

Econometric Models for Gross Domestic Product in Honduras

Sofia Handal Ynestroza^{1,3}; María Elena, Perdomo^{1,4}; Joselyn, Alvarado Siwady^{2,5}; Marlon, Galindo-Benavides^{2,6}

¹ Facultad de Ingeniería, Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), Honduras.

² POSFACE, Universidad Nacional Autónoma de Honduras

sofiamhandal@unitec.edu³, maria_perdomo@unitec.edu⁴, joselyn.alvarado@unah.edu.hn⁵, marlon.galindo@unah.edu.hn⁶

Abstract— Gross Domestic Product (GDP) is still considered the standard benchmark for assessing a country's economic performance, and this also applies to the Honduran economy. However, the country has only seen a handful of data-driven econometric studies, limiting Congress's ability to base its future economic plans on sound evidence. Given this gap, this project uses two different econometric techniques: a logarithmic Ordinary Least Squares (OLS) model and a Vector Autoregression (VAR) approach to analyze the data. It uses annual data from 2000 to 2023, examining various macroeconomic variables such as private and public spending, gross fixed capital formation, exports, imports, foreign direct investment, and remittances, which are crucial for many Honduran families and households. The OLS model results show that private consumption has the greatest impact on GDP (0.82%), followed by exports (0.33%) and gross fixed capital formation (0.19%). In contrast, imports show a negative effect, and the remittances and foreign direct investment variables were not statistically significant. Furthermore, the VAR model confirmed the structural stability of the system, demonstrating short-term relationships between the variables, specifically between private consumption and GDP. Standard tests such as the Augmented Dickey-Fuller (ADF) unit root test, Granger causality test, lag length selection, and inverse root stability were used to ensure the robustness of the analysis.

Keywords— *macroeconomics performance, forecasting models, econometric modeling, time series analysis, Honduras economical dynamics*

Modelos Econométricos para el Producto Interno Bruto de Honduras

Sofia Handal Ynestroza^{1,3}; María Elena Perdomo^{1,4}; Joselyn Alvarado Siwady^{2,5}; Marlon, Galindo-Benavides^{2,6}

¹ Facultad de Ingeniería, Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), Honduras.

² POSFACE, Universidad Nacional Autónoma de Honduras

sofiamhandal@unitec.edu³, maria_perdomo@unitec.edu⁴, joselyn.alvarado@unah.edu.hn⁵, marlon.galindo@unah.edu.hn⁶

Resumen- El Producto Interno Bruto o PIB todavía se considera el patrón de referencia conocido para determinar cómo va la economía de un país, y eso también se aplica a la economía de Honduras. Sin embargo, el país sólo ha visto un puñado de estudios econométricos basados en datos, lo que limita la capacidad del Congreso para basarse en pruebas sólidas a la hora de elaborar sus futuros planes económicos. Teniendo en cuenta esta carencia, este proyecto utiliza dos técnicas econométricas diferentes: un modelo logarítmico de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) y un enfoque de Autorregresión vectorial (VAR) para extraer información de las cifras. Recoge datos anuales de 2000 a 2023, examinando las distintas variables macroeconómicas, como el gasto privado y público, la inversión bruta en capital fijo, las exportaciones, las importaciones, la inversión extranjera directa y las remesas de las que dependen tantas familias y hogares. Los resultados del modelo MCO revelan que el consumo privado tiene el mayor peso en base al PIB (0.82%), seguido de las exportaciones (0.33%) y la formación bruta de capital fijo (0.19%). En contraste, las importaciones muestran un efecto negativo, y las variables de remesas e inversión extranjera directa no resultaron significativas estadísticamente. Por otra parte, el modelo VAR logró confirmar la estabilidad estructural del sistema, evidenciando que hay relaciones a corto plazo entre las variables, específicamente el consumo privado con el PIB. Prueba estándares como la de raíz unitaria de Dickey-Fuller aumentado o ADF, la causalidad de Granger, la selección de la longitud del retardo, la estabilidad de la raíz inversa fue utilizadas para garantizar la robustez del análisis.

Palabras clave- resultados macroeconómicos, modelos de previsión, modelización econométrica, análisis de series temporales, dinámica económica de Honduras

I. INTRODUCCIÓN

El PIB o Producto Interno Bruto es uno de los principales indicadores utilizados a nivel mundial para evaluar el desempeño económico que tiene un país, en el cual se ve el valor total de las diferentes producciones de tanto bienes como servicios en el que nos permite ver y analizar el crecimiento, estabilidad y la eficiencia de las diferentes políticas. Países como Honduras, se encuentran diversos y constantes obstáculos económicos que para poder entender que factores afectan el PIB se requiere de más de una tarea académica sino de lo que se considera como una necesidad estratégica para la creación de las diferentes políticas.

Este proyecto de investigación nace de la intención de poder utilizar diferentes herramientas económicas de

manera moderna para la explicación y análisis del comportamiento del PIB en el país de Honduras en el periodo del 2000 al 2023. Utilizando el software especializado de EViews se logra estimar los dos tipos de modelos econométricos: el modelo de regresión múltiple log-log usando Mínimos Cuadrados Ordinarios o MCO y el modelo Vector Autorregresivo o VAR para obtener las distintas interacciones existentes entre las variables macroeconómicas. Estos dos estilos de modelos económicos nos dan la oportunidad de poder explicar tanto las variables que determinan el flujo del PIB, pero también nos ayuda a predecir el comportamiento en los próximos años

II. ESTADO DEL ARTE

La econometría es un campo que combina una amplia gama de los factores en el dominio de la economía, aplicando técnicas matemáticas y estadísticas para verificar las diferentes relaciones postuladas y sacar las estimaciones de las diferentes relaciones que hay entre las otras incógnitas [1]. Los modelos económicos siempre serán considerados una herramienta poderosa para los economistas [2]. Se pudo afirmar que la inclusión de la teoría, operaciones estadísticas y los diferentes datos han logrado que la econometría este completa, debido a que está fundamentada económicamente y su propósito final es probar la hipótesis de un estudio [3].

Esta ocupa de diferentes mediciones del PIB y la modelación de los diferentes modelos con el propósito entender la diferencia de correlación entre el crecimiento económico y sus impulsores necesarios para el PIB de Honduras [4]. A través de los diferentes tipos de métodos como los modelos de series temporales o los de regresión, se inspecciona el comportamiento del PIB en base a los diferentes factores que afectan al PIB como la inversión, el gasto de una nación y más [5].

Su principal objetivo es lograr interpretar y predecir los fenómenos económicos a través de una estimación exacta de los diferentes modelados que unen las variables [6]. Una de las principales aspiraciones del tema de la econometría enfocada en el Producto Interno Bruto es poder predecir la evolución a futuro a través de la identificación de los distintos comportamientos y tendencias de las bases de datos estadísticos [7].

Los modelos econométricos son instrumentos estadísticos y matemáticos que facilitan la cuantificación de vínculos económicos y al validar la teoría mediante datos empíricos [2]. El papel principal de estos modelos consiste en lograr conceptualizar los vínculos entre las distintas variables y los métodos numéricos que facilitan la simulación del comportamiento a futuro y la evaluación de las distintas políticas en base a la economía [8]. Este tipo de modelo permite evaluar fenómenos del desarrollo económico, utilizando un aporte pragmático enfocado en pruebas [9]. En cuanto a la econometría, no solo logra explicar el aspecto de la economía, sino que también explica el aspecto de la evaluación y proyecciones mediante los distintos modelos. Los modelos econométricos nos dan la posibilidad de realizar las respectivas deducciones y verificación de las hipótesis, pero bajo determinadas circunstancias [10]. En la siguiente figura, la Figura 1 podemos apreciar las fuentes de información que fueron empleadas en las investigaciones por distintos autores. Su uso abarca diversas disciplinas como la agricultura, el transporte, las finanzas y el comercio internacional [5]. La fiabilidad de un modelo econométrico también se basa en la calidad y el origen de la información empleada. Las investigaciones examinadas utilizaron diferentes fuentes para sostener sus análisis.

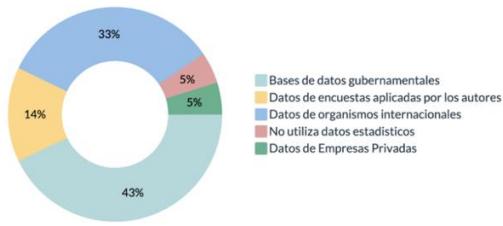


Fig. 1. Fuente de datos utilizados en los estudios

Existen distintos tipos de modelos econométricos que se seleccionan según la naturaleza del problema, los datos disponibles y el objetivo del análisis [3]. Los más comunes incluyen los modelos de regresión lineal, los modelos de series de tiempo, los modelos estructurales, los modelos de panel de datos, y los modelos de mínimos cuadrados ordinarios [11]. En la figura 2 se analiza los tipos de modelos econométricos más utilizados en los artículos analizados.



Fig. 2. Modelos Econométricos más utilizados en los artículos analizados

Cada tipo de modelo econométrico ofrece ventajas específicas dependiendo de la complejidad del fenómeno a estudiar y la naturaleza de los datos disponibles [12].

