

## UN MODELO VECTORIAL AUTORREGRESIVO (VAR) APLICADO A LAS EXPORTACIONES DE MATERIAS PRIMAS (ORO Y COBRE) Y LA BALANZA DE PAGOS: EL CASO PERUANO (2012- 2022)

### A VECTOR AUTOREGRESSIVE MODEL (VAR) APPLIED TO EXPORTS OF RAW MATERIALS (GOLD AND COPPER) AND THE BALANCE OF PAYMENTS: THE PERUVIAN CASE (2012-2022)

Héctor Javier Bendezú Jiménez<sup>1</sup>, Angiee Javier Soto<sup>2</sup>, Eliana Orihuela Fernández<sup>3</sup>, Luzmila Achata Huayhuas<sup>4</sup>

#### Palabras clave:

Modelo de vectores autorregresivos (VAR), balanza de pagos, exportaciones de materias prima (oro y cobre).

#### Resumen

El presente artículo tiene por objetivo estudiar la relación entre las exportaciones de materias primas de oro y cobre (D1EXP) y la balanza de pagos en el Perú (BP) en el periodo 2012 – 2022. Usando los datos trimestrales que se obtuvieron del Instituto Nacional de Estadística del Perú (INEI) y del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) se estima un Modelo de Vectores Autorregresivos (VAR). Por lo cual, basándose en dicho modelo se utilizó las pruebas de Raíz Unitaria de Dickey Fuller Aumentada, Cointegración de Johansen y Causalidad de Granger. Los resultados sugieren lo siguiente: (I) Las exportaciones de materias primas de oro y cobre mantuvieron una relación de equilibrio en el largo plazo con la Balanza de Pagos, es decir, están cointegradas. (II) Existe una relación de causalidad bidireccional entre las exportaciones de materias primas y la Balanza de Pagos. (III) Mediante la función de impulso-respuesta se observa que para el tercer trimestre del 2023 las exportaciones se reducirán y luego se incrementan nuevamente para el próximo trimestre. Este comportamiento continúa en los próximos trimestres del 2024.

**Códigos JEL:** C01

<sup>1</sup> Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Económicas, Lima, Perú.

E-mail: [hbendezuj@unmsm.edu.pe](mailto:hbendezuj@unmsm.edu.pe) ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9530-6472>

<sup>2</sup> Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Económicas, Lima, Perú.

E-mail: [angiee.javier@unmsm.edu.pe](mailto:angiee.javier@unmsm.edu.pe) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0401-1108>

<sup>3</sup> Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Económicas, Lima, Perú.

E-mail: [eliana.orihuela@unmsm.edu.pe](mailto:eliana.orihuela@unmsm.edu.pe) ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9428-3037>

<sup>4</sup> Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Económicas, Lima, Perú.

E-mail: [luzmila.achata@unmsm.edu.pe](mailto:luzmila.achata@unmsm.edu.pe) ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8933-1268>

**Keywords:**

Vector autoregressive model (VAR), balance of payments, exports of raw materials (gold and copper).

**Abstract**

The present work aims to study the relationship between exports of raw materials of gold and copper (D1EXP) and the balance of payments in Peru (BP) in the period 2012 - 2022. Using quarterly data obtained from the National Institute of Statistics and the Central Reserve Bank of Peru, a Vector Autoregressive Model (VAR) is estimated. Therefore, based on said model, the Augmented Dickey Fuller Unit Root, Johansen Cointegration and Granger Causality tests were used. The results suggest the following: (I) Exports of gold and copper raw materials maintained an equilibrium relationship in the long term with the Balance of Payments, that is, they are cointegrated. (II) There is a bidirectional causal relationship between exports of raw materials and the Balance of Payments. (III) Through the impulse response function, it is observed that for the third quarter of 2023 exports will decrease and then increase again for the next quarter. This behavior continues in the next quarters of 2024.

**INTRODUCCIÓN**

Las exportaciones representan uno de los agregados macroeconómicos más relevantes de la economía peruana, tanto por su relación con la demanda doméstica como por el papel que desempeñan en el resultado de la balanza comercial, de la cuenta corriente y, por ende, de la balanza de pagos.

Durante el 2021, las exportaciones aportaron el 73.1% del producto interno bruto (PBI) peruano que están compuestas por exportaciones de productos tradicionales (pesqueros, agrícolas, mineros, petróleo y gas natural) y no tradicionales (agropecuarios, pesqueros, textiles, maderas y papeles, químicos, minerales no metálicos, siderometalúrgicos y joyería, metal - mecánicos y otros). En el Perú, las exportaciones mineras representan el 58.8% del total de exportaciones en términos del valor de la mercancía puesta en el puerto de embarque (FOB), mientras que en términos de volumen estas exportaciones compensan las caídas de otros productos. Los productos considerados dentro de las exportaciones mineras con mayor participación son el oro, cobre y zinc (BCRP, 2022). Asimismo, la principal razón del liderazgo de las exportaciones es por la concentración de inversiones en el sector y los altos precios internacionales.

