

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO**

PROYECTO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

“MAGÍSTER EN ESTADÍSTICA APLICADA”

TEMA:

**“ANÁLISIS ECONOMETRICO DE LAS INDUSTRIAS QUE
COMPONEN EL PIB, COMO RESULTADO DE LA CRISIS
OCASIONADA POR LA PANDEMIA DE LA COVID-19.”**

AUTOR:

EDUARDO ALCIDES PÉREZ URBANO

Guayaquil - Ecuador

2022

Resumen

El presente trabajo pretende estudiar el comportamiento de las industrias que componen el Producto Interno Bruto (PIB) del Ecuador, con la finalidad de evidenciar la incidencia que tienen las otras industrias sobre la del Comercio, con ocasión de la crisis sanitaria producida en el año 2020 y que continúa en el año 2021, en función de la base de datos publicada en la página oficial del Banco Central del Ecuador. Para comprobar la hipótesis planteada y cumplir con los objetivos establecidos en el presente documento, mediante el uso del software estadístico R, se realizó una estadística descriptiva para verificar el comportamiento de cada una de ellas en el tiempo y, mediante un modelo de regresión lineal, identificar las industrias estadísticamente significativas; con esta información se aplicaron especificaciones paramétricas para k variables; así, modelos de regresión lineal, cointegración, vectores autorregresivos y k -vías con el método STATIS. Procedimiento con el cual, se logró identificar los efectos de estas variables en momentos de crisis y demostrar que, durante el período de pandemia, la industria Comercio se vio afectada por el comportamiento de varias industrias; y, que otras de ellas presentan un comportamiento independiente de la tendencia regular del PIB.

Abstract

The present investigation intends to study the Ecuadorian Gross Domestic Product (GDP) key industries performance, find out their chaining with Commerce, specifically during the 2020's health crisis and that continued through 2021, based on the databases published in the official Central Bank of Ecuador website. To test the hypothesis and meet the objectives establish into this paper, by the use of R statistical analysis software, various statistics descriptive tests were performed to study the behavior of each of them over time and, with a linear regression model to identify the statistically significant industries; With all this information, parametric specifications were applied for k variables; thus, linear regression models, cointegration, autoregressive vectors and k-ways with the STATIS method. Procedure with which it was possible to identify the effects of these variables in times of crisis and demonstrate that, during the pandemic period, the Commerce industry was affected by the behavior of various industries; and, that others of them present an independent behavior to the regular trend of the GDP.

DEDICATORIA

El esfuerzo constante – no la fuerza o la inteligencia – es la clave para liberar nuestro potencial. (Winston Churchill).

A mis padres Manuel y Laura+

A mis hermanos Mayra y Rafael

A mis amigos que de alguna manera me apoyaron.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme salud y vida.

A mis padres, por forjar mi personalidad.

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral, Institución que me permitió formar parte de
su historia como estudiante.

A mi docente tutora Andrea García, por su tiempo, acompañamiento, guía, disciplina y
amistad.

A mis amigos, que me brindaron sus palabras de impulso para cumplir este importante
reto académico.

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Titulación, me corresponde exclusivamente y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría. El patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Eduardo Alcides Pérez Urbano

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Omar Honorio Ruiz Barzola Ph. D.
PRESIDENTE

Andrea Cristina García Angulo Ph. D.
TUTOR

Francisco Antonio Moreira Villegas M. Sc.
DOCENTE EVALUADOR

ABREVIATURAS O SIGLAS

PIB – Producto Interno Bruto
BCE – Banco Central del Ecuador
VAB – Valor Agregado Bruto
CEPAL - Comisión Económica para América Latina y el Caribe
COE - Centro de operaciones de emergencia
PDNA - Evaluación de Necesidades Post-Desastres
VECM - Modelos de corrección de error de vector
VAR - Vectores autorregresivos
ADF - Dickey Fuller Aumentada
AIC – Akaike
HQ - Hanna-Quin
SC – Schwarz
FPE - Error de Predicción Final
VECM – VAR Restringido
BIC - Criterio de información bayesiano

Códigos base de datos BCE:

ag - Agricultura
ac - Acuicultura y pesca de camarón
pec - Pesca excepto camarón
pm - Petróleo y minas
rp - Refinación de petróleo
merp - Manufactura excepto refinación de petróleo
sea - Suministro de electricidad y agua
con - Construcción
com - Comercio
asc - Alojamiento y servicios de comida
tr - Transporte
ccom - Correo y comunicaciones
asf - Actividades de servicios financieros
apta - Actividades profesionales técnicas y administrativas
esss - Enseñanza y servicios sociales y de salud
apdpso - Administración pública defensa planes de seguridad social obligatoria
sd - Servicio domestico
os - Otros servicios
tvab - Total VAB
oepib - Otros elementos del PIB
pib - P.I.B.
it – Inflación trimestral

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

RESUMEN.....	II
ABSTRACT.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
DECLARACIÓN EXPRESA.....	VI
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN.....	VII
ABREVIATURAS O SIGLAS.....	VIII
TABLA DE CONTENIDO.....	IX
LISTADO DE FIGURAS.....	XI
LISTADO DE TABLAS.....	XII
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	8
1.3.1. OBJETIVO GENERAL:.....	8
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	8
1.4. HIPÓTESIS:.....	9
1.5. ALCANCE:.....	9
CAPÍTULO 2.....	10
2. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. DESCRIPCIÓN DE LOS SECTORES ECONÓMICOS QUE COMPONEN EL PRODUCTO INTERNO BRUTO.....	12
2.1.1. SECTOR PRIMARIO.....	13
2.1.2. SECTOR TERCIARIO.....	15
2.1.3. ANÁLISIS DE LOS SECTORES DEL PIB POR INDUSTRIA.....	16
2.1.4. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE LA FORMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS INDUSTRIAS QUE CONFORMAN EL PIB PARA K MUESTRAS.....	25
CAPÍTULO 3.....	32
3. METODOLOGÍA.....	32
3.1. DATOS.....	32
3.2. ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO.....	33
3.2.1. COINTEGRACIÓN.....	33
3.2.1.1. PRUEBA DE COINTEGRACIÓN DE ENGLE Y GRANGER.....	34
3.2.1.2. PRUEBA DE JOHANSEN.....	35
3.2.2. MODELO DE VECTORES AUTOREGRESIVOS (VAR) Y MODELO DE CORRECCIÓN DE ERROR DE VECTOR (VECM).....	36
3.2.3. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE LA FORMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS INDUSTRIAS QUE CONFORMAN EL PIB, PARA K MUESTRAS.....	41
3.2.3.1. ESTRUCTURA DE LA MATRIZ DE TRES VÍAS.....	43
CAPÍTULO 4.....	44
4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO.....	44
4.2. COINTEGRACIÓN.....	46
4.2.1. PRUEBA DE ENGLE-GRANGER.....	49
4.2.2. COINTEGRACIÓN DE JOHANSEN-JOSELIUS.....	50
4.2.3. MODELO DE CORRECCIÓN DE ERROR PARA COMERCIO.....	51
4.3. MODELOS VAR.....	52
4.3.1. MODELO VAR PARA COMERCIO.....	55
4.3.2. CUMPLIMIENTO DE SUPUESTOS ECONOMÉTRICOS.....	56
4.3.3. CAUSALIDAD DE GRANGER.....	60
4.3.4. MODELO DE CORRECCIÓN DE ERRORES DE VECTOR.....	63
4.4. MODELO K-VÍAS.....	64
CAPÍTULO 5.....	70

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
5.1.	CONCLUSIONES	70
5.2.	RECOMENDACIONES	72
6.	REFERENCIAS.....	73
7.	APÉNDICES Y ANEXOS.....	75
7.1.	ANEXO 1. BASE DE DATOS BCE.....	75
7.2.	ANEXO 2. ANÁLISIS DESCRIPTIVO (CÓDIGOS Y LIBRERÍAS UTILIZADOS EN EL SOFTWARE ESTADÍSTICO R).....	76
7.3.	ANEXO 3. CÓDIGOS COINTEGRACIÓN – VAR (CÓDIGOS Y LIBRERÍAS UTILIZADOS EN EL SOFTWARE ESTADÍSTICO R).....	79
7.4.	ANEXO 4. MODELO K-VÍAS CÓDIGOS COINTEGRACIÓN – VAR (CÓDIGOS Y LIBRERÍAS UTILIZADOS EN EL SOFTWARE ESTADÍSTICO R).....	84

LISTADO DE FIGURAS

FIGURA	Pg.
Figura 1.1. Proyección de la disminución en ventas de las empresas	7
Figura 1.2. Estimación de los empleos en riesgos en 2020	7
Figura 2.1. VAB de la Agricultura. 2007 = 100	17
Figura 2.2. VAB de Petróleo y Minas. 2007 = 100	18
Figura 2.3. VAB de la Industria Manufacturera. 2007 = 100	19
Figura 2.4. VAB de la Construcción. 2007 = 100	20
Figura 2.5. VAB del Comercio. 2007 = 100	21
Figura 2.6. VAB del Transporte. 2007 = 100	23
Figura 2.7. VAB de Enseñanza y de Servicios Sociales y de Salud. 2007 = 100	24
Figura 2.8. VAB de la Administración Pública. 2007 = 100	25
Figura 3.1. Representación general modelo K-vías	43
Figura 4.1. Evolución del PIB y sus industrias durante el periodo 2000 – 2021	45
Figura 4.2. Primera diferencia del logaritmo del PIB y las industrias	47
Figura 4.3. Serie de los residuos y correlograma	52
Figura 4.4. Correlogramas simples y cruzados de los residuos	54
Figura 4.5. Dispersión, histogramas y correlaciones	55
Figura 4.6. Estabilidad en los parámetros	59
Figura 4.7. Descomposición de varianza de la variable Comercio	61
Figura 4.8. Shock de la variable Comercio	62
Figura 4.9. Representación variables k-vías	65
Figura 4.10. STATIS	68

LISTADO DE TABLAS

TABLA	Pg.
Tabla 4.1. Estadística descriptiva industrias PIB	44
Tabla 4.2. Prueba de raíz única ADF en la primera diferencia	46
Tabla 4.3. Prueba de raíz unitaria ADF para los residuos	49
Tabla 4.4. Prueba de cointegración de Johansen	50
Tabla 4.5. Modelo estimado	51
Tabla 4.6. Modelo VAR con orden 4 en las diferencias	53
Tabla 4.7. Pruebas de raíz unitaria	56
Tabla 4.8. Normalidad de los Residuos	57
Tabla 4.9. No Correlación serial	57
Tabla 4.10. Homocedasticidad	58
Tabla 4.11. Raíces inversas polinomiales	59
Tabla 4.12. Causalidad de Granger	60
Tabla 4.13. Descomposición de varianza irrestricta	61
Tabla 4.14. Coeficientes estimados del modelo y los vectores estimados de cointegración	63
Tabla 4.15. Matriz de interestructura	67
Tabla 4.16. Matriz de valores propios para el compromise	68

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La economía ecuatoriana, se vio duramente afectada a causa de la crisis ocasionada por la emergencia sanitaria presentada a nivel mundial por la pandemia de la COVID -19, seguida de la rotura de los oleoductos, con esto, el permanente despido de personal y cierre de pequeñas y medianas empresas. (Valle Arancibia Angélica, 2020).

La pandemia se agudizó a partir del primer trimestre del año 2020, evidenciando un fenómeno por extremo complejo, con profundas consecuencias sanitarias, económicas y sociales que, hasta la fecha persisten sus secuelas.

Las medidas aplicadas por el Gobierno, para contener la propagación del virus, han estancado gran parte de la economía nacional; esto, sumado a la poca inversión pública, afectaron negativamente al crecimiento del PIB, lo que desemboca en cadena en la reducción de los ingresos tributarios y, consecuentemente un mayor desequilibrio fiscal. (BCE, 2021).

Como consecuencia de la referida crisis sanitaria, esta desemboca directamente en una crisis de orden económico social, a causa de las medidas de confinamiento decretada por el Gobierno Nacional el 16 de marzo de 2020 (Ecuador, 2020), ocasionando el consiguiente estancamiento y paralización de la gestión económica en varios sectores de la industria que componen el PIB.

A priori, los costos que se demandan para controlar la pandemia de la COVID-19, se pueden analizar desde dos aristas importantes; la primera en los gastos adicionales que se generan por la compra de insumos y equipos médicos para enfrentar la emergencia; y, la segunda por las medidas adoptadas por el gobierno para mitigar la falta de ingresos financieros de las familias, paralelamente el cierre de las empresas; esto, debido a la aplicación de medidas administrativas como el diferimiento de algunos impuestos, subsidios a los hogares.

El presente trabajo aborda con mayor énfasis las consecuencias en la economía del país, basadas en los datos históricos publicados por el Banco Central del Ecuador, pretendiendo identificar los sectores más sensibles de la economía como consecuencia de esta crisis multidimensional.

Surge entonces la necesidad de identificar cuáles fueron los sectores de la industria más afectados durante esta crisis sanitaria y económica y cómo su interacción contribuyó a la caída del PIB.

1.2. Descripción del problema

El escenario actual de la economía ecuatoriana se presenta con varias dificultades, empezando por un alto déficit en cuenta corriente de la balanza de pagos, reducción en las reservas internacionales de libre disponibilidad, desequilibrio en las cuentas fiscales, incremento de la deuda pública interna y externa, alto índice de riesgo país dificultando el acceso al mercado de capitales, la caída de la competitividad externa, entre otros; y, quizá la excusa más atractiva para la limitada gestión del Gobierno es, la paralización de la economía a causa de la pandemia de la COVID-19.

La situación se volvió más compleja, debido a varias circunstancias estructurales como la baja credibilidad político - administrativa, el alto nivel de riesgo país, alto nivel de endeudamiento, problemas sociales, entre otros que limitaron contar con acceso inmediato a mayor financiamiento (Finanzas, 2020).

Hasta antes del primer trimestre del año 2020, la administración pública evidenció que se encontraba con un margen de maniobra muy limitado, como para poder afrontar operativa y técnicamente de forma diligente la catástrofe sucedida, consecuencia quizá, de que nuestro país se ha caracterizado por mantener y profundizar maniobras de politización y desinstitucionalización de la Administración Pública.

La pandemia de la COVID-19, considerada como la que más afectó a la nación durante las últimas décadas, nos hace reflexionar sobre lo importante de contar con autoridades técnicamente pertinentes para cada cargo de alta autoridad en el ámbito público y, estos a su vez, estén verdaderamente orientados a las necesidades reales de la población, que hoy más que nunca se cuestionan las clásicas e inoperantes prácticas políticas y burocráticas. (BCE, 2021).

La falta de confianza en la Administración Pública, se ve profundizada durante la crisis sanitaria y, sobre todo se caracteriza por la limitada gestión para afrontarla, lo que ocasiona el debilitamiento del aparato burocrático y de la aceptación social frente a la gestión gubernamental.

Se esperaría que la magnitud de la crisis de la COVID-19, deje buenas enseñanzas y permita rediseñar el presente y futuro de las instituciones y del servicio público, mediante la base de un transparente y sincero acuerdo político entre los diversos actores.

La falta de capacidad manifiesta de la Administración Pública, para afrontar asertivamente los desafíos de la sociedad actual y, más aún en situaciones de emergencia como la que atravesamos por la COVID – 19, evidencia la dificultad para liderar procesos o etapas de crisis; notándose que varias instituciones públicas y sus funcionarios, no actuaron en post del beneficio de la sociedad, sino que, la mayoría mantuvo una actitud pasiva, como fue público y notorio desde el análisis de distintos medios de comunicación.

Un aspecto que hoy en día manifiesta singular atención para el desarrollo de la Administración y consecuentemente del país y, que no se está liderando eficazmente, es la aplicación intensiva de las tecnologías digitales; lo que constituye un retraso en el desarrollo, al no captar que nos encontramos en medio de un proceso de cambio tecnológico, económico y social profundo y, de manera acelerada a causa de la crisis de la COVID-19; la cual, demanda transformaciones radicales para sacar a flote la economía del país, obligando a innovar la base digital actual y a crear un ecosistema que viabilice tal propósito.

Por lo expuesto; resulta pertinente, realizar un análisis detallado de los sectores de la economía, que por varias causas como las manifestadas, han sido mayormente afectados a causa de la pandemia de la COVID-19; ya que, los resultados que se obtengan, podrán aportar de manera más objetiva y precisa, los grupos de la sociedad más sensibles y que mayor atención requieren por parte de la administración pública.

Hay que notar también que, no todos los países presentan la misma prioridad ni la misma realidad económica social, algunos cuentan con ingresos medios y altos, otros con ingresos bajos, situación que conlleva a la toma de decisiones más urgentes.

La composición sectorial por industria en el Producto Interno Bruto del Ecuador, muestra un espacio marcadamente diferenciado entre estos; lo cual, es característico en aquellos sectores que pueden evidenciar vulnerabilidad frente a las crisis, principalmente por la sensibilidad de las actividades habituales que desempeñan, debido a que gran parte de varios sectores productivos, deben gestionarse de manera presencial. (BCE, 2021).

Gran parte de la economía ecuatoriana se caracteriza principalmente por la producción de materia prima; es decir, presenta alta dependencia de la manufactura y la agricultura, sectores que aparentan ser los mayormente expuestos a los efectos de la pandemia. (BCE, 2020).

El presente trabajo, demandará la aplicación de herramientas y procedimientos estadísticos; en función de los resultados que se obtengan, se pretende evidenciar que los sucesos acontecidos en el año 2020, guardan estrecha relación con la reducción en los indicadores macroeconómicos del país.

A pesar que las crisis se manifiestan de forma cíclica, el presente análisis se enfocará en comparar la magnitud del problema en la economía ecuatoriana ocasionado por la pandemia durante los años 2020 y 2021, en función de los reportes históricos publicados por el Banco Central del Ecuador, como parte del presente análisis estadístico; lo cual, facilitará estructurar un documento en el que se expongan las variaciones en los resultados de la economía nacional, que permita abrir un espectro técnico estadístico que tutele una mejor interpretación de la realidad frente a la crisis económica en el país.

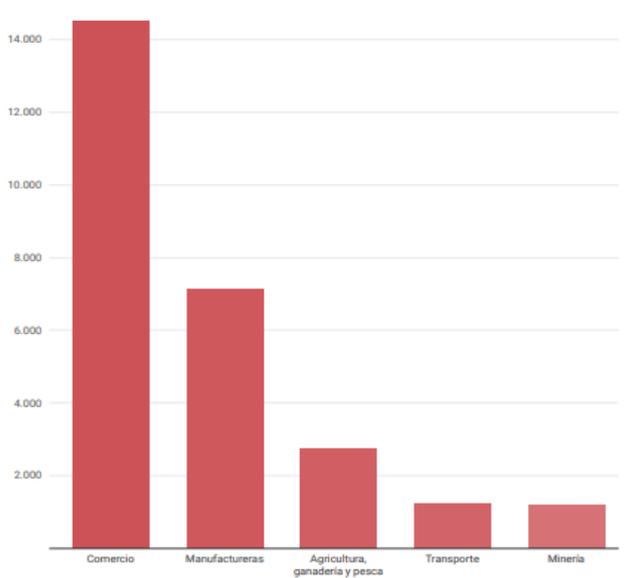
Los resultados que se obtengan, permitirán notar el sector de la economía que más sensible se muestra ante escenarios de crisis.

Es importante notar que; según La Cámara de Industrias y Producción, el impacto de la Covid-19 en la economía ecuatoriana, tiene tres escenarios, como consecuencia del descenso en la demanda y la interrupción de la oferta; estos análisis, permiten evaluar las pérdidas de más de 69.000 empresas; así se tiene; El Primer Escenario: el gremio estima que, si se considera solo la caída en ventas de la primera quincena de marzo de 2020, las empresas se enfrentan a pérdidas por USD 12.804 millones; el Segundo Escenario: si se presenta el cierre de negocios y por lo tanto el descenso de la productividad en las industrias, entre el 15 de marzo y 15 de abril, la disminución en ventas sería de USD 21.339 millones; y, el Tercer Escenario: el panorama más desalentador será si la cuarentena no se levanta durante todo el mes de abril, las pérdidas alcanzarían los USD 32.009 millones. (Portal Primicias.ec, 2020).

Entre los 20 sectores evaluados por la Cámara de Industrias y Producción, el Comercio, registra los peores resultados; las medidas adoptadas por el COE Nacional como, las restricciones de movilidad para frenar los contagios y el pánico de los consumidores, ocasionaron que, cerca del 70% de los negocios del sector permanezcan cerrados, es decir, al alrededor de 7.700 locales sin atención desde el inicio de la cuarentena. (Portal Primicias.ec, 2020).

En el siguiente Figura, se puede apreciar las proyecciones de las industrias del PIB mayormente afectadas y, notamos que, el Comercio será el sector más crítico.

Figura 1.1. Proyección de la disminución en ventas de las empresas.



Fuente: Cámara de Industrias y Producción.

En la Figura 1.1., la situación laboral de las personas, muestra un total de 743.902 empleados que podrían haber perdido sus puestos en el país, debido a la crisis económica generada por la pandemia de Covid-19; como, se aprecia en el siguiente Figura.

Figura 1.2. Estimación de los empleos en riesgos en 2020.



Figura: Primicias Fuente: Cámara de Industrias y Producción.

Durante el desarrollo del presente trabajo, se confirmará y evidenciará mediante el uso de herramientas estadísticas que, la industria mayormente afectada en la economía ecuatoriana, es la del Comercio.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General:

Analizar el comportamiento estocástico de los sectores de la economía ecuatoriana, mediante la aplicación de metodologías estadísticas, para la identificación de aquellos que contribuyeron a la reducción del Producto Interno Bruto durante el año 2020 y 2021.

1.3.2. Objetivos Específicos:

1. Describir estadísticamente cada una de las variables que estructuran los componentes de la economía nacional.
2. Examinar el comportamiento de los sectores macroeconómicos de la economía ecuatoriana y su relación, mediante un estudio multivariante.
3. Analizar los sectores del Producto Interno Bruto, que evidenciaron mayor sensibilidad frente a la emergencia sanitaria provocada por la COVID-19, mediante la aplicación de metodologías estadísticas.

