

Relación de Largo Plazo entre la Inversión Privada, el PIB, el Desempleo y el IPC en Colombia: Un Análisis VEC

Paula Andrea Henao Rodríguez¹ 

Shirley Dayana Martínez Gutiérrez² 

Recibido: Febrero 2025 • Evaluado: Marzo 2025 • Aceptado: Mayo 2025

Resumen

En Colombia, el periodo comprendido entre 1986 y 2024 estuvo marcado por profundas transformaciones económicas. Estas dinámicas pueden analizarse a partir de las variables macroeconómicas: la tasa de desempleo, inversión privada, índice de precios del consumidor y el crecimiento económico. El objeto de estudio es establecer la influencia de la variable inflación sobre la tasa de desempleo y el efecto directo del crecimiento económico sobre la tasa de desempleo y la repercusión en la inversión privada, usando como lugar de análisis el país colombiano. Teniendo presente que la cantidad de personas en cada momento influye de manera indirecta y que la volatilidad económica afecta la demanda de bienes y servicios. Con el propósito de garantizar un análisis más completo acerca de la trayectoria histórica e interpretar adecuadamente la correlación entre las variables mencionadas anteriormente, nos apoyaremos en los datos cuantitativos dados por entidades como el Banco de la República de Colombia, el Banco Mundial y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

Palabras clave: inflación, tasa de desempleo, crecimiento económico, inversión privada, índice de precios al consumidor (IPC), variables macroeconómicas, mercado laboral, Colombia.

¹ Estudiante del programa de economía de la Universidad de los Llanos. Correo: pahenao@unillanos.edu.co

² Estudiante del programa de economía de la Universidad de los Llanos. Correo: sdmartinez@unillanos.edu.co

Long-Term Relationship between Private Investment, GDP, Unemployment and the CPI in Colombia: A VEC Analysis

Abstract

In Colombia, the period between 1986 and 2024 was marked by profound economic transformations. These dynamics can be analyzed using macroeconomic variables: the unemployment rate, private investment, the consumer price index, and economic growth. The objective of this study is to establish the influence of inflation on the unemployment rate and the direct effect of economic growth on the unemployment rate and its impact on private investment, using Colombia as the case study. It is important to consider that the population size at any given time has an indirect influence and that economic volatility affects the demand for goods and services. To ensure a more comprehensive analysis of the historical trajectory and to properly interpret the correlation between the aforementioned variables, we will rely on quantitative data provided by entities such as the Central Bank of Colombia, the World Bank, and the National Administrative Department of Statistics (DANE).

Keywords: inflation, unemployment rate, economic growth, private investment, consumer price index (CPI), macroeconomic variables, labor market, Colombia.

Cómo citar: Hena Rodríguez, P. A., & Martínez Gutiérrez, S. D. (2025). Relación de largo plazo entre la inversión privada, el PIB, el desempleo y el IPC en Colombia: Un análisis VEC. *Revista Territorio y Desarrollo*, 9(2), 58–80.

Introducción

Para el periodo de 1986 al 2024, la economía colombiana experimentó ciclos de expansión y desaceleración. Situaciones las cuales causaron que el país experimentará la Ley de Okun y la Curva de Phillips.

En Colombia, la Ley de Okun ha mostrado que las fluctuaciones del crecimiento económico se relacionan con cambios en la tasa de desempleo. Para la segunda mitad de los años noventa, la

recuperación posterior al año 2003 y la fase de crecimiento entre 2010 y 2014, se observaron reducciones en la desocupación, lo que coincide con la lógica de Okun: cuando el PIB crece, indica que la capacidad productiva aumenta y eso provoca que se generen nuevos empleos.

Por el contrario, en momentos de crisis como lo fue la caída de los precios del petróleo en 2015 al 2016 y los efectos económicos de la pandemia en 2020 el país experimentó incrementos significativos en la tasa de desempleo, coherentes con una brecha negativa del producto (Gomez, 2025). Por otro lado, el comportamiento de la Curva de Phillips ha sido utilizada para analizar la relación entre la inflación y el desempleo en Colombia. Durante varios periodos entre 1986 y comienzos de los años 2000, menores tasas de desempleo se asociaron con presiones inflacionarias, en parte por la rigidez del mercado laboral y la indexación salarial. Como se puede ver en la gráfica, a mayores tasas de desempleo menor inflación o a menores tasas de desempleo, mayor será la inflación.

Por otra parte, Colombia ha implementado diversos regímenes cambiarios debido a las situaciones socioeconómicas por las que ha atravesado, implementando políticas monetarias que permitan la estabilidad económica del país. Sin embargo, esto ha causado devaluaciones abruptas en el peso colombiano (Caballero & Esguerra, 2025). Además, la apertura económica de los años 90 estableció cambios en la política cambiaria, primero la implementación de las bandas cambiarias para inicios de 1992 y luego a un régimen de libre flotación del peso acompañado de la adopción de metas de inflación (Caballero & Esguerra, 2025).

Estos fenómenos macroeconómicos también han incidido en el comportamiento de la inversión privada, un componente fundamental del crecimiento colombiano. Las empresas responden a escenarios de mayor desempleo y menor crecimiento reduciendo la inversión en maquinaria, equipo y construcción, reflejado en variaciones negativas de la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF).

Para el año 2024, el Producto Interno Bruto (PIB) de Colombia aumentó 1,7% con respecto al año 2023, de acuerdo con el Ministerio de Agricultura el sector agrícola representaba el 47%, lo que equivale a 0,8 puntos porcentuales. Generando alrededor de 2 millones de empleos entre directos e indirectos (Ministerio de Agricultura, 2025).