Respecto a la investigación, se han analizado las exportaciones de cobre y oro y su relación con

la Balanza de Pagos. Las exportaciones de cobre tienen una gran participación en las exportaciones peruanas, significan un 32.8%. El destino principal de las exportaciones de cobre es China que representa una participación del 70.4%. Luego se ubica Japón, como el segundo destino del cobre peruano, con el 6.8%, y Corea del Sur es el tercero con un 6.5%. En el caso de las exportaciones de oro, en el 2022 presentaron un crecimiento respecto al 2020, los envíos de oro peruano entre enero y noviembre 2021 fueron 31.5% más que en el 2020. Según el Ministerio de Energía y Minas (MINEM), la razón principal para este incremento en las exportaciones metálicas de oro se encuentra en la alta demanda asiática. Sobre todo, de parte de India, que se posiciona como el primer destino con 27.5% de participación. Luego, se ubica Canadá, con el 26.6%, y Suiza, que es considerado el principal centro de refinación de oro del mundo, con el 23.5% (BCRP, 2022).

Con las variables antes mencionadas, la presente investigación se ha enfocado en encontrar y medir su relación a corto plazo mediante un modelo VAR. Asimismo, en el Perú no hay estudios que comparen la relación de las exportaciones de materia prima (oro y cobre) y la balanza de pagos utilizando en su metodología las pruebas de cointegración de Johansen y Causalidad de Granger. Sin embargo, se puede mencionar algunos antecedentes donde se realizó el análisis de las exportaciones y la balanza de pagos.

## Revisión de Literatura

Según Gutiérrez (2011), las menores exportaciones mexicanas de productos manufactureros durante el periodo de recesión económica 2008-2009 incidieron en la mitad de la reducción de ingresos de divisas, sin incluir financiamientos, de la balanza de pagos global. De esta manera, el autor a través de un estudio descriptivo afirma que existe una relación entre las exportaciones y la balanza de pagos.

Tsen (2006) en su artículo investigó la relación entre los términos de intercambio de Malasia y la balanza comercial, distinguiendo entre términos de intercambio de bienes y términos de ingresos. Utilizando datos de 1965 a 2002 y el método de cointegración de Johansen, el autor encuentra una relación de largo plazo entre la balanza comercial y los términos de intercambio de bienes, pero ninguna relación entre la balanza comercial y los términos de intercambio de ingresos. Las pruebas de causalidad de Granger muestran que los términos de intercambio tienen un efecto de Granger sobre la balanza comercial, pero no al revés. Zortuks y Durmans (2008) utilizan la misma metodología y llegan a las mismas conclusiones que Tsen (2006) utilizando datos turcos de 1989-2007. Esto significa que la causalidad de Granger es de los términos de intercambio a la balanza comercial, y la relación de largo plazo solo existe entre la balanza comercial y los términos de intercambio de la mercancía.

Beraun et al. (2022) en artículo investigaron la relación entre las exportaciones mineras y el crecimiento económico. Usando los datos de 2010 al 2020 y un modelo ARMA determinaron que las exportaciones mineras presentan una relación directa con el crecimiento. Además, de que este último estaría representado con más del 50% de la primera variable. Asimismo, Yunga et al. (2022) en su investigación "¿La balanza de pagos limita el crecimiento económico? Nueva evidencia para Chile periodo 1980-2019. El papel de los flujos de capital" afirmó que aquellos países en desarrollo son limitados en la balanza de pagos como consecuencia de la dependencia en las exportaciones. Para ese proceso, se usaron el modelo VAR y VEC, este último para ver la

relación a largo plazo de las variables. Dicha investigación obtiene que se tiene una relación bidireccional entre el PBI y las exportaciones, mientras que una unidireccional entre el PBI y los flujos de capital.

De acuerdo con Lanteri (2010) en su artículo "Modelos VAR alternativos para pronósticos (Bayesiano y FAVAR VAR): El caso de las exportaciones argentinas" trata de proponer modelos que permitan obtener y extrapolar niveles agregados futuros utilizando datos trimestrales de un país, cuentas en precios de referencia y la base de datos del FMI que cubre el primer trimestre de 1993 y el tercer trimestre de 2009. Para ello, utilizaron los siguientes enfoques: el primero se basó en modelos VAR sin restricciones y VAR bayesiano (BVAR), y el segundo se basó en modelos FAVAR. Finalmente, las estimaciones muestran que los modelos BVAR y FAVAR son alternativas efectivas para lograr esta predicción general, ya que mejoran las predicciones de los modelos autorregresivos o VAR no restringidos.

Salazar (2016) en su investigación pretende determinar la repercusión de la Balanza de Pagos en la Administración de las Finanzas Públicas del Ecuador. A partir de una metodología descriptiva, empírica y teórica concluye que la balanza de pagos tiene un impacto directo en el Presupuesto General de Estado. De esta manera, un déficit en la balanza de pagos repercute en la economía ecuatoriana, ya que existirá una menor cantidad de recursos destinados a la ejecución de obras públicas.