1.4. Hipótesis:

La crisis sanitaria ocasionada por la COVID-19, causó mayor crisis en la industria del Comercio y consecuentemente, el descenso en el Producto Interno Bruto de la economía ecuatoriana.

1.5. Alcance:

El presente trabajo, pretende analizar mediante el uso de técnicas estadísticas, cada una de las variables macroeconómicas que componen los sectores de la Producción del Ecuador y, que fueron afectados por varios factores económico-sociales durante el año 2020 y 2021, en especial por la crisis sanitaria ocasionada por la pandemia de la COVID-19; para lo cual se utilizará la base de datos oficial, publicada en la página Web del Banco Central del Ecuador, misma que se encontrará detallada, en el apartado correspondiente del documento final del presente trabajo.

El análisis se lo realizará en función de la data histórica publicada por el Banco Central del Ecuador, misma que inicia en el año 2000 y concluye en el año 2021, con frecuencia trimestral, la cual permitirá contrastar la variación histórica de la Producción Interna Bruta del país.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

La economía ecuatoriana al igual que muchas en el resto del mundo, evidenciaron una contracción de singulares dimensiones económicas, sociales y financieras; lo cual, ha obligado que cada nación adopte las mejores estrategias administrativas y la articulación comprometida entre los distintos sectores de la administración pública; considerando que en el caso del Ecuador, la situación se volvió más compleja, debido a varias circunstancias estructurales como la baja credibilidad político - administrativa, el alto nivel de riesgo país, alto nivel de endeudamiento, problemas sociales, entre otros que limitaron contar con acceso inmediato a mayor financiamiento (Finanzas, 2020).

El Producto Interno Bruto (PIB), es el resultado de aplicar el patrón de medida del dinero a todos los bienes y servicios producidos y comercializados, mediante el uso de los factores de la producción (tierra, capital, tecnología y trabajo) (Samuelson & Nordhaus, 2001). Es un indicador general que mide la producción total de un país y, resulta de sumar, los valores monetarios del consumo de las familias y el gobierno, la inversión bruta en el país, las compras de bienes y servicios del Estado y las exportaciones netas en un año determinado (Samuelson & Nordhaus, 2001). Por ello; el PIB constituye una herramienta básica para mantener monitoreada la evolución de una economía, lo que permitirá tomar medidas de política económica oportunamente y, con mayor apremio, en situaciones de crisis, como la que atravesamos a causa de la pandemia mundial.

Algunos organismos internacionales, como el Fondo Monetario Internacional, el Banco Mundial y la CEPAL, anticiparon que, a causa del choque financiero generado por

la pandemia, el PIB en el Ecuador, para el año 2020 manifieste una reducción estimada del 6%, situación similar fue proyectado por el Banco Central del Ecuador como posibles resultados del PIB. (BCE, 2021).

La crisis económica en el Ecuador, provocada básicamente por la emergencia sanitaria de la pandemia de la COVID-19, podría especularse que produjo la mayor contracción de la economía ecuatoriana en su historia más reciente, a pesar del comportamiento cíclico presentado en la economía ecuatoriana durante las últimas décadas tenemos que, el PIB cayó alrededor del 11%, lo que supera cualquier escenario de crisis vivida en el pasado; el Ecuador, antes de la crisis sanitaria, evidenciaba una tasa de crecimiento anual promedio de alrededor del 3%. (Económicos & Ecuador., 2020).

Existen tres métodos de cálculo del Producto Interno Bruto, establecidos por el Banco Central del Ecuador (BCE, 2017); así tenemos, el de la producción, del gasto y del ingreso; los cuales se detallan a continuación.

El método de la Producción, compone la suma de todos los bienes y servicios producidos en un período determinado, restado los bienes y servicios consumidos durante el proceso de producción, más los otros elementos del PIB y, su ecuación de cálculo es:

$$PIB = Producción (Pb) - Consumo intermedio (Ci) + Otros elementos del PIB (OEPIB)$$

El método del Gasto, resulta de sumar la utilización final de bienes y servicios, cuantificados a precios de comprador y, restado el valor de las importaciones de bienes y servicios; así:

$$\begin{aligned}
 \text{PIB} = & \text{Consumo final de hogares} + \text{Consumo final del gobierno} \\
 & + \text{Formación bruta de capital fijo} + \text{Variación de existencias} \\
 & + \text{Saldo de la balanza comercial}
 \end{aligned}$$

El tercer método, calculado por el Ingreso, se obtiene de la suma de los ingresos primarios distribuidos por las unidades de producción residentes en el país, más los otros elementos del PIB; formalmente se procede de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 \text{PIB} = & \text{Remuneraciones de los asalariados} \\
 & + \text{Impuestos netos sobre la producción e importaciones} \\
 & + \text{Ingreso mixto bruto} + \text{Excedente de explotación bruto} \\
 & + \text{Otros elementos del PIB}
 \end{aligned}$$

El PIB por industria, objeto del presente análisis, devela la situación del país expresada en la evolución del Producto Interno Bruto, por tipo de actividad económica, conforme la estructura de la Matriz Insumo Producto, en la que constan los sectores de la industria económica en, agricultura, pesca, minas, industria, electricidad, construcción, comercio, servicios, etc., expresada en dólares de los Estados Unidos; y, considerado como año base el 2007; es decir, este año nos permite homogenizar las cifras, evitando el efecto de la inflación en los siguientes años.

2.1. DESCRIPCIÓN DE LOS SECTORES ECONÓMICOS QUE COMPONEN EL PRODUCTO INTERNO BRUTO.

Los sectores de la macroeconomía, hacer referencia a la división de la actividad económica del Estado e incluyen todas las etapas de la explotación y exploración de los recursos naturales hasta su industrialización y, la preparación para el consumo, la distribución, y la comercialización de los bienes y servicios producidos y/o transformados.

Resulta necesario y útil, la clasificación de los sectores económicos, para comprender, cómo se encuentran interrelacionadas todas las industrias de la economía, así como, facilita la comprensión del impacto que generan en las políticas económicas del país sobre sectores específicos de la economía.

La economía de una nación, se encuentra agrupada en los siguientes sectores macroeconómicos:

- Sector primario.
- Sector secundario.
- Sector terciario.

Cada uno de estos sectores, se subdivide en ramas o sub-sectores que estructuran los eslabones de la cadena productiva.

2.1.1. SECTOR PRIMARIO

Este sector de la economía comprende las actividades de producción, extracción y obtención de materias primas.

Las industrias que agrupan este sector, se relacionan con los productos que se obtienen de la naturaleza, destinadas al consumo o a la industria; así tenemos:

- La agricultura
- La ganadería
- La apicultura
- La acuicultura
- La pesca

- La minería
- La silvicultura
- La explotación forestal

Los productos del sector primario, deben pasar por procesos de transformación para insertarse en el mercado como bienes o mercancías.

Las actividades del sector primario generan el punto de partida dentro del proceso productivo en la economía del país, previo a las actividades de los otros sectores de la economía.

El sector primario se caracteriza por agrupar algunas de las actividades económicas más antiguas del ser humano, como la caza, la pesca o la recolección.

SECTOR SECUNDARIO

El sector secundario agrupa al conjunto de actividades económicas que se destinan al proceso de transformación de la materia prima para hasta conseguir productos de consumo o bienes manufacturados.

El sector secundario depende las materias primas generadas en el sector primario y, del sector terciario para la distribución y comercialización de la producción de bienes de consumo.

La actividad productiva artesanal es la antecesora a la producción en serie, la cual nació a partir de la Revolución Industrial.

Entre estas están:

- La industria
- La construcción
- La generación de energía

2.1.2. SECTOR TERCIARIO

El sector terciario estructura las actividades económicas relacionadas con la distribución y consumo de bienes, el cual actúa posterior al sector primario y al sector secundario.

El sector terciario facilita establecer el nivel de desarrollo que presenta la economía de un país, esto es posible es ahí, donde se llevan a efecto innumerables acuerdos económicos destinados al comercio nacional e internacional del país.

Entre las actividades económicas más determinantes en este sector, están:

- Las Actividades financieras.
- El turismo y hotelería.
- Los servicios de transporte y comunicación.
- Los servicios de telecomunicación e internet.
- Los medios de comunicación.
- La actividad comercial de pequeños, medianos y grandes distribuidores o comercios.
- Los servicios de salud y sanidad.
- Los servicios de la administración pública.

- Las actividades financieras especializadas en mercado de valores, finanzas, seguros, entre otros.
- Los servicios y bienes relacionados con la educación.
- Los servicios relacionados con las actividades culturales, de ocio, deportes y espectáculos.
- Servicios tecnológicos.

En referencia al Informe de Resultados de las Cuentas Nacionales Trimestrales del Ecuador, publicadas al cuarto trimestre del año 2021, en la página WEB institucional del Banco Central del Ecuador, se contextualiza a continuación cada variable del PIB por Industria. (BCE, 2022).

2.1.3. ANÁLISIS DE LOS SECTORES DEL PIB POR INDUSTRIA

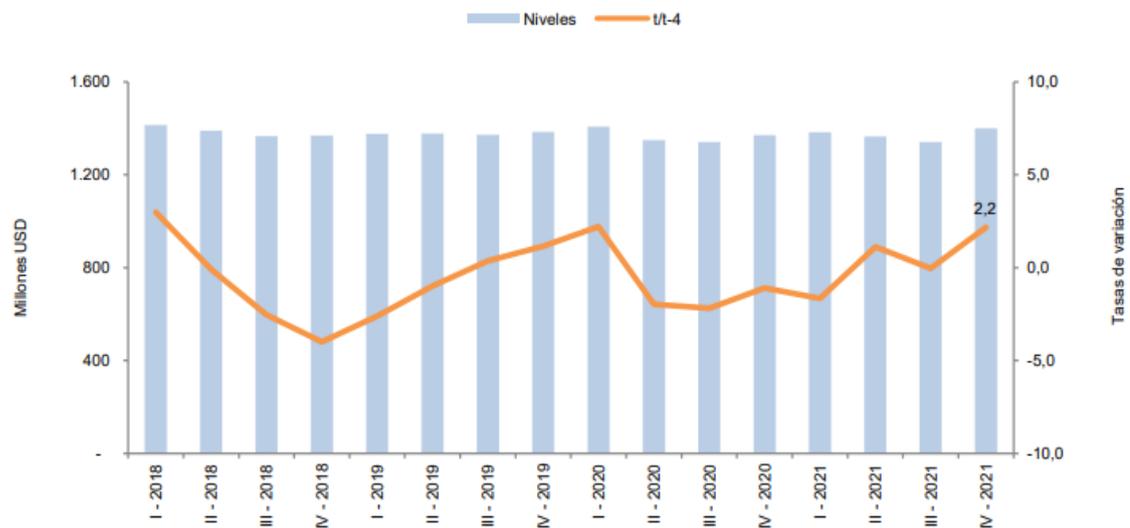
AGRICULTURA

El Valor Agregado Bruto (VAB) de la agricultura, durante los cuatro últimos años, presenta una tasa de variación positiva del 2,2%, estimulada por un ejercicio favorable de otros cultivos agrícolas, en donde se destaca el incremento en la producción de maíz duro de verano y arroz, además del incremento de la producción de papa, como resultado de proyectos estimulados en los sectores público y privado, con la finalidad de mejorar la eficiencia en la siembra del tubérculo; así mismo, se notó un trabajo favorable en el cultivo de flores, como respuesta al incremento de la demanda externa post pandemia por la reactivación mundial de los servicios en hoteles, restaurantes y catering, principalmente en los Estados Unidos de América, que representan el 40% del total de exportaciones de flores.

A nivel trimestral, el VAB de la agricultura, durante el período analizado, alcanzó un crecimiento de 4,4% explicado por el desempeño positivo de los cultivos de banano, café, cacao, flores; y, otros cultivos agrícolas.

En cuanto a la ganadería, la cría de animales registró un desempeño negativo (-0,3%), a causa de la contracción en la industria manufacturera de procesamiento y conservación de carne.

Figura 2.1. VAB de la Agricultura. 2007 = 100



Fuente y elaboración: BCE

PETRÓLEO Y MINAS

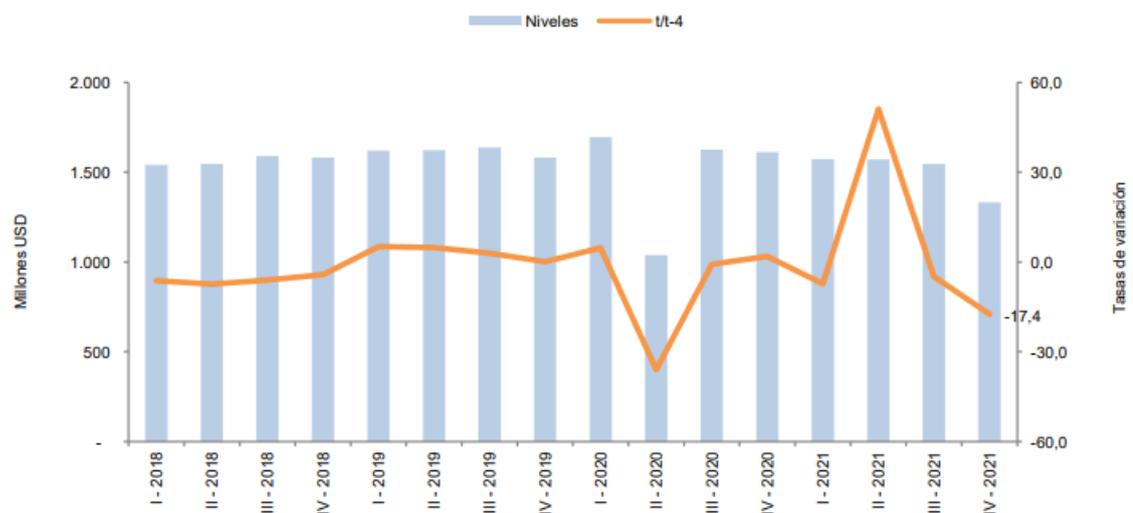
La actividad de Petróleo y minas, durante el período analizado, evidencia una tasa de variación de -17,4%, a causa de una caída en la producción nacional de petróleo en 21,00%; este sector, de la economía, está compuesto por dos industrias; la extracción de petróleo, gas natural y actividades relacionadas y, la explotación de minas y canteras.

Los resultados del cuarto trimestre del año 2021, la caída en la producción petrolera responde a la suspensión del transporte de crudo por el Sistema de Oleoducto

Transecuatoriano (SOTE) y el Oleoducto de Crudos Pesados (OCP), a causa del riesgo que aqueja la tubería del transporte de petróleo como resultado del avance en la erosión en el río Piedra Fina, en la provincia del Napo; esta paralización empezó el 12 de diciembre de 2021 hasta el 6 de enero de 2022, cuando concluyeron los trabajos de construcción de variantes emergentes; evento que, también afectó los indicadores trimestrales, con una caída del 13,9%.

Es necesario referir que, la explotación minera y canteras, registró un crecimiento del 41,8% durante los 4 últimos años; con un crecimiento paralelo al aumento de las exportaciones de Oro, que presenta una tasa de variación del 48,9% en el mismo período, como resultado de que los proyectos de explotación minera como Fruta del Norte comenzaron a producir y exportar; siendo los Emiratos Árabes Unidos, Italia y Estados Unidos, los mercados con mayor demanda; igualmente, se puede notar el incremento de los concentrados de cobre en el 110,6%.

Figura 2.2. VAB de Petróleo y Minas. 2007 = 100



Fuente y elaboración: BCE

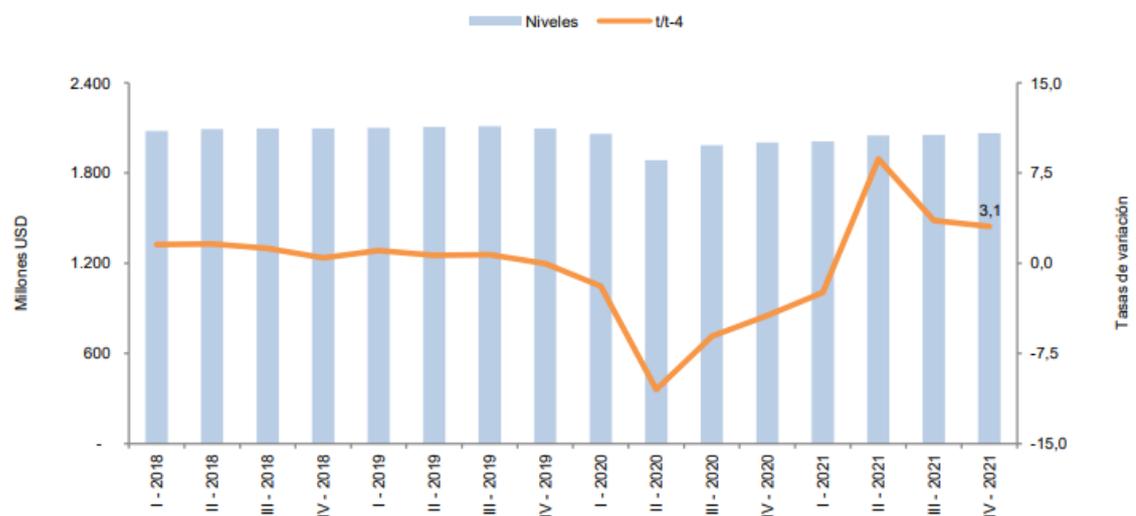
MANUFACTURA (EXCEPTO REFINACIÓN DE PETRÓLEO)

La industria manufacturera, durante el cuarto trimestre del año 2021, registró una variación del 3,1%, a causa de una favorable situación en las industrias como, la fabricación de sustancias y productos químicos; procesamiento y conservación de pescado y otros productos acuáticos y, la fabricación de otros productos minerales no metálicos.

El desarrollo de estas industrias, se encuentra a la par con el aumento del número de operaciones de crédito productivo y comercial, otorgado por el sistema financiero nacional, manifestando una variación durante los 4 últimos años, de 2,3%.

Las ventas brutas correspondientes a la actividad manufacturera presentan un crecimiento de 17,8%, cuantificado trimestralmente durante los dos últimos años, el retorno progresivo a las actividades regulares y el levantamiento de las medidas sanitarias impuestas por la pandemia del COVID-19, permitió este incremento trimestral del 0,5%.

Figura 2.3. VAB de la Industria Manufacturera. 2007 = 100



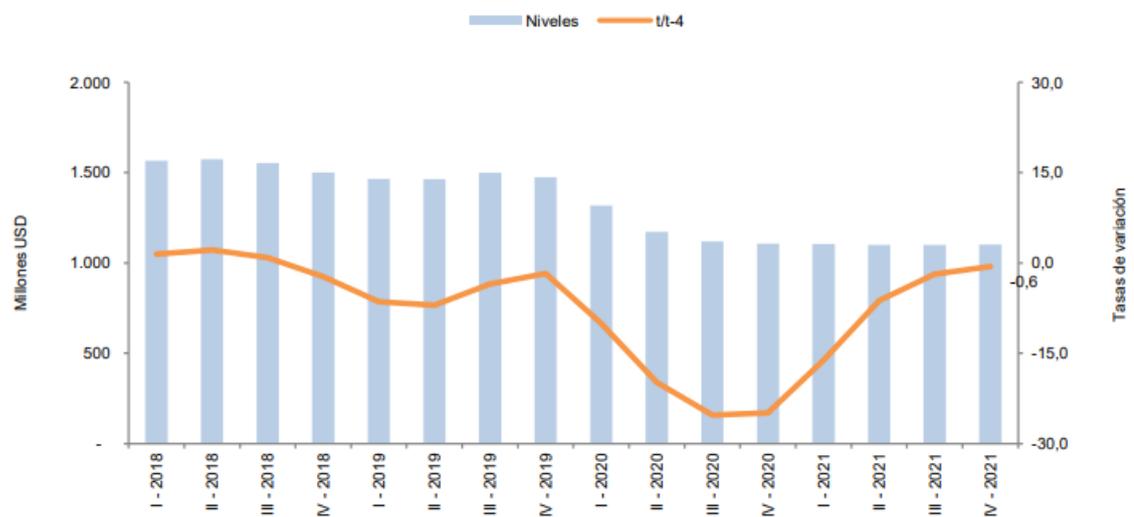
Fuente y elaboración: BCE

CONSTRUCCIÓN

El sector de la Construcción, decreció un 0,6% comparado con el cuarto trimestre del año 2020; sin embargo, se aprecia un menor resultado que los trimestres anteriores; así mismo, gran parte de las actividades que integran este sector, notan un decrecimiento en sus ingresos.

Entre las actividades más afectadas están, la terminación en obra gris y acabado de edificios; y, otras instalaciones constructivas; al analizar, el tercer trimestre del año 2021, el sector registró un leve ascenso de 0,1%, que contrasta con los descensos a partir del cuarto trimestre del año 2019; consecuentemente, resulta evidente el incremento de los permisos para construcción de edificios, residenciales y no residenciales.

