

La relación a largo plazo y la causalidad entre las exportaciones mineras, la producción industrial y el crecimiento económico en Perú: Un estudio de caso utilizando un modelo VEC *

Cristian Carrión *Escuela Politécnica Nacional*
Christian Socasi *Escuela Politécnica Nacional*

El medio ambiente se convirtió en una cuestión de importancia internacional en 1972, cuando se celebró en Estocolmo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente. La relación entre crecimiento económico y medio ambiente ha sido polémica durante mucho tiempo, por los

Introducción

Durante las últimas décadas, el debate de la relación entre crecimiento económico y el medio ambiente se ha intensificado a nivel teórico y mediante aplicaciones empíricas en diversas partes del mundo. La actividad productiva, extractiva y consumista de la sociedad durante siglos dejó de considerar que vivir en un ambiente sano es una necesidad indispensable para los individuos. Desde 1990, el vínculo entre las emisiones de CO₂ y El crecimiento económico ha sido ampliamente estudiado. Prueba de ello es la cuantiosa proliferación de informes ambientales y ecológicos, cumbres del planeta, o posiciones ideológicas adoptadas.

Revisión de la literatura

En la literatura, existen tres categorías de estudio sobre la relación entre emisiones de CO₂ y crecimiento económico: La primera categoría se centra en la relación entre contaminantes ambientales y crecimiento económico e investiga la validez de los Kuznets ambientales (1955) curva. La segunda categoría investiga el relación entre crecimiento económico y consumo de energía, y finalmente la tercera categoría examina la relación dinámica entre crecimiento económico, energía consumo y contaminantes ambientales (Vásquez Sánchez & García Rendón, 2003).

Datos y Metodología

Datos

En este estudio utilizamos datos anuales del Exportaciones Mineras Metálicas (*XMIN*), Producto Interno Bruto Manufacturero (*PBIMAN*) y el Producto Interno Bruto (*PBI*) de Italia durante el periodo de 1994-2016. Todos los datos recopilados del Banco Central de Perú.

Metodología

La relación entre Exportaciones Mineras Metálicas, Producto Interno Bruto Manufacturero y el Producto Interno Bruto se puede expresar de la siguiente manera:

*La replicación de los archivos están disponibles en la página Github del autor (github.com/cristian1512)

$$PBI_t = \alpha_0 + \alpha_1 PBIMAN_t + \alpha_2 XMIN_t + \varepsilon_T \quad (1)$$

Donde:

- PBI_t = Producto Interno Bruto
- $PBIMAN_t$ = Producto Interno Bruto Manufacturero
- $XMIN_t$ = Exportaciones Mineras Metálicas
- ε_t = Ruido Blanco

Donde

- t : es la variable de tendencia.

Entonces, comenzamos el proceso de estimación a partir del modelo 1. El propósito de este trabajo es examinar la relación a largo plazo entre Exportaciones Mineras Metálicas, Producto Interno Bruto Manufacturero y el Producto Interno Bruto en Perú. El enfoque metodológico del estudio incluye los siguientes pasos:

- Comprobamos las propiedades de estacionariedad de la serie aplicando la prueba de Dickey-Fuller (ADF) aumentada (Dickey and Fuller 1981) así como la prueba de Phillips-Perron (PP)(Phillips and Perron 1988).
- Si todas las variables están integradas de orden uno, entonces la prueba de cointegración de Johansen (1995) es la más apropiada para ser usada.
- El tercer paso consiste en comprobar la relación causal entre las variables utilizando las pruebas apropiadas.

En la Figura A.1 se presenta la evolución de las tres variables, Exportaciones Mineras Metálicas, Producto Interno Bruto Manufacturero y el Producto Interno Bruto de Perú durante los años 1994-2016. Las estadísticas descriptivas de las variables se muestran en la Cuadro A.1.

Cuadro A.1: Estadística Descriptiva para las Variables Usadas en el Análisis

Statistic	N	Mean	St. Dev.	Min	Max
PBI	22	14,558.98	9,255.18	-838.30	29,795.98
PBIMAN	22	1,526.96	2,504.48	-3,851.98	5,752.98
XMIN	22	900.09	2,459.98	-3,678.83	5,620.76

Nota: Las estadísticas descriptivas corresponden al periodo 1990-2014

Elaboración: Los autores

La relación causal entre el PIB, Exportaciones Mineras Metálicas y el Producto Interno Bruto Manufacturero: Resultados Empíricos

Pruebas de Raíces Unitarias

Aplicando las pruebas de raíz unitaria del ADF, de Dickey y Fuller (Dickey and Fuller 1981), y del PP, de Phillips y Perron (Phillips and Perron 1988), presentamos los resultados en el Cuadro

