términos relativos, pero en el largo plazo contribuye en 11,36%.

De igual forma, un shock en el uso de energía contribuye en un 5,28% en el corto plazo, pero en el largo plazo contribuye en 13,75% a la fluctuación de la calidad ambiental. Por otra parte, un shock en la FBK contribuirá en el corto plazo en 0,76% a la fluctuación de la calidad ambiental en términos relativos, asimismo en el largo plazo contribuye en 1,76% a la fluctuación de la calidad ambiental.

**Tabla 14.**  
*Descomposición de la varianza.*

Variance Decomposition of LOGCO2:					
Período	S.E.	LOGCO2	LOGCM	LOGFBKF	LOGUEN
2	0.179978	93.29872	0.655570	0.764597	5.281107
10	0.364809	73.12439	11.35794	1.760883	13.75679
Variance Decomposition of LOGCM:					
Período	S.E.	LOGCO2	LOGCM	LOGFBKF	LOGUEN
2	0.128886	1.634491	98.33490	0.001150	0.029459
10	0.216166	28.77709	36.90524	5.340347	28.97732
Variance Decomposition of LOGFBKF:					
Período	S.E.	LOGCO2	LOGCM	LOGFBKF	LOGUEN
2	0.124308	11.48821	0.840113	87.20325	0.468430
10	0.246765	12.10665	0.253308	87.51431	0.125726
Variance Decomposition of LOGUEN:					
Período	S.E.	LOGCO2	LOGCM	LOGFBKF	LOGUEN
2	0.090249	1.913714	0.520133	0.043864	97.52229
10	0.197771	1.740549	1.990390	0.011726	96.25734

**Fuente:** Elaboración propia a partir de resultados de Eviews 10.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

La apertura comercial implica el intercambio de flujos de bienes y servicios a través de las fronteras atribuido al crecimiento económico y la alta competitividad resultantes de la globalización. En ese contexto, la política comercial establecida por el estado ecuatoriano a fin de incrementar la cooperación económica y comercial, a través de preferencias arancelarias y acuerdos comerciales ha permitido que la apertura comercial se incremente de 9,54% en relación al PIB en 1958 a 53,07% en 2018 con un crecimiento promedio del 3,66%, acuerdos con países miembros de la Comunidad Andina de Naciones, Asociación Latinoamericana de Integración, Unión Europea, Reino Unido entre otros influyeron en el dinamismo de la actividad comercial pese a la existencia de shocks externos, fenómenos naturales, la inestabilidad económica nacional y la dolarización que ocasionaron una alta volatilidad en las tasas de crecimiento, incluso llegando a ser negativas en años como 2001, 2009 y 2015.

Con respecto a la calidad ambiental muestra una tendencia creciente con un crecimiento promedio del 5%, los resultados observados durante el período 1994 - 2018 son superiores a anteriores años pero muestran tasas de crecimiento mínimas, el incremento desproporcionado de gases contaminantes provenientes del sector de energía, la agricultura, procesos industriales, USCUS y el sector de residuos han permitido que la calidad ambiental resulte perjudicada, pese a los distintos cambios estructurales emprendidos por el estado como la sustitución de la industrialización por las importaciones y el cambio de la matriz productiva y energética que resultaron ser insuficientes por diversos factores como el subsidio al consumo de energía y la inversión pública por parte de empresas transnacionales.

De acuerdo a los resultados obtenidos a través del enfoque de Engle y Granger se determinó el orden de integración de las series y de sus residuos, en ese contexto, se aplicó un modelo de vectores de corrección de errores, a través del test de causalidad de Granger se determinó que existe complementariedad entre las variables, ya que la apertura comercial si causa en el sentido de Granger la calidad ambiental pero en sentido unidireccional, de esta manera se encuentra una relación positiva y significativa entre las variables resultados que coinciden con lo encontrado en estudios por parte de Oktavilia y Firmansyah (2016) en Indonesia, Hakimi, Hamdi (2016) en Túnez y Marrueco; Halicioglu y Ketenci (2016) en los países en transición y Pérez (2006) en Colombia dando validez a las teorías del metabolismo social, teoría de dependencia y

subdesarrollo, teoría de los refugios de contaminación y la teoría del comercio de Heckscher-Ohlin; por otra parte, el valor del vector de cointegración (CointEq1) es -0.068054 con una probabilidad menor al nivel de significancia del 5%, determinando la existencia de una relación en el largo plazo, por tanto la velocidad de ajuste es del 6,8%. Además, por medio de la función impulso respuesta se estableció que ante un shock de la apertura comercial las emisiones de CO<sub>2</sub> responden de manera positiva en el corto plazo, pero a partir del mediano y largo plazo muestra un comportamiento lineal con tendencia a decrecer de forma poco pronunciada.