## METODOLOGÍA

### Variables

Se usaron las variables de exportación de materias primas (cobre y oro) y la balanza de pagos a largo plazo. Estas variables son series de tiempo con una periodicidad trimestral del 2012 al 2022. Los datos fueron obtenidos de fuentes confiables, tales como el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) y el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Las variables del modelo se explican a continuación:

- **Balanza de Pagos (BP)**

La balanza de pagos registra las transacciones económicas entre una economía y el resto del mundo. Estas transacciones se refieren al movimiento de bienes y servicios, así como al movimiento y transferencia de fondos. Por ello, esta información se encuentra expresada en millones. Cabe mencionar que la sostenibilidad de las cuentas externas de un país y su capacidad de respuesta a las crisis se pueden medir por medio de indicadores establecidos a partir de la información proporcionada por la balanza de pagos.

- **Exportaciones (EXMP)**

La exportación es el comercio de bienes y servicios locales a países extranjeros, estos, cuando se consumen, generan ganancias para el país local. Los intercambios positivos generarán una mayor demanda internacional de productos locales. De esta manera, favorece la generación de empleo, mejora la productividad y produce una mayor actividad económica que conduce a un aumento del PIB. Este caso refiere a la exportación de materias primas (cobre y oro) en valores FOB.

Por otro lado, en lo que respecta a la tipología de investigación, este estudio es de carácter correlacional. De acuerdo con Hernández (2014) “una investigación correlacional tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto específico” (p.98). En este caso, se buscó hallar la relación entre las variables de exportación de materias primas (cobre y oro) y la balanza de pagos.

Se usó el método hipotético – deductivo, dado que se realiza una investigación económica y se plantea hipótesis que se confirman mediante el análisis de los datos para, finalmente, refutar o aceptar lo planteado inicialmente con la ayuda de la estadística inferencial.

## Modelo De Vectores Autorregresivos VAR

De acuerdo con Novales (2016) los modelos vectoriales autorregresivos (VAR) se utilizan cuando se quiere caracterizar interacciones simultáneas entre un conjunto de variables. También es un modelo de ecuaciones simultáneas que consiste en un sistema de ecuaciones de forma reducida sin restricciones. El hecho de que sean ecuaciones en forma reducida hace que los valores contemporáneos de las variables del modelo no aparezcan como variables explicativas en ninguna ecuación. Asimismo, que sean ecuaciones no restringidas significa que en cada una de ellas se presenta el mismo conjunto de variables explicativas.

Los modelos VAR son útiles cuando existe evidencia de simultaneidad entre un conjunto de variables y su relación se transmite a lo largo de un cierto número de periodos. Al no imponer ninguna restricción a la versión estructural del modelo, no se producen los errores de especificación que estas restricciones podrían imponer al ejercicio empírico. Y su principal objetivo de los modelos VAR es la dificultad en identificar variables como exógenas, como es preciso hacer para identificar un modelo de ecuaciones simultáneas.

La estructura del modelo es la siguiente:

$$y_t = \sum_{i=1}^p \Pi_i y_{t-1} + e_t \quad (1)$$

Donde:

$y_t$  e  $y_{t-1}$  corresponde a los vectores de orden  $m$ , esta representa el número de rezagos de la ecuación.

$\Pi$ : es la matriz cuadrada de orden  $m$  de coeficientes de rezago

$e_t$ : proceso de ruido blanco

Mediante este se puede estimar tantas matrices como rezagos que tenga el sistema: Lo cual se representa de la siguiente forma:

$$\begin{bmatrix} y_{1t} \\ y_{2t} \\ \vdots \\ y_{mt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11(L)} & \dots & a_{1m(L)} \\ a_{21(L)} & \ddots & a_{2m(L)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1(L)} & \dots & a_{mm(L)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{1t} \\ y_{2t} \\ \vdots \\ y_{mt} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \\ \vdots \\ e_{mt} \end{bmatrix} \quad (2)$$

En este sistema:

$$E[e_t e_{t-j}^T] = 0 \forall j \neq 0$$

$$E[e_t e_t^T] = \sum_e$$

Como se muestra, los errores tienen una varianza constante y no presentan autocorrelación entre estos.

En la parte práctica, esta termina siendo una herramienta útil para ver la relación que tiene las variables en un determinado periodo.

De igual manera, el modelo se puede presentar de la siguiente forma:

$$y_{1t} = a_{10} + a_{11}y_{1t-1} + a_{12}y_{2t-1} + e_{1t} \quad (3)$$

$$y_{2t} = a_{20} + a_{21}y_{1t-1} + a_{22}y_{2t-1} + e_{2t} \quad (4)$$

Este sistema es el que se empleó en el presente estudio de acuerdo con las variables que se presentaron.

Por otra parte, para asegurar que el modelo elegido sea el óptimo, se realizaron las siguientes pruebas:

- **Prueba de raíz unitaria**

Esta prueba se usa en el modelo para ver si la serie de tiempo es estacionario o no. Para ello, se usa la prueba de Dickey-Fuller para determinar si durante esa serie se presenta la raíz unitaria o no. Sin embargo, se da el caso de la autocorrelación; por lo que, se utilizó la prueba de Dickey-Fuller Aumentada (DFA) mediante las siguientes hipótesis:

$$H_0: \text{La serie tiene raíz unitaria} \quad \text{o} \quad H_0: Y_t = \delta + Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$H_1: \text{La serie no tiene raíz unitaria} \quad \text{o} \quad H_0: Y_t = \delta + \beta t + \phi Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Para evaluarlo, se utilizaron los valores críticos presentados en la prueba de DFA.