Los modelos de regresión son ampliamente utilizados en econometría por su capacidad de estimar la relación entre una variable dependiente y una o más variables independientes [13]. Además de los Mínimos Cuadrados Ordinarios, los modelos de regresión incluyen variantes como la regresión

logística, la regresión múltiple y los modelos con variables "dummy" para representar efectos cualitativos [14]. En estudios sobre el crecimiento económico, estos modelos se utilizan para estimar el efecto individual de factores como las exportaciones, la inversión extranjera directa y el capital humano sobre el PIB [15]. Esta flexibilidad hace de los modelos de regresión una opción ideal [16]. La interpretación de los coeficientes permite establecer relaciones directas entre las variables, facilitando recomendaciones políticas.

Los modelos de series de tiempo se concentran en información consecutiva para poder reconocer los distintos patrones, tendencias y ciclos que facilitan la predicción del desarrollo a futuro de variables económicas como el PIB [13]. Estos tipos de técnicas resultan fundamentales cuando se maneja de manera independiente información recogida de manera regular, ya sea mensual o anual [11]. Complementariamente de ARIMA y VAR, se incluyen modelos con componentes estacionales [17]. Su fuerza reside en que toman en cuenta la relación temporal dentro de los datos, lo que permite hacer proyecciones basándose en la progresión histórica [18].

Los modelos estructurales incorporan varias operaciones al mismo tiempo que evidencian interrelaciones económicas complicadas, lo que facilita el análisis de impactos inmediatos e adicionales en la administración económica [19]. Este atributo es especialmente beneficioso en situaciones donde una única variable es afectada por múltiples factores interconectados tal como ocurre con el PIB [20]. Debido a su diseño, facilitan la simulación de escenarios contrafactual y la evaluación de efectos hipotéticos de políticas económicas antes de su puesta en marcha [3]. Tras su estimación, es necesario validar los modelos econométricos para asegurar su solidez. La Figura 3 muestra la confirmación de los resultados obtenidos en los modelos de econometría. Las estrategias empleadas difieren entre los artículos, pero todas buscan confirmar la relevancia y fiabilidad de los hallazgos.



Fig.3. Validación de los resultados en los modelos econométricos

El uso de herramientas estadísticas especializadas permite estimar y validar modelos econométricos con mayor precisión. Programas como Stata y EViews son ampliamente aplicados y también se observa el uso de SPSS y Excel, especialmente en investigaciones con un enfoque exploratorio o cuando el volumen de datos no es elevado [21]. En la Figura 4 se puede notar los softwares o herramientas estadísticas más usadas según la literatura.

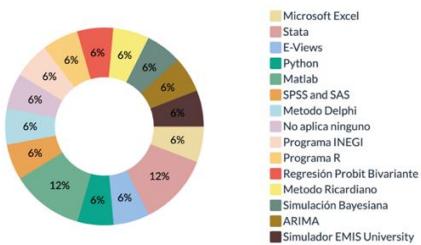


Fig.4. Softwares o herramientas estadísticas más utilizadas

El Producto Interno Bruto o PIB se divide en tres secciones diferentes que al final son útiles para comprender exactamente que son. Esas tres secciones cuentan con distintas perspectivas: la perspectiva o enfoque de gasto, la de producción y la del ingreso [22]. La flexibilidad metodológica lo transforma en un instrumento de mucha utilidad en los estudios que emplean modelos de regresión, series de tiempo o modelos estructurales para examinar la dinámica del desarrollo económico [23]. También es una métrica central en los modelos económicos porque permite establecer relaciones causales entre variables macroeconómicas. Por ejemplo, se puede analizar como el gasto público o la inversión extranjera inciden en su comportamiento a lo largo del tiempo [24].

El PIB es una medida fundamental que logra reflejar el valor total de los bienes y servicios finales producidos en una economía durante un periodo determinado. Para poder obtener su cálculo se emplea el enfoque de gasto, donde se considera la suma de los consumos generales de los hogares (C), la inversión empresarial (I), el gasto público (G) y las exportaciones (X-M) [25].

$$PIB = C + I + G + (X - M) \quad (1)$$

El enfoque de producción del PIB mide el valor agregado generado por cada sector económico, como el agrícola, industrial y de servicios. Esta metodología permite identificar qué actividades más contribuyen al crecimiento económico de un país. En Ecuador, por ejemplo, se aplicó este enfoque para analizar el desempeño económico sectorial entre 2000 y 2013, lo que permitió identificar una participación predominante del sector terciario [26]. De igual forma, la CEPAL ha promovido este enfoque para construir cuentas subnacionales y evaluar la productividad regional de forma desagregada. Estas aplicaciones del enfoque de producción resultan útiles para orientar políticas públicas y estrategias de desarrollo económico focalizado [27]. Este método proporciona una perspectiva detallada de cómo se distribuyen los ingresos en una economía. Instituciones como el INEI en Perú lo utilizan para poder identificar el aporte de cada fuente de ingreso al crecimiento económico nacional [28].

El método de gasto determina el PIB al añadir el consumo doméstico, la financiación, el desembolso gubernamental y las ventas de bienes netas. Este método de evaluación facilita el análisis de la demanda agregada y su impacto en el desarrollo económico. En México, se analizó la conexión entre el desembolso público estatal y el PIB hallando un impacto considerable, en particular en entidades con mayor progreso [9]. Asimismo, en Ecuador se analizó como los

elementos del PIB desde la perspectiva del gasto afectan al ámbito empresarial equitativo resaltando la función de la inversión y el consumo [27].

El Producto Interno Bruto o PIB de Honduras ha mostrado una evolución influenciada por factores tanto externos como internos, como el comercio internacional, la inversión extranjera, y la política fiscal. En estudios recientes, se han aplicado modelos econométricos para analizar como estas variables impactan el crecimiento del PIB hondureño a través de métodos como Mínimo Cuadrado Ordinario (MCO), modelos de panel y series de tiempo [29]. Se ha demostrado que la inversión pública y las exportaciones juegan un papel importante en el crecimiento económico del país [30].

El uso de datos oficiales del Banco Central de Honduras ha permitido realizar estimaciones más precisas y validaciones mediante pruebas estadísticas como heterocedasticidad, multicolinealidad, y normalidad de errores [21]. Estos análisis ofrecen una perspectiva detallada de la economía nacional y su potencial de desarrollo. A continuación, en la Figura 5 se presenta un gráfico del PIB de Honduras a través de los años desde el 2019 hasta una proyección del 2024.

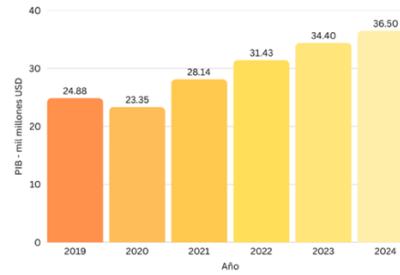


Fig.5. PIB de Honduras a través del 2019-2024. Obtenido del Informe Estadístico del Banco Central de Honduras [31]

En América Latina, el comportamiento del PIB ha sido objeto de numerosos estudios económicos que buscan entender los factores que impulsan el crecimiento en economías emergentes. Modelos estructurales y de series temporales han permitido comparar el impacto de políticas fiscales, exportaciones y condiciones externas en países como México, Colombia, y Argentina [32].

Además se ha documentado que el uso de herramientas como Stata y EViews ha facilitado el análisis de grandes bases de datos provenientes de organismos internacionales y bancos centrales [14]. Las investigaciones revelan que el gasto público eficiente, acompañado de una inversión estratégica, tiende a generar efectos positivos y significativos sobre el PIB [23]. En la siguiente grafica en la Figura 6 se realiza una comparación del PIB en el año 2023 con otros países latinoamericanos.

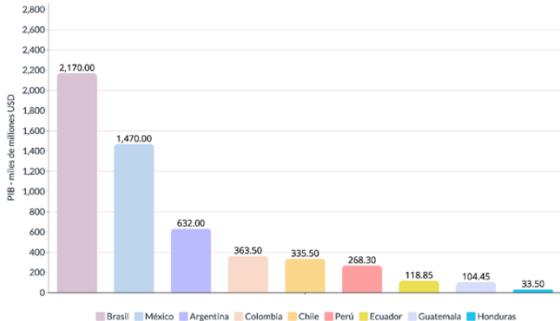


Fig.6. Comparación en el 2023 del PIB a otros países latinoamericanos

III. METODOLOGÍA

A. Metodología de Estudio

Esta investigación tiene como finalidad poder utilizar los modelos económicos para evaluar el comportamiento del PIB en Honduras, incorporando las distintas herramientas estadísticas-matemáticas y los métodos cuantitativos para poder detectar irregularidades que afecten el desarrollo de la economía del país. Se planteo la metodología que se explicara en el siguiente apartado, así como se muestra en la Figura 7.



Fig.7. Metodología de Estudio para Modelos Económéticos para el PIB de Honduras... Elaboración Propia

El primer paso por realizar es la revisión bibliográfica en el que se detalla las distintas investigaciones académicas, esta revisión facilitara la identificación de las técnicas más empleadas, las variables macroeconómicas más habituales y los métodos estadísticos más utilizados.