## **RECOMENDACIONES**

Para la economía ecuatoriana el comercio es su motor de crecimiento, pero muestra cierta particularidad de concentrar sus exportaciones e importaciones en ciertos productos lo que genera una alta vulnerabilidad ante un shock del sector externo, en ese sentido se recomienda sostener el incremento de la apertura comercial de forma bilateral y multilateral bajo las directrices de la Organización Mundial del Comercio pero con un plan productivo, a fin de diversificar las exportaciones con valor agregado y cambiar la estructura y modernización productiva del país, conjuntamente con el incremento del flujo de capitales y políticas que generen confianza al inversor que permita suavizar el ajuste de transición hacia nuevos mercados, de acuerdo a cambios en los precios relativos.

Con la finalidad de salvaguardar la calidad del medio ambiente es fundamental adoptar un enfoque económico, social y ambiental en la política económica del país a través de ajustes coyunturales y estructurales, que promuevan sistemas de gestión ambiental a través de instrumentos preventivos y correctivos, políticas de regulación y mitigación para alcanzar la sostenibilidad ambiental, además de impulsar el acceso a bienes y servicios ambientales, la inversión verde, aprovechar las oportunidades de inversión potencial y la transferencia tecnológica en los procesos de producción que permita fomentar el biocomercio, puesto que confiere un valor económico a la naturaleza y permite que sus participantes obtengan ingresos gestionando de manera sostenible el uso de los recursos naturales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arjona, V. B. (Ed.). (Julio de 2016). *Urbanismo medio ambiente y salud*. Sevilla, España: Nueva Salud Pública.
- Arvin, M., & Lew, B. (2009). Does democracy affect environmental quality in developing countries?. *Applied Economics*, 43(9), p. 1151-1160.
- Almagro Vázquez, F. (2006). La dimensión ambiental en el PIB y políticas ambientales en México. *Revista del Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales del Instituto Politécnico Nacional, Mundo Siglo XXI*(6), p. 43-53.
- Aniol, E. (2012). *De la Economía de las 5 i's a la Economía verde*. En economía verde, economía política. Barcelona, España: Icaria.
- Arévalo, M. L. (2018). *Análisis de los principales factores determinantes de las emisiones de CO2* (Tesis doctoral). Universidad de Sevilla, España.
- Abad, G. G. (2015). La formación bruta de capital. *Argumentos económicos*, p. 4.
- Baek, J., Cho, Y., & Won W, K. (2009). The environmental consequences of globalization: A country-specific time-series analysis. *Ecological Economics*, 68(8), p. 2255-2264.
- Benítez, F. F., & Larrea, C. (2004). Impactos ambientales de la políticas de liberalización externa y los flujos de capital: el caso de Ecuador. En Falconí, M. Hercowitz, & R. Muradian (Ed.), *Globalización y desarrollo en América Latina*. p.133-153. Quito, Ecuador.
- Balassa, B. (1978). Exports and economic growth: further evidence. *Journal of Development Economics*, 5(2), p. 181-189.
- Barney, O. C. (2008). La naturaleza del llamado Dumping Ecológico. *Boletín Mexicano de Derecho Comparado*, 41(121), p. 45-68.
- Barrett, S. (2007). *Why Cooperate?: The Incentive to Supply Global Public Goods*. New York, United States: Oxford University Press.
- Balacco, H. R. (1986). Algunas consideraciones sobre la definición de causalidad de Granger en el análisis econométrico. *Revista Económica*, 32(02), p. 207-255.
- Belausteguigoitia, J. C. (1995). Algunas Consideraciones sobre el Tratado Trilateral de Libre Comercio y el Medio Ambiente. En J. I. Varas (Ed), *Economía del Medio Ambiente en América Latina*, (págs. 35-44). Chile: Editorial Universidad Católica de Chile.
- Birdsall, N. (Ed.). (1995). *Política de Comercio y Contaminación Industrial en América Latina*. *Economía del Medio Ambiente en América Latina*, Santiago de Chile, Chile: Editorial Universidad Católica de Chile.
- Campos, R. C. (2017). Globalización en crisis; por un desarrollo sostenible. *Economía UNAM*, 14(40), p. 3-12.
- Cherniwchan, J., Copeland, B. R., & Taylor, M. S. (2017). Trade and the Environment: New Methods, Measurements, and Results. *Annual Review of Economics*, 9(1), p. 59-85.