Figura 2.4. VAB de la Construcción. 2007 = 100



Fuente y elaboración: BCE

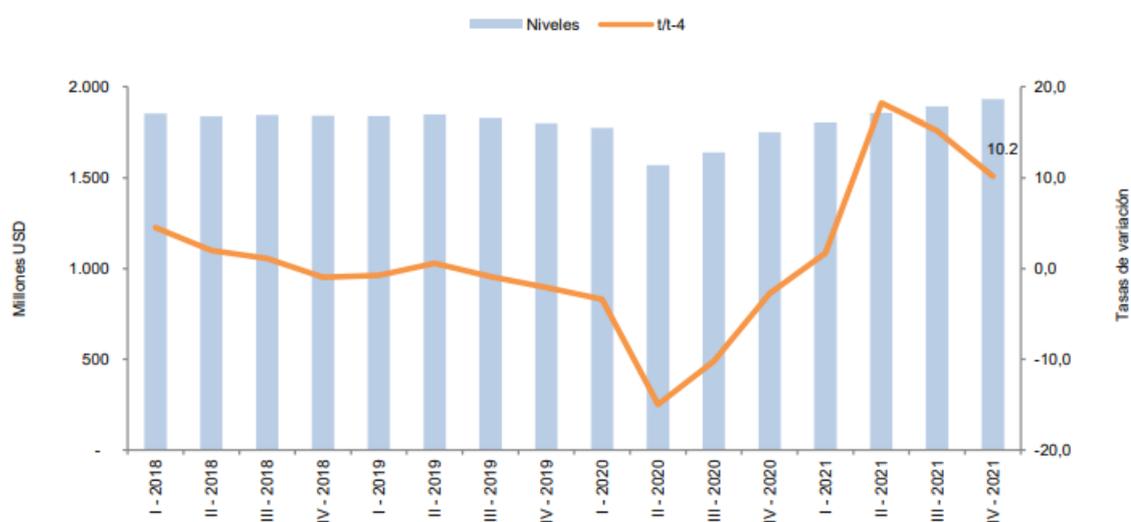
COMERCIO

El VAB de comercio, manifiesta un crecimiento de 10,2% en los últimos cuatro años; presencia que se relaciona estrechamente con la gestión de las industrias, las cuales se vieron dinamizadas por la suspensión de las medidas sanitarias y la libre movilidad, considerando el aforo correspondiente en los mercados, centros comerciales, entidades financieras, etc., que el COE nacional autorizó al 75%.

Durante el cuarto trimestre del año 2021, los productos que sumaron en la mejora del sector están; la maquinaria, equipo y aparatos eléctricos; carne y subproductos; productos de metales comunes y elaborados; hilos, tejidos y prendas de vestir; y, productos químicos básicos.

Por otra parte, las ventas interanuales vinculadas con la actividad comercial formal, aumentaron en el 13,3%; así se observa que, el ascenso trimestral en el sector fue del 2,1%, esta realidad se aprecia en el incremento de 6,1% de las ventas del comercio formal.

Figura 2.5. VAB del Comercio. 2007 = 100



Fuente y elaboración: BCE

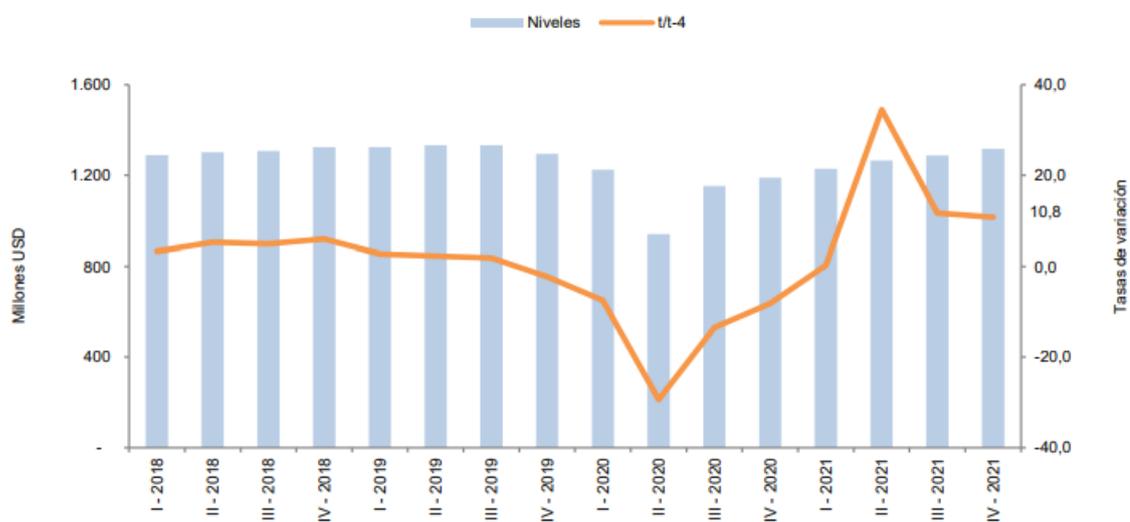
TRANSPORTE

Durante el último trimestre del año 2021, debido al levantamiento de las restricciones de limitación de aforos y retorno a clases presenciales, una vez que se lograron importantes resultados en el plan de vacunación; se dio paso a una nueva cotidianidad, lo cual permitió el uso de los medios de transporte público y privado, generando un incremento en el consumo de combustibles; ocasionando esto, que el VAB de esta industria crezca en un 10,8%.

Este dinamismo coincide con los datos de la administración tributaria, según los cuales las ventas del transporte y almacenamiento crecieron en 17,4%; se destaca el crecimiento del transporte por carretera y transporte por vía aérea. De acuerdo con los datos de Petroecuador EP, en el cuarto trimestre de 2021, los despachos de gasolinas súper, extra y ecopaís y, diésel premium se incrementó en el 12,5% con referencia al mismo periodo del año 2020.

En el cuarto trimestre de 2021 la gasolina ecopaís registró una tasa de variación interanual de 7,2%, seguida de la gasolina extra con 7,8%, es importante mencionar que la gasolina ecopaís y extra representan el 91% del consumo total de gasolinas. De igual manera el diésel premium mostró una tasa de variación interanual de 20,4% comparado con el mismo periodo del año anterior. En relación al tercer trimestre de 2021 el transporte creció en 2,3%, en respuesta a las mayores ventas de esta industria y al incremento de los despachos de combustibles.

Figura 2.6. VAB del Transporte. 2007 = 100

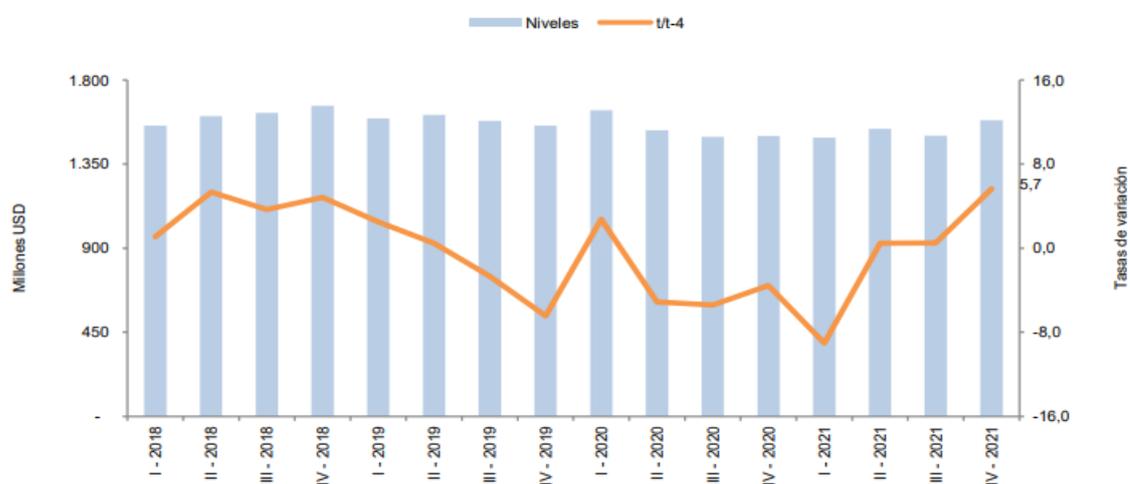


Fuente y elaboración: BCE

ENSEÑANZA Y SERVICIOS SOCIALES Y DE SALUD

Los servicios de enseñanza y servicios sociales y de salud en el cuarto trimestre del año 2021 mostraron una tasa de variación de 5,7%, asociado al plan de vacunación, con el incremento en la adquisición de medicamentos y de servicios médicos hospitalarios y complementarios; así como por el retorno a clases presenciales a nivel nacional. Similar comportamiento, junto con el incremento de remuneraciones en los servicios de salud y educación pública, incidieron que la variación trimestral de esta actividad fuera de 5,5%.

Figura 2.7. VAB de Enseñanza y de Servicios Sociales y de Salud. 2007 = 100



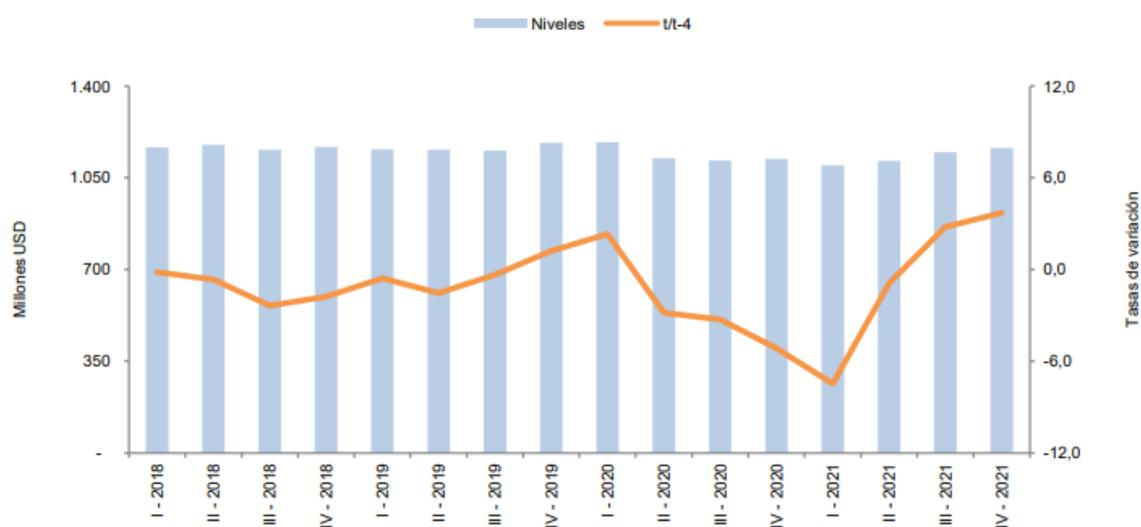
Fuente y elaboración: BCE

ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

Esta actividad económica presentó una variación de 3,7% en comparación con el cuarto trimestre de 2020, explicado principalmente por un incremento en remuneraciones direccionada a los sectores de salud, defensa nacional y asuntos internos; los cuales representan el 48,0% del total de los gastos en sueldos y salarios en el periodo mencionado. La compra de bienes y servicios también registró un incremento interanual de 3,4%, que corresponde al pago de servicios médicos y hospitalarios, medicamentos y dispositivos médicos de uso general para mitigar los efectos causados por la crisis sanitaria originada por el COVID-19.

En términos trimestrales esta actividad económica registró una tasa de variación de 1,4%, que se evidencia en el incremento de la compra de bienes y servicios y remuneraciones en 73,2% y 15,7% respectivamente.

Figura 2.8. VAB de la Administración Pública. 2007 = 100



Fuente y elaboración: BCE

2.1.4. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE LA FORMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS INDUSTRIAS QUE CONFORMAN EL PIB PARA K MUESTRAS.

Se realizará un estudio comparado poniendo de manifiesto ventajas e inconvenientes del procedimiento; el análisis multivariante forma parte de la estadística y del análisis de datos que estudia, analiza, representa e interpreta los datos que resultan de observar más de una variable sobre una muestra de individuos.

La información estadística, en análisis multivariante es de carácter multidimensional; por lo tanto, la geometría, el cálculo matricial y las distribuciones multivariantes, juegan un papel fundamental en el presente proyecto.

Se aplicará un análisis de K-vías, mediante el método STATIS, sobre un conjunto de individuos, medidos sobre el mismo conjunto de las industrias en la economía, que comprenden las variables, en diferentes períodos de tiempo.

El referido procedimiento consiste en realizar un análisis individual de cada matriz de datos y, posteriormente incorporar en el procedimiento, la estructura de la información en el tiempo.

En las etapas del método STATIS, que se aplicará en esta metodología, están; primeramente, el cálculo de la matriz de correlaciones vectoriales entre matrices; luego, se realizará la descomposición espectral de la matriz de correlaciones vectoriales para proceder con la proyección e interpretación del diagrama factorial resultante; con esta referencia, se calcula la matriz consenso como media ponderada y, finalmente el análisis de las trayectorias observadas.

Hay que notar que, la matriz consenso sólo refleja la estructura de aquellas matrices altamente correlacionadas con el primer vector propio de la matriz de correlaciones vectoriales.

De igual manera, la ponderación utilizada en el método STATIS, pondera a todas las variables de una matriz que está asociada al compromiso, por un valor inicial que amplifica su valor original.

Al aplicar la metodología STATIS, se trata de encontrar una matriz compromiso que, globalmente aproxime la matriz de productos cruzados, con la finalidad de maximizar el criterio, para un conjunto determinado de pesos.

En el presente trabajo, se analizarán y aplicarán entre otras, las técnicas de reducción de dimensiones sobre la base de datos objeto de estudio, técnicas que se aplican para examinar datos multivariantes, en matrices de dos y tres dimensiones. (Mariela González, 2020).

Según la publicación del Banco Central del Ecuador, en el documento “Evaluación impacto macroeconómico del covid-19 en la economía ecuatoriana”, los resultados de las cuentas trimestrales evidencian un descenso del 7,8% en el año 2020 frente al año anterior, presentándose la mayor caída durante el segundo trimestre, con el 12,77%, comparado con mismo trimestre del año anterior (t/t-4), efecto que se debe a la crisis sanitaria que atraviesa el país y, en los siguientes períodos, las tasas siguen siendo negativas, aunque menor magnitud; en las cifras analizadas por la entidad, a partir del tercer trimestre del año 2020, se aprecian indicadores de recuperación en la economía, con un indicador de crecimiento de 4,64% en el período (t/t-1), considerando como base el año 2007. (BCE, 2021).

La misma publicación, refiere que es el rubro Alimentos, el que manifiesta variaciones incrementales importantes, en el momento del confinamiento; es decir, durante los meses de abril, mayo y junio de 2020, cuando los precios de los alimentos presentan un crecimiento anual en junio de 3,25%. (BCE, 2021).

En cuanto a las exportaciones no petroleras, el documento manifiesta que, en este sector de la economía, se presenta favorable para el país, lo que permite disminuir el impacto de la pandemia; así en términos de volumen, en el año 2020 las exportaciones crecieron en 7,7%, al pasar de 10.888 a 11.727 Toneladas Métricas lo que, en términos relativos resulta un incremento de 9,7% comparado con el mismo período del año 2019; situación diferente, sucedió con las exportaciones petroleras. (BCE, 2021).

La crisis sanitaria mundial, hizo que la demanda agregada de las compras de los bienes en el exterior se contrajo y con ello las importaciones; así tenemos que para el año 2020 en comparación con el año 2019, las importaciones petroleras manifiestan una

reducción en el 14,6% por la caída en el volumen exportado y, la reducción en los precios del barril de crudo. (BCE, 2021).

La COVID-19, en el año 2020, obligó al país a incrementar su deuda; así, la deuda pública externa se extendió en USD 3.871,7 millones, mientras que la privada en USD 1.952,6 millones que, respecto del PIB, representa el 63,9%; es decir, se incrementó en 10,9% en relación al año 2019. (BCE, 2021).

Nancy Rodríguez, en su publicación “Perspectivas de crecimiento económico en América Latina ante el impacto generado por el Covid-19.”, expone los efectos producidos en la economía latinoamericana, a causa de la pandemia, entre los cuales, se pueden exponer los siguientes: (Rodríguez Mateus, 2022).

- El comercio mundial caerá entre el 13% y 32%, en el caso de América Latina, se verán afectados las exportaciones primarias, es decir, de materias primas.
- La reducción en el precio del petróleo y en las exportaciones de sus derivados especialmente en México, Colombia y Venezuela.
- Entre los sectores más afectados, se encuentra el de turismo, sector de la economía que representa el 15,5% del PIB latinoamericano y que, abarca el 77% del empleo directo e indirecto.
- Un rubro que se vio fuertemente afectado está las remesas de los emigrantes; debido a la contracción de la economía en los Estados Unidos y Europa, ocasionó la pérdida de empleos considerando, por ejemplo, en Haití, las remesas conforman el 30% del PIB, en Honduras y El Salvador el 20% y, en, Nicaragua, Guatemala y Jamaica, alrededor del 10%.

Así, la misma autora señala; la caída del PIB en América Latina se estima que oscile alrededor del 5,3%, provocado entre varios aspectos, por el desempleo post

pandemia que presentará un incremento del 3,4%, consecuentemente la pobreza se incrementará en un 4,4%, situación que suma 28,7 millones de personas. Hay que notar que estas cifras son preliminares que están condicionadas al manejo acertado de la política pública. (Rodríguez Mateus, 2022).

Para el caso de Bolivia, algunos escenarios expuestos por organismos multilaterales muestran que la economía soportará una recesión tan fuerte como la acontecida por la crisis de mediados de los años 80; El FMI pronostica una caída de 2,9% en el PIB; en tanto, el Banco Mundial del 5,9%. (Machicado, 2020).

Los resultados económicos para el caso de Colombia, durante el período de pandemia, indican pérdidas, que varían entre 4,6 billones de pesos y 59 billones de pesos por mes, cifras que representan entre 0,5% y 6,1% del PIB; donde, aparece el sector servicios en todo su conjunto desagregado, como la más afectada. (Jaime Bonet-Morón, 2020).

En la República de Perú, a causa de la crisis del COVID-19, para el año 2020, la economía se vio reducida en un 12% y, para el año 2021 se proyecta una mejora del 7.6% y de 4.5% para el año 2022; todo supeditado a la cobertura y administración pública eficiente, de la vacuna para contrarrestar el virus en la población. (Vargas García, 2021).

En cuanto a las técnicas de investigación que aplican los diferentes autores, para inferir la situación económica en los países, se lo realiza mediante el análisis de series de tiempo sobre la base de datos de fuentes de información precisas y fiables, proceso mediante el cual, se identifica el comportamiento histórico de los sectores de la economía, permitiendo anticipar escenarios de conducta con cierto grado de precisión. Las series de tiempo temporales analizan observaciones en diferentes periodos que

están relacionados entre en sí y justamente el comportamiento del PIB de cada periodo depende de los periodos anteriores (Neusser, 2016).

Entre las fuentes de información técnica y normativa, con las que se puede contar, se citan las siguientes: El Fondo Monetario Internacional, el Ministerio de Finanzas del Ecuador, el Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas, Reglamento del Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas, la Comisión Económica para América Latina y El Caribe, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, los Bancos Centrales de los distintos países, la Superintendencia de Bancos y Seguros, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (BCE, 2017).

El Banco Central del Ecuador, además de los análisis de series de tiempo, para evaluar el impacto macroeconómico en los sectores que conforman el Producto Interno Bruto, aplica la metodología PDNA que, traducidas estas siglas del inglés, significa Evaluación de Necesidades Post-Desastres. (BCE, 2020).

En el presente trabajo se realizarán análisis de series de tiempo; modelos de cointegración, donde se establece la combinación lineal entre dos o más variables estacionarias; modelos VAR; es decir, de vectores autorregresivos el cual, se basa en que las variables aplicadas pueden ser endógenas o exógenas, debido a que se considera que cada variable afecta y es afectada por las demás; en cada modelo, se aplicaran distintas pruebas de testeo. (Quintana Romero & Mendoza, 2016).

Esta metodología econométrica fue desarrolla por Christopher Sims criticando a los modelos de sistemas ecuaciones y sus principales aplicaciones como son los modelos macroeconómicos o de gran escala. Ha sido una herramienta muy útil para el análisis empírico de las series de tiempo, ya que tiene las siguientes propiedades: 1) parte de un enfoque atóico 2) es capaz de separar los efectos pasados que explican al

vector de las variables endógenas a través de su pasado o mediante variables autorregresivas. (Quintana Romero & Mendoza, 2016).

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA

3.1. DATOS

El presente proyecto se desarrollará sobre la base de datos de las Cuentas Nacionales trimestrales del Ecuador No. 118, publicada por el Banco Central del Ecuador en su página Web institucional; de la información del Boletín de Cuentas Nacionales Trimestrales, se utilizará la base de datos de las cuentas del Producto Interno Bruto, desagregado en sus componentes en términos brutos por industria, que va desde el primer trimestre del año 2000 al cuarto trimestre del año 2021, desagregada por cifras trimestrales.

La referida data se encuentra en la siguiente dirección electrónica:

<https://contenido.bce.fin.ec/home1/estadisticas/cntrimestral/CNTrimestral.jsp>

Esta base de datos contiene los resultados de los sectores de la economía ecuatoriana, mediante variables cuantitativas continuas, con un historial suficiente que permite responder los objetivos planteados en el presente proyecto e identificar los sectores más sensibles de la macroeconomía, ante situaciones cíclicas en la economía en nuestro país.

Las 18 industrias agrupadas, de la macroeconomía, objeto del presente análisis, más otros elementos que componen el PIB, son: Agricultura, Acuicultura y pesca de camarón, Pesca (excepto camarón), Petróleo y minas, Refinación de Petróleo,

Manufactura (excepto refinación de petróleo), Suministro de electricidad y agua, Construcción, Comercio, Alojamiento y servicios de comida, Transporte, Correo y Comunicaciones, Actividades de servicios financieros, Actividades profesionales, técnicas y administrativas, Enseñanza y Servicios sociales y de salud, Administración pública, defensa; planes de seguridad social obligatoria, Servicio doméstico, Otros Servicios; y, complementariamente, se incorporó en el análisis, la tasa de inflación trimestral.

El análisis de los datos se lo realizará en el software estadístico R, versión 4.2.1.

La base de datos con la que se trabajará en el presente documento, se encuentra en el anexo 1.

3.2. ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO

Para analizar el comportamiento del Producto Interno Bruto - PIB y como se agruparon sus componentes por industria, antes y durante el período de pandemia de la COVID-19, se aplicarán análisis estadísticos de series de tiempo; modelos de cointegración, para establecer la combinación lineal entre dos o más variables estacionarias a largo plazo; modelos de vectores autorregresivos (VAR) y modelos de corrección de error de vector (VECM) para tomar en cuenta las dinámicas a corto plazo. En cada modelo se aplicarán distintas pruebas de testeo. (Quintana Romero & Mendoza, 2016).