- **Prueba de causalidad**

En el ámbito econométrico, cuando se tiene variables del estudio no siempre se puede asegurar que estas tengan una relación de causa-efecto, dado que esta puede presentar una correlación espuria que genera la impresión de cierta relación, pero no es así. Con relación a los pronósticos esto daría a entender que una variable retardada está correlacionada con la otra mediante sus valores proyectados, es decir, que una variable causa a la otra, pero no necesariamente refleja la casualidad entre estas. Es por ello, que se utiliza la Prueba de Granger teniendo en cuenta las siguientes hipótesis:

$$H_0: \text{No existe causalidad}$$

$$H_1: \text{Existe causalidad}$$

- **Función impulso-respuesta**

La función impulso-respuesta brinda el impacto que tendrá las variables ante un shock de los errores. Este resultado no solo presenta el efecto en los valores presente, sino también en los futuros de las variables endógenas y debido al carácter dinámico que tiene estas.

- **Prueba de cointegración**

Este análisis detecta si hay probabilidad de realizar estimaciones correctas, es decir, que estos no tengan resultados espurios, con el fin de poder definir la relación entre las variables a corto y largo plazo. Para este análisis, suele usarse la Prueba de Cointegración de Johansen. Hay dos tipos de estas: trazas y escalar. Ambas coinciden en resultados, ya que determinan si existe o no cointegración. La ventaja de esta prueba a diferencia de la planteada por Engle-Granger es que esta puede detectar muchos vectores. Además, las variables del sistema son tomadas como variables endógenas.

## RESULTADOS

### Datos

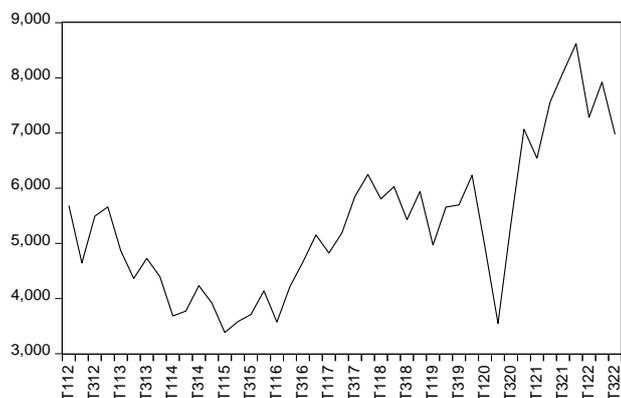
Para el presente estudio, la fuente de datos proviene del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) y del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Las series de tiempo obtenidas abarcan desde 2012 al 2022 con una periodicidad trimestral por lo que se tiene 44 observaciones que se describen en la Tabla 1 (apéndice). Las variables que corresponden al estudio son las exportaciones de cobre y oro a precio FOB, y la segunda variable es la Balanza de Pagos donde realizan el registro de las operaciones comerciales, de movimiento de capital y de servicio en el Perú. Finalmente, se empleó el software Eviews para obtener las estimaciones del modelo VAR.

En la Figura 1 se muestra las exportaciones de materias primas. Dentro de esta se observa diversidad de fluctuaciones. Al ser el oro y el cobre metales de gran demanda en el mercado extranjero, genera dependencia en la economía peruana. Esto se ve reflejada en primer trimestre de 2013 hasta el 2016 donde las exportaciones tuvieron una caída en algunos de estos periodos. Para el 2020, en un contexto de pandemia, donde el país se encontraba en Estado de Emergencia, se tuvo una caída de 28% en el segundo trimestre con relación al anterior.

**FIGURA 1**

### Exportaciones de Materias Primas (Oro y Cobre) – Valores FOB (Millones US\$)

Exportaciones de Materias Primas (Oro Y Cobre)- Valores FOB (Millones US\$)



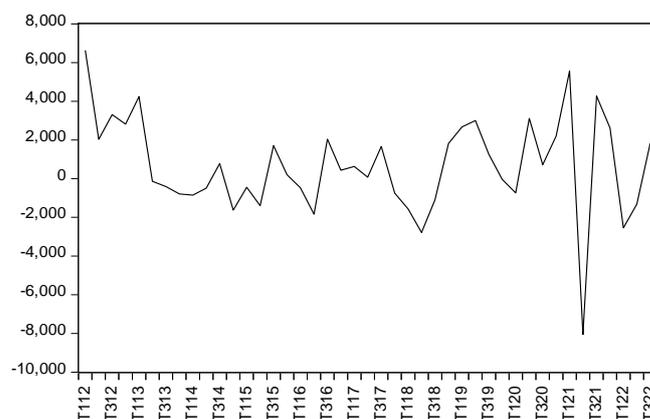
La Figura 2, presenta el comportamiento de la serie Balanza de Pagos. A lo largo del periodo de

análisis presenta una tendencia inestable. En el 2013, en su segundo trimestre sufre un déficit de 103%, lo cual, significa que hubo un cambio importante en su Balanza Comercial. Mientras. En el segundo trimestre 2020 se registra una contracción 52% respecto al periodo anterior, esto principalmente por el comportamiento negativo de las exportaciones como consecuencia de la pandemia que sufre el país.