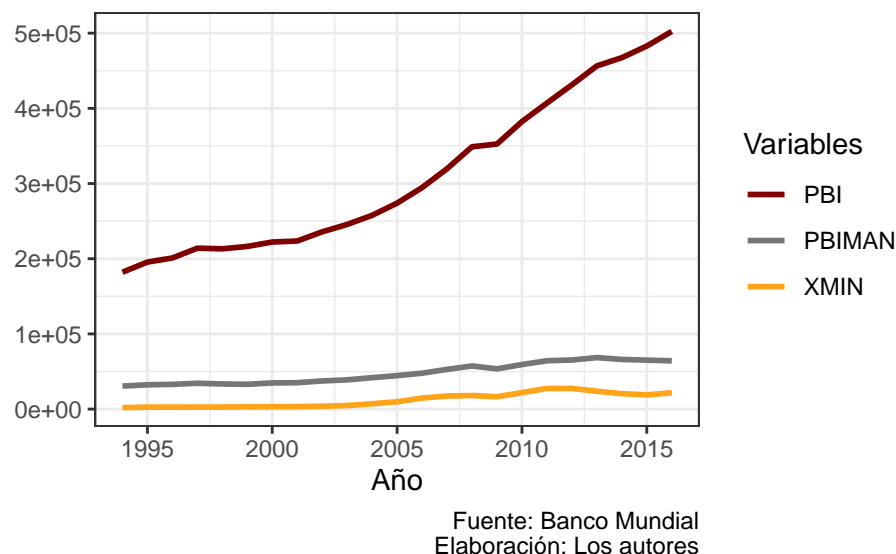


Figura A.1: Representación gráfica de los datos de Perú (Niveles)

A.2. Los resultados del Cuadro A.2 mostraron que todas las variables son estacionarias en su primera diferencias (para la prueba de ADF), es decir, están integradas de orden uno (es decir, $I(1)$). Por lo tanto, se continua aplicando el enfoque de cointegración de Johansen para examinar la relación a largo plazo entre las variables.

Cuadro A.2: Los resultados de la prueba de raíz de la unidad ADF sobre el crecimiento económico y el CO2 durante 1990-2014

Variables	t Valor	Dickey-Fuller		t Valor	Phillips-Perron	
		p	Estabilidad		p	Estabilidad
PBI	-1.168	0.889	No Estacionario	-1.829	0.967	No Estacionario
PBIMAN	-1.627	0.714	No Estacionario	-6.334	0.721	No Estacionario
XMIN	-1.498	0.764	No Estacionario	-7.139	0.667	No Estacionario
DPBI	-4.157	0.018	Estacionario	-20.681	0.02	Estacionario
DPBIMAN	-3.96	0.025	Estacionario	-20.272	0.023	Estacionario
DXMIN	-3.853	0.032	Estacionario	-12.212	0.327	No Estacionario

D: Primeraa Diferencia

Elaboración: Los autores

Prueba de Cointegración

Dado que el enfoque de Johansen (1988) es sensible a la longitud del desfase, antes de aplicar la prueba de cointegración, tenemos que encontrar el orden del modelo VAR. La longitud de desfase óptima se selecciona por el valor mínimo de los criterios AIC, SC, HQ y FPE. En la Cuadro A.3 se presentan los resultados de estos criterios. Todos los criterios indican que la longitud óptima del

rezago es igual a 3. Por lo tanto, el orden del modelo VEC es igual a 2. La prueba de cointegración de Johansen se basa en la estadística de trazas y en la estadística de valores propios máximos. El número máximo de vectores de cointegración es el número de variables menos uno ($n-1=3-1=2$). Para la prueba del rastro, la hipótesis nula es que hay vectores de cointegración r frente a la alternativa de más de r . La hipótesis nula de la prueba del valor propio máximo sigue siendo la misma que antes; sin embargo, la alternativa es que haya exactamente vectores de cointegración $r+1$. Los resultados de la prueba de cointegración de Johansen se presentan en el Cuadro A.4.