3.2.1. COINTEGRACIÓN

Para el análisis econométrico, realizamos una exploración gráfica de las series de tiempo en diferencias. Para poder aplicar el modelo de integración se necesita que las

series en una diferencia sean estacionarias. Para comprobar ello, se aplica la prueba de raíz unitaria Dickey Fuller Aumentada (ADF).

Hipótesis Nula H_0 : La variable x tiene raíz unitaria

Hipótesis Alterna H_1 : La variable x no tiene raíz unitaria

Los procesos de raíz unitaria se generaron con las siguientes ecuaciones.

(Quintana Romero & Mendoza, 2016):

$$Y_t = Y_{t-1} + e_t$$

$$Z_t = Z_{t-1} + V_t,$$

Donde Y_t y Y_{t-1} son el valor PIB en el trimestre t , y $t-1$, respectivamente; y Z_t y Z_{t-1} son el valor de cada variable seleccionada de la industria del PIB, respectivamente; y e_t y V_t son términos de error.

Una vez comprobados los supuestos de estacionaridad, se lleva a cabo dos pruebas de cointegración: La prueba de Granger y Engle y la prueba de Johansen.

3.2.1.1. PRUEBA DE COINTEGRACIÓN DE ENGLE Y GRANGER

Esta es, una de las pruebas aplicadas regularmente para evaluar la existencia de Cointegración; el modelo más general a estimar, con k menos una variable, en su forma matricial es: (Quintana Romero & Mendoza, 2016).

$$Y = XB + U$$

La prueba se la realiza en dos pasos: (Quintana Romero & Mendoza, 2016).

Realizar pruebas de raíz unitaria a las series de la regresión para verificar que el orden de integración sea $I(1)$; y, estimar la regresión cointegrante.

Expresado esto, mediante la siguiente relación:

$$Y = X\hat{B} * \hat{U}$$

Si las series son de orden de integración $I(1)$ y los residuos del modelo U son estacionarios, las variables están cointegradas. (Quintana Romero & Mendoza, 2016).

3.2.1.2. PRUEBA DE JOHANSEN

Para la prueba de Johansen se utilizan tanto el estadístico de la traza como el del máximo valor propio. Si ambos estadísticos son mayores a el valor crítico de 5 puntos confirmamos la existencia de cointegración.

El proceso de prueba de Johansen es progresivo en sus contrastes de hipótesis.

Hipótesis Nula $H_0: r = 0$ (no existe cointegración)

Hipótesis Alterna $H_1: r = 1$

Si la hipótesis nula es rechazada, se avanza al contraste al contraste:

Hipótesis nula $H_0: r \leq 1$ (existe una relación de cointegración)

Hipótesis alternativa $H_1: r = 2$ (existe dos relaciones de cointegración)

Y así sucesivamente hasta el número de series.

3.2.2. MODELO DE VECTORES AUTOREGRESIVOS (VAR) Y MODELO DE CORRECCIÓN DE ERROR DE VECTOR (VECM)

Para las industrias que no muestren cointegración, se realiza un modelo VAR con el fin de explorar las dinámicas a corto plazo.

El modelo VAR (1), en su forma primitiva (Enders, 2010) se muestra de la siguiente manera:

$$y_t = b_{10} - b_{12}z_t + y_{11}y_{t-1} + y_{12}z_{t-1} + \varepsilon_{yt}$$

$$z_t = b_{20} + b_{21}y_t + y_{21}y_{t-1} + y_{22}z_{t-1} + \varepsilon_{zt}$$

O, matricialmente se representa de la siguiente manera:

$$\begin{pmatrix} 1 & b_{12} \\ b_{21} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_t \\ z_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_{10} \\ b_{20} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} \\ y_{21} & y_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_{t-1} \\ z_{t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_{yt} \\ \varepsilon_{zt} \end{pmatrix}$$

Donde y_t y z_t son las variables seleccionadas de la industria que componen el PIB y la industria Comercio respectivamente, en el trimestre t ; y el subíndice $t-1$ indica el trimestre $t-1$. Esto equivale a:

$$\beta x_t = \varphi_0 - \varphi_1 x_{t-1} + \varepsilon_t$$

El vector x_t , agrupa las variables endógenas, en este análisis, las variables seleccionadas de la industria del PIB; la matriz B , representa los coeficientes de los efectos contemporáneos del vector x_t ; la matriz φ_1 representa los coeficientes de los efectos pasados sobre x_t y, el vector ε_t contiene los efectos estocásticos que alteran las variables del vector x_t ; a partir de lo cual, se obtiene la forma estándar: (Quintana Romero & Mendoza, 2016).

$$x_t = \partial_0 + \partial_1 x_{t-1} + \varepsilon_t$$

Donde:

$$\partial_0 = \beta^{-1} \varphi_0 \quad \partial_1 = \beta^{-1} \varphi_1 \quad e_t = \beta^{-1} \varepsilon_t$$

La referencia e_t , constituye un componente residual; y, se asume que las variables endógenas del VAR(p) satisfacen el supuesto de estacionariedad; por lo que, es posible visualizar mediante la matriz de los multiplicadores de impacto de corto y largo plazo, cómo los choques estocásticos afectan el recorrido del vector de las variables endógenas. (Quintana Luis, 2017); lo cual, se puede apreciar a través de las siguientes expresiones:

$$\begin{pmatrix} y_t \\ z_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \bar{y} \\ \bar{x} \end{pmatrix} + \sum_{i=0}^{\infty} \begin{pmatrix} \phi_{11}(i) & \phi_{12}(i) \\ \phi_{21}(i) & \phi_{22}(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \varepsilon_{yt-i} \\ \varepsilon_{xt-i} \end{pmatrix}$$

O, generalizando esta expresión matricial, queda:

$$x_t = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} \phi_i \varepsilon_{t-i}$$

Donde:

$$\sum_{i=0}^n \phi_{12}(i) = \text{multiplicador de impacto.}$$

En tanto que:

$$\sum_{i=0}^{\infty} \phi_{jk}^2(i) = \text{multiplicador de largo plazo o total.}$$

El modelo VAR, constituye una herramienta importante para la evaluación de políticas económicas, ya que este modelo muestra como cada variable afecta y es afectada por las demás variables, esto permite analizar, los efectos de cualquier variable sobre otra variable. (Quintana Romero & Mendoza, 2016).

Al aplicar esta metodología para la estimación de un modelo de Vectores Autorregresivos, con el uso del software estadístico R, se analiza el comportamiento de las variables; para lo cual, se toma el periodo comprendido entre el primer trimestre del año 2000 al cuarto del año 2021. A partir de esta base se estimará un modelo VAR(p), con base en los datos obtenidos de la página Web del Banco Central del Ecuador.

Las variables objeto de análisis, son transformadas en logaritmo y posteriormente se las grafican, con la finalidad de evidenciar visualmente, que los logaritmos presenten o no una trayectoria determinística creciente que satisfagan el supuesto de ruido blanco; lo cual, se corrobora mediante las pruebas de raíz unitaria. (Quintana Romero & Mendoza, 2016).

Para estructurar la prueba de hipótesis en la metodología VAR, sobre la raíz unitaria de Dickey Fuller Aumentada (ADF) sin constante ni tendencia, se procede de la siguiente manera:

Hipótesis Nula H_0 : La variable x tiene raíz unitaria

Hipótesis Alterna H_1 : La variable x no tiene raíz unitaria

Si, el valor estadístico ADF, resulta positivo, indica que el logaritmo de la variable no es estacionario, consecuentemente, se acepta la hipótesis nula, de que la variable cuenta con raíz unitaria. (Quintana Romero & Mendoza, 2016).

Para realizar las pruebas de causalidad de Granger y, determinar el orden causal entre las variables, nos valemos de la librería `lmtest`; la cual, una vez activada, se verifica la dirección de la causalidad y rezagos de una variable sobre la otra y, viceversa. (Quintana Romero & Mendoza, 2016).

Mediante el uso de la librería `vars`, se identifica el VAR, mediante criterios de información: Akaike (AIC), Hanna-Quin (HQ), Schwarz (SC) y Error de Predicción Final (FPE).

Hay que tener presente que, antes de identificar el VAR, se debe crear un nuevo objeto que contenga las variables transformadas y que estas sean estacionarias, mismas que se deberán transformar como series de tiempo. (Quintana Romero & Mendoza, 2016).

Para identificar el orden de las variables del VAR, en el presente estudio, se utilizaron 4 rezagos según los criterios de información referidos (AIC, HQ, SC y FPE); una

vez identificado el VAR, se estructura el código adecuado en el software estadístico R, para obtener las ecuaciones que permitan modelar el VAR.

Para confirmar si el VAR estimado, satisface la condición de estabilidad, se obtiene las raíces del polinomio característico; así como, los estadísticos correspondientes para llevar a cabo la inferencia estadística.

Luego de haber estimado el modelo estadístico VAR, se obtiene la Figura de la variable observada versus la estimada; así como, de los residuales.

Una vez evidenciado el comportamiento de las variables; se realizan las pruebas de especificación; primeramente, verificamos la existencia o no de autocorrelación serial entre los residuales; luego, se verifica si los residuales del VAR estimado se distribuyen como una normal, en función de los resultados de curtosis y sesgo; seguidamente, se verifica si la varianza de los residuales es o no homocedástica; finalmente, con la prueba de Heteroscedasticidad, se verifica que los residuales satisfagan el supuesto de varianza constante, constante, es decir no haya heteroscedasticidad (Quintana Romero & Mendoza, 2016).

Con respecto a las variables que presentan cointegración, se estima un modelo VECM, que es un modelo VAR restringido que tiene restricciones de cointegración incorporadas en la especificación con el fin de incorporar el efecto del largo plazo en el equilibrio.

3.2.3. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE LA FORMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS INDUSTRIAS QUE CONFORMAN EL PIB, PARA K MUESTRAS.

Además de los modelos referidos, se realizará un estudio en torno al análisis estadístico multivariante de los datos, su representación e interpretación, que resultan de observar más de una variable sobre una muestra de individuos.

Los métodos aplicados para el análisis de datos multivariantes, se aplican al trabajar con un conjunto de variables relacionadas sobre un conjunto de individuos; es decir, se trabaja con tablas de individuos por variables y por condiciones (Vicente Galindo, 2013).

Los métodos multivariantes k vías, se utilizan para estudios con bases de datos originales; es decir, que se realizan ajustes directamente a los datos y, analizan los modos de manera simétrica, ya que, al final se resultan a partir de las distribuciones que se obtuvieron del análisis factorial o, mediante la aplicación de tablas o matices de productos cruzados (Vicente Galindo, 2013). El presente trabajo, se centrará en los métodos multivariantes STATIS, debido a que son los más aplicados en la investigación.

La representación Figura de las matrices de datos se generaliza de la siguiente manera:

$$X_t = (X_{ij}^t)$$

Donde:

$$X_t = t \text{ Matrices}$$

$(X_{ij}^t) =$ Información (ij) de cada matriz en un tiempo conceto

La información estadística, en análisis multivariante será de carácter multidimensional; por lo tanto, la geometría, el cálculo matricial y las distribuciones multivariantes, juegan un papel fundamental en el presente proyecto.

Se aplicará un análisis de K-vías, mediante el método X-STATIS, sobre un conjunto de individuos, medidos sobre el mismo conjunto de las industrias en la economía, que comprenden las mismas variables, en diferentes períodos de tiempo; centrando la atención en las posiciones de los individuos.

El referido procedimiento consistirá en realizar un análisis individual de cada matriz de datos y, posteriormente incorporar en el procedimiento, la estructura de la información en el tiempo.

En las etapas del método STATIS están; primeramente, el cálculo de la matriz de correlaciones vectoriales entre matrices; luego, se realizará la descomposición espectral de la matriz de correlaciones vectoriales para proceder con la proyección e interpretación del diagrama factorial resultante; con esta referencia, se calcula la matriz consenso como media ponderada y, finalmente el análisis de las trayectorias observadas. (González, 2020).

La matriz consenso, sólo refleja la estructura de aquellas matrices altamente correlacionadas con el primer vector propio de la matriz de correlaciones vectoriales. (González, 2020).

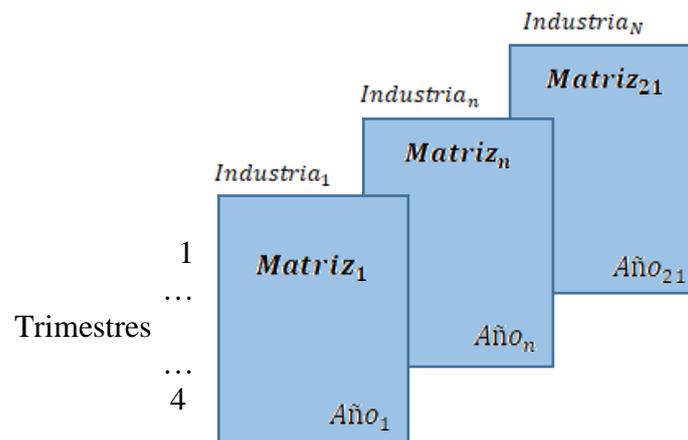
El análisis factorial múltiple, examina la información que proviene de un único grupo de individuos sobre los que se observan diferentes grupos de variables.

3.2.3.1. ESTRUCTURA DE LA MATRIZ DE TRES VÍAS

Representación Figura General

A continuación, se realiza la representación Gráficamente del modelo k- vías, identificando las variables que se utilizarán en el presente análisis:

Figura 3.1. Representación general modelo K-vías.



Fuente: Adaptado de Galindo (2013).

La metodología aplicada del método STATIS, pondera a todas las variables de una matriz que está asociada al compromiso, por un valor inicial que amplifica su valor original. (González, 2020). Se trata de encontrar una matriz compromiso que, globalmente aproxime la matriz de productos cruzados, con la finalidad de maximizar el criterio, para un conjunto determinado de pesos. (González, 2020).

La información recogida en T matrices de orden $I \times J$; donde I, J, T son el número de categorías respectivas y, son observaciones para todos los individuos, sobre todas las variables, en todas las condiciones experimentales o en todas las ocasiones. (Galindo, 2013).

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

La tabla 4.1., presenta el resumen de los datos analizados del PIB y de cada industria de la economía. Como se puede observar, el PIB durante el tiempo analizado ha alcanzado un valor mínimo de USD 9.134.587 y un máximo de USD 18.083.933. Las industrias relacionales al petróleo, construcción y comercio en términos nominales presentan una mayor aportación al PIB ecuatoriano mientras que las industrias con menos aportación nominal son servicios domésticos y pesca excepto camarón.

Tabla 4.1. Estadística descriptiva industrias PIB.

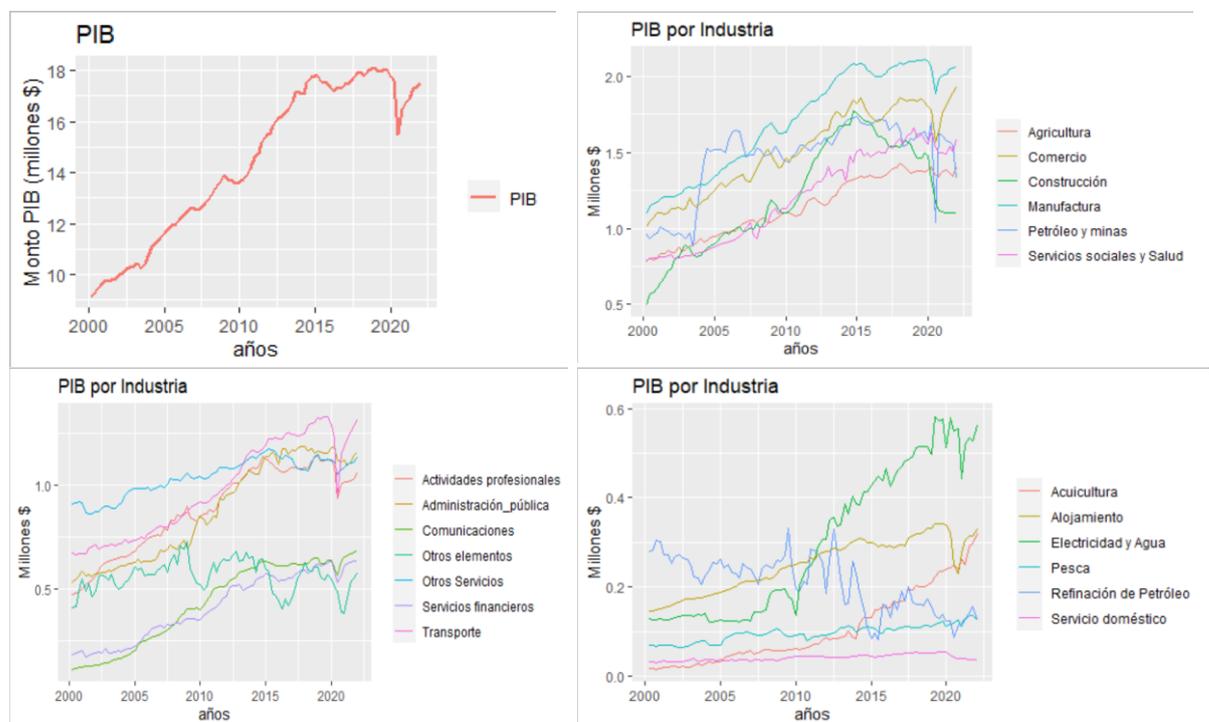
INDUSTRIAS DEL PIB.	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
Agricultura	787.431	972.901	1.114.411	1.138.467	1.341.178	1.426.246
Acuicultura y pesca de camarón	16.938	47.934	70.256	105.800	167.593	320.315
Pesca excepto camarón	66.252	84.288	97.482	96.727	109.283	137.835
Petróleo y minas	880.806	1.468.923	1.542.232	1.465.331	1.634.864	1.737.371
Refinación de Petróleo	83.624	160.158	222.010	209.276	256.807	332.096
Manufactura excepto refinación de petróleo	1.094.728	1.395.907	1.770.429	1.711.361	2.043.077	2.111.869
Suministro de electricidad y agua	121.724	135.753	256.968	300.310	450.519	581.862
Construcción	499.868	957.928	1.131.312	1.207.721	1.541.505	1.775.774
Comercio	1.013.488	1.291.222	1.523.292	1.514.382	1.767.937	1.931.225
Alojamiento y servicios de comida	145.793	197.184	255.472	250.197	297.496	342.748
Transporte	666.729	750.081	943.629	983.662	1.225.036	1.332.743
Correo y Comunicaciones	115.360	251.213	503.254	432.782	619.496	689.628
Actividades de servicios financieros	173.319	271.168	410.310	415.424	562.672	641.345
Actividades profesionales técnicas y administrativas	473.536	726.955	894.931	886.451	1.078.893	1.147.239
Enseñanza y Servicios sociales y de salud	793.400	905.264	1.243.112	1.205.641	1.499.300	1.662.759
Administración pública defensa planes de seguridad social obligatoria	535.146	635.225	853.968	881.202	1.138.715	1.189.560
Servicio doméstico	31.138	36.822	42.603	42.215	46.530	55.115
Otros Servicios	863.720	984.499	1.061.028	1.042.331	1.116.850	1.180.118
OTROS ELEMENTOS DEL PIB	383.818	512.339	569.364	561.959	609.931	730.917
P.I.B.	9.134.587	11.948.037	14.709.728	14.451.240	17.338.299	18.083.933

Elaborado por: El autor.

La evolución a través del tiempo durante el periodo de 2000 y 2021 del PIB y cada una de las industrias que lo componen se muestra en la figura 4.1., se puede notar una

tendencia creciente del PIB y las industrias de la economía ecuatoriana, con caídas muy parecidas particularmente en los periodos de crisis económica en los años 2003, 2009, 2015, 2018, 2019 y 2020., excepto la industria otros elementos del PIB y la refinación del petróleo, que por su naturaleza marcan tendencia propia. Especialmente, durante la crisis del año 2020, ocasionada por la pandemia de la COVID 19, todas las industrias de la economía se ven afectadas, aunque no en la misma proporción.

Figura 4.1. Evolución del PIB y sus industrias durante el periodo 2000 – 2021.



Elaborado por: El autor.

Los resultados del modelo econométrico, para cada una de las ecuaciones, se encuentran en el ANEXO 2.

4.2. COINTEGRACIÓN

En el presente apartado se busca analizar qué industrias mantienen un equilibrio a largo plazo con el PIB. Ello servirá para identificar las industrias que influyen en las caídas del PIB en tiempos de crisis económica, no sólo en términos nominales sino en el comportamiento, dado que muestran una tendencia estocástica común.

La tabla 4.2., muestra las pruebas de ADF para comprobar estacionaridad en la primera diferencia del logaritmo del PIB y las industrias que lo componen. A un 5% de significancia se comprueba el supuesto que las series del PIB y las industrias que lo componen, son integradas de orden 1, es decir estacionarias después de una primera diferencia. Por lo tanto, se puede proceder a estimar los modelos de cointegración.