**FIGURA 2**

### Balanza de Pagos (Millones US\$)

Balanza de Pagos (Millones US\$)



### Determinación de estacionariedad

En la Figura 1 se observa que la serie original es no estacionaria en media, dado que presenta fluctuaciones, por lo cual, los valores que presentan no varían alrededor de una única media.

En la figura 2 se puede ver que la gráfica tiene distintas fluctuaciones en los distintos periodos de evaluación, aún con ello, se aprecia que esta variable es no estacionaria en media, dado que no están fluctuando alrededor un valor único. Se presentan diversos quiebres estructurales. El más relevante en el tercer trimestre del 2021.

### Prueba de Raíz Unitaria de Dickey Fuller Aumentada (ADF)

La prueba de raíz unitaria nos permite comprobar si una serie es estacionaria o no, a través de la ausencia de la raíz unitaria dentro de esta. En esta prueba se plantean las siguientes hipótesis:

$H_0$ : La serie tiene raíz unitaria.

$H_1$ : La serie no tiene raíz unitaria.

La hipótesis nula se rechaza cuando el valor absoluto del valor crítico en el nivel de significancia del 5% es menor al valor absoluto del t estadístico de Dickey Fuller, caso contrario se acepta.

Se realiza la prueba de raíz unitaria en las dos series que forman parte del modelo.

- **Test de Raíz Unitaria para la variable Balanza de Pagos (BP)**

Para la prueba efectuada con el nivel de significancia del 5%, el valor absoluto del valor crítico resulta menor al valor absoluto del t estadístico de Dickey Fuller ( $2.93 < 7.13$ ). Se rechaza la  $H_0$ , es decir, no existe raíz unitaria y la serie de balanza de pagos es estacionaria.

**TABLA 2**  
**Test de Raíz Unitaria para la variable EXMP**

Null Hypothesis: BP has a unit root.			
Exogenous: Constant			
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, maxlag=9)			
Test	Level	t-Statistic	Prob. *
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-7.132	0.000
Test critical values:	1%	-3.596	
	5%	-2.933	
	10%	-2.604	

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

- **Prueba de Raíz Unitaria para la variable exportaciones de materias primas cobre y oro (EXMP)**

Para la prueba efectuada con el nivel de significancia del 5%, el valor absoluto del valor crítico resulta mayor al valor absoluto del t estadístico de Dickey Fuller ( $2.93 > 1.66$ ). Se acepta la  $H_0$ , es decir, existe raíz unitaria y la serie de exportaciones materias primas cobre y oro no es estacionaria.

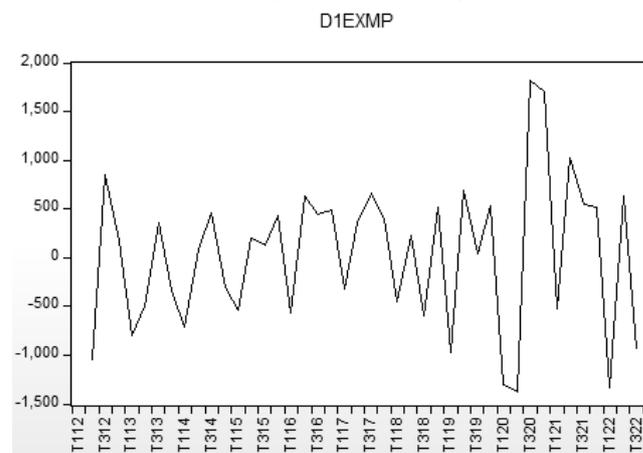
**TABLA 3**  
**Test de Raíz Unitaria para la variable EXMP**

Null Hypothesis: EXMP has a unit root			
Exogenous: Constant			
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)			
Test	Level	t-Statistic	Prob. *
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-1.658	0.444
Test critical values:	1%	-3.596	
	5%	-2.933	
	10%	-2.604	

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

Se efectúa la primera diferencia a la serie EXMP, ya que esta última resultó no estacionaria. A continuación, se visualiza el gráfico de la serie en primera diferencia:

**FIGURA 3**  
**Primera diferencia de las exportaciones de Materias Primas (Oro y Cobre) – Valores FOB (Millones US\$)**



En la tabla 4 se muestra que la serie D1EXMP es estacionaria, pero resulta necesario realizar la prueba de raíz unitaria para comprobarlo.

**TABLA 4**  
**Test de Raíz Unitaria para la variable D1EXMP**

Null Hypothesis: D1EXMP has a unit root			
Exogenous: Constant			
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)			
Test	Level	t-Statistic	Prob. *
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-7.319	0.000
Test critical values:	1%	-3.600	
	5%	-2.935	
	10%	-2.605	

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

Para la serie en diferencia D1EXMP con un nivel de significancia del 5%, el valor absoluto del valor crítico resulta mayor al valor absoluto del t estadístico de Dickey Fuller ( $7.32 > 2.94$ ). Se rechaza la  $H_0$ , es decir, no existe raíz unitaria y la serie de exportaciones materias primas cobre y oro es estacionaria. De esta manera, convertimos nuestra serie EMP a estacionaria haciendo uso de una primera diferencia.