Cuadro A.3: Criterios de selección del orden de rezagos del VAR (Max=3)

Parámetros	Lag 1	Lag 2	Lag 3
AIC(n)	47.206	46.87	45.67*
HQ(n)	47.322	47.074	45.961*
SC(n)	47.803	47.915	47.163*
FPE(n)	3.22e+20	2.49e+20	9.18e+19*

*Indica el orden de retraso seleccionado por el criterio

Elaboración: Los autores

Cuadro A.4: Los resultados de la prueba de cointegración del crecimiento económico, las exportaciones mineras y la producción industrial durante 1994-2016

	Hipótesis	Trace Estadístico	p valor	Ecuac. de Cointegración
1	$H_0:r=0, H_1:r>0$	53,701	<0.001	0
2	$H_0:r=1, H_1:r >1$	23,972	0.001637	0
3	$H_0:r=2, H_1:r >2$	4,178	0.050960	2

Las estadísticas indican 2 ecuaciones de cointegración al nivel del .01 de p-valor

Elaboración: Los autores

Los resultados del Cuadro A.4 (estadísticas de pruebas de trazas) apoyan la presencia de un vector cointegrador con un nivel de significación del .01. Concluimos que hay una fuerte evidencia de cointegración a largo plazo entre las variables examinadas. Las ecuaciones de cointegración a largo plazo se muestran a continuación:

$$PBI_{t-1} = 8,485XMIN_{t-1} + 192813,94 \quad (2)$$

$$PBIMAN_{t-1} = 1,237XMIN_{t-1} + 29796,04 \quad (3)$$

Basándose en la ecuación 2 de cointegración anterior, el estudio concluye que, los impactos a largo plazo de las Exportaciones Mineras en el PIB son positivos y significativos, es decir, se mueven juntos en la misma dirección. Mientras que para la ecuación 3 de cointegración se concluye que los impactos a largo plazo de las Exportaciones Mineras en el PIB Manufacturero son positivos y significativos, es decir, se mueven juntos en la misma dirección.

Estimación y análisis del VECM

ADASASDADADASDDA

Cuadro A.5: Los resultados de la estimación del modelo VEC

	ΔPBI	$\Delta PBIMAN$	$\Delta XMIN$
ETC1	-0.298	-0.153*	-0.247***
ETC2	4.659	1.615*	3.002***
Intercepto	-77623.26	-17472.577	-41863.975
$\Delta PBI(-1)$	0.139	0.053	-0.081
$\Delta PBIMAN(-1)$	-5.308**	-1.937***	-2.103***
$\Delta XMIN(-1)$	4.2***	1.153***	1.699***
$\Delta PBI(-2)$	0.562	0.023	0.029
$\Delta PBIMAN(-2)$	-4.067**	-1.188*	-1.513***
$\Delta XMIN(-2)$	4.042**	1.032*	0.841***

Nota: ***, ** y * indica el nivel significativo al .01, .05 y .1 respectivamente

Elaboración: Los autores

Cuadro A.6: Resultados de las pruebas de diagnóstico del VEC(2)

	Test de Diagnóstico	Estadística	p-valor
1	Test J-B	7.8761	0.2473
2	LM Autocorrelación	84.698	0.9939
3	Heterocedasticidad	90	1
4	Estabilidad	Raíces fuera del círculo unitario	-

Nota: La Ho nula de J-B es la normalidad residual, la Ho de no autocorrelación, la Ho de la prueba ARCH es heterocedasticidad, la estabilidad VEC revela que 4 raíces tienen un módulo menor que uno y se encuentran dentro del círculo de la unidad.

Elaboración: Los autores

Cuadro A.7: Los resultados de la causalidad de Granger

VarDep	Causalidad			
	ΔPBI	$\Delta PBIMAN$	$\Delta XMIN$	
ΔPBI	-	6.98945** (0.0304)	13.51599*** (0.0012)	$\Delta PBI \leftarrow \Delta PBIMAN, \Delta PBI \leftarrow \Delta XMIN$
$\Delta PBIMAN$	0.321026 (0.8517)	-	10.062*** (0.0065)	$\Delta PBIMAN \leftarrow \Delta XMIN$
$\Delta XMIN$	1.297252 (0.5228)	39.44536*** (0.0000)	-	$\Delta XMIN \leftarrow \Delta PBIMAN$

Nota: *** y ** indica el nivel significativo al .01 y .05, respectivamente; el nivel de probabilidad están entre paréntesis; \leftarrow denota una causalidad unidireccional; Δ denota primera diferencia.

Elaboración: Los autores

Con el fin de analizar la dinámica efectos del modelo que responden a ciertos choques, así como cómo son los efectos entre las tres variables, un análisis más profundo se realiza a través de la función de respuesta a los impulsos y la varianza descomposición basada en el VECM, y los resultados de 10 períodos se obtienen.

Referencias

- Dickey, David A., and Wayne A. Fuller. 1981. "Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root." *Econometrica* 49 (4): 1057. <https://doi.org/10.2307/1912517>.
- Phillips, Peter C. B., and Pierre Perron. 1988. "Testing for a Unit Root in Time Series Regression." *Biometrika* 75 (2): 335. <https://doi.org/10.2307/2336182>.