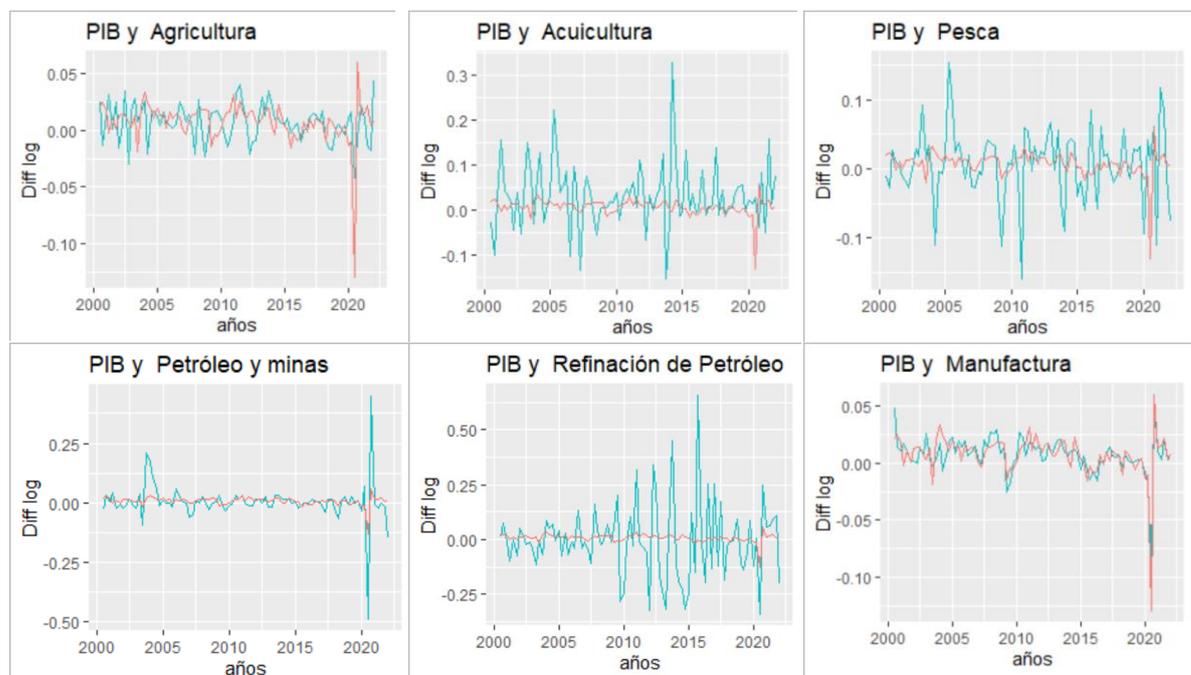
Tabla 4.2. Prueba de raíz única ADF en la primera diferencia.

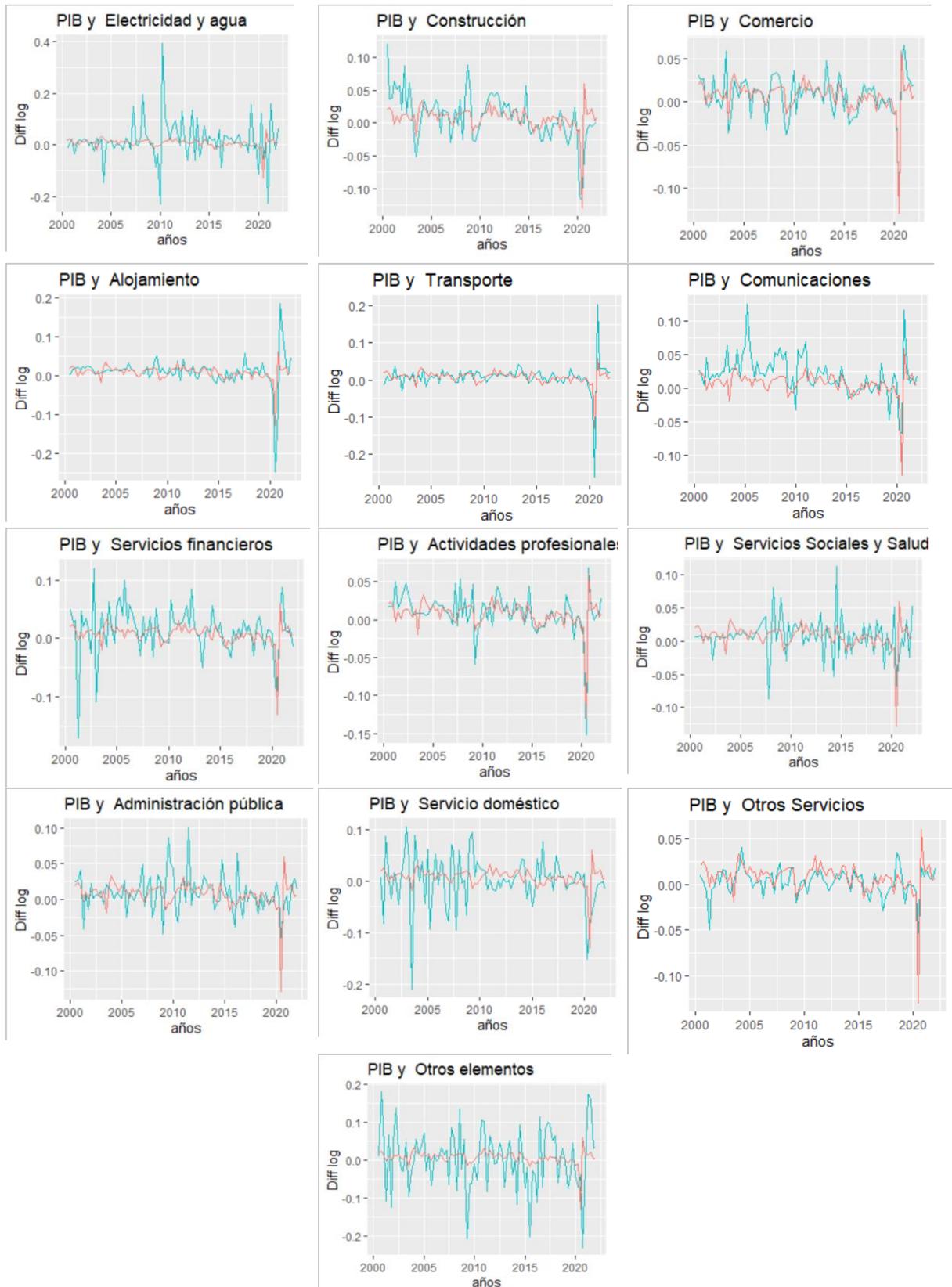
	ADF	P-valor
$\Delta \log(\text{PIB})$	-8.9183	<0.001
$\Delta \log(\text{Agricultura})$	-7.1292	<0.001
$\Delta \log(\text{Acuicultura y pesca de camarón})$	-8.7348	<0.001
$\Delta \log(\text{Pesca excepto camarón})$	-8.0273	<0.001
$\Delta \log(\text{Petróleo y minas})$	-12.542	<0.001
$\Delta \log(\text{Refinación de Petróleo})$	-9.3836	<0.001
$\Delta \log(\text{Manufactura excepto refinación de petróleo})$	-7.7293	<0.001
$\Delta \log(\text{Suministro de electricidad y agua})$	-10.866	<0.001
$\Delta \log(\text{Construcción})$	-5.4198	<0.001
$\Delta \log(\text{Comercio})$	-7.2108	<0.001
$\Delta \log(\text{Alojamiento y servicios de comida})$	-7.7382	<0.001
$\Delta \log(\text{Transporte})$	-10.757	<0.001
$\Delta \log(\text{Correo y comunicaciones})$	-5.9564	<0.001
$\Delta \log(\text{Actividades de servicios financieros})$	-8.4429	<0.001
$\Delta \log(\text{Actividades profesionales técnicas y administrativas})$	-9.3028	<0.001
$\Delta \log(\text{Enseñanza y Servicios sociales y de salud})$	-11.822	<0.001
$\Delta \log(\text{Administración pública defensa planes de seguridad social obligatoria})$	-8.759	<0.001
$\Delta \log(\text{Servicio doméstico})$	-9.1225	<0.001
$\Delta \log(\text{Otros Servicios})$	-6.6785	<0.001
$\Delta \log(\text{Otros elementos del PIB})$	-8.0811	<0.001

Elaborado por: El autor.

Un análisis gráfico preliminar de estas series, se muestra en la figura 4.2., donde se puede observar que las variables Acuicultura, Pesca, Refinación de Petróleo, Electricidad y Agua y Otros elementos del PIB mantienen a lo largo del periodo estudiado una variabilidad mucho mayor al PIB. Por el contrario, las industrias de Agricultura, Manufactura, Comercio, Alojamiento y Transporte tienen una variabilidad muy similar a la del PIB. Con respecto a la variación negativa pronunciada del PIB en el 2020, las industrias que muestran una caída similar son Manufactura, Comercio, Servicios financieros y Servicio Doméstico. Cabe resaltar, las industrias que tuvieron una caída incluso más pronunciada que el PIB total fueron Transporte, Alojamiento, Actividades Profesionales y Petróleo y Minas. Ésta última si bien tuvo una caída fuerte en el 2020, también muestra una recuperación importante en el 2021.

Figura 4.2. Primera diferencia del logaritmo del PIB y las industrias.





Elaborado por: El autor.

Para confirmar las industrias que muestran un equilibrio al largo plazo con el total del PIB se realiza a continuación el análisis de cointegración.

4.2.1. Prueba de Engle-Granger

Mediante la metodología de Engle-Granger, se estima un modelo de regresión lineal simple entre las dos series integradas de orden 1 y si los residuos del modelo son estacionarios, entonces se confirma que existe cointegración entre las dos series de tiempo. La tabla 4.3., muestra la prueba de raíz unitaria ADF para los residuos de cada uno de los 19 modelos, comprobando si las series del PIB y cada industria están cointegradas.

Tabla 4.3. Prueba de raíz unitaria ADF para los residuos.

Residuos del modelo: log(PIB) ~	ADF	P-valor
log(Agricultura)	-2.6074	0.0958
log(Acuicultura y pesca de camarón)	-1.0745	0.7222
log(Pesca excepto camarón)	-2.4174	0.1403
log(Petróleo y minas)	-0.9127	0.7793
log(Refinación de Petróleo)	-2.9927	0.0400
log(Manufactura excepto refinación de petróleo)	-2.5602	0.1057
log(Suministro de electricidad y agua)	-2.6641	0.0849
log(Construcción)	0.86072	0.9945
log(Comercio)	-3.9461	0.0028
log(Alojamiento y servicios de comida)	-3.9519	0.0027
log(Transporte)	-2.3118	0.1709
log(Correo y comunicaciones)	-1.9443	0.3107
log(Actividades de servicios financieros)	-1.8455	0.3562
log(Actividades profesionales técnicas y administrativas)	-2.2074	0.2054
log(Enseñanza y Servicios sociales y de salud)	-3.1505	0.0269
log(Administración pública defensa planes de seguridad social obligatoria)	-2.7902	0.0643
log(Servicio doméstico)	-1.8249	0.3660
log(Otros Servicios)	-3.1465	0.0272
log(Otros elementos del PIB)	-2.5159	0.1156

Elaborado por: El autor.

A un 5% de significancia, en base a este criterio, las industrias que presentan una tendencia estocástica común con el PIB son Refinación de Petróleo, Comercio, Alojamiento y servicios de comida, Enseñanza y Servicios sociales y de salud; y Otros Servicios.

El mismo análisis con las series de tiempo hasta el año 2019, revela que las industrias de Agricultura (Residuos: ADF= -3.4565, valor $p= 0.012$) y Pesca (Residuos: ADF= -3.112, valor $p= 0.031$) también guardaban una relación de cointegración con el PIB total antes de la pandemia en base a este criterio. Sin embargo, como se observa en la figura 4.1., estas industrias no fueron tan golpeadas durante el 2020 en relación con las otras industrias.

4.2.2. Cointegración de Johansen-Joselius

Para emplear el método de Johansen-Joselius, se usan los estadísticos de la traza y el valor propio máximo con una constante. La tabla 4.4., muestra los resultados donde se observa que todas las industrias a excepción de Petróleo y minas, Construcción y Actividades de servicios financieros tienen al menos una relación de cointegración con el PIB. Adicionalmente, Pesca excepto camarón, Comercio, Actividades Profesionales, Otros Servicios y Otros Elementos del PIB tienen dos relaciones de cointegración.

Tabla 4.4. Prueba de cointegración de Johansen

	Hipótesis	Traza		Valor propio	
		test	Valor Crítico 5%	test	Valor Crítico 5%
log (Agricultura)	$r \leq 1$	9.08	9.24	9.08	9.24
	$r = 0$	34.41	19.96	25.33	15.67
log (Acuicultura y pesca de camarón)	$r \leq 1$	3.67	9.24	3.67	9.24
	$r = 0$	27.18	19.96	23.51	15.67
log (Pesca excepto camarón)	$r \leq 1$	10.41	9.24	10.41	9.24
	$r = 0$	29.68	19.96	19.26	15.67
log (Petróleo y minas)	$r \leq 1$	5.04	9.24	5.04	9.24
	$r = 0$	15.56	19.96	10.52	15.67
log (Refinación de Petróleo)	$r \leq 1$	8.87	9.24	8.87	9.24
	$r = 0$	32.64	19.96	23.78	15.67
log (Manufactura excepto refinación de petróleo)	$r \leq 1$	9.17	9.24	9.17	9.24
	$r = 0$	24.90	19.96	15.72	15.67
log (Suministro de electricidad y agua)	$r \leq 1$	8.10	9.24	8.10	9.24
	$r = 0$	27.52	19.96	19.43	15.67
log (Construcción)	$r \leq 1$	5.04	9.24	5.04	9.24
	$r = 0$	17.71	19.96	12.68	15.67
log (Comercio)	$r \leq 1$	14.89	9.24	14.89	9.24
	$r = 0$	35.41	19.96	20.52	15.67
log (Alojamiento y servicios de comida)	$r \leq 1$	14.46	9.24	14.46	9.24
	$r = 0$	44.00	19.96	29.55	15.67
log (Transporte)	$r \leq 1$	6.18	9.24	6.18	9.24

	r=0	24.04	19.96	17.87	15.67
log (Correo y comunicaciones)	r<=1 r=0	3.14 30.11	9.24 19.96	3.14 26.97	9.24 15.67
log (Actividades de servicios financieros)	r<=1 r=0	9.19 24.13	9.24 19.96	9.19 14.94	9.24 15.67
log (Actividades profesionales técnicas y administrativas)	r<=1 r=0	10.10 31.28	9.24 19.96	10.10 21.18	9.24 15.67
log (Enseñanza y Servicios sociales y de salud)	r<=1 r=0	10.30 35.02	9.24 19.96	10.30 24.73	9.24 15.67
log (Administración pública defensa planes de seguridad social obligatoria)	r<=1 r=0	8.58 29.92	9.24 19.96	8.58 21.33	9.24 15.67
log (Servicio doméstico)	r<=1 r=0	5.30 23.07	9.24 19.96	5.30 17.76	9.24 15.67
log (Otros Servicios)	r<=1 r=0	11.79 33.77	9.24 19.96	11.79 21.98	9.24 15.67
log (Otros elementos del PIB)	r<=1 r=0	11.62 37.75	9.24 19.96	11.62 26.13	9.24 15.67

Elaborado por: El autor.

4.2.3. MODELO DE CORRECCIÓN DE ERROR PARA COMERCIO

Como se había estructurado la hipótesis, se dará particular atención a la industria Comercio y su relación con el PIB. Como estas series están correlacionadas, nos interesa modelar las dinámicas de corto tiempo entre estas variables. La tabla Nro.4.5., muestra el modelo estimado donde se aprecia que el comercio participa significativamente en la dinámica de corto plazo del PIB y también el vector de cointegración juega un rol importante para regresar al equilibrio cuando la serie se desvía en el corto plazo.