Marco teórico

Para lograr una explicación más completa sobre la relación que hay entre la tasa de desempleo y el crecimiento económico, haremos uso de la teoría original del economista Arthur Okun mediante un artículo denominado “*Producto Nacional Bruto Potencial: Su medición y significado*” (Okun, 1962) ahora conocida como La ley de Okun donde se asocia el funcionamiento de la producción con el mercado laboral y la posible aplicación a distintos países, en distintos documentos en listan elementos que afectan de forma directa e indirecta en esta ley para luego usar múltiples metodologías de análisis para comprobar esta paridad a corto plazo (Loría & Salas, 2023).

En la época de 1960 Arthur Okun descubrió un patrón en la economía estadounidense, cada vez que el PIB crecía a un ritmo lento, la tasa de desempleo aumentaba. Otros estudios tenían algo en común “países industrializados y en vías de desarrollo” cumplía con la *ley de Okun*, pero en países más estables el resultado era menor. En el mismo artículo usan a Colombia como referencia para el estudio, en el periodo de 1984 y 1997 encontraron “un crecimiento del PIB de un 1% implica una reducción de la tasa de desempleo de 0,19 pp después de 2 años.” Y en años siguientes, el desempleo fue mayor. (Flórez, Pulido, Ramos, 2018).

Un documento de Diego Cardoso publicado en el 2023 compara México al nivel estatal y por tamaño de localidad en el periodo del 2005 al 2022 con el modelo VAR, obtiene los siguientes resultados; existe una relación negativa entre el crecimiento del desempleo y el crecimiento de los ingresos reales cumpliéndose la condición de la *Ley de Okun*, cíclicamente el desempleo incrementa cada cuatro trimestres y el efecto capital humano no significa reducción en los índices del desempleo (Cardoso, 2023).

Ahora bien, para explicar la relación entre la inflación y el desempleo se tendrá como referencia la Teoría del economista neozelandés William Phillips, también conocida como *La curva de Phillips* de corto plazo, donde en ciclos económico de auge la inflación se eleva y supera a la inflación esperada, mientras que hay pleno empleo, el Banco central debe intervenir, sino la inflación será muy alta cuando el ciclo cambie y la tasa de desempleo vuelva a la que era antes (Jiménez, 2015).

Por otro lado, un artículo que usa datos de la economía cubana expone que la curva de Phillips no se cumple, ya que ha presentado la elevación de la inflación y a la tasa de desempleo al tiempo en el periodo de 1990 a 2009. Exponen que, aunque se ha usado en otros países, para Cuba esta teoría no es práctica (Portal, Madrigal, Valdés, Semantic Scholar, 2015).

Teniendo en cuenta lo anterior, se buscó datos de estudios donde hiciera una correlación de las tres variables al tiempo y se encontró que en indonesia se aplicaron los dos modelos teóricos, dando como resultado que la inflación ejerce influencia tanto directa como indirecta sobre la tasa de desempleo “siguiendo la curva de Phillips” y usando como conducto de relación al crecimiento del PIB que sigue “la ley de Okun” (Suparta, 2024).

En el caso colombiano las variables macroeconómicas se han visto afectadas por los distintos decretos que han estipulado al pasar de los años, ya sea por la contratación de aprendices, una disminución de motivación en cuanto a la generación de empleo, programas de sostenimiento destinadas a las personas desempleadas, entre otros. Lo cual se observa que la disminución del producto interno bruto, se incrementa el desempleo un 0.2 y 0.6 por ciento, lo cual significa que pasan cambios y lo cual transforman los valores de (Otálora, 2024)

Prebisch (1970) plantea la teoría de la insuficiencia dinámica la cual establece que si una economía quiere crecer de forma sostenida tiene que generar el suficiente ahorro e inversión para poder absorber toda la fuerza laboral disponible. Independientemente de un aumento a la producción, si no hay el suficiente capital, tampoco habrá empleo suficiente (Avellaneda & Perrotini, 2016)

Porque según Prebisch (1970) si la inversión crece a un ritmo más lento que la productividad, eso indica que la economía no absorbe toda la fuerza laboral, o sea, tiene un crecimiento insuficiente que va a generar desempleo. Por lo que él plantea que para solucionar esa insuficiencia dinámica se debe aumentar la inversión, ahorro y la acumulación de capital. García y Cruz (2017) por medio del artículo “*Desempleo en América Latina: ¿flexibilidad laboral o acumulación de capital?*” concluye que para que exista una disminución en la tasa de desempleo se debe aumentar la acumulación de capital. Establecen que para el caso de México cada aumento del PIB aumenta la acumulación de capital y la tasa de desempleo decrece en 1% (García & Cruz, 2025).

El desempleo se puede controlar por aumentos en la producción, pero también se tiene variables como gasto público y exportaciones que son claves para que exista una reducción del desempleo (Castillo & Jaramillo, 2022).

Metodología

La investigación adopta un enfoque cuantitativo con un diseño correlacional, por lo que busca analizar la relación estadística entre las variables económicas: el producto interno bruto (PIB), Índice de Precios del Consumidor, inversión privada y la tasa de desempleo. La etapa inicial busca contextualizar cada variable de manera individual, la etapa siguiente explicara si existe o no una cointegración entre las variables.