La recopilación de información se concentrará en los datos macroeconómicos de fuentes oficiales y fiables, tales como el Banco Central de Honduras, el Banco Mundial, la CEPAL y el Fondo Monetario Internacional. Se compilarán las series a través de la historia del PIB y sus variables entrelazadas como la inversión, la exportación e importación, y más. Familiarización y Dominio del Software EViews. Parte de la metodología de estudio, se necesitará la familiarización y dominio del software escogido específicamente EViews, utilizado para el análisis estadístico del modelo económico.

Luego de recolectar los datos necesarios para la creación del estudio, se organizará y modificará mediante el uso de los instrumentos Microsoft Excel e EViews. Seguidamente se realizará la organización para la estimación del modelo MCO en el programa elegido, en este caso EViews con el objetivo de poder reconocer el efecto que tiene cada variable en la variable dependiente que es el PIB, utilizando las fórmulas para poder conseguir el coeficiente. Para ello, se empezará

pasando los datos a logaritmo natural y luego se hará la ecuación en $\ln(\text{PIB})$ para poder apreciar los ajustes robustos y las diferencias que hay entre el $\ln(\text{PIB})$ real versus el estimado, para poder validar la eficiencia del modelo.

La construcción del modelo de Vector Autorregresivo o VAR, en el cual nos permitirá analizar las distintas maneras que se ven afectadas las variables macroeconómicas que afectan el país utilizando primera diferencia para poder conseguir el objetivo de estacionariedad. Con el programa de EViews se creará el sistema VAR para poder obtener los números óptimos de rezagos que se utilizaran para poder permitir las diferentes relaciones a corto plazo con la variable de PIB, en el cual la prueba de Granger es una prueba de alta importancia para el chequeo del modelo. Además de los siguientes modelos MCO y VAR, se aplicarán pruebas complementarias económicas para poder lograr la validez de la estadística dada por los modelos. Entre las siguientes pruebas se incluirá la prueba de raíces unitarias o ADF para lograr la estacionariedad de la serie, y el análisis de residuos de los modelos de VAR para ver la autocorrelación.

Para finalizar está la interpretación y exposición de los datos utilizando las herramientas de Visme y Canva para poder ilustrar los resultados obtenidos. Un gráfico visualmente atractivo dará la posibilidad de transmitir los resultados de una manera clara y entendible del efecto que tienen las variables independientes en base al PIB de nuestro país. Luego de la estimación de los distintos modelos, se hará una examinación a detalle de los hallazgos que fueron encontrados utilizando las distintas pruebas estadísticas matemáticos relevantes como la de coeficiente de determinación, prueba de significancia, y la confirmación de hipótesis como la de heterocedasticidad y la autocorrelación. Esta investigación nos ayudara a la interpretación de los vínculos entre las variables independientes y el PIB, pero también darnos una precisión del modelo del comportamiento económico de la nación.

IV. ANÁLISIS Y RESULTADOS

En la sección de este proyecto se presentarán los resultados obtenidos del programa especializado de EViews a partir del análisis de manera económico que fue realizado con el objetivo de poder evaluar el comportamiento de las diferentes variables macroeconómicas en base al Producto Interno Bruto de Honduras. Se presentará primeramente los factores tanto interno como externos que afectan el crecimiento de la economía de Honduras. Luego, para lograrlo se aplicaron dos diferentes modelos económicos: el modelo logarítmico de MCO y un enfoque del modelo VAR, y pruebas estadísticas complementarias que nos permitieron comprender como diferentes variables macroeconómicas tanto internas como externas afectan el resultado del PIB. El análisis de estos resultados se basa tanto en el contexto del país como en diferentes factores globales que afectan de manera directa la economía de Honduras.

A. Factores que influyen en el PIB

1) Factores Internos

El consumo de los hogares, la inversión privada, el gasto público y la productividad laboral son considerados factores internos que decrementan el PIB en el país. Estos aspectos son importantes en su creación, siendo el consumo privado y público uno de los más significativos en la economía. La inversión en la infraestructura en los aspectos sociales, educación y salud ha creado un impacto de manera positiva en la productividad y el crecimiento que sostienen al país. A la vez, el aumento en la productividad del trabajo ha colaborado en la eficiencia y competitividad del país, lo cual varios modelos econométricos en países de desarrollo han confirmado. Dentro del país, el marco de las instituciones, y la política económica han sido fundamentales para el funcionamiento del PIB. Instituciones académicas nos han demostrado que el control en el gasto y gestión pública han mejorado con cambios en el control de ciertas instituciones y con transparencia.

2) Factores Externos

Los factores externos han demostrado ser cruciales en la elaboración del PIB del país, debido a que la economía de Honduras se encuentra vinculada al comportamiento económico mundial. Las variaciones en los precios mundiales de ciertas materias primas como lo es el café y el banano, lo cuáles son algunos de los productos que más se exportan, afecta los ingresos del país por ende el comportamiento económico. De esa misma manera, la economía del país es sensible a los ciclos económicos de otros países como Estados Unidos, cuyas decisiones monetarias tienen un efecto en tipo de cambio y fluctuaciones que ve el país.

Este tipo de entorno afectan los tipos de interés en base a la deuda externa, pero a la vez crisis financieras o pandemias pueden generar shocks externos negativos que afecten el consumo, inversión, y el comercio en general. Por otro lado, las remesas familiares dependen mayormente de la situación económica y política de ciertos países como Estados Unidos por lo cual un cambio en la política migratoria puede impactar directamente el ingreso en varios hogares.

B. Resultados Previos a la elaboración de los modelos

1) Transformación de los datos

La base de datos se transforma a un logaritmo natural debido a que utilizar los logaritmos permite interpretar coeficientes como las elasticidades, que transforma series no estacionarias a series más adecuadas para un buen análisis de regresión y reducción de heterocedasticidad.

EViews utiliza logaritmos naturales para poder aplicar las transformaciones en el cual utilizan una base de e de 2.71828. En matemáticas esto se escribe en la ecuación 2, sin embargo, EViews utiliza logaritmo natural no logaritmo base 10, por eso mismo es que logPIB está realmente calculado $\ln(\text{PIB})$ aunque el comando diga “log.”

$$\log_{2.71828}(\text{PIB}) = \ln(\text{PIB}) \quad (2)$$

Una vez se transforman los datos a logaritmos naturales, se ven como en la Figura 8, donde ahora los datos pasan a ser más fáciles de analizar para el programa de EViews.

| | LOGPIB | LOGGCP | LOGCPU | LOGE | LOGFBKF | LOGI | LOGIE | LOGR |
|------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| 2000 | 11.40089 | 11.05436 | 9.326275 | 10.51756 | 10.05652 | 10.90594 | 12.93248 | 19.13132 |
| 2001 | 11.53230 | 11.18910 | 9.251544 | 10.54 | 10.5154 | 10.93154 | 12.93248 | 19.13132 |
| 2002 | 11.59103 | 11.2234 | 9.61036 | 10.62466 | 10.58548 | 10.95995 | 12.93248 | 19.13132 |
| 2003 | 11.69911 | 11.41968 | 9.693322 | 10.75030 | 12.23773 | 11.08090 | 12.04118 | 19.55992 |
| 2004 | 11.82925 | 11.54011 | 9.826607 | 10.94863 | 10.48626 | 11.32014 | 12.47331 | 19.88609 |
| 2005 | 11.96848 | 11.70000 | 9.975808 | 11.07657 | 10.50876 | 11.47698 | 12.47331 | 16.34800 |
| 2006 | 11.86912 | 11.55625 | 9.861988 | 11.36971 | 10.49629 | 11.56153 | 12.65051 | 17.82683 |
| 2007 | 11.93065 | 11.63394 | 10.02712 | 11.39971 | 10.67383 | 11.67418 | 12.94873 | 17.98578 |
| 2008 | 11.96943 | 11.63973 | 10.04690 | 11.40331 | 10.77723 | 11.68864 | 12.64649 | 20.68418 |
| 2009 | 11.94831 | 11.61032 | 10.09059 | 11.27455 | 10.34750 | 11.36444 | 12.27816 | 20.37739 |
| 2010 | 11.97686 | 11.63000 | 10.11961 | 11.39176 | 10.47976 | 11.79556 | 12.80765 | 20.87665 |
| 2011 | 12.01719 | 11.61165 | 10.09423 | 11.45519 | 11.88312 | 11.64551 | 12.02158 | 20.57037 |
| 2012 | 12.05740 | 11.74140 | 10.10684 | 11.51246 | 10.81636 | 11.68317 | 12.05933 | 20.67005 |
| 2013 | 12.08271 | 11.77234 | 10.14655 | 11.51542 | 10.82027 | 11.65750 | 12.05052 | 20.78667 |
| 2014 | 12.11761 | 11.81572 | 10.12262 | 11.57027 | 10.52382 | 11.69796 | 12.51300 | 20.81466 |
| 2015 | 12.15336 | 11.84666 | 10.14882 | 11.60467 | 10.73492 | 11.78282 | 12.26000 | 20.79062 |
| 2016 | 12.19348 | 11.89324 | 10.18637 | 11.60768 | 10.67297 | 11.76310 | 12.12213 | 20.79062 |
| 2017 | 12.24025 | 11.93903 | 10.20806 | 11.65846 | 10.74058 | 11.81713 | 12.93103 | 22.63790 |
| 2018 | 12.27850 | 11.99779 | 10.21046 | 11.66882 | 10.86699 | 11.87649 | 12.34701 | 22.73805 |
| 2019 | 12.31359 | 12.04000 | 10.21724 | 11.72 | 10.86768 | 11.92444 | 12.34701 | 22.73805 |
| 2020 | 12.21076 | 9.7902 | 20.25559 | 11.45516 | 9.88443 | 11.64788 | 12.53851 | 22.76037 |
| 2021 | 12.32885 | 12.11970 | 10.33718 | 11.655370 | 10.79788 | 11.93306 | 12.75962 | 22.91486 |
| 2022 | 12.36803 | 12.16817 | 10.34467 | 11.70981 | 10.80468 | 11.97979 | 12.74066 | 22.89919 |
| 2023 | 12.40394 | 12.22126 | 10.43008 | 11.64256 | 10.74605 | 11.94112 | 12.06854 | 22.90120 |