- Carranza, M. Á. (2007). Las medidas comerciales multilaterales para la protección del medio ambiente. *Anuario Español de Derecho Internacional*, 1(23), p. 279-314.
- Carrasco, M. F. (2008). La economía ecológica: ¿Un paradigma para abordar la sustentabilidad?. *Argumentos México*, 21(56), p. 75-99.
- Carvajal, F. (2011). Economía del Ecuador, período 1950-2008. En O. Zambrano (Ed), *Estado del País Informe cero*. Ecuador 1950-2010, (págs. 95-104). Quito:Ecuador: Flacso.
- Carmona, A. R. (1998). *El dumping ecológico: el papel de las medidas comerciales*. Madrid,España:Editorial Universidad Autónoma de Madrid.
- Camarena Gómez, B. O. (2019). La educación ambiental en el marco de los foros internacionales: una alternativa de desarrollo. *Estudios sociales (Hermosillo, Son.)*, 14(28), p. 07-42.
- Carpintero, Ó., Sastre, S., & Lomas, P. L. (2016). Regional Material Flow Accounting and environmental pressures: the Spanish case". *Environmental Science and Technology*, 49(4), p. 2262-2269.
- Cervantes, T. H. (2008). Breve exposición de las contribuciones de Georgescu Roegen a la economía ecológica y un comentario crítico. *Argumentos (México, D.F.)*, 21(56), p. 35-52.
- CEPAL. (2001). Financiamiento para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe. En Jose Antonio Ocampo (Secretario ejecutivo). Conferencia Regional de América Latina y el Caribe preparatoria de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible.
- CEPAL. (2018). Estadísticas e indicadores ambientales, participación en los acuerdos ambientales multilaterales-MEAS y convenios ambientales. Recuperado de [https://estadisticas.cepal.org/cepalstat/tabulador/ConsultaIntegradaProc\\_HTML.asp](https://estadisticas.cepal.org/cepalstat/tabulador/ConsultaIntegradaProc_HTML.asp).
- CEPAL. (2019). Estadísticas e Indicadores Ambientales, Emisiones de dióxido de carbono CO2. Ficha técnica sobre badeinso, la Base de Estadísticas e Indicadores Sociales.
- Díaz, C. A. (2005). Negociación del tratado de libre comercio: barreras técnicas al comercio y el acceso real a mercados.*Revista Investigación*, p. 42-53.
- Dryzek, J. S. (1987). *Rational Ecology: Environment and Political Economy*. New York, United States: Blackwell Pub.
- Ehrlich, P. R., & Holdren, J. P. (1971). Impact of Population Growth Science. *New Series*, 171(3977), p. 1212-1217.
- Engle, R., & Grange, W. (1987). Co- Integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing. *Econometrica*, 55(2),p. 251-276.
- Farhani, S., Chaibi, A., & Rault, C. (2014). CO2 emissions, output, energy consumption, and trade in Tunisia. *Economic Modelling*, 38, p. 426-434.
- Frankel, J. (2009). *Environmental Effects of International Trade*. Expert report N°. 31 to sweden's globalisation council. Globalisation council.