El método utilizado es el análisis econométrico, porque facilita la obtención patrones, evaluación de relevancias estadísticas, aprobación de un modelo por su nivel de influencia, entre otras cosas., y *STATA 16* es el software estadístico que fue usado para esta investigación.

Se manejaron cuatro series para la creación del modelo de vector de corrección de errores, la primera serie es del PIB, la segunda serie IPC, la serie número cuatro es inversión privada y la cuatro es de la tasa de desempleo (TD) Para crear el modelo de vector de corrección de errores se debe pasar las siguientes pruebas:

- Dickey Fuller: Con este test se corrobora si las series de tiempo tienen raíz unitaria o no. Debido a que el modelo de vector de corrección de errores pide que la serie de datos con una diferencia sea estacionaria.
- El test de Johansen nos indicará si mis series de tiempo se integran a largo plazo. Para el modelo de vector de corrección de errores se necesita que el modelo pase esta prueba.
- Test de autocorrelación de los residuos: Verificar que los residuos no están correlacionados en el tiempo
- Test de normalidad: Determinar si los residuos siguen una distribución normal multivariada.
- Pruebas de estabilidad y causalidad: el modelo debe pasar esta prueba porque si la pasa indica que el modelo es estable y no cambia drásticamente a largo plazo.

- Impulsos respuesta: se podrá evidenciar el comportamiento de las variables cuando son “impactadas” por otra variable, o sea, cuando un shock en una variable influye en el comportamiento de otra variable.

Variable	Datos	Fuente
Producto Interno Bruto	Permite cuantificar el valor total de los bienes y servicios finales producidos en el país durante un periodo determinado, por lo que refleja el nivel de actividad económica	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
Índice de Precios del Consumidor	Es la variación promedio en los precios de una canasta de bienes y servicios de consumo frecuente, lo cual permite identificar cómo se modifica el poder adquisitivo de la población a lo largo del tiempo	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
Inversión Privada	Cuantifica la adquisición de activos productivos dentro de una economía. Mide la dinámica real de la inversión porque muestra el flujo de recursos destinados a expandir	Grupo Banco Mundial
Tasa de desocupados	Es el porcentaje de personas que, estando en edad de trabajar, no tienen empleo, pero están buscando activamente uno.	Estadísticas

Modelación:

Tabla 1. Varsoc del lnPIB

Selection-order criteria
Sample: 1990 - 2024 Number of obs = 35

Lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-12.2135				.124581	.75506	.7704	.799498
1	72.4983	169.42*	1	0.000	.001042*	-4.02847*	-3.99779*	-3.9396*
2	72.5083	.02002	1	0.887	.001103	-3.9719	-3.92588	-3.83859
3	72.7404	.46425	1	0.496	.001154	-3.92803	-3.86666	-3.75027
4	73.1486	.81623	1	0.366	.001194	-3.8942	-3.8175	-3.67201

Endogenous: lnPIB
Exogenous: _cons

Fuente: Elaborado por los autores

Nota. Usando los criterios FPE, AIC, HQIC y SBIC, que tienen un p-valor de 0,000 (<0.05), determina que la variable necesita 1 rezago, para luego poder aplicar la prueba Dickey Fuller y saber realmente si logra tener Estacionariedad.

Tabla 2. Test Dickey-Fuller para lnPIB

Augmented Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 37

----- Interpolated Dickey-Fuller -----

	Test Statistic	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-0.531	-3.668	-2.966	-2.616

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.8859

Ho: Tiene raíz unitaria

Fuente: Elaborado por los autores

Nota. La prueba Dickey-Fuller dio un resultado p-value de 0.8859 y como es mayor a 0.05, se acepta la hipótesis nula, es decir que la serie si tiene raíz unitaria y por ende es No estacionaria o tiene tendencia.

Tabla 3. Varsoc del lnIPC

Selection-order criteria
Sample: 1990 - 2024 Number of obs = 35

Lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-42.23				.692412	2.47029	2.48563	2.51473
1	-20.5548	43.35*	1	0.000	.21248*	1.28885*	1.31953*	1.37772*

2	-20.5054	.09884	1	0.753	.224408	1.34316	1.38918	1.47648
3	-18.8065	3.3977	1	0.065	.215748	1.30323	1.36459	1.48099
4	-18.6334	.34635	1	0.556	.226405	1.35048	1.42718	1.57267

Endogenous: lnIPC
Exogenous: _cons

Fuente: Elaborado por los autores

Nota. Usando los criterios FPE, AIC, HQIC y SBIC, que tienen un p-valor de 0,000 (<0.05), determina que la variable necesita 1 rezago, para luego poder aplicar la prueba Dickey Fuller y saber si la variable es Estacionaria.

Tabla 4. Test Dickey-Fuller para lnIPC

Augmented Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 37

----- Interpolated Dickey-Fuller -----

	Test Statistic	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-1.720	-3.668	-2.966	-2.616

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.4210

Ho: Tiene raíz unitaria

Fuente: Elaborado por los autores

Nota. La prueba Dickey-Fuller dio un resultado p-value de 0.4210 y como es mayor a 0.05, se acepta la hipótesis nula, es decir que la serie si tiene raíz unitaria y por ende es No estacionaria o tiene tendencia.