Fig.8. Base de datos de manera logarítmica... Elaboración propia con base en resultados obtenidos mediante del software de EViews

Una vez transformado los datos a logaritmos naturales, podemos graficar el comportamiento anual de cada variable como demostrado en la Figura 9, en donde podemos ver los diferentes altibajos que ha tenido cada variable a través de los años.

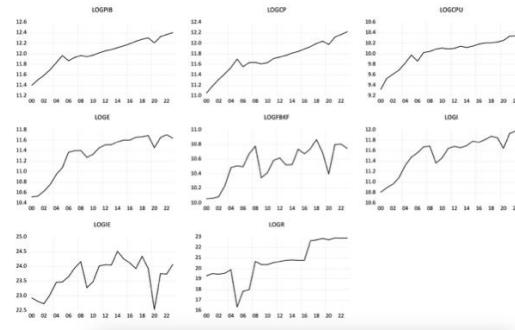


Fig.9. Grafica del comportamiento anual de las variables... Elaboración propia con base en resultados obtenidos mediante del software de EViews

Como podemos observar a través de los años, Honduras ha tenido una serie de altibajos debido a momentos en el país que la economía se ha visto afectada. En los años 2008-2009, podemos ver un decremento en las variables debido al golpe de estado que tuvo el país, y nuevamente en el 2020-2021 por la pandemia del COVID-19. En las remesas podemos ver un decremento exponencial en el 2005 debido al descalabro en el modelo financiero de los Estados Unidos, país que Honduras depende bastante en el área de remesas familiares.

2) Análisis de Matriz de Correlación

Antes de poder empezar nuestros modelos económicos, es necesario hacer un análisis de correlación para poder apreciar la relación de las variables.

| Correlation Analysis - Ordinary | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Date: 06/15/2025 Time: 22:55 | Sample: 2000-2023 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Included observations: 24 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Correlation t-Statistic Probability | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LOGPIB | 1.000000 | | | | | | | | | | | | | | | |
| LOGGCP | 0.992916 | 1.000000 | | | | | | | | | | | | | | |
| LOGCPU | 0.976031 | 0.962176 | 1.000000 | | | | | | | | | | | | | |
| LOGE | 0.948419 | 0.907887 | 0.941990 | 1.000000 | | | | | | | | | | | | |
| LOGFBKF | 0.869682 | 0.845159 | 0.840951 | 0.898382 | 1.000000 | | | | | | | | | | | |
| LOGI | 0.961624 | 0.942234 | 0.945946 | 0.977710 | 0.949464 | 1.000000 | | | | | | | | | | |
| LOGIE | 0.642208 | 0.566203 | 0.605396 | 0.755835 | 0.812613 | 0.750440 | 1.000000 | | | | | | | | | |
| LOGR | 0.701424 | 0.672017 | 0.640477 | 0.611746 | 0.471456 | 0.654454 | 0.620563 | 1.000000 | | | | | | | | |

Fig.10. Matriz de correlación de las variables ... Elaboración propia con base en resultados obtenidos mediante del software de EViews

La Figura 10 nos detalla los resultados de la matriz de correlación de las variables, en donde podemos ver que existe una alta correlación positiva entre logPIB y logCP con un 0.992916, lo que nos indica que el consumo privado o CP es fuertemente asociada en el crecimiento de este modelo. De esa misma manera, podemos ver la alta correlación entre consumo público (0.976631), las importaciones (0.961624) y las exportaciones (0.944819). Las otras variables como formación bruta de capital fijo, inversión extranjera directa y remesas también están correlacionadas, pero a menor grado. Podemos notar que todos los valores tienen un p-valor menor a 0.05 lo que indica que las correlaciones son significativas estadísticamente.

C. Resultados del Modelo MCO

1) Coeficientes del MCO

A continuación, se empieza el primer modelo econométrico, Mínimos Cuadrados Ordinarios o MCO, en donde la Figura 11 demuestra que la variable dependiente será LOGPIB y se utilizaran 24 observaciones que son la cantidad de años del 2000 al 2023. Esta figura nos provee el coeficiente, el error estándar, la t-estadística y la probabilidad, además de otros datos importantes.

| Dependent Variable: LOGPIB | | | | |
|----------------------------|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| Method: Least Squares | | | | |
| Date: 06/15/25 Time: 22:53 | | | | |
| Sample: 2000 2023 | | | | |
| Included observations: | 24 | | | |
| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
| LOGCP | 0.821997 | 0.051762 | 15.88032 | 0.0000 |
| LOGCPU | 0.077943 | 0.040728 | 1.913742 | 0.0737 |
| LOGE | 0.334732 | 0.050235 | 6.663289 | 0.0000 |
| LOGFBKF | 0.198249 | 0.051771 | 3.829312 | 0.0015 |
| LOGI | -0.480363 | 0.100275 | -4.790446 | 0.0002 |
| LOGIE | 0.007794 | 0.008885 | 0.877184 | 0.3934 |
| LOGR | -0.003054 | 0.002316 | -1.318308 | 0.2060 |
| C | 1.145692 | 0.202274 | 5.664055 | 0.0000 |
| R-squared | 0.998907 | Mean dependent var | 12.01851 | |
| Adjusted R-squared | 0.998429 | S.D. dependent var | 0.269960 | |
| S.E. of regression | 0.010700 | Akaike info criterion | -5.975871 | |
| Sum squared resid | 0.001832 | Schwarz criterion | -5.583186 | |
| Log likelihood | 79.71045 | Hannan-Quinn criter. | -5.871692 | |
| F-statistic | 2089.077 | Durbin-Watson stat | 2.168333 | |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | | |

Fig.11. Coeficientes del MCO de cada variable ... Elaboración propia con base en resultados obtenidos mediante del software de EViews

Los coeficientes que fueron estimados nos enseñan las elasticidades del PIB de acuerdo con las otras variables. El coeficiente de la variable de LOGCP es el más alto con 0.821997 lo cual representa que 1% aumento de esta variable es un incremento en el PIB es de 0.82%, considerada la variable con mayor impacto económico. Le siguen las variables de exportación (0.334732), y formación bruta de capital fijo (0.198249).

En contraste, podemos apreciar que las variables de importaciones con un coeficiente de -0.48036 tiene un impacto negativo en el PIB lo cual es coherente con el modelo tradicional. El consumo público tiene un coeficiente débil de 0.077943. Aunque las remesas y la inversión extranjera directa fueron incluida en el modelo por la relevancia que tienen en la economía hondureña, los resultados muestran que no presenta significancia estadísticamente en el MCO. Esto se debe a que las remesas se destinan mayormente al consumo básico, y no a la inversión productiva lo que reduce su

impacto multiplicador en el PIB. En cuanto a la IED, su concentración está basada en sectores no estratégicos o desconectados de la economía local.

En la misma figura, podemos apreciar que el R cuadrado es de 0.998907 lo cual representa que el modelo explica el 99.89% de la variabilidad del PIB, lo cual es considerado excelente.

2) Formula del MCO

La fórmula tradicional del PIB agarra solo las variables de consumo (C), inversión (I), gasto público (G), importaciones (M) y exportaciones (X), así como se demuestra en la ecuación 1.

$$\text{PIB} = C + I + G + (X - M) \quad (1)$$

Está formula no funciona para poder explicar el comportamiento real del PIB, debido a que no explica las variables de inversión extranjera directa y las remesas familiares que tienen un peso grande en la economía del país. Por ende, se ha creado la formula extensa que agarra todas las variables que son utilizadas para este estudio.

$$\ln(\text{PIB}) = \beta_0 + \beta_1(\ln(CP)) + \beta_2(\ln(CPU)) + \beta_3(\ln(FBKF)) + \beta_4(\ln(E)) + \beta_5(\ln(I)) + \beta_6(\ln(IE)) + \beta_7(\ln(R)) + \varepsilon$$

Se le agrega la ε porque no se pueden agregar todas las variables que afectan el PIB en la formula, pero si no se agrega épsilon significaría que está formula es “perfecta,” lo cual no es realista, debido a que la ε reconoce que existe un nivel de variación o incertidumbre en la formula.