Tabla 4.5. Modelo estimado

```

Call:
lm(formula = dlog_PIB ~ dlog_comercio + ECT)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.055218 -0.006298  0.000094  0.006790  0.033376

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.003084   0.001360   2.268  0.0259 *
dlog_comercio 0.608401   0.053844  11.299 <2e-16 ***
ECT          -0.124943   0.054838  -2.278  0.0252 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

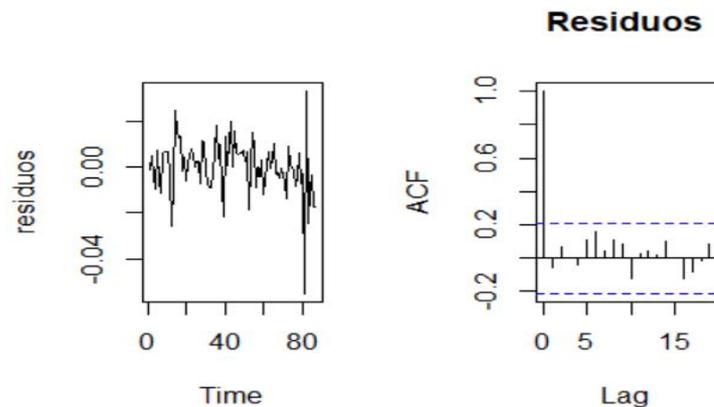
Residual standard error: 0.01214 on 84 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6033,    Adjusted R-squared:  0.5939
F-statistic: 63.88 on 2 and 84 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

Elaborado por: El autor.

Un análisis de los residuos, indica que efectivamente los residuos son ruido blanco (Prueba Box-Ljung, $X^2= 6.33$, valor $p= 0.70$). Además, la gráfica 4.3., muestra la serie de los residuos y el correlograma donde, no existe ningún indicio de autocorrelación. Por lo que el modelo indicado es adecuado para la relación del Comercio y el PIB.

Figura 4.3. Serie de los residuos y correlograma



Elaborado por: El autor.

Los resultados del modelo econométrico, para cada una de las ecuaciones, se encuentran en el ANEXO 3.

4.3. MODELOS VAR

Con el fin de modelar las dinámicas de corto plazo en conjunto de las industrias sin cointegración, se utilizará un modelo VAR con orden 4 en las diferencias, los resultados del modelo se presentan en la tabla 4.6., donde se evidencia un efecto importante de las 3 industrias en un periodo de retraso, sin embargo, el efecto de la industria Construcción sigue siendo importante hasta con cuatro periodos de retraso.

Tabla 4.6. Modelo VAR con orden 4 en las diferencias.

Estimation results for equation PIB:

=====

PIB = Petróleo.y.minas.11 + Construcción.11 + Servicios.financieros.11 + PIB.11 + Petróleo.y.minas.12 + Construcción.12 + Servicios.financieros.12 + PIB.12 + Petróleo.y.minas.13 + Construcción.13 + Servicios.financieros.13 + PIB.13 + Petróleo.y.minas.14 + Construcción.14 + Servicios.financieros.14 + PIB.14

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
Petróleo.y.minas.11	-0.114316	0.049804	-2.295	0.02485	*
Construcción.11	0.235318	0.084521	2.784	0.00697	**
Servicios.financieros.11	0.152344	0.051406	2.964	0.00421	**
PIB.11	0.158865	0.233462	0.680	0.49855	
Petróleo.y.minas.12	0.029202	0.051042	0.572	0.56916	
Construcción.12	-0.227978	0.092646	-2.461	0.01645	*
Servicios.financieros.12	0.026791	0.053558	0.500	0.61855	
PIB.12	0.035622	0.258582	0.138	0.89084	
Petróleo.y.minas.13	-0.007552	0.054118	-0.140	0.88943	
Construcción.13	-0.306042	0.094832	-3.227	0.00194	**
Servicios.financieros.13	-0.051163	0.053571	-0.955	0.34299	
PIB.13	0.437369	0.271529	1.611	0.11193	
Petróleo.y.minas.14	-0.022699	0.045634	-0.497	0.62053	
Construcción.14	0.202326	0.080911	2.501	0.01485	*
Servicios.financieros.14	-0.092091	0.053767	-1.713	0.09138	.
PIB.14	0.209718	0.263454	0.796	0.42882	

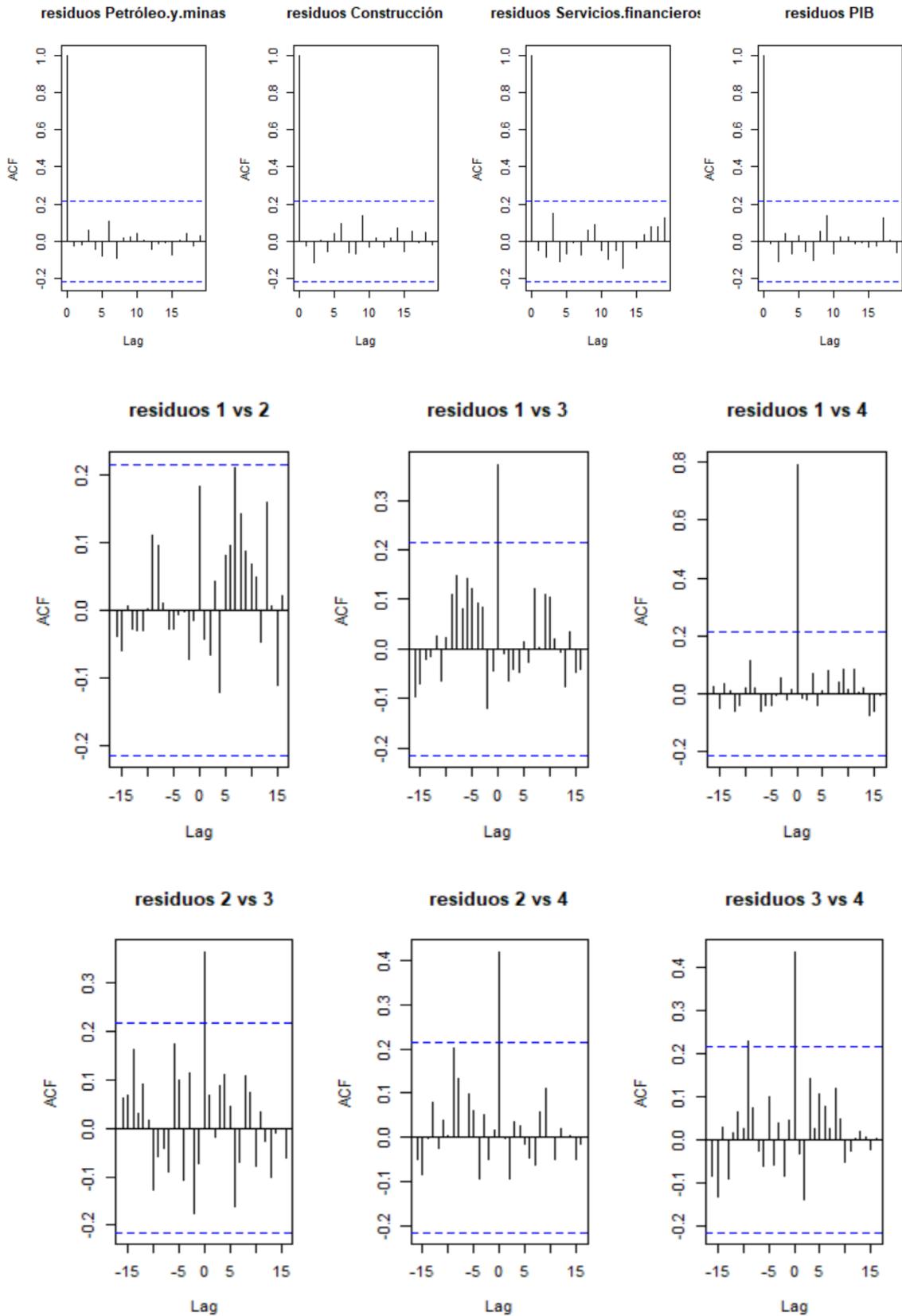
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.01665 on 67 degrees of freedom
 Multiple R-Squared: 0.4658, Adjusted R-squared: 0.3382
 F-statistic: 3.651 on 16 and 67 DF, p-value: 9.462e-05

Elaborado por: El autor.

La figura 4.4., muestra los correlogramas simples y cruzados de los residuos. En los correlogramas simples no existe ningún indicio de autocorrelación restante. Sin embargo, existe aún correlaciones cruzadas significativas con retraso 0 de las industrias Petróleo y Construcción con el PIB y Servicios Financieros.

Figura 4.4. Correlogramas simples y cruzados de los residuos.

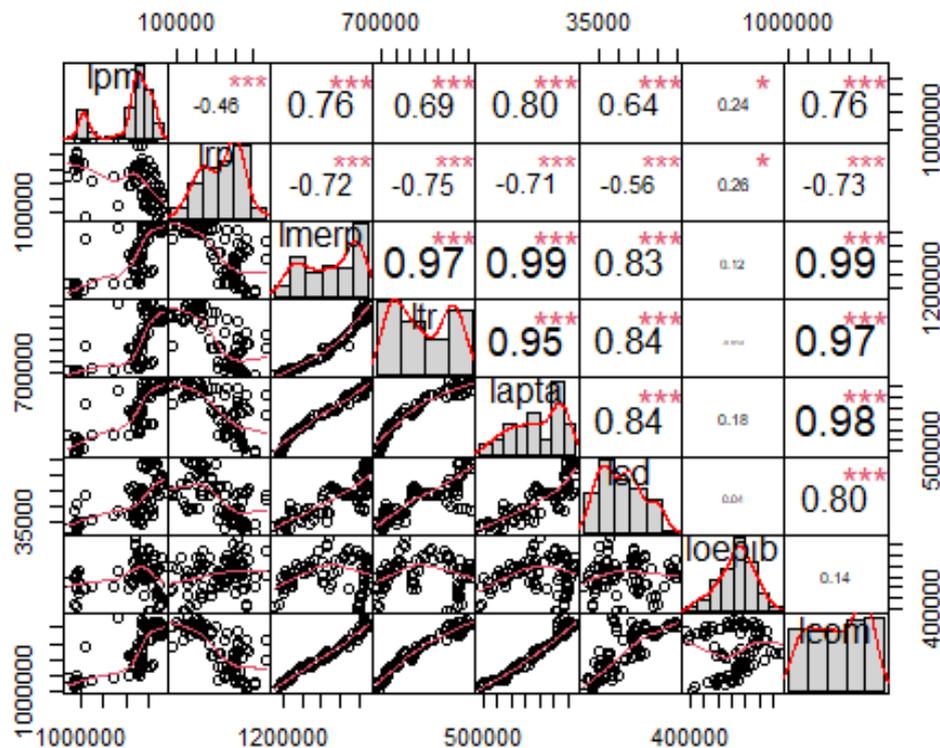


Elaborado por: El autor.

4.3.1. MODELO VAR PARA COMERCIO

El modelo VAR busca captar las dinámicas de corto plazo entre el Comercio y las industrias con las que guarda una mayor correlación. Para ello, la figura 4.5., presenta un reporte de las industrias que se muestran altamente correlacionadas de forma positiva y negativa; excepto, la industria otros elementos del PIB. La mayor asociación se encuentra entre las industrias Manufactura excepto refinación de petróleo (Imerp), con el comercio (Icom) y con la industria Actividades profesionales técnicas y administrativas (Iapta); y, la industria Comercio, muy correlacionada con la Manufactura excepto refinación de petróleo (Imerp), con las Actividades profesionales técnicas y administrativas (Iapta) y con el Transporte (Itr).

Figura 4.5. Dispersión, histogramas y correlaciones.



Elaborado por: El autor.

Como se justificó en el apartado correspondiente, la variable objeto del presente estudio será la industria Comercio, por lo tanto, se analizarán los resultados en función de esta variable. En base a las pruebas de raíz unitaria de la Tabla 4.7., se concluye que el modelo VAR analizado, debe estar modelado en primera diferencia I(1). El criterio de información de Akaike (AIC), sugiere un modelo VAR con dos rezagos; mientras que, el criterio de Hannan – Quinn (HQ) con seis rezagos y el de Schwartz (SC), cuatro rezagos; considerando los datos trimestrales, se da prioridad al modelo con seis rezagos, que permite capturar el efecto del cuarto trimestre.

Tabla 4.7. Pruebas de raíz unitaria

ESTADÍSTICOS EN NIVELES				
VARIABLES	Rezagos	DFA (V. crítico 5% = -2.89)	PH-P (V. crítico 5%=-2.89)	KPSS (V. crítico 5%=0.46)
lmerp	1	-1.78	-1.90	0.80
ltr	1	-0.88	-0.40	0.80
lsd	1	-1.37	-1.75	0.64
loepib	2	-3.13	-3.08	0.17
lcom	1	-0.96	-1.04	0.81
CON LA PRIMERA DIFERENCIA				
VARIABLES	Rezagos	DFA (V. crítico 5% = -1.95)	PH-P (V. crítico 5%= -2.89)	KPSS (V. crítico 5%=0.46)
dlmerp	1	-4.55	-8.58	0.34
dltr	1	-6.25	-12.12	0.10
dlsd	6	-2.30	-9.22	0.21
dloepib	1	-5.38	-3.08	0.14
dlcom	1	-5.54	-7.27	0.10

Elaborado por: El autor.

Los resultados del modelo econométrico, para cada una de las ecuaciones, se encuentran en el ANEXO 3.

4.3.2. Cumplimiento de supuestos econométricos

La prueba de jarque.bera multivariada establece las hipótesis nula y alterna; de la siguiente manera:

H0: Los residuos siguen una distribución normal

H1: Los residuos no siguen una distribución normal

Normalidad de los Residuos

Tabla 4.8. Normalidad de los Residuos

Normalidad	Probabilidad
J-B multivariado	2.2e-16
Asimetría	2.2e-16
Curtosis	2.2e-16

Elaborado por: El autor.

En la tabla 4.8., se puede observar que el p-value = 2.2e-16, menor que el 5%; por lo que se concluye que, los residuos no siguen una distribución normal de forma multivariada, lo propio sucede con la Asimetría y Curtosis; por lo que, tenemos problemas de normalidad, inclusive si se extraen los residuos del modelo econométrico, se mantiene la normalidad; esto sucede, principalmente a causa de la magnitud de la crisis de la COVID-19, que distorsiona totalmente la tendencia de las series.

No Correlación serial

Ahora se verifica la H0: No existe autocorrelación; se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 4.9. No Correlación serial

No autocorrelación	Probabilidad
B-G, 4 rezagos	0,00001912
B-G, 3 rezagos	0.001505
B-G, 2 rezagos	0.003038
B-G, 1 rezagos	0.004557

Elaborado por: El autor.

La tabla 4.9., indica que los p-value, son menores que el 5%, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, es decir, existe autocorrelación.

Homocedasticidad

Verificamos que no exista heterocedasticidad de forma multivariada.

Tabla 4.10. Homocedasticidad

Homocedasticidad	Probabilidad
No ARCH; 4 rezagos	0,00002634
No ARCH; 3 rezagos	0.002914
No ARCH; 2 rezagos	0.112
No ARCH; 1 rezagos	0.3572

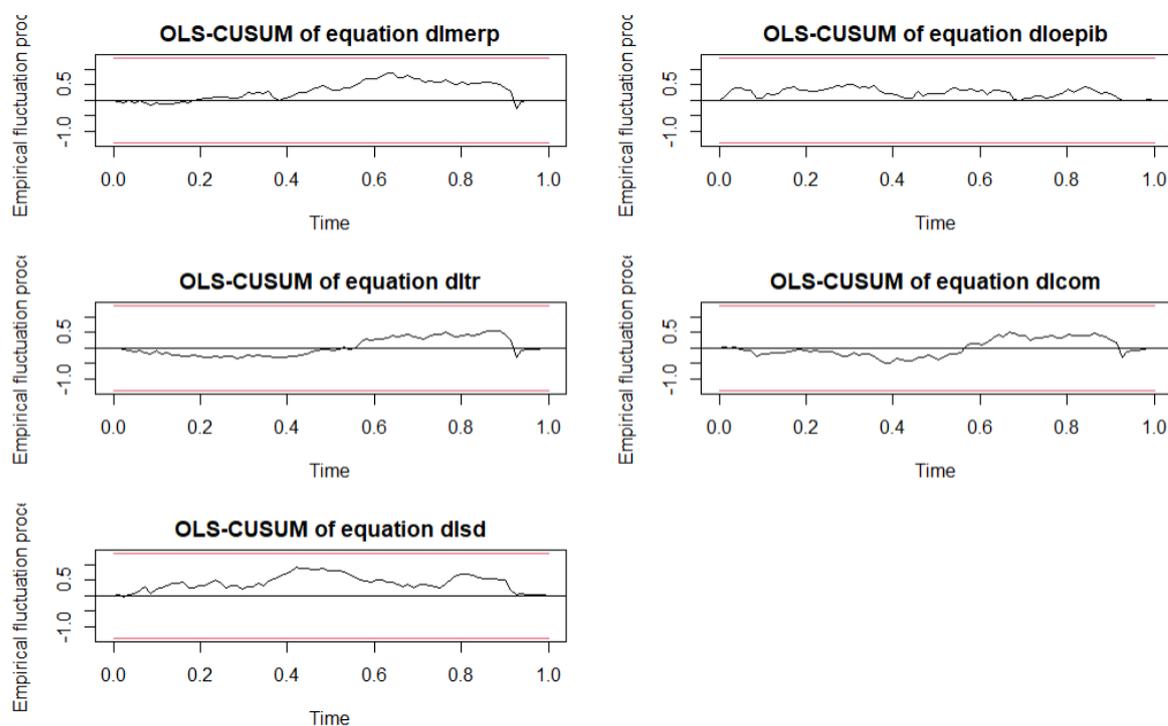
Elaborado por: El autor.

La tabla 4.10., indica que los p-value, son mayores que el 5%, hasta el tercer rezago, a partir del cual, se genera homocedasticidad en las series.

Estabilidad en los parámetros

Verificamos que los parámetros, a través de mínimos cuadrados ordinarios CUSUM, sean estables en el tiempo, es decir que no sobrepasen las bandas de confianza.

Figura 4.6. Estabilidad en los parámetros.



Elaborado por: El autor.

La Figura 4.6., nota que, en todos los escenarios presentados por las variables, que las tendencias, no salen de las bandas de confianza, entonces se concluye que las series son estables en el tiempo.

Raíces inversas polinomiales

Mediante la siguiente tabla, analizamos que las raíces inversas polinomiales, se encuentren dentro del círculo unitario.

Tabla 4.11. Raíces inversas polinomiales

[1]	0.9329431	0.9329431	0.9135748	0.9135748	0.8923852	0.8923852	0.8850369
[8]	0.8850369	0.8511075	0.8511075	0.8303672	0.8303672	0.8128921	0.8128921
[15]	0.7970768	0.7970768	0.7758197	0.7758197	0.7658881	0.7658881	0.7578544
[22]	0.7578544	0.7455552	0.7455552	0.7217649	0.7217649	0.6841594	0.5506665
[29]	0.3816695	0.3816695					

Elaborado por: El autor.

La tabla 4.11., evidencia que todas las raíces de respuesta, en todos los casos las probabilidades son menores que la unidad; por lo tanto, los valores pasados causan Granger entre cada una.

Luego de haber analizado los supuestos econométricos, se puede entonces utilizar el modelo VAR, para realizar causalidad de Granger y, analizar la función de impulso respuesta y de composición de varianza.

4.3.3. Causalidad de Granger

Tabla 4.12. Causalidad de Granger

Granger	Probabilidad
dlmerp	0.04161
dltr	0.3721
dlsd	0.3242
dloepib	0.8905
dlcom	0.4741

Elaborado por: El autor.

La tabla 4.12., permiten notar que la variable Comercio, no está explicada o no genera Granger sobre las demás; con un p-value = 0.4741; es decir, se acepta la hipótesis nula, de que la industria Comercio causa Granger sobre las demás (dlmerp, dltr, dlsd, dloepib).

Los resultados obtenidos sobre las variables del PIB, se detallan en el ANEXO 3.

Descomposición de varianza irrestricta

La función de análisis de descomposición de varianza, se lo explica mediante 8 trimestres a futuro; como se nota en la siguiente tabla:

Tabla 4.13. Descomposición de varianza irrestricta.

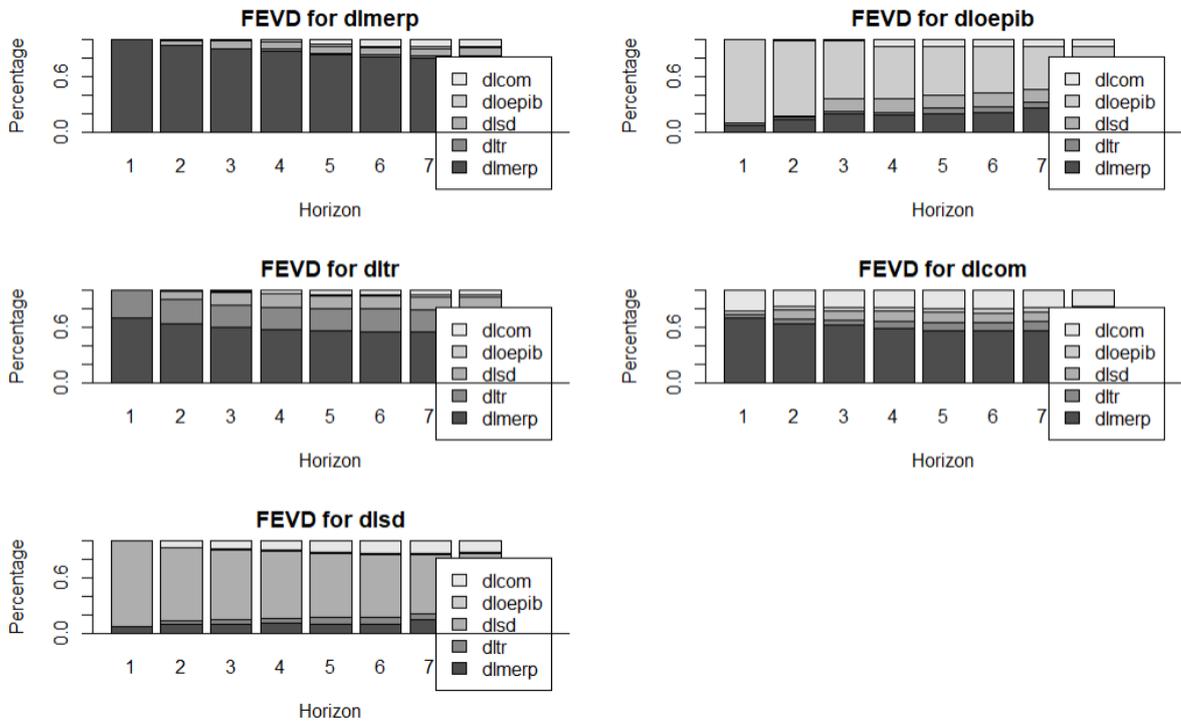
	dlmerp	dltr	dlsd	dloepib	dlcom
[1,]	0.6958482	0.03893260	0.01107639	0.03813246	0.2160104
[2,]	0.6415524	0.04576086	0.10357066	0.03301761	0.1760984
[3,]	0.6293265	0.05015587	0.10174794	0.03548782	0.1832818
[4,]	0.5925517	0.07607201	0.11320158	0.03493585	0.1832388
[5,]	0.5610470	0.08572619	0.11227363	0.04867008	0.1922831
[6,]	0.5591345	0.08989716	0.10795801	0.04657435	0.1964360
[7,]	0.5607142	0.10086193	0.10188833	0.05018411	0.1863514
[8,]	0.5724871	0.11075378	0.09855976	0.04706759	0.1711317

Elaborado por: El autor.

La tabla 4.13., indica que la función de análisis de descomposición de varianza, se explica principalmente por sus propias innovaciones y por las de las otras variables.

Estos resultados, se pueden expresar mediante una Figura, como se representa a continuación:

Figura 4.7. Descomposición de varianza de la variable Comercio.



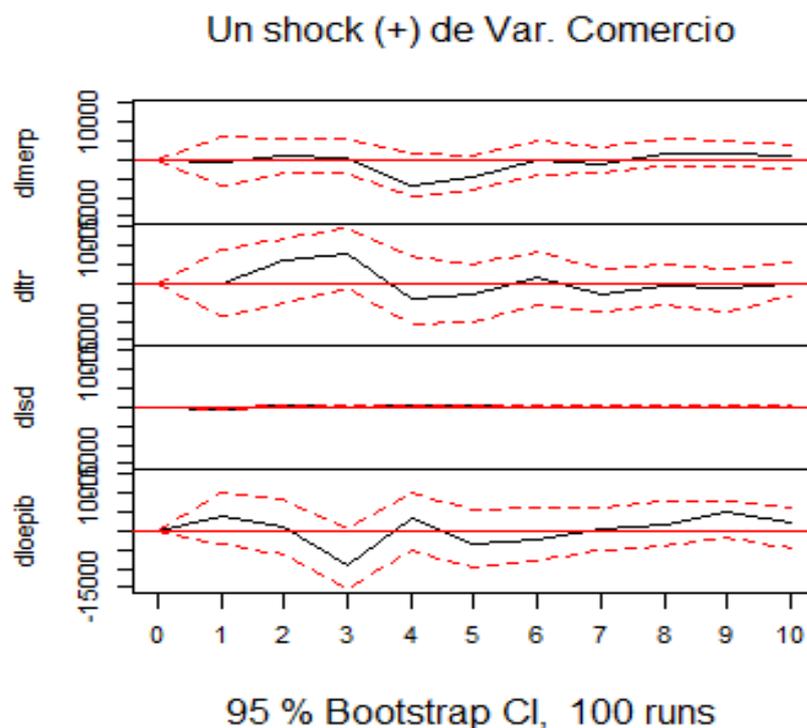
Elaborado por: El autor.

En la figura 4.7., el análisis de descomposición de varianza de la variable Comercio, se explica que en mayor medida está explicada por la variación de la variable Manufactura excepto refinación de petróleo, en alrededor del 60% en promedio, seguido por el Servicio doméstico, en promedio con el 10% y, en un 18% en promedio, por la misma variable como tal.

Funciones de impulso respuesta

Esta función permite identificar como, el shock de una variable afecta a las otras variables.

Figura 4.8. Shock de la variable Comercio.



Elaborado por: El autor.

En la figura 4.8., las variables se manifiestan con un impacto positivo y estadísticamente igual a cero, excepto la variable Otros elementos del PIB (dlloepib).

4.3.4. MODELO DE CORRECCIÓN DE ERRORES DE VECTOR

En componente se seleccionan las industrias que presentan indicios de relaciones de cointegración con el PIB, con ambas pruebas de cointegración (Refinación de Petróleo, Comercio, Alojamiento y servicios de comida, Enseñanza y Servicios sociales y de salud; y Otros Servicios); y se procede a utilizar el modelo de corrección de errores de vector. El orden del modelo VAR seleccionado mediante el criterio BIC es 2. En base a la prueba de Johansen existen 3 relaciones de cointegración ($H_0: r \leq 2$, test: 58.63, valor crítico 5pts: 45.23; $H_0: r \leq 3$ traza: 29.33 valor crítico 5pts: 31.52).

Los coeficientes estimados del modelo y los vectores estimados de cointegración se presentan en la Tabla 4.14.

Tabla 4.14. Coeficientes estimados del modelo y los vectores estimados de cointegración

Coeficientes:						
	Refinacion de Petroleo.d	Comercio.d	Alojamiento.d	Servicios Sociales y Salud.d	Otros Servicios.d	PIB.d
ect1	-0,1555827	0,0106699	0,0538762	0,0202623	-0,0008404	0,0223017
ect2	-1,4334491	-0,1236126	0,3178924	0,3930279	0,1189708	0,0960059
ect3	-0,0129812	-0,0999596	-0,4300332	0,0535193	-0,0044695	-0,0650962
constant	7,2233640	-1,3223176	-3,3186679	-0,1773627	0,4908425	-1,4462657
Refinacion_de_Petroleo.dl1	-0,0499150	-0,0365789	-0,0568519	-0,0291550	-0,0148854	-0,0303340
Comercio.dl1	-0,5303117	0,1466762	-0,3275608	-0,1929424	-0,1394553	-0,0435518
Alojamiento.dl1	0,5579207	0,0094460	0,2487955	0,0059320	-0,0110989	0,0115940
Servicios_Sociales_y_Salud.dl1	-0,1925106	-0,2295401	-0,5118389	-0,4072078	-0,0992079	-0,2124817
Otros_Servicios.dl1	-0,5108964	0,0908116	0,2473802	-0,1764280	0,4000998	0,1884220
PIB.dl1	0,5114836	0,2021508	1,0845114	0,4645073	0,0554618	0,0044987

\$beta			
	ect1	ect2	ect3
Refinacion_de_Petroleo.l1	1,0000000	0,0000000	0,0000000
Comercio.l1	0,0000000	1,0000000	0,0000000
Alojamiento.l1	0,0000000	0,0000000	1,0000000
Servicios_Sociales_y_Salud.l1	3,1798630	-0,4220082	-0,2501388
Otros_Servicios.l1	10,7766800	-0,8851452	0,8104999
PIB.l1	-7,6892700	0,0234559	-1,2483710

Elaborado por: El autor.

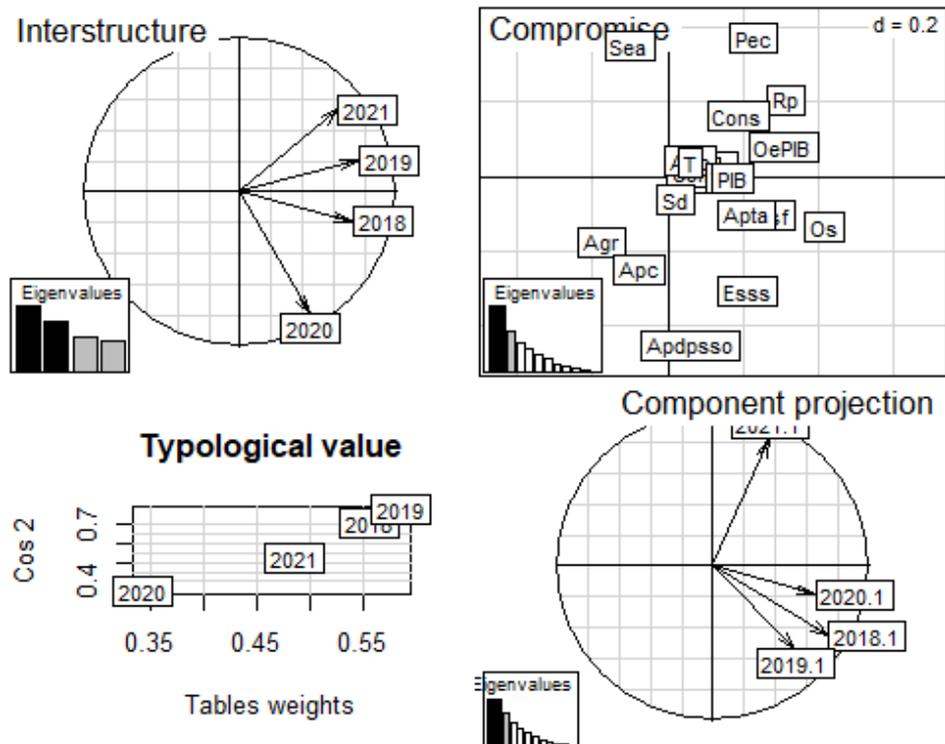
El modelo sustenta una dinámica tanto de corto y largo plazo de estas industrias similar a la del PIB.

4.4. MODELO K-VÍAS

La aplicación del método STATIS, en el presente trabajo, permitirá explicar el comportamiento de las industrias del PIB durante los últimos cuatro años; medidos así, sobre los mismos trimestres, en el mismo conjunto de variables, para diferentes años.

Primeramente, se estandarizan los datos por variables; es decir, se centra y normaliza por columna, en toda la matriz; luego, a la matriz normalizada se centra en cada k-tabla y, se la normaliza, dividiendo los datos de la matriz para la desviación estándar columna de la tabla total, para conseguir que cada k-tabla tenga media 0 y varianza total =1, mediante la diferencia de los logaritmos de las variables; todo este proceso, se realiza automáticamente con el uso de los códigos adecuados en el software estadístico R; así, resultan los siguientes Figuras:

Figura 4.9. Representación variables k-vías



Elaborado por: El autor.

La Figura 4.9., Interestructura (Interstructure), indica las tablas que presentan estructuras similares; en este caso, diferenciado para los años 2018, 2019, 2020 y 2021; ya que, comparamos los años precedentes y aquel donde se produce la crisis de la COVID-19.

El eje horizontal es el eje uno y, el vertical el eje dos, que son los que acumulan mayor cantidad de varianza de las variables; el eje uno, recoge la mayor cantidad de información y, permite identificar a su vez el comportamiento financiero de las variables mediante dos grupos, uno conformado por los años 2018, 2019 y 2021 y, otro grupo estructurado únicamente por el año 2020, evidenciando comportamientos similares en función de los ángulos más pequeños conformados entre los vectores; por lo tanto, se espera que tengan altos coeficientes de correlación vectorial entre estas agrupaciones.

Los vectores conformados por los años 2021 y 2020, por su dirección contrapuesta o alrededor de 90 grados, se espera que su grado de correlación, sea débil.

La imagen de la matriz compromiso (compromise), es una combinación lineal de cada k-tabla que se relacionan en función de los pesos ponderados de las agrupaciones de las industrias que componen el PIB e indica, la estructura promedio de la puntuación asignada en cada año donde, se evidencia que mediante una descomposición de valores singulares de las variables, se agrupan de manera muy cercana con puntuaciones similares la mayoría de ellas, excepto la Administración pública, Enseñanza y servicios sociales y de salud, Acuicultura y pesca de camarón y, Agricultura; y, con puntuaciones opuestas otro grupo conformado por Pesca excepto camarón y Suministro de electricidad y agua.

La imagen de los pesos (Typological value), permite identificar en el eje horizontal los pesos y, sobre estos, se nota que los años 2018 y 2019, son los que contribuyen en mayor medida para construir el compromiso, en tanto que, el año 2020, aporta con poca información; el eje vertical representa el coseno cuadrado, que indica la matriz compromiso representada de mejor manera, en este caso los mismos años referidos.

La imagen (Component projection), representa a una suerte de rotación de la Figura de interestructura; nota cambio en la asociación de grupos, con una mejor selección entre ellos, así se agrupan los primeros trimestres de los años 2018, 2019 y 2020, cercanos al eje uno y, el año 2021 al eje dos; sin embargo, para el análisis se aplica más la Figura de interestructura.

La matriz de interestructura, presenta los coeficientes de correlación vectorial, detallados a continuación:

Tabla 4.15. Matriz de interestructura

	2018	2019	2020	2021
2018	1,0000000	0.3340887	0.22753764	0.21417716
2019	0.3340887	1,0000000	0.14585321	0.33329862
2020	0.2275376	0.1458532	1,0000000	0.04328022
2021	0.2141772	0.3332986	0.04328022	1,0000000

Elaborado por: El autor.

La tabla 4.15., presenta coeficientes de correlación moderados y, refieren una estructura similar entre la realidad financiera de los años analizados, excepto el año 2020, como ya se notó en la figura de interestructuras.

Matriz de cosenos cuadrados:

0.7102923	0.7804555	0.3467978	0.5200476
-----------	-----------	-----------	-----------