- Ferrer, C. E., Bogarín, B. R., & Chávez, A. E. (2012). Apertura comercial y desarrollo económico mundial en la globalización. *Nova Scientia*, 4(8), p. 66-89.
- Fanelli, J. M., Jiménez, J. P., & Azcúnaga, I. L. (2015). *La reforma fiscal Ambiental en América Latina*. Santiago de Chile: Euroclima.
- Farzin, Y. H., & Bond, C. A. (2006). Democracy and environmental quality. *Journal of Development Economics*, 81(1), p. 213-235.
- French, H. (1993). *Costly Tradeoffs; Reconciling Trade and the Environment*. New York, United States: Word Watch Paper 113.
- García, C. M. (2018). Impacto del comercio y el transporte internacional sobre la calidad ambiental: un estudio en países de América Latina y el Caribe. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 18(1), p. 49-78.
- Graña, F. (2006). *Oportunidades comerciales para Argentina resultantes del vínculo entre el Comercio y del medio ambiente* (Tesis de pregrado). Universidad Empresarial Siglo 21, Córdoba, Argentina.
- Granger, C. W. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *The Econometric Society*, 37(3), p. 424-438.
- Georgescu-Roegen, N. (1977). The Steady State and Ecological Salvation: A Thermodynamic Analysis. *BioScience The Scientist and Environmental*, 27(4), p. 266-270.
- Gómez, M., Ciarreta, A., & Zarraga, A. (2018). Consumo de energía, crecimiento económico y comercio: Un análisis de causalidad para México. *EconoQuantum*, 15(1), p. 53-72.
- Granger, C. W. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *The Econometric Society*, 37(3), p. 424-438.
- Gallegos, A. (2017). Managed Trade and Environmental Policy under Imperfect Competition. *Revista mexicana de economía y finanzas*, 12(3), p. 29-44.
- Graddy, K., & Barrett, S. (2000). Freedom, growth, and the environment. *Environment and Development Economics*, 5(4), p.433-456.
- García, A. M., & Jenkins, R. (2008). *Ambiente e Industria en Mexico Tendencias Regulacion y comportamiento empresarial*. Distrito Federal de Mexico, Mexico: Centros de Estudios Económicos.
- Guisán, C. (2002). Causalidad y cointegración en modelos econométricos: Aplicaciones a los países de la OCDE y limitaciones de los tests de cointegración. *Working Paper Series Economic Development*, (61), p.47.
- Grossman, G. M., y Krueger, A. B. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. *National bureau of economic research*, Working. Paper No. 3914.
- Hakimi, A., & Hamdi, H. (2016). Trade liberalization, FDI inflows, environmental quality and economic growth: A comparative analysis between Tunisia and Morocco. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 58, p. 1445-1456.
- Hauwermeiren, S. V. (1999). *Manual de Economía Ecológica Instituto de Estudios Ecologistas del Tercer Mundo*. Santiago de Chile: Abya-Yala.

- Halicioglu, F., & Ketenci, N. (2016). The impact of international trade on environmental quality: *The case of transition countries*. *Energy*, 109, p. 1130-1138.
- Halicioglu, F. (2009). An econometric study of CO2 emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey. *Energy Policy*, 37(3), p. 1156–1164.
- Hidalgo, M. (2014). Vectores Autorregresivos. *Estadísticas Económicas: Econometría*, p. 18.
- Hien, N., & Yu, W. C. (2005). Study of green areas and urban heat island in a tropical city. *Hábitat International*, 29(3), p. 547-558.
- Hoyos, R., & Lustig, N. (2009). Apertura comercial, desigualdad y pobreza Reseña de los enfoques metodológicos, el estado del conocimiento y la asignatura pendiente. *El trimestre Económico*, 76(302), p. 283-328.
- Hilf, M. (2000). ¿Libertad del comercio mundial contra protección del medio ambiente?. *Revista electrónica de estudios internacionales*, 1(1), p. 45-77.
- Huang, H., & Labys, W. C. (2001). Environment and Trade: A Review of Issues and Methods. Commonwealth of Virginia, United States. West Virginia University Regional Research Institute.
- Hutchetson, G.D. (2011). Ordinary Least-Squares Regression. *Quantitative Management*. p. 224-228.
- Iturralde, D. O. (2012). El comercio exterior del Ecuador: análisis del intercambio de bienes desde la colonia hasta la actualidad. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, (173), p. 11.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2018). *Global warming of 1.5°C An IPCC Special Report on the impacts of global*. Geneva, Switzerland, p. 32.
- Jenkins, R. (Agosto de 2003). La apertura comercial ¿ Ha creado paraísos de contaminadores en América Latina?. *Revista Comisión Económica para América Latina y el Caribe*, (80), p. 85-100.
- Jusmet, J. R. (2000). La economía, la ecología y la crisis de la economía convencional Ciencia, Tecnología /Naturaleza. Medina, M. y Kwiatkowsnka, T. (Ed.), *Cultura en el siglo XXI*. Barcelona, España, Anthropos.
- Kwabena, D., Akpalu, W., & Emefa, C. (2019). Trade-induced environmental quality: the role of factor endowment and environmental regulation in Africa. *Climate and Development*. doi:doi.org/10.1080/17565529.2018.1562868
- Lima, J. E., De Miguel, C. J., & Schuschny, A. R. (2007). Los acuerdos comerciales de Colombia, Ecuador y Perú con los Estados Unidos: efectos sobre el comercio, la producción y el bienestar. *Cepal*, p. 68-94.
- Li, Q., & Reuveny, R. (2006). Democracy and Environmental Degradation. *International Studies Quarterly*, 50(4), p.335 -396.
- Londoño, W. (2005). *Modelos de ecuaciones múltiples modelos var y cointegración*. Medellín, Colombia: Editorial Universidad EAFIT.