Utilizando los coeficientes que fueron extraídos y recopilados en la Tabla 2, se va a completar esta formula extensa cambiando los datos de beta a los coeficientes, siendo β_0 la constante de la ecuación o C.

COEFICIENTES

| | | |
|-----------|---------------------------------|-----------|
| β_0 | Constante | 1.145692 |
| β_1 | Consumo Privado | 0.821997 |
| β_2 | Consumo Publico | 0.077943 |
| β_3 | Formación Bruta de Capital Fijo | 0.198249 |
| β_4 | Exportaciones | 0.334732 |
| β_5 | Importaciones | -0.480363 |
| β_6 | Inversión Extranjera Directa | 0.007794 |
| β_7 | Remesas | -0.003054 |

La fórmula se vería algo como la siguiente ecuación donde ya está completa y lista para trabajar en ella.

$$\ln(\text{PIB}) = 1.145692 + 0.821997(\ln(CP)) + 0.077943(\ln(CPU)) + 0.198249(\ln(FBKF)) + 0.334732(\ln(E)) + (-0.480363)(\ln(I)) + 0.007794(\ln(IE)) + (-0.003054)(\ln(R)) + \varepsilon$$

3) Calculando el Error del MCO

Como parte del análisis de este modelo econométrico, se procedió a comparar el ln(PIB) real de los años 2000-2023, extraído de las bases de datos de BCH y World Bank Data, y

el $\ln(\text{PIB})$ estimado utilizando la fórmula extensa que creamos con el objetivo de sacar el error que existe entre ambos datos. Se utilizó la siguiente ecuación para poder calcular el error por año

$$\text{Error } (E) = \ln(\text{PIB}) \text{ real} - \ln(\text{PIB}) \text{ estimado} \quad (4)$$

A continuación, en la figura 12 se presentan los resultados tabulados del error entre ambos. En general, podemos observar que los errores son diminutos o casi inexistentes lo cual nos sugiere que hay una alta precisión en el modelo econométrico que fue realizado.

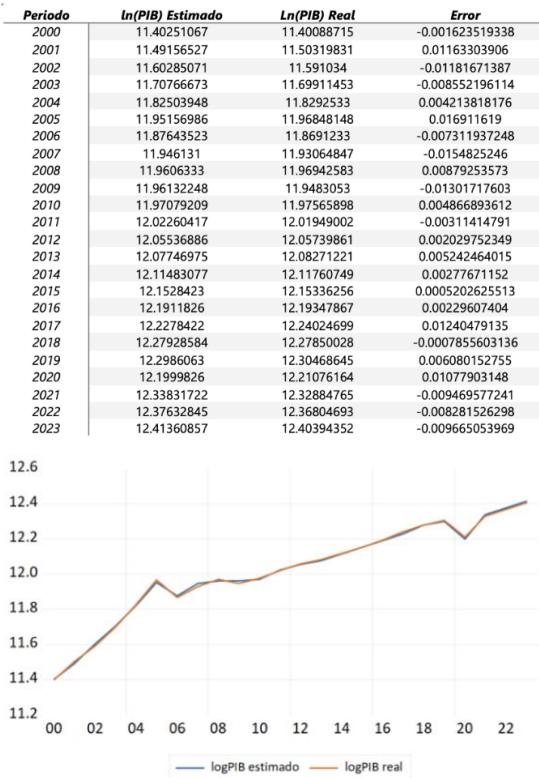


Fig.12. Error entre el $\ln(\text{PIB})$ real y el $\ln(\text{PIB})$ estimado, comparando datos tabulados y gráficos ... Elaboración propia con base en resultados obtenidos mediante del software de EViews

D. Resultados del Modelo VAR

I) Pruebas de Raíces Unitarias (ADF Test)

Se procedió a la estimación del Vector Autorregresivo o VAR con el objetivo de capturar la relación entre las diferentes variables en el tiempo. Antes de poder empezar a estimar el modelo, es necesario primero realizar pruebas de estacionariedad de las series.

Como se observa en la Figura 14, la prueba fue aplicada a cada variable en dos distintos niveles: “At Level” y en “first difference”, usando tres especificaciones: con constante, con constante y tendencia, o sin constante ni tendencia. El objetivo de esta prueba fue determinar si las series o datos

tienen raíces unitarias o si son no estacionarias. En el cual su hipótesis nula era la variable si tiene raíz unitaria.

| UNIT ROOT TEST RESULTS TABLE (ADF) | | | | | | | | | | |
|---|-------------|----------|-----------|---------|------------|---------|----------|---------|---------|---------|
| Null Hypothesis: the variable has a unit root | | | | | | | | | | |
| At Level | | | | | | | | | | |
| With Constant | t-Statistic | LOGPIB | LOGCP | LOGCPU | LOGE | LOGFBKF | LOGI | LOGIE | LOGR | -1.2519 |
| | Prob. | 0.1461 | 0.2361 | 0.0514 | 0.1539 | 0.1455 | 0.2118 | 0.1030 | 0.6334 | |
| With Constant & Trend | t-Statistic | -3.3609 | -3.4894 | -3.8889 | -1.4364 | -3.4013 | -2.7587 | -0.8384 | -7.4905 | |
| | Prob. | 0.0028 | * | * | * | * | * | * | * | |
| Without Constant & Trend | t-Statistic | 2.0325 | 2.1016 | 2.8645 | 2.0783 | 1.5472 | 1.7722 | 0.4097 | 1.0278 | |
| | Prob. | 0.9668 | 0.9886 | 0.9980 | 0.9883 | 0.9653 | 0.9790 | 0.9793 | 0.9137 | |
| At First Difference | | | | | | | | | | |
| With Constant | d(LOGPIB) | d(LOGCP) | d(LOGCPU) | d(LOGE) | d(LOGFBKF) | d(LOGI) | d(LOGIE) | d(LOGR) | | |
| | t-Statistic | -3.1918 | -3.3064 | -5.8990 | -4.0918 | -5.8019 | -4.4749 | -5.8624 | -3.5637 | |
| | Prob. | 0.0350 | *** | 0.0001 | 0.0049 | 0.0001 | 0.0021 | 0.0001 | 0.0167 | |
| With Constant & Trend | t-Statistic | -3.3620 | -3.1414 | -6.2347 | -4.8604 | -5.9728 | -4.3633 | -5.7810 | -3.5413 | |
| | Prob. | 0.0038 | 0.1228 | 0.0002 | 0.0042 | 0.0005 | 0.0123 | 0.0006 | 0.0619 | |
| Without Constant & Trend | t-Statistic | -3.5001 | -3.0962 | -4.3857 | -3.5420 | -5.3666 | -4.0688 | -5.9231 | -5.8948 | |
| | Prob. | 0.0013 | 0.0008 | 0.0001 | 0.0012 | 0.0000 | 0.0003 | 0.0000 | 0.0000 | |

Notes:
a: (*)Significant at the 10%; (**)Significant at the 5%; (***)Significant at the 1% and (n.s) Not Significant
b: Lag Length based on SIC
c: Probability based on MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Fig.14. Unit Root Test (ADF Test) ... Elaboración propia con base en resultados obtenidos mediante del software de EViews

Con esta figura podemos ver que en el área de “At Level”, la mayoría de las variables presentan una probabilidad mayor al 0.05, lo cual nos indica que no rechazamos la hipótesis nula de raíz unitaria, lo cual significa que las series no son estacionarias en su forma original. Solo la variable de LOGR (remesas) resulta ser estacionaria, pero en la única especificación de con constante y tendencia que tuvo una probabilidad de 0.0000.

En el área de “First Difference”, podemos ver que todas las variables tienen un p-valor menor a 0.05 en al menos una especificación, mayormente en con o sin constante, lo que significa que si es estacionaria en primera diferencia. Estos resultados nos demuestran que las series son integradas en orden uno o I(1), por lo tanto, para poder trabajar con estas variables es necesario que sea en diferencias logarítmicas para poder evitar regresiones espurias y cumplir con los objetivos del modelo VAR.

2) Criterio de Selección de Rezagos

El cuadro de la Figura 15 nos presenta los resultados de los criterios de información aplicados para poder determinar el número adecuado de los rezagos del modelo VAR.

| VAR Lag Order Selection Criteria | | | | | | |
|---|----------|----------|-----------|------------|------------|------------|
| Endogenous variables: D(LOGPIB) D(LOGCP) D(LOGCPU) D(LOGE) D(LOGFBKF) | | | | | | |
| Exogenous variables: C | | | | | | |
| Date: 06/15/25 Time: 23:18 | | | | | | |
| Sample: 2000 2023 | | | | | | |
| Included observations: 22 | | | | | | |
| Lag | LogL | LR | FPE | AIC | SC | HQ |
| 0 | 196.6893 | NA* | 4.91e-18* | -17.15358* | -16.75683* | -17.06011* |
| 1 | 250.7246 | 63.85981 | 1.82e-17 | -16.24769 | -12.67700 | -15.40654 |

* indicates lag order selected by the criterion
LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)
FPE: Final prediction error
AIC: Akaike information criterion
SC: Schwarz information criterion
HQ: Hannan-Quinn information criterion

Fig.15. VAG Lag Order Selection Criteria ... Elaboración propia con base en resultados obtenidos mediante del software de EViews

En esta prueba todos los criterios señalan a que el mejor resultado para ello es tener 0 lags, como lo indica el asterisco junto a los valores. Esto significa que el modelo VAR(0) es el más adecuado para ajustar los datos según estos indicadores. El criterio AIC toma el valor de lag 0 que es de -17.1538 que es menor al de lag 1 que es de -16.24769.