Los valores altos del coseno cuadrado, explican que la matriz compromiso representa de mejor manera los resultados financieros de las k-tablas que corresponden a los años analizados.

Matriz de pesos para las k-tablas:

0.4974781	0.3413586	0.2392538	0.4922206	0.5800572
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

En cuanto a los pesos que representan los últimos cuatro años analizados, indican que, los valores más altos aportan con mayor información para construir el compromiso.

Matriz de valores propios para la inter-estructura:

1,6832177	1,0275463	0,9133655	0,7722765	0,6035940
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Los valores propios de la interestructura, permiten calcular la varianza de cada componente; luego, en función de la varianza acumulada se establece el número de componentes que explican el porcentaje de la misma.

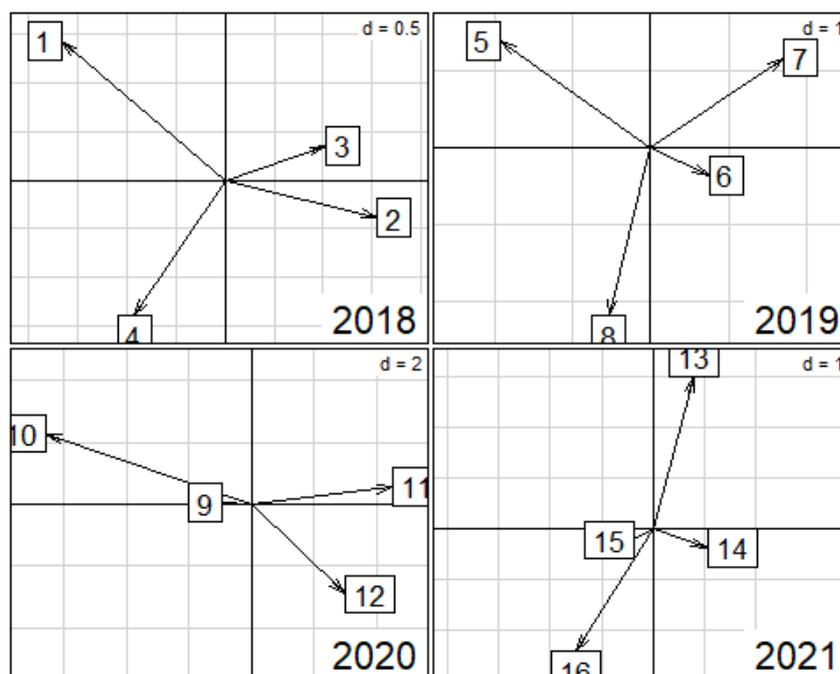
Tabla 4.16. Matriz de valores propios para el compromise.

0.835206727	0.790019516	0.408657890	0.288131144	0.221998882	0.174852657
0.128741879	0.076383803	0.056102328	0.034435783	0.021447079	0.005884697

Elaborado por: El autor.

La matriz de la tabla 4.16., identifica cuáles son los valores propios del compromiso, en función de la descomposición de valores singulares para la obtención de los valores propios y los vectores propios; de los valores propios resultan los componentes que se han utilizado para realizar la representación de la figura de la matriz compromiso, mediante la acumulación de la varianza en dos componentes.

Figura 4.10. STATIS



Elaborado por: El autor.

La figura 4.10., representa la información financiera de los cuatro últimos años de análisis, sobre el plano del compromiso; y, explica la calificación que cada año le da a las industrias que componen el PIB; así se observa que, en el año 2020 objeto del presente análisis, cada trimestre manifiesta un comportamiento independiente entre ellos, con un valor bajo en el primer trimestre y, muy alto en el segundo trimestre, opuestos a los valores propios de los trimestres tres y cuatro.

El primer trimestre se encuentra alrededor del promedio de los datos, el segundo trimestre se encuentra bajo el promedio con mayor contribución al eje uno de forma negativa, el tercer trimestre, sobre el promedio y también contribuye al eje uno pero menor magnitud de forma positiva; y, el cuarto trimestre se encentra en el centro de los dos ejes; se realiza el análisis correspondiente para cada año.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Con base en la hipótesis planteada en el presente trabajo, sobre si la crisis sanitaria ocasionada por la COVID-19, ocasionó mayor crisis en la industria del Comercio y consecuentemente, el descenso en el Producto Interno Bruto de la economía ecuatoriana; se puede inferir que el supuesto se cumple con ocasión de las siguientes conclusiones:

- Las industrias relacionales al petróleo, servicios sociales, construcción y comercio en términos nominales presentaron mayor aporte sobre la producción nacional, mientras que las industrias con menos aporte nominal están las de servicios domésticos y pesca.
- Las variables Acuicultura, Pesca, Refinación de Petróleo, Electricidad y Agua y Otros elementos del PIB, evidenciaron a lo largo del periodo estudiado una variabilidad mucho mayor al PIB; por el contrario, las industrias de Agricultura, Manufactura, Comercio, Alojamiento y Transporte, una variabilidad muy similar a la del PIB.
- Las industrias que tuvieron una caída más pronunciada que el PIB, fueron la de Transporte, Alojamiento, Actividades Profesionales y Petróleo y Minas; esta última si bien tuvo una caída fuerte en el 2020, también mostró una recuperación importante en el 2021.

- Las industrias de Agricultura y Pesca, no fueron tan golpeadas durante el año 2020 en plena pandemia, en contraste con las otras industrias que componen el PIB.
- Todas las industrias a excepción de Petróleo y minas, Construcción y Actividades de servicios financieros tienen al menos una relación de cointegración con el PIB.
- El comercio es una industria muy importante en la dinámica económica de corto plazo del PIB; así, el vector de cointegración juega un papel significativo para regresar al equilibrio cuando la serie se desvía en el corto plazo.
- El análisis de descomposición de varianza de la variable Comercio indica que, en mayor medida esta se encuentra explicada por la variación de la industria Manufactura excepto refinación de petróleo, en alrededor del 60% en promedio.
- Mediante la aplicación del método STATIS, se confirma que, las industrias del PIB, presentaron estructuras y comportamientos similares en los últimos años excepto el año 2020.
- A través de una descomposición de valores singulares de las variables se nota, que las industrias se agrupan de manera muy cercana con puntuaciones similares la mayoría de ellas, excepto la Administración pública, Enseñanza y servicios sociales y de salud, Acuicultura y pesca de camarón y, Agricultura; y, con puntuaciones opuestas, otro grupo conformado por Pesca excepto camarón y Suministro de electricidad y agua.
- El año 2020, aporta con poca información para construir la matriz compromiso de las variables, lo que confirma el supuesto de que la crisis acontecida en este año incidió en la producción nacional.
- En general, la distribución de la industria Comercio y el PIB, tanto a partir del análisis gráfico como de los resultados de las pruebas implementadas, durante el año 2020, presentaron cambios importantes en la tendencia de la industria

comercio, del PIB y de las demás industrias; si bien, presentan un desplazamiento sostenido hacia la derecha, el año 2020 se evidencia un cambio en la concentración de la densidad, de niveles superiores a niveles muy inferiores en varias industrias analizadas.

5.2. RECOMENDACIONES

- Si bien se han aplicado varias pruebas paramétricas basadas en los modelos de Cointegración, Vectores autorregresivos y K-Vías, no son las únicas pruebas desarrolladas para probar la homogeneidad entre las distribuciones; por consiguiente, en posteriores trabajos se puede examinar otras pruebas apoyadas en distintas metodologías.
- De la revisión de la literatura, específicamente para el nuestro país, no se encontró estudios con el presente enfoque para el análisis de la incidencia de la COVID-19 sobre el PIB; por lo que, constituye un aporte informativo sobre la realidad económica del país frente a la crisis ocasionada por la pandemia.
- Es importante monitorear la evolución de la tendencia de las industrias de Comercio, Manufactura, Transporte, Servicio doméstico, Refinación del petróleo y Actividades profesionales; ya que, presentan mayor injerencia en el comportamiento de la industria Comercio y consecuentemente en el PIB.
- Complementariamente se evidencia que la industria petrolera, presenta un comportamiento aislado de las otras industrias que componen el PIB; la cual, no necesariamente sigue la tendencia similar, a pesar de los escenarios cíclicos de crisis en la economía.

6. Referencias

- BCE. (2017). *METODOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN ESTADÍSTICA. 4TA. ED.* Quito: Banco Central del Ecuador.
- BCE. (2020). *EVALUACIÓN IMPACTO MACROECONÓMICO DEL COVID-19 EN LA ECONOMÍA ECUATORIANA.* Quito: Banco Central del Ecuador.
- BCE. (Marzo de 2020). *Información Estadística Mensual.* Obtenido de <https://contenido.bce.fin.ec/home1/estadisticas/cntrimestral/CNTrimestral.jsp>
- BCE. (25 de 11 de 2021). *Cuestiones económicas. Volumen 31 edición especial. BCE.* Obtenido de Número Completo Sesiones Arbitrarias EPN: <https://estudioeconomicos.bce.fin.ec/index.php/RevistaCE/article/view/382/283>
- BCE. (12 de Mayo de 2021). *LA PANDEMIA POR EL COVID-19 GENERÓ UNA CAÍDA EN EL PIB DE 6,4% DE MARZO A DICIEMBRE DE 2020.* Obtenido de LA PANDEMIA POR EL COVID-19 GENERÓ UNA CAÍDA EN EL PIB DE 6,4% DE MARZO A DICIEMBRE DE 2020: https://contenido.bce.fin.ec//documentos/PublicacionesNotas//ImpMacCovid_122020.pdf
- BCE. (2022). *INFORME DE RESULTADOS CUENTAS NACIONALES TRIMESTRALES.* Quito: Banco Central del Ecuador.
- Ecuador, P. d. (16 de Marzo de 2020). *Decreto 1017 - Ministerio de Defensa Nacional.* Obtenido de Decreto 1017 - Ministerio de Defensa Nacional: https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/03/Decreto_presidencial_No_1017_17-Marzo-2020.pdf
- Galindo, M. P. (2013). *Análisis de tablas de tres vías: recientes desarrollos del STATIS.* Salamanca.
- González, M. (2020). *Análisis multivariante: Un recorrido por las técnicas de reducción de dimensiones.* Guayaquil: ESPOL.

GUISÁN, M. C. (2002). CAUSALIDAD Y COINTEGRACION EN MODELOS

ECONOMETRICOS: Aplicaciones a los países de la OCDE y limitaciones de los tests de cointegración. *Working Paper Series Economic Development*. n° 61, 2.

Jaime Bonet-Morón, e. a. (2020). *Impacto económico regional del Covid-19 en Colombia: un análisis insumo-producto*. Cartagena: Centro de estudios económicos.

Machicado, C. G. (2020). *Impacto socioeconómico de la pandemia de la COVID-19 en Bolivia*. La Paz: Coordinadora Residente del Sistema de Naciones Unidas en Bolivia.

Neusser, K. (2016). *Series de Tiempo Econométricas*. Bern, Switzerland: Springer Texts in Business and Economics.

Portal Primicias.ec, C. d. (17 de Abril de 2020). *El impacto del Covid-19 en la economía tiene tres escenarios*. Obtenido de <https://www.primicias.ec/noticias/economia/impacto-covid-19-economia-escenarios/>

Quintana Romero, L., & Mendoza, M. (2016). *Econometria aplicada utilizando R*. México, D.F.: N/A.

Rodríguez Mateus, N. (2022). Perspectivas de crecimiento económico en América Latina ante el impacto generado por el Covid-19. *Estrategia Organizacional*, 76 - 80.

Valle Arancibia Angélica, e. a. (2020). PANORAMA ECONÓMICO DEL ECUADOR EN TIEMPOS DE CORONAVIRUS. *Apuntes de Economía No. 64*, 14-19.

Vargas García, A. (2021). INCLUSIÓN FINANCIERA EN PERÚ Y LATINOAMÉRICA EN TIEMPOS DEL COVID-19. *Quipukamayoc*, 4.

7. Apéndices y anexos

7.1. ANEXO 1. Base de datos BCE.

Trimestre	Agricultura	Acuicultura	Pesca	Petróleo y minas	Refinación de Petróleo	Manufactura	Electricidad y agua	Construcción	Comercio	Alojamiento	Transporte	Comunicaciones	Servicios financieros	Actividades profesionales	Servicios Sociales y Salud	Administración pública	Servicio doméstico	Otros Servicios	TOTAL VAB	Otros elementos	PIB
2000.I	787.431	19.188	69.801	962.152	280.314	1.094.728	128.519	499.868	1.013.488	145.985	676.963	115.360	184.361	473.536	793.400	538.145	33.990	910.415	8.724.265	410.322	9.134.587
2000.II	807.027	18.889	69.032	936.498	283.353	1.148.010	128.899	563.428	1.045.777	145.739	686.729	110.543	193.714	481.825	798.332	548.942	33.801	919.450	8.805.536	414.876	9.220.414
2000.III	795.921	19.938	67.215	964.910	305.580	1.163.347	127.071	584.021	1.072.296	148.402	673.803	120.844	199.255	490.490	803.649	563.907	31.138	922.344	9.051.311	497.360	9.548.671
2000.IV	806.318	16.308	69.094	969.273	301.765	1.175.038	130.164	606.306	1.102.058	150.848	673.219	121.261	205.530	499.152	809.871	587.893	33.947	915.124	9.174.435	548.843	9.723.278
2001.I	831.433	20.274	69.745	1.009.422	273.045	1.194.620	129.913	646.343	1.103.877	154.105	672.753	127.130	173.319	524.801	810.369	564.261	34.636	871.252	9.207.406	491.957	9.699.363
2001.II	852.327	21.160	70.063	987.165	272.361	1.205.261	126.847	679.847	1.096.521	156.512	698.671	128.335	161.765	532.566	816.939	570.568	33.436	865.953	9.278.347	528.096	9.802.413
2001.III	853.085	21.923	69.372	981.463	252.792	1.208.396	129.345	719.479	1.099.817	159.096	703.482	131.198	167.482	546.323	821.683	562.521	33.963	872.260	9.344.004	465.479	9.809.483
2001.IV	840.087	22.348	68.121	958.623	266.618	1.209.947	131.194	733.467	1.133.748	162.971	712.562	133.379	191.942	566.028	825.935	575.291	34.152	875.406	9.441.809	488.295	9.930.104
2002.I	844.636	21.411	66.281	953.347	271.668	1.208.988	133.997	799.699	1.132.761	167.022	690.691	136.305	195.495	593.892	803.081	576.259	32.580	875.019	9.503.161	560.405	10.063.566
2002.II	873.892	22.279	66.252	970.100	265.154	1.225.924	136.458	811.081	1.135.260	170.670	701.624	138.524	190.471	615.026	808.023	580.367	33.078	888.662	9.633.045	572.773	10.205.818
2002.III	847.896	21.138	68.204	958.162	261.714	1.236.457	136.153	861.063	1.126.469	173.227	708.110	142.059	214.642	628.093	813.000	583.217	34.760	901.857	9.715.704	588.504	10.274.208
2002.IV	862.448	21.743	69.497	934.711	250.735	1.267.453	137.950	888.084	1.132.235	173.872	707.017	145.786	192.675	632.980	818.008	589.950	33.988	898.426	9.762.638	544.704	10.307.342
2003.I	886.469	25.265	76.147	966.658	222.962	1.270.454	134.552	869.303	1.200.778	174.570	721.438	155.257	190.536	637.880	822.208	586.683	32.400	898.495	9.869.863	570.225	10.440.088
2003.II	892.832	27.349	77.114	880.806	221.020	1.266.962	138.053	825.423	1.158.309	175.687	708.326	158.954	199.025	643.489	826.556	597.993	32.580	891.981	9.722.458	518.333	10.240.791
2003.III	906.799	26.567	79.774	1.089.222	208.433	1.269.944	138.028	811.495	1.139.135	177.532	721.801	163.866	201.297	648.753	833.984	626.417	38.620	903.988	9.860.945	504.038	10.364.983
2003.IV	930.089	28.656	78.745	1.290.143	225.520	1.292.355	141.018	822.570	1.168.378	179.666	718.466	165.551	198.293	653.882	846.548	614.931	38.825	918.191	10.310.817	505.185	10.816.002
2004.I	910.611	32.541	70.567	1.438.099	237.644	1.282.826	121.724	851.718	1.183.513	182.115	738.910	176.536	211.113	657.644	846.478	615.004	36.214	955.752	10.557.609	533.802	11.091.411
2004.II	922.383	31.648	70.343	1.524.616	254.749	1.290.363	122.326	872.537	1.195.022	184.070	726.344	181.435	214.968	662.168	866.956	621.731	38.255	969.070	10.738.964	543.965	11.282.949
2004.III	938.196	32.149	69.807	1.505.657	252.680	1.314.166	123.885	881.063	1.186.542	186.654	729.386	190.384	213.469	671.100	866.800	625.864	36.602	979.385	10.838.164	565.125	11.403.289
2004.IV	949.683	33.190	70.941	1.522.207	262.216	1.344.139	126.443	896.605	1.207.098	189.275	735.799	202.839	235.368	684.750	875.631	627.084	38.949	987.813	11.021.880	607.811	11.629.691
2005.I	963.304	41.451	82.691	1.520.226	243.715	1.355.535	124.606	916.163	1.282.343	192.204	740.547	228.838	241.865	702.099	890.724	644.198	35.444	980.724	11.181.500	601.775	11.783.275
2005.II	968.251	46.513	90.479	1.520.031	250.156	1.381.946	124.996	948.650	1.297.502	194.683	751.952	243.912	251.478	716.613	900.021	627.931	34.704	984.633	11.335.117	610.215	11.945.332
2005.III	974.451	48.407	92.600	1.494.549	232.749	1.400.560	125.236	976.369	1.274.025	198.017	744.466	253.647	277.731	730.402	907.011	634.088	36.358	987.638	11.388.814	563.105	11.951.919
2005.IV	978.256	51.172	96.142	1.585.160	229.531	1.427.313	125.056	961.021	1.294.181	201.408	766.301	257.168	285.078	743.848	913.657	638.419	36.569	991.136	11.579.148	570.046	12.148.194
2006.I	979.807	56.875	98.072	1.634.345	220.607	1.436.611	125.676	980.755	1.312.947	203.928	772.914	267.593	302.125	752.037	916.603	638.601	38.006	976.145	11.709.348	588.768	12.288.116
2006.II	984.636	50.476	96.652	1.642.539	252.210	1.449.351	126.709	998.675	1.331.570	211.436	789.657	274.445	315.531	769.254	928.708	643.528	39.196	983.719	11.875.622	571.404	12.447.026
2006.III	1.009.582	56.615	96.620	1.636.419	241.846	1.471.181	127.139	1.013.380	1.345.768	214.008	797.785	279.607	322.300	760.642	946.820	652.577	39.171	991.191	12.001.573	591.425	12.592.996
2006.IV	1.029.173	58.573	98.243	1.543.853	239.475	1.475.253	124.916	984.196	1.355.542	214.081	808.918	284.522	328.410	765.488	971.273	687.014	34.224	1.003.980	11.985.441	601.034	12.586.475
2007.I	1.036.984	51.419	93.626	1.472.246	229.119	1.475.511	145.239	982.488	1.312.910	213.395	801.878	293.670	316.799	792.419	1.003.247	680.535	36.745	993.462	11.931.703	616.882	12.548.585
2007.II	1.051.685	53.578	93.227	1.486.347	205.296	1.505.777	145.323	1.002.370	1.306.050	214.881	797.377	305.236	328.844	786.157	1.041.012	691.945	38.934	1.007.611	12.061.688	619.262	12.681.374
2007.III	1.053.909	57.848	93.328	1.487.027	241.065	1.527.166	145.123	998.320	1.346.535	215.995	818.446	312.890	326.616	830.294	984.152	714.958	37.300	1.032.136	12.199.518	631.960	12.831.480
2007.IV	1.032.068	60.176	96.248	1.529.804	251.338	1.568.665	149.918	1.035.502	1.300.543	220.708	813.826	329.706	330.969	832.599	933.716	697.105	37.513	1.026.186	12.327.904	688.226	12.986.220
2008.I	1.059.720	60.128	99.249	1.522.032	245.620	1.609.549	182.440	1.007.301	1.439.619	219.290	827.842	346.992	342.862	855.892	1.012.142	691.607	35.373	1.027.057	12.586.563	617.037	13.203.990
2008.II	1.065.448	56.919	102.823	1.478.866	243.880	1.657.761	190.016	1.039.969	1.487.213	219.965	844.584	367.365	333.578	851.988	1.011.958	715.607	37.372	1.025.261	12.720.573	607.383	13.327.956
2008.III	1.041.317	57.115	106.285	1.480.511	260.892	1.672.251	194.372	1.135.778	1.515.725	229.612	867.308	383.214	351.254	867.586	1.031.682	713.157	36.350	1.043.793	12.998.198	691.023	13.689.236
2008.IV	1.042.441	58.523	102.693	1.480.525	257.273	1.695.011	194.825	1.188.941	1.498.575	241.498	889.376	404.672	357.206	898.454	1.101.229	698.780	37.871	1.063.004	13.188.410	730.917	13.919.327
2009.I	1.058.516	57.805	91.842	1.537.565	271.394	1.652.881	195.279	1.158.461	1.433.167	243.070	889.003	405.711	358.297	847.003	1.127.967	713.311	41.585	1.042.075	13.125.834	695.363	13.821.197
2009.II	1.075.422	58.988	89.968	1.512.788	332.096	1.626.734	179.458	1.126.846	1.397.245	247.756	890.916	405.032	355.989	836.589	1.095.347	778.055	41.947	1.036.143	13.103.429	560.301	13.661.730
2009.III	1.093.370	59.997	90.763	1.458.962	250.183	1.624.653	173.662	1.105.881	1.408.528	249.226	912.829	412.234	353.844	828.867	1.128.040	818.699	43.563	1.039.122	13.051.813	527.692	13.579.505
2009.IV	1.104.652	62.345	91.224	1.440.983	195.236	1.630.294	137.396	1.103.770	1.461.497	250.162	921.662	351.203	351.203	847.678	1.127.964						

7.2. ANEXO 2. Análisis Descriptivo (Códigos y librerías utilizados en el software estadístico R).

AUTOCORRELACION SERIAL

Librerías utilizadas