- Leff, E. (2004). *Racionalidad Ambiental la reapropiación social de la naturaleza*. Buenos Aires, Argentina, Siglo XXI.
- Le, T.; Chang, Y.; Park, D. (2006). Trade openness and environmental quality: International evidence. *Energy policy*, 92, p. 45-55.
- Larrea, C. (2005). *Hacia una Historia Ecológica del Ecuador: Propuestas para el debate*. Quito-Ecuador: Corporación Editora Nacional.
- Midlarsky, M. I. (1998). Democracy and the environment: An empirical assessment. *Journal of Peace Research*, 35(3), p.341-361.
- Ministerio de Comercio Exterior e Inversiones. (2018). *Acuerdo Vigentes: Acuerdos Comerciales, Gobierno de la República del Ecuador*. Recuperado de: <https://www.comercioexterior.gob.ec>
- Managi, S., Hibiki, A., & Tsurumia, T. (2009). Does trade openness improve environmental quality?. *Journal of Environmental Economics and Management*, 58(3), p. 346-363.
- Mann, C. L. (2016). Environment and trade: Do stricter environmental policies hurt export competitiveness?. *The Organization for Economic Cooperation and Development*, p.6.
- Mahadeva, L., & Robinson, P. (2004). *Unit Root Testing to Help Model Building*. London, England Central Banking Studies.
- Mata, H. (2003). *Nociones Elementales de Cointegración Enfoque de Engle-Granger*. Merida, Venezuela, Universidad de los Andes.
- Meller, P. (1993). Economía Política de la Apertura Comercial Chilena. *Serie de Reformas de Política Pública*, p.53.
- Muriel, R. D. (2003). Gestión ambiental. *Ideas de Reflexión, Espacio de reflexión y comunicación en Desarrollo Sostenible*. 3(13), p. 8.
- Ministerio de Medio Ambiente (MAE). (2017). *Tercera Comunicación Nacional del Ecuador sobre Cambio Climático*. Quito, Ecuador: Manthra Comunicación.
- Malagón, M. D. (2011). *Medio ambiente y Contaminación: Principios Básicos*. Bilbao, España. Recuperado de <https://addi.ehu.es/handle/10810/16784>
- Montory, A. C. (2019). Comercio libre y protección ambiental: Una reconciliación posible. *Revista de Derecho*, 8(8), p. 157-163.
- Morales, L. B., Rodríguez, F. G., Contreras, J. B., y Rubio, A. O. (2002). Apertura Comercial y Medio Ambiente. *Interciencia*, 27(5), p. 259-263.
- Novales, A. (2017). *Modelos vectoriales autoregresivos (VAR)*. Madrid, España: Universidad Complutense.
- Omri, A., Daly, S., Rault, C., & Chaibi, A. (2015). Financial development, environmental quality, trade and economic growth: What causes what in MENA countries. *Energy Economics*, 48, p. 242-252.