Igualmente podemos ver esos resultados con el criterio HQ y SC.

Dado que la economía del país ha experimentado choques relevantes como la crisis política en el 2009 y la pandemia del COVID-19, podría ser útil explorar modelos con rezagos adicionales o probar distintos modelos como la corrección de errores (VECM) en futuras investigaciones para poder capturar mejor los efectos intertemporales entre las variables.

3) Modelo VAR

La Figura 16 presenta las estimaciones en primeras diferencias para maximizar el análisis. En este estudio, se utilizaron hasta dos rezagos para poder observar cómo los valores pasados de las variables influye en el comportamiento actual. Cada columna representa una ecuación diferente con su propia variable dependiente. El número de arriba muestra el coeficiente estimado, luego entre corchetes el t estadístico. Estos datos nos permiten evaluar la significancia estadística y relación entre las variables.

| Vector Autoregression Estimates | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--|--|
| Date: 06/15/25 Time: 23:22 | | | | | | | | | | |
| Sample: 2009(1) - 2023(1) | | | | | | | | | | |
| Included observations: 21 after adjustments | | | | | | | | | | |
| Standard errors in () & t-statistics in [] | | | | | | | | | | |
| D(LOGPIB(-1)) | -4.002737 (2.46665) | -4.893013 (2.52695) | -0.458111 (1.97320) | 1.078662 (1.19397) | -5.198121 (7.37470) | -4.157833 (4.30874) | -14.59472 (28.5237) | 30.80679 (20.9553) | | |
| D(LOGPIB(-2)) | 1.742316 (1.93873) | 1.668841 (1.98613) | -0.975722 (1.95088) | 1.811636 (2.51039) | 3.941761 (5.79636) | 3.683351 (3.88017) | 1.071075 (2.24190) | -31.71168 (16.41704) | | |
| D(LOGPIB(1)) | 3.221994 (1.94387) | 3.504987 (1.99140) | 2.237831 (1.85500) | -0.264785 (2.51704) | 7.025592 (5.81172) | 3.920681 (3.89046) | 12.36710 (22.4784) | 6.385884 (16.51411) | | |
| D(LOGPIB(2)) | 0.306005 (1.48591) | 0.418193 (1.52223) | 2.847161 (1.18865) | -0.264785 (1.92403) | -1.164863 (4.44249) | -0.176203 (2.97238) | -3.311058 (7.01132) | 8.000116 (7.62324) | | |
| D(LOGGP(-1)) | 1.458242 (1.03962) | 1.727812 (1.06504) | 1.665167 (1.03165) | 0.262991 (0.30316) | 0.537267 (3.10622) | 1.392110 (2.08070) | 5.439803 (12.0219) | -39.15374 (8.83206) | | |
| D(LOGGP(-2)) | -0.106916 (0.55961) | -0.146916 (1.69166) | -0.262991 (1.07735) | -0.522681 (-0.52681) | -0.172855 (-0.72899) | -0.273780 (-1.21916) | -0.344038 (-0.344038) | 18.51707 (3.96657) | | |
| D(LOGGP(1)) | 0.333938 (0.54466) | 0.369922 (0.55798) | 0.408507 (0.35707) | 0.705261 (1.02842) | 0.950200 (1.09009) | -0.082195 (0.28350) | 6.453783 (4.62717) | | | |
| D(LOGGP(2)) | 0.116092 (0.61410) | 0.551798 (0.62912) | 0.195648 (0.49125) | 0.305975 (0.79516) | 1.231788 (1.83602) | 0.444103 (2.12996) | 4.874462 (7.10132) | 29.97109 (5.21109) | | |
| DLOG(BFK(-1)) | 0.780549 (0.51693) | 0.292720 (0.52957) | 0.448590 (0.41352) | 0.335149 (0.66936) | 1.255686 (1.54551) | 0.273794 (1.04549) | 3.525557 (5.97766) | 6.125635 (4.59186) | | |
| DLOG(BFK(-2)) | -0.047235 (0.46461) | 0.055943 (0.47986) | 0.252093 (0.37166) | -0.815335 (0.89160) | -0.979504 (-0.38998) | -0.456446 (0.02998) | -2.535433 (-2.57256) | 7.735484 (3.94794) | | |

Fig.16A. VAR Estimates Parte 1 ... Elaboración propia con base en resultados obtenidos mediante del software de EViews

Por ejemplo, en la ecuación del D(LOG(PIB)) con el coeficiente D(LOGCP(-1)) es 3.221994 con una t-estadística de 1.94387, lo que indica un efecto positivo y significativo entre el consumo privado rezagado sobre el crecimiento del PIB. Mientras en cambio, D(LOGI(-1)) tiene un coeficiente negativo sobre el PIB que es de -1.754211 sugiriendo que un aumento en la importación en el año anterior estaría asociado a una disminución en el crecimiento del PIB en el año actual.

| | | | | | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--|
| D(LOGR(-1)) | -0.19637 (1.12464) | 0.110670 (1.15444) | 0.117828 (1.15938) | [1.35528] | [0.70548] | [0.58562] | [0.47155] | [1.196059] | | |
| D(LOGR(-2)) | -0.175421 (0.88683) | -1.655107 (0.71035) | -1.032008 (-1.03884) | -0.641435 (0.71098) | -4.143030 (2.25145) | -2.121281 (13.0985) | -7.844003 (13.0985) | -16.92442 (9.56886) | | |
| D(LOGI(-1)) | 0.160603 (0.13019) | 0.114063 (0.13019) | 0.118564 (0.13019) | 0.061633 (0.13034) | 0.153520 (0.13034) | 0.146486 (0.13034) | 0.047799 (0.13034) | -3.174379 (0.55919) | | |
| D(LOGI(-2)) | 0.001010 (0.08882) | 0.023710 (0.09099) | 0.047624 (0.09109) | -0.156412 (-0.15689) | -1.160533 (-0.07568) | -0.105755 (-0.07568) | -0.096307 (-0.07568) | -0.105755 (-0.07568) | -2.832319 (0.27759) | |
| D(LOGR(-1)) | 0.026038 (0.02323) | 0.055323 (0.02380) | 0.030946 (0.01858) | -0.048164 (0.03008) | -0.006854 (0.06945) | -0.0151645 (0.04649) | -0.0151268 (0.02861) | -0.072998 (0.01776) | -0.700100 (0.75454) | |
| D(LOGR(-2)) | 0.046459 (0.05116) | 0.040490 (0.05208) | -0.000502 (-0.00050) | -0.030564 (-0.03056) | -0.036560 (-0.03656) | -0.000511 (-0.03656) | -0.331310 (-0.03656) | -0.244282 (-0.03656) | -0.430209 (-0.03656) | |
| C | 0.000677 (0.03618) | 0.00593 (0.03707) | -0.004168 (0.02894) | 0.005472 (0.04685) | -0.033862 (0.10818) | -0.026824 (0.07242) | -0.043884 (0.01404) | 0.651987 (0.30739) | | |
| R-squared | 0.740540 | 0.765513 | 0.849290 | 0.878878 | 0.759187 | 0.796514 | 0.568142 | 0.947318 | | |
| Adj. R-squared | 0.297299 | 0.274734 | 0.246299 | 0.294386 | 0.240467 | 0.107473 | -1.150288 | 0.736588 | | |
| Sum of squares | 0.164661 | 0.177770 | 0.177770 | 0.177770 | 0.177770 | 0.177770 | 0.177770 | 0.177770 | | |
| S.E. equation | 0.078726 | 0.069454 | 0.054257 | 0.087823 | 0.0202783 | 0.135746 | 0.784319 | 0.576211 | | |
| F-statistic | 0.715340 | 0.915573 | 1.407822 | 1.813996 | 0.785143 | 0.975885 | 0.326894 | 4.495412 | | |
| Log-likelihood | 44.120277 | 44.022777 | 44.022777 | 44.022777 | 44.022777 | 44.022777 | 44.022777 | 44.022777 | | |
| Akaike AIC | 2.258230 | 2.254622 | -2.032937 | -2.066123 | -0.392541 | -1.195240 | 2.312918 | 1.696133 | | |
| Schwarz SC | 1.737383 | 1.668262 | -2.163772 | -2.122055 | 0.453071 | 3.459874 | 3.158584 | 2.541698 | | |
| Mallows C | 0.000310 | 0.000310 | 0.000310 | 0.000310 | 0.000310 | 0.000310 | 0.000310 | 0.000310 | | |
| S.D. dependent | 0.059549 | 0.067030 | 0.062485 | 0.112854 | 0.184802 | 0.134578 | 0.533749 | 1.722999 | | |
| Determinant resid covariance (det adj.) | 0.000000 | | | | | | | | | |
| Determinant resid covariance | 0.000000 | | | | | | | | | |
| Number of coefficients | 136 | | | | | | | | | |

Fig.16B. VAR Estimates Parte 2 ... Elaboración propia con base en resultados obtenidos mediante del software de EViews

La parte inferior de la Figura 16B podemos observar diferentes datos basados en las diferentes columnas que tienen las variables macroeconómicas que están ajustadas para cada ecuación. Por ejemplo, podemos observar que D(LOGCP) tiene un R^2 de 0.785513, lo cual demuestra que es un buen poder explicativo.

