

**Relación entre el crecimiento económico y el mercado laboral para el Distrito
especial de Cali: Una aproximación desde la Ley de Okun.**

Por:

David Alejandro Duque Cárdenas

Pontificia Universidad Javeriana Cali

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Cali, Valle del Cauca

2024

**Relación entre el crecimiento económico y el mercado laboral para el Distrito
especial de Cali: Una aproximación desde la Ley de Okun.**

Por:

David Alejandro Duque Cárdenas

Pontificia Universidad Javeriana Cali

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Cali-Valle del Cauca

2024

Contenido

<u>Agradecimientos</u>	4
<u>Introducción</u>	5
<u>Objetivos</u>	7
Objetivo General	7
Objetivos Específicos	7
<u>Marco Teórico</u>	8
<i>El Crecimiento Económico</i>	8
<i>Mercado Laboral</i>	10
<i>Mercado Laboral reciente de Cali</i>	11
<i>El Ciclo Económico</i>	12
<i>Ley de Okun</i>	13
<u>Revisión de Literatura</u>	14
<u>Datos</u>	16
<u>Metodología</u>	17
Modelo de Vectores Autorregresivo (VAR)	17
Implementación Empírica	18
<u>Resultados</u>	22
<u>Conclusiones</u>	25
<u>Bibliografía</u>	27
<u>Anexos</u>	30
Apartado 1: REVISION DE LITERATURA	30
Apartado 2: LM TEST MODELO VAR MENSUAL	39
Apartado 3: MODELO VAR TRIMESTRAL	40

Agradecimientos

Me gustaría agradecer primeramente a mis directoras de tesis PhD Lya Paola Sierra y Mtre. Julieth Stefens Cerón por su apoyo incondicional al momento de realizar este trabajo de grado. Al director del laboratorio de economía aplicada Sergio Barona por siempre apoyarme y ayudarme de forma empática y desinteresada. A mis compañeros y amigos que han representado una alegría y un sostén en este camino de formación académica. A mis padres David Duque e Ivette Cárdenas por siempre estar orgullosos de mí y por inculcarme los valores que hoy tengo. A todas estas personas muchas gracias debido a su ayuda en mi formación como persona y como profesional.

Introducción

Dentro de los conceptos presentes en las ciencias económicas se encuentra la ley de Okun propuesta por el economista estadounidense Arthur Okun en su artículo “Potencial GNP: It’s Measurement and Significance” (Okun, 1962) la cual establece la existencia de una relación negativa entre la tasa de desempleo y el crecimiento económico de un país/región. Es decir, una variación positiva en el crecimiento económico traerá como consecuencia una reducción en la tasa de desempleo. Un no cumplimiento de esta ley por consiguiente representaría una afectación de la fuerza laboral, debido a que el aumento en la actividad económica no estaría representando un aumento en la cantidad de puestos de trabajo, por lo cual las nuevas oportunidades laborales que debería tener la sociedad no estarían surgiendo en la realidad. Revisar el posible cambio comportamental (generado en la pandemia y el COVID) existente entre el mercado laboral y el crecimiento económico, contribuye a la facilidad en la toma de decisiones de política monetaria, ya que se genera un mayor conocimiento sobre las repercusiones existentes entre la variación del crecimiento económico y el mercado laboral. De acuerdo con lo anterior, se puede decir que es importante realizar una validación del cumplimiento de la ley de Okun.

En este caso esta validación se realizará con respecto a la ciudad de Cali en Colombia, debido a que esta ciudad presenta ciertas características que benefician a la investigación. En primer lugar, se observan variaciones significativas en el crecimiento económico distrital, específicamente en la etapa de confinamiento para contener el avance de la pandemia del Covid-19 en el año 2020 y por los bloqueos en las principales vías del país durante Paro Nacional en el año 2021. En segundo lugar, el Distrito Especial de Cali ha experimentado lo que parece ser una desconexión notable entre el crecimiento económico y la generación de empleo después de esos

choques anteriormente mencionados, lo cual sugiere un no cumplimiento de la ley de Okun.

El estudio de estos fenómenos es vital no solo para entender la relación entre el crecimiento económico y el empleo sino también para reflexionar sobre la sostenibilidad y equidad económica de la región. Donde si el crecimiento económico no está acompañado de una mejora en las oportunidades laborales, esto indicaría la existencia de un crecimiento no inclusivo, donde el excedente económico se aglomera en sectores específicos de la población o se retienen en el ámbito empresarial sin traducirse en mejoras en la calidad de vida de la población. Esto va acorde con el plan de desarrollo de la alcaldía de Cali del actual dirigente Alejandro Eder, donde se establece la meta de generar 100.000 empleos, este trabajo de investigación aporta información sobre la temática del mercado laboral.