- Oktavilia, S., & Firmansyah, F. (2016). The Relationships of Environmental Degradation and Trade Openness in Indonesia. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 6(6), p. 125-129.
- Organización Mundial del Comercio. (2018). La ronda de Doha ¿Qué están negociando?. Recuperado de: [https://www.wto.org/spanish/tratop\\_s/dda\\_s/update\\_s.htm](https://www.wto.org/spanish/tratop_s/dda_s/update_s.htm)
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2016). OECD Statistical Overview Economy, Environment and Society 2015 - 2016. Paris, Francia, Centro de la OCDE en México para América Latina.
- Prebisch, R. (1951). *Crecimiento, desequilibrio y disparidades: interpretación del proceso de desarrollo económico*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Ed.) New York, EE.UU: Naciones Unidas.
- Pérez, M. A. (2006). *Comercio Internacional y Medio Ambiente en Colombia* (Tesis Doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2019). Global Environment Outlook GEO 6: Healthy planet, healthy people. Recuperado de: <https://www.unenvironment.org/es>
- Ponce, P., & Alvarado, R. (2019). Air pollution, output, FDI, trade openness, and urbanization:evidence using DOLS and PDOLS cointegration techniques and causality. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(19), p. 43–58.
- Toledo, V. M. (2013). Social Metabolism: A New Socio-ecological Theory. *Relations Studies of history and society*, 34(136), p. 41-71.
- Trejos, A. (2009). Instrumentos para la evaluación del impacto de acuerdos comerciales internacionales aplicaciones para países pequeños en América Latina. Serie estudios y perspectivas, (110), p. 66.
- Ríos, G. (2008). *Serie de Tiempo*. Santiago de Chile, Universidad de Chile.
- Roldán, J. M. (Ed.). (2015). *Gestión ambiental para un desarrollo humano sustentable*. Santiago, Chile: Konrad adenauer-Chile.
- Romaní, R. B. (2014). Vectores Autorregresivos. *Serie Apuntes de Clase QBF*,1(02), p.33.
- Sahbi, F., Anissa, C., & Christophe, R. (2014). CO2 emissions, output, energy consumption, and trade in Tunisia. *Economic Modelling*, 38, p. 426-434.
- Sánchez, R. A. (1991). El tratado de libre comercio en América del norte y el medio ambiente de la frontera norte. *Revista internacional de fronteras, territorios y regiones*, 3(6), p.24.
- Santos, T. D. (2002). La teoría de la dependencia, balances y perspectivas. *Theomai*, p. 15.
- Sadorsky, P. (2011). Trade and energy consumption in the Middle East. *Energy Economics*, 35(5), p. 739-749.
- Sánchez, E. V., & Rendón, J. J. (2003). Calidad ambiental y su relación con el crecimiento económico en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. *Ecós de Economía*,1(26), p. 27-48.

- Salahuddina, M., Gow, J., & Ozturkd, I. (2015). Is the long-run relationship between economic growth, electricity consumption, carbon dioxide emissions and financial development in Gulf Cooperation Council Countries robust?. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51, p. 317-326.
- Schaper, M. (2000). Impactos ambientales de los cambios en la estructura exportadora de nueve países de América Latina y el Caribe: 1980-1995. *Medio Ambiente y desarrollo*, 19, (79), p. 80.
- Simula, M. (2001). Comercio y medio ambiente en la producción forestal. *Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente*, p. 38.
- Vargas, F., & Gallego, I. (Marzo de 2005). Calidad Ambiental Interior: Bienestar, Confort y Salud. *Salud Publica*, 79(2), p.251.
- Jayadevappa, R., & Chhatre, S. (2000). International trade and environmental quality: a survey. *Ecological Economics*, 32(2), p.175-194.
- Yedwab, B. T., Forcada, S. Á., & Guerrero, E. M. (2018). El impacto diferencial de la globalización económica y la democracia sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> en países ricos y pobres. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 34(1), p. 169-183.