Tabla 5. Varsoc del lnTD

Selection-order criteria

Sample: 1990 - 2024 Number of obs = 35

Lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-8.68333				.101822	.553333	.568673	.597772
1	21.4694	60.305*	1	0.000	.019249	-1.11254	-1.08186	-1.02366*
2	23.231	3.5231	1	0.061	.018435*	-1.15605*	-1.11003*	-1.02274
3	23.2908	.11964	1	0.729	.019464	-1.10233	-1.04097	-.924576
4	23.8156	1.0497	1	0.306	.020019	-1.07518	-.998477	-.852986

Endogenous: lnIPC
Exogenous: _cons

Fuente: Elaborado por los autores

Nota. Usando el criterio SBIC, que tienen un p-valor de 0,000 (<0.05), determina que la variable necesita 1 rezago, para luego poder aplicar la prueba Dickey Fuller y saber realmente si la variable es Estacionaria.

Tabla 6. Test Dickey-Fuller para lnTD

Augmented Dickey-Fuller test for unit root				Number of obs = 37
----- Interpolated Dickey-Fuller -----				
	Test	1% Critical	5% Critical	10% Critical
	Statistic	Value	Value	Value
Z(t)	-1.819	-3.668	-2.966	-2.616
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.3713				
Ho: Tienes raíz unitaria				

Fuente: Elaborado por los autores

Nota. La prueba Dickey-Fuller dio un resultado p-value de 0.3713 y como es mayor a 0.05, se acepta la hipótesis nula, es decir que la serie si tiene raíz unitaria y por ende es No estacionaria o tiene tendencia.

Tabla 7. Varsoc del lnFBKJ

Selection-order criteria								
Sample:		1990 - 2024			Number of obs = 35			
Lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-23.8349				.242023	1.41914	1.43448	1.46358
1	22.6949	93.06*	1	0.000	.017947	-1.18257	-1.15189	-1.09369*
2	24.3309	3.2719	1	0.070	.017312*	-1.21891*	-1.17289*	-1.08559
3	24.4983	.33484	1	0.563	.018166	-1.17133	-1.10997	-.993577
4	24.6202	.24389	1	0.621	.019119	-1.12116	-1.04446	-.898964
Endogenous:		lnIPC						
Exogenous:		_cons						

Fuente: Elaborado por los autores

Nota. Usando los criterios FPE, AIC, HQIC y SBIC, que tienen un p-valor de 0,000 (<0.05), determina que la variable necesita 1 rezago, para luego poder aplicar la prueba Dickey Fuller y saber si la variable es Estacionaria.

Tabla 8. Test Dickey-Fuller para lnFBKJ

Augmented Dickey-Fuller test for unit root		Number of obs = 37		
----- Interpolated Dickey-Fuller-----				
	Test	1% Critical	5% Critical	10% Critical
	Statistic	Value	Value	Value
Z(t)	-1.237	-3.668	-2.966	-2.616
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.6574				
Ho: Tiene raíz unitaria				

Fuente: Elaborado por los autores

Nota. La prueba Dickey-Fuller dio un resultado p-value de 0.6574 y como es mayor a 0.05, se acepta la hipótesis nula, es decir que la serie si tiene raíz unitaria y por ende es No estacionaria o tiene tendencia.

Tabla 9. Test de JOHANSEN - Cointegración

vecrank lnPIB lnIPC lnTD lnFBKF, lags(3) trace max ic						
Johansen tests for cointegration						
Trend: constant				Number of obs = 36		
Sample: 1989 - 2024				Lags = 3		
maximum				trace	5% Critical	
rank	parms	LL	eigenvalue	statistic	value	
0	36	167.9832	-	47.4737	47.21	
1	43	183.91295	0.58728	15.6142*	29.68	
2	48	188.1062	0.20781	7.2277	15.41	
3	51	190.09557	0.10463	3.2489	3.76	
4	52	191.72004	0.08630			
maximum				max	5% Critical	
rank	parms	LL	eigenvalue	statistic	value	
0	36	167.9832	-	31.8595	27.07	
1	43	183.91295	0.58728	8.3865	20.97	
2	48	188.1062	0.20781	3.9787	14.07	
3	51	190.09557	0.10463	3.2489	3.76	
4	52	191.72004	0.08630			
maximum				SBIC	HQIC	AIC
rank	parms	LL	eigenvalue			
0	36	167.9832	-	-5.748881	-6.77971	-7.3324
1	43	183.91295	0.58728	-5.937072*	-7.168339*	-7.828497
2	48	188.1062	0.20781	-5.672319	-7.046757	-7.783678
3	51	190.09557	0.10463	-5.484213	-6.944554	-7.727532
4	52	191.72004	0.08630	-5.474919	-6.963894	-7.762224

Fuente: Elaborado por los autores

Nota. El trace statistic dio 47.4737 y el 5% Critical dio 47.21, es decir que como es mayor al 5% ($59.6726 > 47.21$) se acepta la hipótesis nula de que están cointegradas en n relaciones en el largo plazo. Por otro lado, la estrella azul en el dato 15.6142* indica que hay un único vector de cointegración entre el PIB, el IPC, la tasa de desempleo y la Formación bruta en capital fijo, porque en el largo plazo sus residuos logran formar una relación de equilibrio.

Con el factor de cointegración siendo 1 para el caso del PIB, el IPC, la tasa de desempleo y la Formación bruta en capital fijo dio, usaremos este dato más adelante para hacer el modelo VEC. Sin embargo, primero se debe realizar una derivación a las variables, para ver si logran ser estacionarias y luego aplicar el modelo.