4) Prueba de Estabilidad

Para poder garantizar la validez del modelo econométrico VAR estimado, se aplicará la prueba de estabilidad, donde verifica si el sistema es estable o si las raíces se encuentran dentro del círculo unitario, como lo muestra la Figura 17. La estabilidad es un requisito debido a que ayuda a asegurar que los choques o variaciones no generen efectos más adelante.

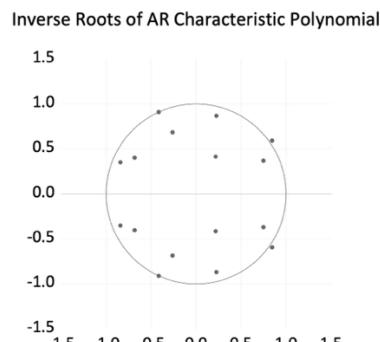


Fig.17. Prueba de Estabilidad ... Elaboración propia con base en resultados obtenidos mediante del software de EViews

En esta prueba cada punto negro representa una raíz o valor propio que está asociado en el sistema VAR, donde el círculo unitario tiene el radio de 1 que nos marca el límite de estabilidad. Los diferentes ejes x & y, representan la parte real e imaginaria. El eje x o horizontal es la parte real & el eje y es la parte imaginaria. Nos muestra que las raíces del sistema VAR están dentro del círculo unitario, confirmando que modelo es estable y valida el uso para el análisis dinámico como simulaciones, proyecciones o funciones.

5) Granger Causality Test

Posteriormente, se aplica la prueba de Granger Causality, esta prueba analiza si las variables macroeconómicas con diferencias logarítmicas se ayudan a anticipar el comportamiento del Producto Interno Bruto y viceversa , así como podemos observar en la Figura 18. Nos ofrece diferente información como el chi cuadrado, los grados y la probabilidad de cada variable en primeras diferencias. Enfocándonos en el PIB, se observa que no es Granger causado por otras variables, pero si podemos ver que las remesas o LOGR y las exportaciones o LOGE si responden significativamente al comportamiento de otras variables del sistema.

| VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests | | | |
|---|----------|----|--------|
| Date: 06/15/25 Time: 23:33 | | | |
| Sample: 2000 2023 | | | |
| Included observations: 21 | | | |
| Dependent variable: D(LOGPIB) | | | |
| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
| D(LOGCP) | 2.845291 | 2 | 0.2411 |
| D(LOGCPU) | 2.620988 | 2 | 0.2697 |
| D(LOGE) | 0.379981 | 2 | 0.8270 |
| D(LOGFBKF) | 2.729294 | 2 | 0.2555 |
| D(LOGI) | 2.433677 | 2 | 0.2962 |
| D(LOGIE) | 1.802885 | 2 | 0.4060 |
| D(LOGR) | 2.251650 | 2 | 0.3244 |
| All | 11.28790 | 14 | 0.6633 |

Fig.18. Granger Causality Test ... Elaboración propia con base en resultados obtenidos mediante del software de EViews

6) Grafica VAR de Residuos

Finalmente se examinaron las gráficas de los residuos del modelo VAR mostrados en la Figura 19 para poder evaluar de manera visual el comportamiento de los errores a través de los años. Este paso es fundamental para poder verificar que los residuos sean estacionarios o no correlacionados.

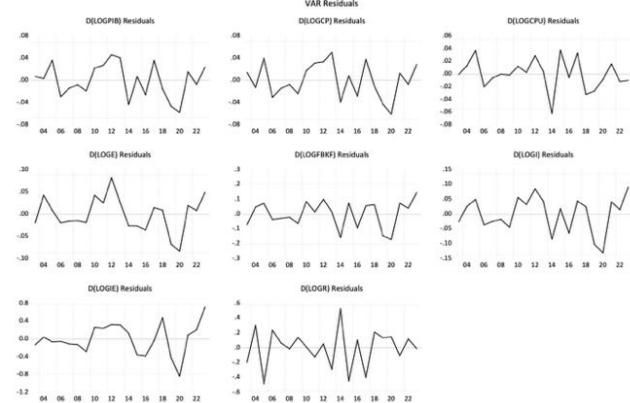


Fig.19. Grafica VAR de Residuos ... Elaboración propia con base en resultados obtenidos mediante del software de EViews

Cada grafico representa los errores o residuos de las ecuaciones para las variables como D(LOGPIB), D(LOGCP), etc. Los residuos son la diferencia entre el valor real observado y el valor estimado por cada año en el modelo VAR

V. CONCLUSIONES

El análisis de estos modelos econométricos que fue desarrollado en este estudio nos permite comprender de forma integral los elementos que impactan el comportamiento del Producto Interno Bruto o PIB de Honduras, en el cual se incorpora tanto factores internos como externos. Mediante los dos modelos econométricos: el de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y el modelo Vector Autorregresivo (VAR) se logra identificar que las variables macroeconómicas como el consumo privado, la inversión extranjera directa, las remesas familiares, las exportaciones y la formación bruta de capital fijo nos presentan con una relación significativa con el crecimiento de manera económica en el país. Dichas variables son una

representación de la dinámica en las actividades productivas, ya sea por inversión, gastos internos o demanda externa.

El primer modelo econométrico el de Mínimos Cuadrados Ordinarios nos da la oportunidad de cuantificar el impacto que hay de manera directa de cada una de las variables analizadas sobre el PIB, que está expresado en términos de elasticidad lo que nos ayuda a facilitar una interpretación clara y comparativa de los diferentes componentes para el crecimiento. El segundo modelo el de VAR nos enriquece el análisis de las distintas interacciones dinámicas entre variables a través de los años, dando la oportunidad de observar el efecto de una variable en un sistema económico como es el de un país. Esta combinación entre los dos modelos otorga una perspectiva amplia y robusta, hacia el análisis estructural que es el comportamiento temporal de las variables macroeconómicas.

La validación de los distintos modelos se llevó a cabo utilizando distintas pruebas estadísticas fundamentales para poder confirmar la solidez y confiabilidad de los resultados obtenidos. Mediante el transcurso del estudio, se aplicaron pruebas de significancia a nivel individual y global, como evaluaciones de multicolinealidad, heterocedasticidad y autocorrelación. En el modelo VAR, se realiza la prueba de estabilidad mediante el análisis de raíces inversas y pruebas de causalidad de Granger para ver las relaciones entre las variables. Además, se examina los residuos de los modelos para poder reforzar la validez de las estimaciones.

Los resultados de este estudio nos permiten poder extraer recomendaciones importantes para la creación de políticas económicas en Honduras. Debido a que el consumo privado tiene el mayor impacto sobre el PIB sugiere que es necesario poder fortalecer el poder adquisitivo de los hogares para que sea una vía efectiva para impulsar el crecimiento económico. Se puede lograr este objetivo mediante programas de apoyo al consumo, acceso a crédito o incentivos en el sector informal. Por otro lado, el efecto limitado de ciertas variables como las remesas y la inversión extranjera directa plantea la necesidad de revisar la canalización de estos recursos. Por ejemplo, las remesas, podrían orientarse hacia emprendimientos o ahorro a largo plazo a través de la educación financiera. Para finalizar, la formulación de políticas públicas debería apoyarse cada vez más en evidencias cuantitativas como la que ofrecen los modelos econométricos, asegurando decisiones más estratégicas y adaptadas a la realidad macroeconómica del país.