## ANEXOS

### Anexo 1.

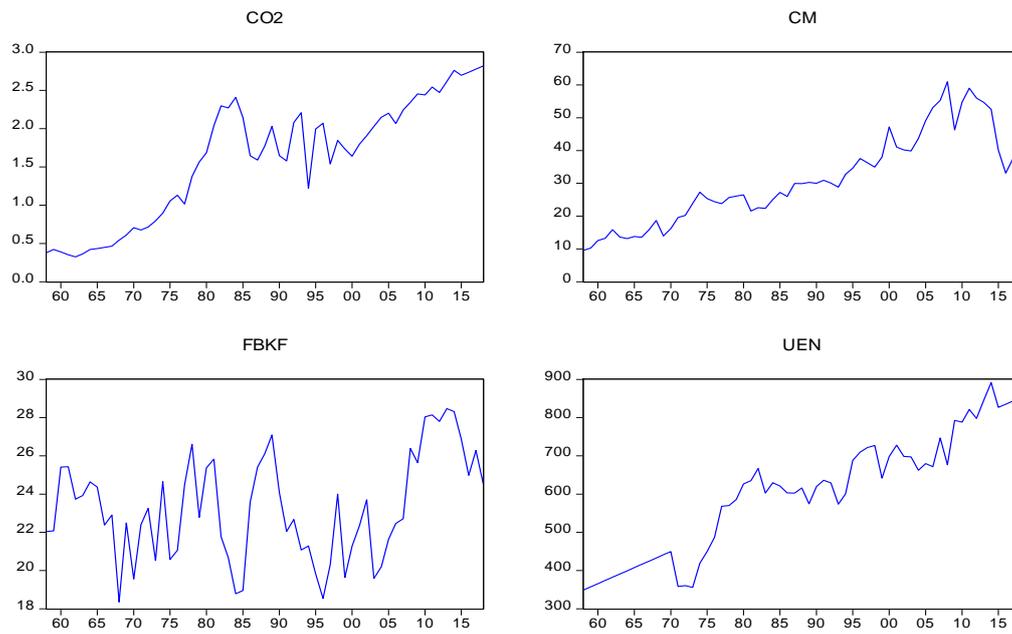
#### Acuerdos vigentes del Ecuador.

ACUERDO	OBJETIVO	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR	MIEMBROS
Comunidad Andina (CAN)	Alcanzar un desarrollo integral, equilibrado y autónomo.	1969	Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú
Sistema Generalizado de Preferencias con Estados Unidos	Tratamiento preferencial para ciertos productos y reducciones arancelarias significativas.	1974	Estados Unidos
Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI)	Cooperación económica y comercial, Preferencias arancelarias	1981	Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, Ecuador, México, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela
Acuerdo de Alcance Parcial de Renegociación con México	Alcanzar preferencias arancelarias.	1987	México y Ecuador
Alcance Parcial de Complementación Económica con Cuba	Fortalecer el intercambio comercial mediante el otorgamiento de preferencias arancelarias y no arancelarias.	2001	Cuba y Ecuador
Alcance Parcial de Complementación Económica CAN-MERCOSUR	Cooperación e integración económica y facilitar la libre circulación de bienes y servicios.	2005	Países miembros del MERCOSUR Y CAN.
Alcance Parcial de Complementación Económica con Chile	Intensificar las relaciones económicas y comerciales entre las partes.	2010	Ecuador y Chile
Alcance Parcial de Complementación Económica con Guatemala	Eliminación de obstáculos no arancelarios, la facilitación aduanera, estimular el desarrollo de inversiones.	2013	Guatemala y Ecuador
Acuerdo Comercial Ecuador – Unión Europea	Incrementar los flujos comerciales, atraer más inversiones, tecnología e innovación, y fomentar un desarrollo sostenible.	2013	Ecuador y Unión Europea
Alcance Parcial de Complementación Económica con El Salvador	Liberación del comercio de bienes y sus disciplinas asociadas y en materia de cooperación comercial	2017	El Salvador y Ecuador
Alcance Parcial de Complementación Económica con Nicaragua	Liberación del comercio de bienes y sus disciplinas asociadas y en materia de cooperación comercial	2017	Nicaragua y el Ecuador
Asociación Económico inclusivo entre Ecuador y Los estados AELC	Desarrollo y diversificación del comercio para la promoción de la cooperación económica y comercial en áreas de interés común.	2018	Islandia, Liechtenstein, el Reino de Noruega y la Confederación Suiza (Estados AELC)
Acuerdo Comercial Ecuador – Reino Unido	Alcanzar preferencias arancelarias	2018	Ecuador y el Reino Unido