```
library(datasets)
library(Ecdat)
library(graphics)
library(Lmtest)
library(stats)
library(openxlsx)
library(ggplot2)
```

```
basebce <- read.xlsx("~/2021/ESPOL MAESTRIA/14.- Proyecto Fin de
Master/13.- PROCESO DE GRADUACIÓN/R TITULACIÓN/BASE_BCE.xlsx")
attach(basebce)
basetrim<-ts(basebce, start=c(2000,1), end=c(2021,4), frequency=4)
summary(basebce)
ggplot(data=basebce,
        mapping=aes(x=1:88,
                     y=Comercio))+
  xlab('Trimestre')+
  geom_point()+
  labs(title='Comercio')

ggplot(data=basebce,
        mapping=aes(x=1:88,
                     y=P.I.B.))+
  xlab('Trimestre')+
  geom_point()+
  labs(title='Producto Interno Bruto de Ecuador')

summary (mcor)
```

PRUEBA DE AUTOCORRELACIÓN UTILIZANDO GRÁFICAS

```
plot(mcor)
residuos <- residuals(mcor)
ajustados <- fitted.values(mcor)
```

Gráfico de los Residuales

```
plot (1:88, residuos); abline(h=0)
plot (ajustados, residuos); abline(h=0)
```

PRUEBA DE DURBIN WATSON

```
dwtest(mcor)
```

PRUEBA DE BREUSCH-GODFREY

```
bgtest(mcor)
```

CORRELOGRAMAS

```
acf (Comercio)
pacf (Comercio)
```

CORRECCIÓN DEL MODELO

```
library(orcutt)
mcor1<-cochrane.orcutt(mcor)
mcor1
```

ANALISIS DE INTEGRACION**PRUEBA DE RAÍCES UNITARIAS**

```
library(urca)

lpib_ecu <- log(basebce$P.I.B.)
d_lpib_ecu <- diff(lpib_ecu)
d_lpib_ecu2<- diff(lpib_ecu,2)

periodo <- basebce$Trimestre

ggplot(data=basebce,
       mapping=aes(x=1:88,
                   y=lpib_ecu))+
  xlab('Trimestre')+
  geom_line()+
  labs(title="Producto Interno Bruto de Ecuador")

plot(d_lpib_ecu, main="Diferencias del logaritmo del PIB de Ecuador")
lines(d_lpib_ecu, col="black")
lines(d_lpib_ecu2, col="red")
```

Prueba de ADF

```
Lc.df <- ur.df(y=P.I.B., type='trend',lags=4, selectlags=c("AIC"))
summary(Lc.df)
Lc.df <- ur.df(y= d_lpib_ecu, type='drift',lags=4, selectlags=c("AIC"))
summary(Lc.df)
Lc.df <- ur.df(y= d_lpib_ecu, type='none',lags=4, selectlags=c("AIC"))
summary(Lc.df)
Lc.df <- ur.df(y= d_lpib_ecu, type='trend',lags=4, selectlags=c("AIC"))
summary(Lc.df)
Lc.df <- ur.df(y= d_lpib_ecu, type='drift',lags=4, selectlags=c("AIC"))
summary(Lc.df)
Lc.df <- ur.df(y= d_lpib_ecu, type='none',lags=4, selectlags=c("AIC"))
summary(Lc.df)
```

Prueba PP con constante y tendencia

```
Lc.pp <- ur.pp(lpib_ecu, type="Z-tau",model="trend", lags="long")
summary(Lc.pp)
```

Prueba PP con constante

```
Lc.pp <- ur.pp(lpib_ecu, type="Z-tau",model="constant", lags="long")
summary(Lc.pp)
```

Pruebas KPSS para el logaritmo de la variable PIB.

```
Lc.kpss <- ur.kpss(lpib_ecu, type="tau", lags="short", use.lag = NULL)
summary(Lc.kpss)
```

Prueba PP con tendencia y constante

```
lc.pp <- ur.pp(d_lpi_becu, type="Z-tau", model="trend", lags="long")  
summary(lc.pp)
```

Prueba PP con constante

```
lc.pp <- ur.pp(d_lpi_becu, type="Z-tau", model="constant", lags="long")  
summary(lc.pp)
```

Pruebas KPSS para la primera diferencia del logaritmo de la variable PIB

```
lc.kpss <- ur.kpss(d_lpi_becu, type="tau", lags="short", use.lag = NULL)  
summary(lc.kpss)
```

7.3. ANEXO 3. Códigos Cointegración – VAR (Códigos y librerías utilizados en el software estadístico R).

Librerías utilizadas

```
library(readxl)
library(tseries)
library(ggplot2)
library(CADFtest)
library(vars)
library(urca)

basebce <- read_excel("BASE_BCE.xlsx")
basebce=basebce[, -c(20,23)]
colnames(basebce)=c("Trimestre", names2)
```

SERIES DE TIEMPO

```
bce_ts= ts(basebce[, -1], frequency=4, start=c(2000,1))
for(i in 1:20){
ts.plot(bce_ts[,i], ylab=names[i])
}

which(colMeans(basebce[, -1])>1050000)
t<-seq(ISOdate(2000,3,31), ISOdate(2021,12,31), by = "quarter")
grafind0<-ggplot(basebce, aes(t)) +
  geom_line(aes(y = PIB/1000000, colour = "PIB"), size = 1) +
  ggtitle("PIB")+
  xlab("a?os") + ylab("Millones $")+
  scale_colour_hue(" ")
grafind0
grafind<-ggplot(basebce, aes(t)) +
  geom_line(aes(y = Agricultura/1000000, colour = "Agricultura"), size =
0.5) +
  geom_line(aes(y = Petroleo_y_minas/1000000, colour = "Petr?leo y
minas"), size = 0.5) +
  geom_line(aes(y = Manufactura/1000000, colour = "Manufactura"), size =
0.5) +
  geom_line(aes(y = Construccion/1000000, colour = "Construcci?n"), size
= 0.5) +
  geom_line(aes(y = Comercio/1000000, colour = "Comercio"), size = 0.5)
+
  geom_line(aes(y = Servicios_Sociales_y_Salud/1000000, colour =
"Servicios sociales y Salud"), size = 0.5) +
  ggtitle("PIB por Industria")+
  xlab("a?os") + ylab("Millones $")+
  scale_colour_hue(" ")
grafind
grafind2<-ggplot(basebce, aes(t)) +
  geom_line(aes(y = Comunicaciones/1000000, colour = "Comunicaciones"),
size = 0.5) +
  geom_line(aes(y = Servicios_financieros/1000000, colour = "Servicios
```

```

financieros"), size = 0.5) +
  geom_line(aes(y = Actividades_profesionales/1000000, colour =
"Actividades profesionales"), size = 0.5) +
  geom_line(aes(y = Administracion_publica/1000000, colour =
"Administraci?n_p?blica "), size = 0.5) +
  geom_line(aes(y = Otros_elementos/1000000, colour = "Otros
elementos"), size = 0.5) +
  geom_line(aes(y = Otros_Servicios/1000000 , colour = "Otros
Servicios"), size = 0.5) +
  geom_line(aes(y = Transporte/1000000 , colour = "Transporte"), size =
0.5) +
  ggtitle("PIB por Industria")+
  xlab("a?os") + ylab("Millones $")+
  scale_colour_hue(" ")

```

grafind2

```

grafind2<-ggplot(basebce, aes(t)) +
  geom_line(aes(y = Comunicaciones/1000000, colour = "Comunicaciones"),
size = 0.5) +
  geom_line(aes(y = Servicios_financieros/1000000, colour = "Servicios
financieros"), size = 0.5) +
  geom_line(aes(y = Actividades_profesionales/1000000, colour =
"Actividades profesionales"), size = 0.5) +
  geom_line(aes(y = Administracion_publica/1000000, colour =
"Administraci?n_p?blica "), size = 0.5) +
  geom_line(aes(y = Otros_elementos/1000000, colour = "Otros
elementos"), size = 0.5) +
  geom_line(aes(y = Otros_Servicios/1000000 , colour = "Otros
Servicios"), size = 0.5) +
  geom_line(aes(y = Transporte/1000000 , colour = "Transporte"), size =
0.5) +
  ggtitle("PIB por Industria")+
  xlab("a?os") + ylab("Millones $")+
  scale_colour_hue(" ")

```

grafind2

```

grafind3<-ggplot(basebce, aes(t)) +
  geom_line(aes(y = Acuicultura/1000000, colour = "Acuicultura"), size =
0.5) +
  geom_line(aes(y = Pesca/1000000, colour = "Pesca"), size = 0.5) +
  geom_line(aes(y = Refinacion_de_Petroleo/1000000, colour = "Refinaci?n
de Petr?leo"), size = 0.5) +
  geom_line(aes(y = Electricidad_y_agua/1000000, colour = "Electricidad
y Agua"), size = 0.5) +
  geom_line(aes(y = Alojamiento/1000000, colour = "Alojamiento"), size =
0.5) +
  geom_line(aes(y = Servicio_domestico/1000000, colour = "Servicio
dom?stico"), size = 0.5) +
  ggtitle("PIB por Industria")+
  xlab("a?os") + ylab("Millones $")+
  scale_colour_hue(" ")

```

grafind3

Correlogramas

```

for(i in 1:20){
  acf(bce_ts[,i], ylab=names[i])
}

Diferencias en log
logbce_ts <- log(bce_ts)
for(i in 1:20){
  ts.plot(logbce_ts[,i], ylab=paste("log ",names[i]))
}

for(i in 1:20){
  print(CADFTest(logbce_ts[,i], type= "trend", criterion= "BIC"))
  flush.console()
}

dlogbce_ts <- diff(logbce_ts)
for(i in 1:20){
  ts.plot(dlogbce_ts[,i], ylab=paste("d log ",names[i]))
}

Probar si son estacionarias
for(i in 1:20){
  print(names[i])
  print(CADFTest(dlogbce_ts[,i], type= "drift", criterion= "BIC"))
  flush.console()
}

Graficas de dlog
dlog=data.frame(dlogbce_ts)
i=0
i=i+1
gd1<-ggplot(dlog, aes(t[-1])) +
  geom_line(aes(y = dlog[,i], colour = names[i]), size = 0.5,
color="#00BFC4") +
  geom_line(aes(y = dlog[,20], colour = "PIB"), color="#F8766D", size =
0.5) +
  ggtitle(paste("PIB y ", names[i] ))+
  xlab("a?os") + ylab("Diff log")+
  scale_colour_hue(" ")
gd1

plot(d_lpib_ecu, main="Diferencias en Logaritmo del Comercio y el PIB de
Ecuador", axes=F, xlab="Trimestre", ylab="PIB - Comercio")
axis(1, at=1:88, labels=basebce$Trimestre, cex.axis=0.5)
lines(d_lpib_ecu, col="blue")
lines(dlcom_ecu, col="red")

Comprobar si son white noise
for(i in 1:20){
  par(mfrow=c(1,2))
  acf(dlogbce_ts[,i] , main=names[i])
  pacf(dlogbce_ts[,i] , main=names[i])
}

for(i in 1:20){
  print(names[i])
}

```

```

print(Box.test(dlogbce_ts[,i], type = "Ljung-Box"))
flush.console()
}

Cointegraciones
for(i in 1:19){
fit_ci <- lm(logbce_ts[,20] ~ logbce_ts[,i])
res_fit_ci <- fit_ci$residuals
print(names[i])
print(
CADFtest(res_fit_ci,type="drift",criterion="BIC") )
flush.console()
}

for(i in 1:19){
fit_ci <- lm(logbce_ts[1:80,20] ~ logbce_ts[1:80,i])
res_fit_ci <- fit_ci$residuals
print(names[i])
print(
CADFtest(res_fit_ci,type="drift",criterion="BIC") )
flush.console()
}

Test Jonhansen
for(i in 1:5){
vs=VARselect(cbind(logbce_ts[,20], logbce_ts[,i]), type="const")
k=max(min(vs$selection[c(1,3)]),2)
#SC selects 1 lag
print(names[i])
print(k)
trace_test<-ca.jo(cbind(logbce_ts[,20], logbce_ts[,i]),type="trace",K=k,
ecdet="const",spec="transitory")
print(summary(trace_test))
maxeigen_test<-ca.jo(cbind(logbce_ts[,20],
logbce_ts[,9]),type="eigen",K=2,
ecdet="const",spec="transitory")
print(summary(maxeigen_test))
flush.console()
}

for(i in 6:10){
vs=VARselect(cbind(logbce_ts[,20], logbce_ts[,i]), type="const")
k=max(min(vs$selection[c(1,3)]),2)
#SC selects 1 lag
print(names[i])
print(k)
trace_test<-ca.jo(cbind(logbce_ts[,20],
logbce_ts[,i]),type="trace",K=k,
ecdet="const",spec="transitory")
print(summary(trace_test))

maxeigen_test<-ca.jo(cbind(logbce_ts[,20],
logbce_ts[,9]),type="eigen",K=2,
ecdet="const",spec="transitory")

```

```

print(summary(maxeigen_test))
flush.console()
}

for(i in 11:15){
  vs=VARselect(cbind(logbce_ts[,20], logbce_ts[,i]), type="const")
  k=max(min(vs$selection[c(1,3)]),2)
  #SC selects 1 lag
  print(names[i])
  print(k)
  trace_test<-ca.jo(cbind(logbce_ts[,20],
logbce_ts[,i]),type="trace",K=k,
                    ecdet="const",spec="transitory")
  print(summary(trace_test))

  maxeigen_test<-ca.jo(cbind(logbce_ts[,20],
logbce_ts[,9]),type="eigen",K=2,
                      ecdet="const",spec="transitory")

  print(summary(maxeigen_test))
  flush.console()
}

trace_test<-ca.jo(cbind(logbce_ts[,20],
logbce_ts[,i]),type="trace",K=k,ecdet="const",spec="transitory")
print(summary(trace_test))

maxeigen_test<-ca.jo(cbind(logbce_ts[,20],
logbce_ts[,9]),type="eigen",K=2,
                    ecdet="const",spec="transitory")
print(summary(maxeigen_test))
flush.console()

ECM comercio y PIB
fit_ci <- lm(logbce_ts[,20] ~ logbce_ts[,9])
res_fit_ci <- fit_ci$residuals
ECT <- res_fit_ci[-length(res_fit_ci)]
fit_ecm <- lm(dlogbce_ts[,20] ~ dlogbce_ts[,9] + ECT)
plot.ts(fit_ecm$residuals)
acf(fit_ecm$residuals)
Box.test(fit_ecm$residuals, type = "Ljung-Box")
summary(fit_ecm)

```

7.4. ANEXO 4. MODELO K-Vías Códigos Cointegración – VAR (Códigos y librerías utilizados en el software estadístico R).

MODELO STATIS

Librerías utilizadas

```
library(readxl)
library(openxlsx)
library(ade4)
```

```
basebcekv <- read.xlsx("~/2021/ESPOL MAESTRIA/14.- Proyecto Fin de
Master/13.- PROCESO DE GRADUACIÓN/R TITULACIÓN/BASE_BCE_Kv.xlsx")
```

STATIS

```
kbce1 <- ktab.within(withinpca(basebcekv[,3:23], factor(basebcekv$Año),
                    scaling="total", scannf = FALSE))
```

```
statis <- statis(kbce1, scann = FALSE)
plot(statis)
```

```
statis$RV#coeficientes de correlación vectorial RV
```

```
statis$cos2#coseno2
```

```
statis$RV.tabw#pesos para las k-tablas
```

```
statis$RV.eig#valores propios para la inter-estructura
```

```
statis$C.eig#valores propios para el compromiso
```

```
kplot(statis)
```