## Determinación del número de rezagos del modelo de vectores autorregresivos (VAR): Criterios de información

Los criterios de información de Akaike (AIC), Schwarz (SC), Hanna Quinn (HQ), el predictor final de error (FPE) y la prueba de razón de verosimilitud (LR) son fundamentales para determinar el número óptimo de rezagos, pero se debe considerar que el menor valor del criterio Akaike es determinante del modelo de estudio.

En la tabla 5 (apéndice) se muestra que los criterios de LR, FPE y AIC requieren de cuatro rezagos en cada una de las variables para nuestro modelo VAR. De esta manera, el número de rezagos óptimo para el modelo es cuatro.

### • Estimación del modelo VAR

Considerando que las series de tiempo son estacionarias y el número de rezagos a usar es cuatro, se procede a estimar el modelo VAR.

A partir de la estimación en Eviews tabla 6 (apéndice), se muestra la sintaxis de las ecuaciones de los dos modelos de vectores autorregresivos:

$$BP_t = 350.043 - 0.088016BP_{t-1} - 0.020012BP_{t-2} + 0.054122BP_{t-3} - 0.104024BP_{t-4} + 0.815595D1EXMP_{t-1} - 0.542913D1EXMP_{t-2} - 1.015153D1EXMP_{t-3} + 0.641224D1EXMP_{t-4}$$

$$D1EXMP_t = 19.18992 + 0.148264BP_{t-1} + 0.052519BP_{t-2} + 0.01551BP_{t-3} - 0.105243BP_{t-4} - 0.052613D1EXMP_{t-1} - 0.205902D1EXMP_{t-2} - 0.016096D1EXMP_{t-3} + 0.516665D1EXMP_{t-4}$$

### • Prueba de Causalidad de Granger

La prueba de causalidad de Granger nos permite verificar si una variable independiente causa la variable dependiente usando los rezagos de ambas variables. En esta prueba se plantean las siguientes hipótesis:

*H<sub>0</sub>*: La variable independiente con sus rezagos conjuntamente no causa la variable dependiente.

*H<sub>1</sub>*: La variable independiente con sus rezagos conjuntamente causa la variable dependiente.

La hipótesis nula se rechaza cuando la probabilidad es inferior al nivel de confianza del 5%, caso contrario se acepta.

**TABLA 7**  
**Prueba de Causalidad de Granger para D1EXMP y BP**

Pairwise Granger Causality Tests			
Sample: 143			
Lags: 4			
Null Hypothesis:	Obs.	F-Statistic	Prob.
D1EXMP does not Granger Cause BP	38	3.203	0.027
BP does not Granger Cause D1EXMP		2.750	0.047

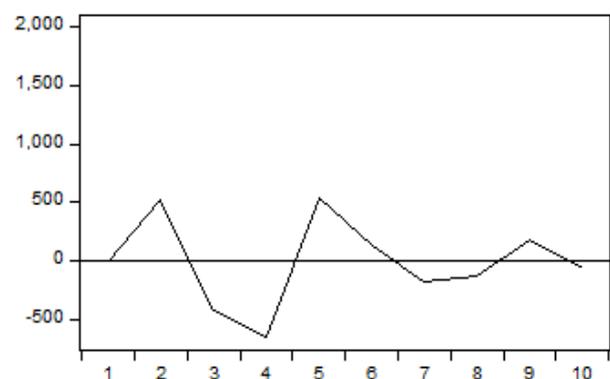
La probabilidad 0.027 resulta inferior al 5%, en consecuencia, se rechaza la *H<sub>0</sub>*. La diferencia de las exportaciones de materias primas (D1EXMP) causa en el sentido de Granger la balanza de pagos (BP).

De igual manera, la probabilidad 0.047 es menor al 5% y se rechaza la *H<sub>0</sub>*. La balanza de pagos (BP) causa en el sentido de Granger la diferencia de las exportaciones de materias primas (D1EXMP).

Se evidencia una causalidad bidireccional entre las dos variables.

### • Función impulso-respuesta

**FIGURA 4**  
**Función impulso respuesta BP y EXPMP**  
Response of BP to D1EXMP



Se observa en la figura anterior cómo la BP cambia en respuesta de D1EXMP. El impulso en el corto plazo de 2 trimestres (IVT2022 y IT2023) de la BP genera un impacto positivo, donde un

incremento en la primera diferencia de las exportaciones de materias provocará un aumento en la balanza de pagos. Posteriormente, para el IIT2023 las exportaciones se reducen y luego se incrementan nuevamente para el próximo trimestre. Este comportamiento continúa en los próximos trimestres del 2024.

#### • Prueba de cointegración de Johansen

La prueba de cointegración de Johansen nos permite comprobar si existe una cointegración entre las variables. En esta prueba se plantean las siguientes hipótesis:

$H_0$ : No existen vectores de cointegración.

$H_1$ : Existen vectores de cointegración.