Tabla 10. Varsoc de la primera derivada de lnPIB

Selection-order criteria
Sample: 1991 - 2024 Number of obs = 34

Lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	69.8536				.00102*	-4.05021*	-4.0349*	-4.00532*
1	69.8615	.01573	1	0.900	.001081	-3.99185	-3.96123	-3.90207
2	70.1128	.50273	1	0.478	.00113	-3.94781	-3.90189	-3.81314
3	70.4968	.76782	1	0.381	.001173	-3.91157	-3.85034	-3.732
4	70.5381	.08269	1	0.774	.001242	-3.85518	-3.77863	-3.63072

Endogenous: dlnPIB
Exogenous: _cons

Fuente: Elaborado por los autores

Nota. Luego de derivar la variable, se usan los criterios FPE, AIC, HQIC y SBIC se determina que no necesita rezagos ($=0$), para luego poder aplicar la prueba Dickey Fuller y saber realmente la variable logra tener Estacionariedad.

Tabla 11. Test Dickey-Fuller de la primera derivada del lnPIB

Augmented Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 37
----- Interpolated Dickey-Fuller -----

Test Statistic	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-5.775	-3.668	-2.966

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000
Ho: Tiene raíz unitaria

Nota. La prueba Dickey-Fuller dio un resultado p-value de 0.0000 y como es menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula de que la serie tiene raíz unitaria y, por ende, es Estacionaria (se acepta la hipótesis alternativa)

Tabla 12. Varsoc de la primera derivada de lnIPC

Selection-order criteria
Sample: 1991 - 2024 Number of obs = 34

Lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-22.2824				.230315	1.36955	1.38486*	1.41444*
1	-22.0477	.46924	1	0.493	.240949	1.41457	1.44519	1.50436
2	-19.8023	4.4909*	1	0.034	.224001*	1.34131*	1.38724	1.47599
3	-19.4823	.64005	1	0.424	.23329	1.38131	1.44255	1.56088
4	-19.4789	.00682	1	0.934	.247636	1.43993	1.51648	1.6644

Endogenous: dlnIPC
Exogenous: _cons

Fuente: Elaborado por los autores

Nota. Luego de derivar la variable, se usan los criterios HQIC y SBIC se determina que no necesita rezagos (=0), para luego poder aplicar la prueba Dickey Fuller y saber realmente la variable logra tener Estacionariedad.

Tabla 13. Test Dickey-Fuller de la primera derivada del lnIPC

Augmented Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 37

Test Statistic	----- Interpolated Dickey-Fuller -----		
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-3.668	-2.966	-2.616

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000
Ho: Tiene raíz unitaria

Fuente: Elaborado por los autores

Nota. La prueba Dickey-Fuller dio un resultado p-value de 0.0000 y como es menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula de que la serie tiene raíz unitaria y por ende, es Estacionaria (se acepta la hipótesis alternativa)

Tabla 14. Varsoc de la primera derivada de lnTD

Selection-order criteria
Sample: 1991 - 2024 Number of obs = 34

Lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	19.1705				.020106	-1.06885	-1.05354*	-1.02396*
1	20.3286	2.3162	1	0.128	.019923*	-1.07815*	-1.04753	-.988368
2	20.3644	.07152	1	0.789	.021092	-1.02143	-.975505	-.886755
3	20.421	.11321	1	0.737	.02231	-.965941	-.904701	-.786369
4	20.5935	.34506	1	0.557	.023447	-.917266	-.840717	-.692801

Endogenous: dlnTD
Exogenous: _cons

Fuente: Elaborado por los autores

Nota. Luego de derivar la variable, se usan los criterios HQIC y SBIC se determina que no necesita rezagos (=0), para luego poder aplicar la prueba Dickey Fuller y saber realmente la variable logra tener Estacionariedad.

Tabla 15. Test Dickey-Fuller de la primera derivada del lnTD

Augmented Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 37

----- Interpolated Dickey-Fuller -----

	Test Statistic	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-4.606	-3.668	-2.966	-2.616

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0001

Ho: Tiene raíz unitaria

Fuente: Elaborado por los autores

Nota. La prueba Dickey-Fuller dio un resultado p-value de 0.0001 y como es menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula de que la serie tiene raíz unitaria y por ende, es Estacionaria (se acepta la hipótesis alternativa)

Tabla 16. Varsoc de la primera derivada de lnFBKJ

Selection-order criteria
Sample: 1991 - 2024 Number of obs = 34

Lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	21.0559				.017996	-1.17976	-1.16445*	-1.13487*
1	22.2886	2.4654	1	0.116	.017753*	-1.19345*	-1.16283	-1.10366
2	22.5664	.55558	1	0.456	.01853	-1.15097	-1.10504	-1.01629
3	22.606	.07911	1	0.779	.019619	-1.09447	-1.03323	-.914896

4	22.7257	.2395	1	0.625	.020684	-1.04269	-.96614	-.818224
Endogenous:		DlnFBKJ						
Exogenous:		_cons						

Fuente: Elaborado por los autores

Nota. Luego de derivar la variable, se usan los criterios HQIC y SBIC se determina que no necesita rezagos (=0), para luego poder aplicar la prueba Dickey Fuller y saber realmente la variable logra tener Estacionariedad.