REFERENCIAS

- [1] J. Rueda Galvis and M. Rueda Galvis, "Modelo econométrico de gestión exitosa para la empresa familiar colombiana," *Rev. Finanz. Política Económica*, pp. 319–344, 2017, doi: 10.14718/revfinanzpolitecon.2017.9.2.6.
- [2] I. A. Torres-Ulloa, "Evidencia y Explicación en Economía," *Cult. Científicas*, vol. 2, no. 1, pp. 107–136, Jul. 2021, doi: 10.35588/CC.V211.4907.
- [3] C. H. Muñoz Hoyos, B. E. P. Uribe, and M. R. Gómez, "Modelo econométrico para el análisis de la elección de modo de transporte en viajes domésticos: el rol de las variables latentes," *Lect. Econ.*, no. 96, pp. 145–169, Jan. 2022, doi: 10.17533/udea.le.n96a345079.
- [4] M. Valle Colchao and I. Villarreal Carrillo, "Impact of external openness on the specialization of Peruvian fruit and vegetable exports," in *Proceedings of the 21th LACCEI International Multi-*

- Conference for Engineering, Education and Technology (LACCEI 2023): "Leadership in Education and Innovation in Engineering in the Framework of Global Transformations: Integration and Alliances for Integral Development," Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, 2023. doi: 10.18687/LACCEI2023.1.1.235.*
- [5] O. Carvache-Franco, "Innovative activities and innovation of Paraguayan companies," in *Proceedings of the 4th LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (LEIRD 2024): "Creating solutions for a sustainable future: technology-based entrepreneurship,"* Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, 2024. doi: 10.18687/LEIRD2024.1.1.853.
- [6] A. R. Rodríguez Abraham, H. D. García Juárez, and L. E. Cruz Salinas, "Relationship between the reduction of global import tariffs and economic growth: An empirical approach," in *Proceedings of the 22nd LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology (LACCEI 2024): "Sustainable Engineering for a Diverse, Equitable, and Inclusive Future at the Service of Education, Research, and Industry for a Society 5.0.,"* Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, 2024. doi: 10.18687/LACCEI2024.1.1.463.
- [7] I. Tamaris Turizo, J. Chica Olmo, R. Cano Guervos, I. Tamaris Turizo, J. Chica Olmo, and R. Cano Guervos, "El uso de la geoestadística para la estimación de datos faltantes en un modelo económico espacial del precio de la vivienda," *Rev. Ing. Constr.*, vol. 37, no. 3, pp. 423–434, Dec. 2022, doi: 10.7764/ric.00044.21.
- [8] G. Mordecki, L. Ramírez, G. Mordecki, and L. Ramírez, "¿Qué es lo primero: el crecimiento del PIB o la inversión? El caso de una economía pequeña y abierta," *El Trimestre Económico*, vol. 85, no. 337, pp. 115–136, Mar. 2018, doi: 10.20430/ete.v85i337.661.
- [9] C. A. Salazar, "Gasto público y crecimiento económico: Controversias teóricas y evidencia para México," *Econ. UNAM*, vol. 17, no. 50, pp. 53–71, Aug. 2020, doi: 10.22201/fe.24488143e.2020.50.519.
- [10] R. Acevedo Rueda and J. A. Pimentel, "Modelo económétrico para el pronóstico de demanda eléctrica máxima diaria," *Univ. Cien. Tecnol.*, vol. 18, no. 70, pp. 4–11, Mar. 2014.
- [11] G. P. Esparza Ruiz, F. de J. Corona Villavicencio, and E. Jimenez Peña, "Análisis económétrico para determinar la relación entre la confianza del consumidor y la actividad económica de la frontera norte de México." Accessed: Apr. 13, 2025. [Online]. Available: <https://rde.inegi.org.mx/index.php/2023/11/01/analisis-econometrico-para-determinar-la-relacion-entre-la-confianza-del-consumidor-y-la-actividad-economica-de-la-frontera-norte-de-mexico/>
- [12] D. D. Ávila, A. M. Vázquez Rojas, D. D. Ávila, and A. M. Vázquez Rojas, "Modelo económétrico para determinar el impacto de la industria maquiladora en la generación de empleos," *Suma Negocios*, vol. 3, no. 2, pp. 9–24, Dec. 2012.
- [13] M. D. Marino *et al.*, "Modelos de series temporales para pronóstico de la demanda eléctrica del sector de explotación de minas y canteras en Colombia," *Rev. EIA*, vol. 18, no. 35, pp. 77–99, Jun. 2021, doi: 10.24050/reia.v18i35.1458.
- [14] R. F. Burbano-Delgado and Y. Garavito-Hernández, "Modelo económétrico basado en la aplicación del costo promedio ponderado de capital para las mipymes del sector metalmecánico en Colombia," *Rev. CEA*, vol. 8, no. 16, p. e1974, Jan. 2022, doi: 10.22430/24223182.1974.
- [15] R. Chávez Zavaleta *et al.*, "Artificial neural network with perceptron competitive advantage according to internal and external factors in response to demand: Chanay Megaport," in *Proceedings of the 22nd LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology (LACCEI 2024): "Sustainable Engineering for a Diverse, Equitable, and Inclusive Future at the Service of Education, Research, and Industry for a Society 5.0.,"* Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, 2024. doi: 10.18687/LACCEI2024.1.1.1570.
- [16] R. Fernández López *et al.*, "Modelo de predicción de series temporales para la demanda turística de la Cadena Hotelera Cubanacán," *Coop. Desarrollo*, vol. 8, no. 3, pp. 538–551, Dec. 2020.
- [17] X. Liu Sun, J. G. Covarrubias López, X. Liu Sun, and J. G. Covarrubias López, "Convergencia dinámica de series temporales y su inconsistencia con la estacionariedad en análisis económicos," *Análisis Económico*, vol. 38, no. 97, pp. 5–26, Apr. 2023, doi: 10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2022v38n97/liu.
- [18] N. Z. L. Rodríguez and A. C. T. Bello, "Enfoques económétricos para estimar impactos económicos del cambio climático en la agricultura," *UVserva*, no. 13, Art. no. 13, Apr. 2022, doi: 10.25009/uvs.vi13.2835.
- [19] A. P. Manzano Patiño, "Introducción a los modelos de ecuaciones estructurales," *Investig. En Educ. Médica*, vol. 7, no. 25, pp. 67–72, Mar. 2018, doi: 10.1016/j.riem.2017.11.002.
- [20] L. A. Medrano and R. Muñoz-Navarro, "Aproximación conceptual y práctica a los Modelos de Ecuaciones Estructurales," *Rev. Digit. Investig. En Docencia Univ.*, vol. 11, no. 1, pp. 219–239, Jan. 2017, doi: 10.19083/ridu.11.486.
- [21] L. M. L. Anaya, V. M. L. Moreno, H. R. O. Aguirre, and M. Q. López, "Predicción del IPC mexicano combinando modelos económétricos e inteligencia artificial," *Rev. Mex. Econ. Finanz. Nueva Época REMEF*, vol. 13, no. 4, Art. no. 4, Sep. 2018, doi: 10.21919/remef.v13i4.342.
- [22] G. Cabrera Gonzalez and A. de L. Arias, "Dinámica anticipada del PIB trimestral en México ante shocks negativos derivados de factores debidos a la crisis sanitaria del covid-19." Accessed: Apr. 14, 2025. [Online]. Available: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-53462021000100004&script=sci_arttext&utm
- [23] S. Jokubaitis, D. Celov, and R. Leipus, "Sparse structures with LASSO through principal components: Forecasting GDP components in the short-run," *Int. J. Forecast.*, vol. 37, no. 2, pp. 759–776, Apr. 2021, doi: 10.1016/j.ijforecast.2020.09.005.
- [24] M. Owusu-Mensah, C. Afriyie Manu, and P. Arhenful, "(PDF) Government Spending And Economic Growth Nexus In Sub-Saharan Africa: An Econometric Analysis," *ResearchGate*, Oct. 2024, doi: 10.19044/esj.2023.v19n22p112.
- [25] D. Coyle, "El producto interno bruto. Una historia breve pero entrañable," *dokumen.pub*. Accessed: May 03, 2025. [Online]. Available: <https://dokumen.pub/el-producto-interno-bruto-una-historia-breve-pero-entraable-1nbsped-9786071651457.html>
- [26] S. Garcés, "Producto Interno Bruto | Boletín de Coyuntura." Accessed: May 02, 2025. [Online]. Available: <https://revistas.uta.edu.ec/erevista/index.php/bcoyu/article/view/529>
- [27] Lady León Serrano, B. Aguilar Bazarán, and A. Ordóñez Pacheco, "Análisis empírico del impacto de los componentes del PIB sobre el sector financiero popular solidario," *593 Digit. Publ. CEIT*, vol. 8, no. 3, pp. 149–163, 2023.
- [28] T. Callen, "¿Qué es el producto interno bruto?," 2018.
- [29] F. Corona, P. Orraca, J. López-Pérez, F. Corona, P. Orraca, and J. López-Pérez, "Evaluación de diferentes métodos para la estimación del PIB potencial: el caso de México," *Estud. Económicos México DF*, vol. 37, no. 2, pp. 285–313, Dec. 2022, doi: 10.24201/ee.v37i2.432.
- [30] V. E. Rojas Torres, S. D. Alba Alcivar, M. V. Elizalde Orellana, V. E. Rojas Torres, S. D. Alba Alcivar, and M. V. Elizalde Orellana, "Comportamiento del Producto Interno Bruto a Precios Constantes en Ecuador: Un Análisis del Periodo 2000 - 2022," *Rev. InveCom*, vol. 4, no. 2, Jun. 2024, doi: 10.5281/zenodo.10811178.
- [31] BCH, "Producto Interno Bruto, IV trimestre 2020," Banco Central de Honduras. Accessed: Jul. 01, 2025. [Online]. Available: <https://www.bch.hn/estadisticos/EME/Informe%20del%20Producto%20Intern%20Bruto%20Trimestral/Producto%20Intern%20Bruto,%20IV%20trimestre%202020.pdf>
- [32] C. C. Carrillo and S. Contreras, "Estimating the three-month series of the Chilean Gross Domestic Product," Mar. 21, 2019, *arXiv*: arXiv:1903.09184. doi: 10.48550/arXiv.1903.09184.