La hipótesis nula se rechaza cuando el estadístico de Traza o el estadístico del Máximo Valor Propio es mayor al valor crítico al 5%, caso contrario se acepta.

En la tabla 8 (apéndice) se observa que el estadístico de Traza es mayor al valor crítico (22.07 > 15.49) y estadístico de Máximo Valor Propio de igual manera (15.26 > 14.25), por tanto, se rechaza la  $H_0$ . Las variables BP y D1EXP están cointegradas, es decir, tienen una relación o asociación de largo plazo.

### CONCLUSIONES

La relación positiva entre la balanza de pagos y las exportaciones de materias primas significa que un aumento en las exportaciones de materias primas como el oro y cobre incide en el crecimiento de la balanza de pagos, esto es creíble ya que la balanza comercial forma parte de la balanza de pagos. Sin embargo, dentro de la balanza de pagos también existen cuentas como la financiera e ingresos primarios y secundarios que pueden afectar de manera negativa el saldo de la balanza de pagos. De esta manera, así exista un buen desempeño en las exportaciones de materias primas puede darse una caída en la balanza de pagos.

En el caso de la economía peruana mediante esta investigación se llegaron a los siguientes

resultados: (I) Las exportaciones de materias primas de oro y cobre mantuvieron una relación de equilibrio en el largo plazo con la Balanza de Pagos, es decir, están cointegradas. (II) Existe una relación de causalidad bidireccional entre las exportaciones de materias primas y la Balanza de Pagos. (III) Mediante la función de impulso respuesta se observa que para el tercer trimestre del 2023 las exportaciones se reducirán y luego se incrementan nuevamente para el próximo trimestre. Este comportamiento continúa en los próximos trimestres del 2024.

En tanto a las limitaciones de esta investigación se basan principalmente en dos; primero es el enfocar el análisis en solo dos variables (exportaciones y balanza de pagos); la segunda limitación es la falta de estudios previos al tema, los cuales son muy importantes para fundamentar la relevancia de una investigación.

Por otro lado, para futuras investigaciones resulta necesario incluir en el modelo de vectores autorregresivos (VAR), variables como las exportaciones e importaciones de servicios, ingresos primarios y secundarios, y la cuenta financiera para comprender y analizar de manera más crítica el impacto sobre la balanza de pagos. Asimismo, otro análisis para investigaciones futuras es realizar un estudio con datos agregados de las exportaciones en varios países de la región.

### AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de investigación se realizó con el acompañamiento del Dr. Héctor Javier Bendezú Jiménez, a quien expresamos nuestro más profundo agradecimiento, por hacer posible la realización de este artículo. Asimismo, de agradecer su paciencia, tiempo y dedicación.

### REFERENCIAS

Banco Central de Reservas del Perú. (2021). Balanza Comercial 2021. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Notas-Estudios/2021/nota-deestudios-56-2021.pdf>

Bernstein, E. M. (1956). Strategic Factors in Balance of Payments Adjustment. International

Monetary Fund Staff Papers, Vol. V. Washington, D.C. U.S.A.

Castillo, D. (2017). Los efectos de las importaciones, las exportaciones y los TES sobre el EMBI para el caso colombiano. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6852520>

Chafloque, M., Chung, V., & Cotrina, A. (2019). *Modelación de las dinámicas, estimación y análisis de las exportaciones mineras: Caso peruano*. <https://doi.org/10.23878/alternativas.v19i3.264>

Economía (2021). Exportaciones peruanas se desplomaron 15.3% en 2020 por menor despacho de minerales. *Gestión*. <https://gestion.pe/economia/exportacionesperuanas-se-desplomaron-153-en-2020-por-menor-despacho-de-mineralescomercio-exterior-nndc-noticia/>

Economía (2014). Las exportaciones mineras cayeron 12.5% en el 2013, según la SNMPE. *Gestión*. <https://gestion.pe/economia/exportaciones-mineras-cayeron-12-5-2013-snmpe-4867-noticia/>

Hernandez, R. (2014). *Metodología de la investigación*. (6ª ed., p. 98). Editorial: McGraw-Hill

Lanteri, L. (2010). Modelos de VAR alternativos para pronósticos (VAR bayesianos y FAVAR): el caso de las exportaciones argentinas. *Economía*, 33(66), 42-64. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/economia/article/view/795>

Maridueña, A., Zea, E. y Chiliquinga, G. (2022). Apertura comercial y crecimiento

económico: un enfoque de cointegración varm-vecm para Latinoamérica y el caribe (1967-2019). <https://doi.org/10.46677/compendium.v9i1.1023>

Novales, A. (2016). Modelos vectoriales autorregresivos (VAR). [https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41459/VAR\\_new.pdf](https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41459/VAR_new.pdf)

Salazar, E. (2016). La Balanza de pagos y su impacto en la administración de las finanzas públicas del Ecuador en el año 2013. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/2383>

Trujillo, G. (2010). La Metodología del Vector Autorregresivo: Presentación y Algunas Aplicaciones. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6181495>

Tsen, W. H. (2006). Is there a long-run relationship between trade balance and terms of trade? The case of Malaysia. *Applied Economics Letters*, 13(5), 307-311.