Tabla 17. Test Dickey-Fuller de la primera derivada del lnFBKJ

Augmented Dickey-Fuller test for unit root				Number of obs = 37
----- Interpolated Dickey-Fuller -----				
	Test Statistic	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-4.563	-3.668	-2.966	-2.616
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0002				
Ho: Tiene raíz unitaria				

Fuente: Elaborado por los autores

Nota. La prueba Dickey-Fuller dio un resultado p-value de 0.0000 y como es menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula de que la serie tiene raíz unitaria y por ende, es Estacionaria (se acepta la hipótesis alternativa)

Tabla 18. Varsoc del lnPIB, lnIPC, lnTD y lnFBKF

Selection-order criteria								
Sample:		1991 - 2024					Number of obs = 34	
Lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-13.0769				.00003	.948718	1.01013	1.12466
1	165.442	357.04	16	0.000	3.7e-09*	-8.08013*	-7.77308*	-7.2004*
2	178.505	26.124	16	0.052	4.5e-09	-7.91692	-7.36423	-6.3334
3	191.72	26.431*	16	0.048	5.7e-09	-7.76222	-6.96389	-5.47492
Endogenous:		lnPIB	lnIPC	lnTD	lnFBKF			
Exogenous:		_cons						

Fuente: Elaborado por los autores

Nota. Se realiza un varsoc con todas las variables para determinar el número de rezagos que debo aplicarle al modelo VEC

Tabla 19. Estimación del modelo VEC

vec lnPIB lnIPC lnTD lnFBKF , rank(1) lags(1) trend(constant)

Vector error-correction model

Sample: 1987 - 2024

Number of obs = 38

AIC = -8.172834

Log likelihood = 166.2838

HQIC = -8.004175

Det(Sigma_ml) = 1.86e-09

SBIC = -7.698796

Equation	Parms	RMSE	R-sq	chi ²	P>chi ²
D_lnPIB	2	.027976	0.6281	60.80773	0.0000
D_lnIPC	2	.427019	0.1336	5.549708	0.0624
D_lnTD	2	.133864	0.0399	1.496855	0.4731
D_lnFBKF	2	.106754	0.3565	19.94264	0.0000

	Coef.	Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf. Interval]	
D_lnPIB						
_cel						
L1.	.0677509	.0267529	2.53	0.011	.0153163	.1201856
_cons	.034698	.0045641	7.60	0.000	.0257526	.0436434
D_lnIPC						
_cel						
L1.	.937391	.4083544	2.30	0.022	.1370312	
_cons	-.0196907	.0696655	-0.28	0.777	-.1562326	.1168512
D_lnTD						
_cel						
L1.	-.1503053	.1280127	-1.17	0.240	-.4012057	.100595
_cons	.0047446	.021839	0.22	0.828	-.0380592	.0475483
D_lnFBKJ						
_cel						
L1.	.4109367	.1020874	4.03	0.000	.2108491	.6110243
_cons	.0409313	.0174162	2.35	0.019	.0067962	.0750663

Fuente: Elaborado por los autores

Nota. Los residuos en el largo plazo arrojan un $P>|z|$ es significativo para las ecuaciones PIB (Producto Interno Bruto) con 0,011, IPC (Índice de precios al consumidor) con 0.022 y la FBCJ (Formación Bruta de Capital Fijo) con 0.0000, lo que indica que participan activamente en los ajustes que llevan a un equilibrio en el largo plazo que es “*guiado*” por el vector de cointegración.

Por otro lado, los coeficientes exponen que el IPC genera un ajuste del 0.937391 en el equilibrio, es decir que los precios reaccionan con mayor intensidad ante desviaciones. Para el caso del PIB y la FBCJ también son parte de la corrección de los desequilibrios con 0.0677509 y 0.4109367 respectivamente, sin embargo, la tasa de desempleo presenta un p valor de 0.240 y coeficiente de -0.1503053 que no son significativos, siendo una variable que no contribuye realmente a la corrección de los errores.

Tabla 20. Ecuaciones Cointegradas

Cointegrating equations						
Equation	Parms	chi2	P>chi ²			
_cel	3	189.0726	0.0000			

Identification: beta is exactly identified

Johansen normalization restriction imposed

beta	Coef.	Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf. Interval]	
_cel						
lnPIB	1	.	.	.	.	.
lnIPC	-.4257974	.0757849	-5.62	0.000	-.5743331	-.2772616
lnTD	-.8943161	.1550507	-5.77	0.000	-1.19821	-.5904223
lnFBKF	-1.091982	.0936583	-11.66	0.000	-1.275549	-.9084149
_cons	-2.641351	.	.	.	.	.

Fuente: Elaborado por los autores

Nota. La ecuación de cointegración $y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \dots + u_t$, queda de la siguiente manera $\rightarrow \ln PIB_t = 0.4258 \ln IPC_t + 0.8943 \ln TD_t + 1.092 \ln FBKF_t + 2.641$, a nivel general, se explica que un aumento de las variables afecta positivamente en el largo plazo al PIB.

Tabla 21. Test de estabilidad

Eigenvalue stability condition

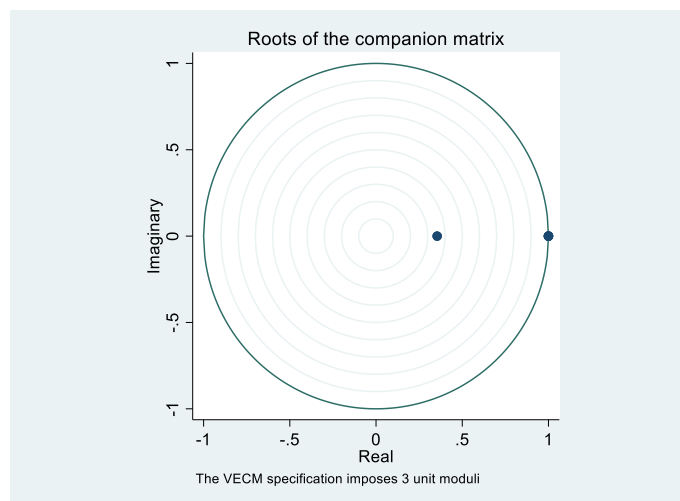
Eigenvalue	Modulus
1	1
1	1
1	1
.3542973	.354297

The VECM specification imposes 3 unit moduli.