**Fuente:** Elaboración propia con base en el Ministerio de Comercio Exterior e Inversiones (2018).

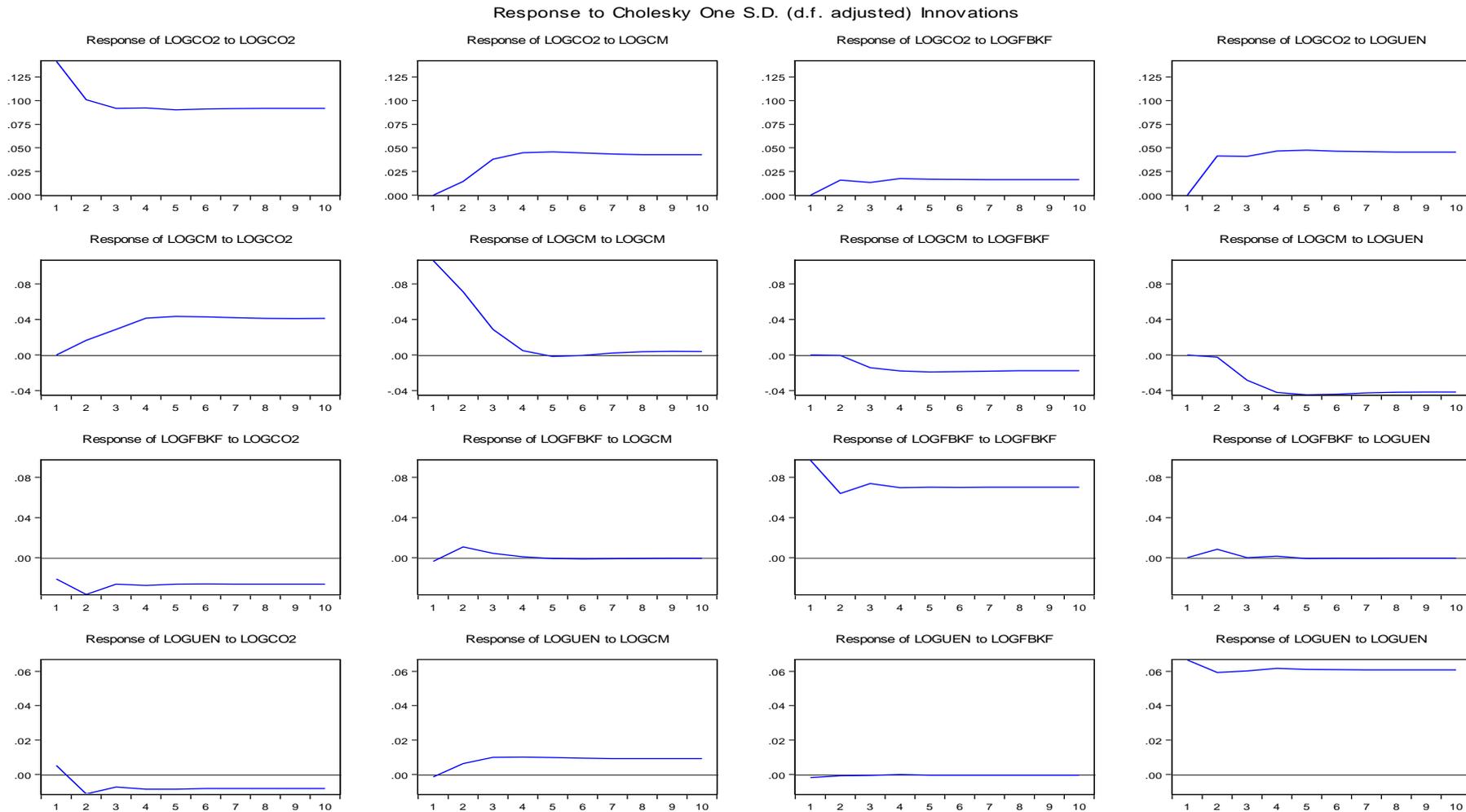
## Anexo 2.

Comportamiento de las series CO2, CM, FBK, UEN.



Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de Eviews 10.

**Anexo 3.**  
*Función impulso respuesta (FIR).*



**Fuente:** Elaboración propia a partir de resultados de Eviews 10.