Yunga, F., Carlos Tapia, C., Camacho, S., & Cueva, A. (2022). ¿La balanza de pagos limita el crecimiento económico? Nueva evidencia para Chile periodo 1980-2019. El papel de los flujos de capital, 35,25–35. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/dcart?info=link&codigo=8791894&orden=0>

Zortuk, M. y Durman, M. (2008). Testing the relationship between trade balance and terms of trade: The case of Turkey. *Problems and Perspectives in Management*, 6(2), 39-43.

## APÉNDICE

**TABLA 1**  
**Base de datos**

Periodo	Exportaciones de Materia Prima (oro y cobre) (millones US\$)	Balanza de Pagos (millones US\$)
T112	6636	5683
T212	2036	4644
T312	3314	5492
T412	2820	5659
T113	4239	4865
T213	-133	4364
T313	-412	4728
T413	-787	4398
T114	-850	3683
T214	-485	3771
T314	783	4233
T414	-1626	3919
T115	-443	3385
T215	-1400	3582
T315	1705	3711
T415	211	4141
T116	-470	3573
T216	-1838	4213
T316	2042	4658
T416	434	5152
T117	629	4826
T217	73	5191
T317	1667	5850
T417	-740	6248
T118	-1567	5803
T218	-2784	6027
T318	-1100	5427
T418	1822	5941
T119	2682	4969
T219	3007	5657
T319	1256	5696
T419	-37	6234
T120	-733	4925
T220	3116	3548
T320	718	5363
T420	2200	7070
T121	5564	6542
T221	-8056	7559
T321	4278	8100
T421	2625	8618
T122	-2547	7285
T222	-1317	7923
T322	1831	6975

**TABLA 5**  
**Crterios de seleccin del orden de retraso del VAR**

VAR Lag Order Selection Criteria						
Endogenous variables: BP D1EXMP						
Exogenous variables: C						
Sample: 143						
Included observations: 37						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-636.7164	NA	3.38E+12	34.52521	34.61229*	34.55591*
1	-632.5709	7.61877	3.36E+12	34.51734	34.77857	34.60944
2	-629.9181	4.58854	3.62E+12	34.59017	35.02555	34.74366
3	-625.0156	7.949957	3.47E+12	34.54139	35.15092	34.75628
4	-616.4958	12.89496*	2.75e+12*	34.29707*	35.0808	34.57336
5	-613.9935	3.516668	3.03E+12	34.37803	35.33587	34.71571

\* 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

**TABLA 6**  
**Estimaciones de vectores autorregresivos**

Vector Autoregression Estimates		
Sample (adjusted): 643		
Included observations: 38 after adjustments		
Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]		
	BP	D1EXMP
BP(-1)	-0.088016	0.148264
	-0.17567	-0.05575
BP(-2)	[-0.50104]	[ 2.65922]
	-0.020012	0.052519
BP(-3)	-0.1583	-0.05024
	[-0.12642]	[ 1.04529]
BP(-4)	0.054122	0.01551
	-0.15191	-0.04821
D1EXMP(-1)	[ 0.35627]	[ 0.32168]
	-0.104024	-0.105243
D1EXMP(-2)	-0.1536	-0.04875
	[-0.67723]	[-2.15877]
D1EXMP(-3)	0.815595	-0.052613
	-0.50363	-0.15985
D1EXMP(-4)	[ 1.61942]	[-0.32915]
	-0.542913	-0.205902
C	-0.50773	-0.16115
	[-1.06930]	[-1.27773]
C	-1.015153	-0.016096
	-0.55866	-0.17731
C	[-1.81712]	[-0.09078]
	0.641224	0.516665
C	-0.5832	-0.1851
	[ 1.09949]	[ 2.79126]
C	350.0433	19.18992
	-378.673	-120.186
C	[ 0.92439]	[ 0.15967]

R-squared	0.368032	0.395488
Adj. R-squared	0.193696	0.228726
Sum sq. resids	127000000	12751643
S.E. equation	2089.268	663.1077
F-statistic	2.111048	2.371573
Log likelihood	-339.2778	-295.6678
Akaike AIC	18.33041	16.03515
Schwarz SC	18.71826	16.423
Mean dependent	245.2105	55.52632
S.D. dependent	2326.723	755.057
Determinant resid covariance (dof adj.)		1.79E+12
Determinant resid covariance		1.04E+12
Log likelihood		-633.6253
Akaike information criterion		34.29607
Schwarz criterion		35.07176
Number of coefficients		18

**TABLA 8**  
**Prueba de cointegración para BP y D1EXMP**

Sample (adjusted): 7 43				
Included observations: 37 after adjustments				
Trend assumption: Linear deterministic trend				
Series: BP D1EXMP				
Lags interval (in first differences): 1 to 4				
Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)				
Hypothesized		Trace	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.337927	22.07085	15.49471	0.0044
At most 1 *	0.168172	6.812784	3.841466	0.009
Trace test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level				
* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level				
**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values				
Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)				
Hypothesized		Max-Eigen	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.337927	15.25806	14.2646	0.0347
At most 1 *	0.168172	6.812784	3.841466	0.009
Max-eigenvalue test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level				
* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level				
**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values				