Fuente: Elaborado por los autores

Nota. La H_0 : El VAR es estacionario, y como los resultados son mayores a 0.05, aceptamos la hipótesis.

Gráfica 1. Círculo de Estabilidad del Modelo VECM



Nota. Visualmente se muestra que las cuatro variables que tengo están dentro del círculo y aunque hay 3 en el límite, igual se mantienen en el margen de aceptabilidad, es decir que las variables tienen correlación y no tienen valores atípicos lo suficientemente fuertes que generen una contradicción.

Tabla 22. Test autocorrelación de residuos

Lagrange-multiplier test

lag	chi2	df	Prob > chi ²
1	6.8117	16	0.97672
2	11.5136	16	0.77673
3	6.8990	16	0.97516

H_0 : no autocorrelation at lag order

H_0 : No hay autocorrelación

Fuente: Elaborado por los autores

Nota. Como el Prob > chi² es mayor a 0.05, se acepta la hipótesis nula de que el modelo no tiene autocorrelación de sus variables en el largo plazo.

Tabla 23. Test normalidad

Jarque-Bera test			
Equation	chi2	df	Prob > chi2
D_lnPIB	69.078	2	0.00000
D_lnIPC	1.498	2	0.47285
D_lnTD	1.387	2	0.49980
D_lnFBKJ	0.351	2	0.83893
ALL	72.314	8	0.00000

Fuente: Elaborado por los autores

Nota. La H_0 : los residuos siguen una distribución normal, el test de Jarque-Bera da como resultado que las variables IPC, TD y FBKJ tienen residuos normales ($\text{Prob} > 0.05$), mientras que la ecuación PIB ($\text{Prob} < 0.05$) rechaza la hipótesis, lo que sugiere que hay datos atípicos, además, cuando se evalúa el modelo en conjunto (ALL) también se rechaza la hipótesis de normalidad.

Tabla 24. Descomposición de la Varianza del Error de Pronóstico (FEVD) del PIB

Results from IRF1			
Step	(1) fevd	(2) fevd	(3) fevd
0	0	0	0
1	0	0	0
2	.013954	.044592	.010307
3	.027534	.087991	.020337
4	.03734	.119328	.02758
5	.044173	.141163	.032627
6	.04904	.156718	.036222
7	.052629	.168186	.038873
8	.055365	.176931	.040894
9	.057515	.1839	.042482
10	.059245	.189331	.04376
11	.060668	.193877	.044811
12	.061858	.19768	.04569
	lnFBKJ	lnIPC	lnTD

Fuente: Elaborado por los autores

Nota. La descomposición de la varianza del error de pronóstico (FEVD) del PIB dentro del modelo VECM muestra la proporción de los choques que genera la formación Bruta de Capital Fija (FBKJ), el Índice de nivel de precios (IPC) y la Tasa de desempleo (TD) sobre la fluctuación futura del Producto Interno Bruto (PIB).

Resultados

En un inicio se hace la prueba Dickey-Fuller a las variables originales y como ninguna variable logra rechazar la “Ho: Tiene raíz unitaria” exponiendo que son No estacionarias, es decir, no se puede hacer un VAR porque incumple con la norma de estacionariedad y no se pueden derivar porque se pierde su relación en el largo plazo, así que se hace la prueba de Johansen para ver si es factible usar un VECM.

La prueba de cointegración de Johansen nos indico que hay un único vector que cointegra en el largo plazo las variables PIB, IPC, la tasa de desempleo y la Formación Bruta de Capital Fijo. El trace statistic tiene como regla que debe ser mayor que el valor critico (5%) para rechazar la hipótesis nula (Ho: rank=0) de que no existe cointegración, el modelo arrojó que este indicador rechaza Ho ($47.47 > 47.21$) y el rank=1 marca que es ahí cuando las cuatro variables comparten la relación de equilibrio a largo plazo, es decir, se valida el uso del modelo VECM.

En el largo plazo el vector estima que la formación Bruta de Capital Fija (FBKJ) es el principal actor que determinante sobre el PIB porque un aumento del 1% influye en 1.09% en el largo plazo. Para el Índice de nivel de precios (IPC) hay una relación positiva del 0.42%, es decir, que el incremento de los precios influye en el crecimiento de la actividad económica (PIB). Y por último, la Tasa de desempleo (TD) también tiene una relación positiva del 0.89% en el largo plazo.

Las pruebas diagnosticas que se aplicaron son tres: el test de normalidad, test de estabilidad y el test y el test de autocorrelación. El primer test, muestra que 3 ecuaciones cumplen con la normalidad y el PIB no cumple con esta norma, sin embargo, Gujarati en su libro de Econometría, establece que entre mayor sea el tamaño de la muestra, más confiable y representativos son las estimaciones (Gujarati, 2010), es decir, que como la base de datos es desde 1986 hasta el 2024 (39 observaciones) los resultados son más cercanos a la realidad y que existan algunos datos atípicos en el modelo. El segundo test muestra que un autovalor libre es $0.354 < 1$ y los demás son $1=1$ (están en el límite, pero se mantienen dentro del círculo), así que en general es estable. Por último, el test de autocorrelación acepto la hipótesis nula de que no hay autocorrelación de los residuos en el largo plazo.