Por lo tanto, en este trabajo de grado se analizará la relación entre el mercado laboral y el crecimiento económico en Cali, empleando como marco teórico la Ley de Okun. La estructura del documento está organizada de la siguiente manera: en primer lugar, se proporcionará un marco teórico que revisa los principales conceptos y estudios previos sobre la relación entre crecimiento económico y empleo, incluyendo una discusión sobre la Ley de Okun y su relevancia en economías en desarrollo. Luego, se presentarán los datos y la metodología utilizada para el análisis econométrico, seguido por los resultados del estudio y una interpretación detallada de los mismos. Finalmente, se ofrecerán conclusiones y reflexiones para la formulación de políticas que promuevan un crecimiento más equitativo y sostenible en la región, En el apartado de marco teórico, se ahonda a profundidad el comportamiento de las variables de crecimiento económico y tasa de desempleo en Cali.

Objetivos

Objetivo General

- Analizar la relación existente entre la actividad económica y el mercado laboral en el Distrito especial de Cali.

Objetivos Específicos

- Contribuir a la investigación empírica sobre el relacionamiento entre el crecimiento económico y el mercado laboral.
- Analizar las relaciones entre el mercado laboral y el crecimiento económico que sea utilizado como base para el análisis de futuras políticas públicas.
- Examinar las fluctuaciones en el crecimiento económico y su impacto en las tasas de desempleo en Cali durante los años 2020 y 2021

Marco Teórico

Para analizar la relación existente entre el mercado laboral y el crecimiento económico es esencial el desarrollo de un marco de estudio que cumpla el rol de establecer claridad sobre los conceptos presentes en la ley de Okun, tales como, el crecimiento económico, el mercado laboral, el comportamiento cíclico de la economía, además de una revisión de estudios previos relacionados a nivel local e internacional.

El Crecimiento Económico

El crecimiento económico se define como un aumento en la producción de bienes y servicios relacionados con una región geográfica, aumento el cual es asociado con una mejora en el bienestar de la población. El Producto Interno Bruto (PIB) es el principal indicador utilizado para contabilizar este crecimiento. El PIB se puede medir de tres formas: (i) ya sea mediante el valor agregado que se desarrolla restando la producción total y el consumo intermedio, (ii) Mediante el gasto lo cual es la suma del consumo privado, la inversión, el gasto público, las exportaciones menos las importaciones. (iii) mediante el ingreso lo cual es la suma de los salarios, rentas, intereses, beneficios, impuestos indirectos, menos los subsidios. Estos enfoques permiten observar el comportamiento económico mediante: la creación de valor y la distribución de la renta. (Uribe, 1993)

Las implicaciones que conllevan un crecimiento económico se podrían ver en el aumento en la producción debido al valor agregado que representan los nuevos bienes y servicios presentes en la economía, lo cual genera un excedente económico, excedente que en la sociedad representa poder adquisitivo y en el estado representa recursos que pueden ser utilizados con el fin de mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos. “Por una parte, el crecimiento económico proporciona los

recursos que permiten mejorar ininterrumpidamente el desarrollo humano; por la otra, el mejoramiento de la calidad de la mano de obra contribuye de manera importante al crecimiento económico” (Ranis Gustav, 2002).

Debido a la necesidad de crear herramientas de medición del crecimiento económico se han creado otros indicadores, ya que el PIB en algunos casos, no puede proporcionar información lo suficientemente actualizada sobre el estado de la economía. Estos indicadores aportan información actualizada sobre los agentes económicos en función de ayudar en la toma de decisiones. En el caso de Colombia surge el Indicador de Actividad Económica (IMAE), El cual como objetivo principal cumple con el rol de evaluar la economía de las regiones del Valle del Cauca, Distrito Especial de Cali, Cauca, mercado laboral de Popayán. El indicador IMAE se a desarrollado en investigaciones como el monitoreo del sector de construcción en el Valle del Cauca (Rodríguez, 2023), Covid-19: consecuencias y desafíos en la económica Colombiana (Sierra, 2022), Análisis regional de los choques monetarios y externos: el caso del Valle del Cauca (Vidal, 2021).

La metodología utilizada para la realización del IMAE (Indicador Mensual de Actividad Económica) se basa en el Modelo Factorial Dinámico (MFD) de Sargent y Sims (1977), este método se apoya en variables no observadas dentro de un grupo de diferentes variables observadas. Al aplicar series relacionadas con la actividad económica estas diferentes variables no observadas proporcionan una aproximación del estado actual de la economía. Es decir, esta metodología se enfoca en capturar el movimiento de un conjunto de variables económicas que se publican constantemente con la relación económica de una región (Cali, IMAE, 2016).