En las funciones de impulso respuesta (IRF1) muestran que: el shock de lnFBKJ genera una respuesta positiva en los primeros periodos del PIB y con el tiempo va disminuyendo; el shock de

lnIPC da un impacto al PIB positivamente, pero especialmente en el mediano plazo (El aumento inflacionario genera una pequeña transición de la expansión del PIB); Y el shock del lnTD dice que su influencia es muy débil, es decir que los impulsos que realmente predominan sobre el PIB y generan una respuesta son la Formación Bruta de Capital Fijo y los Índices de precios.

Resumiendo, existe un equilibrio en el largo plazo entre PIB, IPC, FBKJ y TD, siendo el IPC la variable más influyente en términos de corrección de desequilibrios y que haya un crecimiento, la variable desempleo tiene una participación muy débil y por ello no se obtiene una respuesta significativa. A nivel general, el modelo es estable porque pasa los test y se justifican los resultados con datos atípicos porque a mayor n población, más real es el modelo.

Referencias

Avellaneda, B., & Perrotini, I. (3 de marzo de 2016). *INSUFICIENCIA DINÁMICA, CRECIMIENTO Y DESEMPLEO EN MÉXICO, 1974-2012*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.inveco.2015.10.004>

Banco de la República de Colombia. (s.f.). Obtenido de ¿Qué hizo el Banco de la República para enfrentar el impacto de la pandemia en la economía?: <https://www.banrep.gov.co/es/especiales/covid-19>

Cardoso, D. (Junio de 2023). *Elicit*. Obtenido de Estimación de la Ley de Okun para México al nivel estatal y por tamaño de localidad: <https://elicit.com/notebook/7d052287-8dbe-4c19-8324-37b1d3290ca6#18049f6ddd021dd8eba4b02abdcbf19a>

Castillo, D., & Jaramillo, J. (febrero de 2022). *Impacto del Crecimiento Económico en el Desempleo, análisis de datos panel de las Economías Latinoamericanas*. Obtenido de <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3588>

Flórez, L. A., Pulido, K., & Ramos, M. (16 de Febrero de 2018). *Banco de la República de Colombia*. Obtenido de Okun's law in Colombia: a non-linear cointegration: <https://repositorio.banrep.gov.co/items/6de13463-a5d2-4333-ba4e-d369d032fdb6>

- García, F., & Cruz, M. (25 de noviembre de 2025). *Desempleo en América Latina: ¿flexibilidad laboral o acumulación de capital?* Obtenido de <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2017.189.57821>
- Jiménez, F. (2015). *Elicit*. Obtenido de Contratos, curva de Phillips y política monetaria: <https://elicit.com/notebook/7d052287-8dbe-4c19-8324-37b1d3290ca6#18045062f81997a4912ab3baeccf69ba>
- Loría, E., & Salas, E. (2 de Junio de 2023). *Scielo*. Obtenido de La ley de Okun en México, una relación asimétrica: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-16672022000300156#B21
- Okun, A. M. (1962). "Potential GNP: its measurement and significance". *Economic Statistics Section of the American Statistical Association, Cowles Foundation*, 190.
- Oliva, L. (10 de Noviembre de 2012). *Elicit*. Obtenido de Estimación de la Ley de Okun para la economía venezolana. Período 1999–2009.: <https://www.semanticscholar.org/paper/Estimaci%C3%B3n-de-la-Ley-de-Okun-para-la-econom%C3%ADa-Oliva/90b2c184e54d2c4e5c9d26ad66464209146cc30d>
- Otálora, J. C. (24 de Junio de 2024). *Universidad del Externado*. Obtenido de Ley de Okun y Mercado Laboral en Colombia: <https://derlaboral.uexternado.edu.co/observatorio-de-mercado-de-trabajo/ley-de-okun-y-mercado-laboral-en-colombia/>
- Portal, M., Madrigal, D., & Valdés, S. (27 de Mayo de 2015). *Revistas Cuadernos de Trabajo de Estudios Regionales en Economía, Población y Desarrollo*. Obtenido de La curva de Phillips para la economía cubana. Un análisis empírico: <https://www.semanticscholar.org/paper/La-curva-de-Phillips-para-la-econom%C3%ADa-cubana.-Un-Boza-Madrigal/6703ae8a0f358f1b140c37bbc3343b1f815275fc>
- Portal, M., Madrigal, D., & Valdés, S. (2015). *Semantic Scholar*. Obtenido de La curva de Phillips para la economía cubana. Un análisis empírico: <https://www.semanticscholar.org/paper/La-curva-de-Phillips-para-la-econom%C3%ADa-cubana.-Un-Boza-Madrigal/6703ae8a0f358f1b140c37bbc3343b1f815275fc>

Suparta, M. (6 de Junio de 2024). *Elicit*. Obtenido de Determinar la Curva de Phillips y la Ley de Okun en Indonesia: <https://ijefm.co.in/v7i6/Doc/64.pdf>

Gujarati, D. (2010). Editorial: Mc Graw Hi. Obtenido de Econometría : <https://fvela.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/10/econometria-damodar-n-gujarati-5ta-ed.pdf>