Mercado Laboral

Los mercados laborales se refieren al contexto económico en el cual los ofertantes de empleo que ofrecen sus servicios laborales a un demandante de empleo (empresas) a cambio de una compensación monetaria (Salario). El salario se determina independientemente de la cantidad y estas se determinan por las condiciones de demanda, motivo por el cual puede existir un exceso de oferta es decir desempleo (Figuroa, 1994). La medición y el análisis del comportamiento del mercado laboral generalmente se realiza mediante el índice de desempleo. A nivel internacional y local se suele utilizar la tasa de desempleo y la ocupación laboral para monitorear el estado del mercado de trabajo. En Colombia esto se realiza mediante la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) la cual a través de entrevistas a la población se encarga de examinar el nivel de calidad de vida y la ocupación o fuente de ingresos de la cual disponen los habitantes.

La tasa de desempleo se calcula dividiendo el número de personas desocupadas entre la población activa total y el resultado se multiplica por 100. Se esperaría que una tasa de desempleo no presentara valores superiores a dos dígitos en pro de mantener la estabilidad de ingresos en la población

Es importante resaltar que un mercado laboral rígido y altamente regulado conllevara a un costo social alto donde las empresas serán renuentes a contratar nuevo personal y donde la mano de obra que ingresa al mercado laboral le costara encontrar trabajo formal con todas las prestaciones sociales. Por lo tanto, la flexibilidad laboral y la reducción de las barreras democráticas son elementos claves para reducir el desempleo estructural y el trabajo informal.

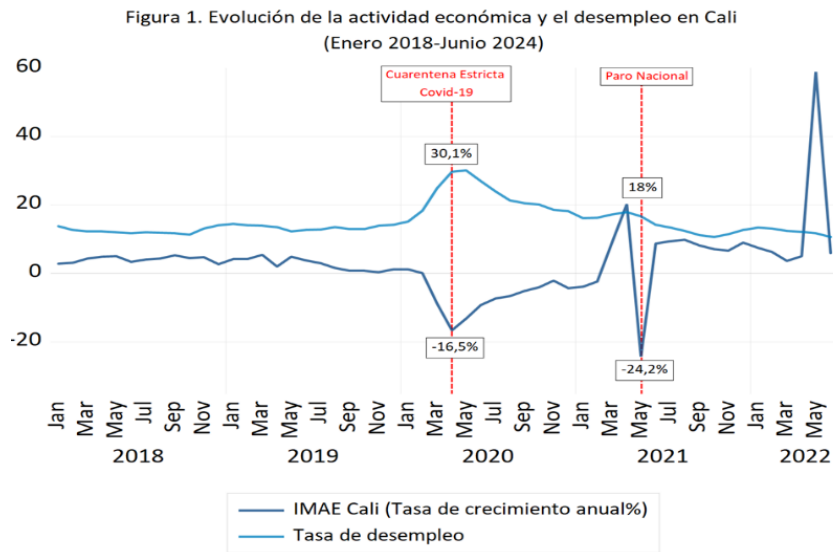
Mercado Laboral reciente de Cali

Con respecto al desempeño del mercado laboral del distrito especial de Cali en los últimos 5 años (2019-2024), se resalta lo que fue un periodo de fuertes variaciones donde la tasa de desempleo a causa de la pandemia y el paro nacional llego a niveles del 30% y 18% respectivamente (DANE, 2020). En el peor momento del año 2020, el IMAE estimó una contracción de la actividad económica del 20,7 % en abril y del 15,2 % en el total del segundo trimestre, en comparación con el mismo período del año anterior para la ciudad de Cali. (Sierra, 2022)

Principalmente estas variaciones en la tasa de desempleo se generaron por impedimentos en la libre movilidad de la población, impedimentos como lo son una crisis en el sistema de salud y manifestaciones masivas a nivel nacional por descontento popular. Estos impedimentos de libre movilidad obligaron al mercado laboral a reestructurar su funcionamiento, donde el trabajo virtual y asincrónico se generalizo en las organizaciones.

Al observar el comportamiento de la tasa de desempleo y el crecimiento económico en la ciudad de Cali, se podría intuir un debilitamiento en la relación de estas dos variables, donde a partir de los periodos postpandemia y post paro nacional el movimiento de los dos factores aparentan no cumplir la ley de Okun. Esto se puede observar en el gráfico 1. El posible no cumplimiento de la ley de Okun se puede resaltar en los primeros 4 meses de 2022, donde a pesar de una acelerada recuperación económica la tasa de desempleo distrital presenta cierta resistencia al cambio, ver Gráfica 1

Gráfica 1. Comparativa Tasa de desempleo y Crecimiento Económico



Fuente: *Elaboración Propia*, datos tomados del IMAE y el DANE

Esta reestructuración comportamental de las organizaciones a nivel nacional se sigue manteniendo después de pandemia en un número importante de empresas. Los cambios en estructuración y comportamiento de las organizaciones a su vez afectan el comportamiento de los indicadores del mercado laboral con respecto al cambio económico. Motivo por el cual es importante desarrollar una investigación con un rango de tiempo que abarque observaciones pre y postpandemia, en función de determinar si el comportamiento, en este caso de la ley de Okun, se ha mantenido en el tiempo a pesar de los cambios comportamentales de las empresas.

El Ciclo Económico

Se denomina ciclo económico a las fluctuaciones que sigue la actividad económica, fluctuaciones que poseen dos etapas, auge económico y recesión económica. En la etapa de auge económico tanto los consumidores como los productores se ven motivados a consumir y generar, bienes y servicios. Esta motivación provocada por el excedente económico que conllevan las actividades comerciales tiene como consecuencia un alza inicialmente gradual de los precios

(Inflación). Los precios suben debido a las expectativas de crecimiento y mayor consumo futuro.

Esto continúa hasta llegar a un punto en el cual los precios son desproporcionadamente altos y los consumidores se ven imposibilitados de mantener el mismo ritmo de gasto provocando una caída en las ventas y llegando a la segunda etapa "La recesión económica" Después de la recesión viene el proceso de recuperación y eventualmente se retorna al momento de auge económico.

Los países en función de mantener una cierta estabilidad optan por realizar políticas contra cíclicas, es decir, mediante la institución del banco central generalmente los países intentan desalentar o motivar el crecimiento económico. Esto con el fin de que la recesión económica no se vea reflejada de manera drástica. Es importante destacar el comportamiento del ciclo económico ya que el entendimiento de la presencia estacional de fluctuaciones tanto en el desempleo como en la actividad económica lleva a un mejor tratamiento de los datos y el desarrollo de un modelo econométrico apropiado.

Ley de Okun

La ley de Okun es una relación económica que explica cómo el crecimiento económico de un país se conecta con su nivel de desempleo. Básicamente, dice que cuando la economía crece rápidamente, el desempleo tiende a bajar, y cuando la economía crece lentamente o entra en recesión, el desempleo sube.

Esta relación no es exacta, pero sirve como una regla práctica para entender que, en general, si una economía quiere reducir el desempleo, necesita crecer a un ritmo sostenido. Es como un "termómetro" que muestra la interacción entre el crecimiento económico y la cantidad de personas empleadas. (Okun, 1962)

Revisión de Literatura

El análisis de la interacción entre el crecimiento económico y el mercado laboral ha sido un tema constante en la investigación económica, especialmente en el marco de la Ley de Okun, la cual sostiene que un incremento en el crecimiento económico, cuando el producto interno bruto real crece a una tasa superior a su tasa potencial, esto debería conducir a una disminución en la tasa de desempleo. Sin embargo, los estudios empíricos realizados en distintas regiones y contextos han mostrado resultados variados, lo que indica que esta relación no siempre es lineal ni uniforme. A continuación, se revisan algunos estudios destacados que exploran esta relación en diversos países, aplicando distintas metodologías, y que constituyen a la base teórica para el presente análisis.

En el ámbito internacional (Kargi, 2014) empleó un modelo de diferencias con variables dummy para examinar la relación entre desempleo y crecimiento en 23 países miembros de la OCDE durante el periodo 1987-2012. Los hallazgos apoyaron la vigencia de la Ley de Okun en la mayoría de estos países, lo que sugiere que la relación entre crecimiento y desempleo es más consistente en economías avanzadas, donde los mercados laborales son menos vulnerables a distorsiones estructurales. Este resultado plantea la interrogante de si el mercado laboral en el Distrito especial de Cali, como parte de una economía emergente, exhibe un comportamiento más volátil y sensible a influencias externas.

Continuando con artículos internacionales, (Mignon, 2013) investiga la relación entre desempleo y crecimiento en EE. UU. (1950-2007) mediante un modelo STECM. El estudio evidencia una discrepancia entre el nivel de empleo real y el nivel esperado de empleo en función del crecimiento, lo que sugiere que factores estructurales adicionales podrían influir en la dinámica de empleo a largo plazo.

(Luz A. Flórez, 2018) llevaron a cabo un estudio sobre la validez de la Ley de Okun en Colombia entre 1984 y 2017, aplicando un modelo de cointegración no lineal (TVECM). Esta metodología permitió analizar la relación a largo plazo entre el crecimiento del PIB y el desempleo, encontrando que un incremento del 1% en el crecimiento trimestral del PIB generaba una reducción de la tasa de desempleo en 0.12 puntos porcentuales, mientras que un aumento anual en el PIB del 1%, disminuía la tasa de desempleo en 0.40 puntos porcentuales. Este estudio es particularmente relevante en el contexto colombiano, ya que demuestra que, aunque la Ley de Okun puede considerarse válida en términos generales, la magnitud de su efecto varía según el periodo y el modelo econométrico aplicado. Esto sugiere la importancia de realizar un análisis a nivel regional donde factores locales podrían alterar esta relación.

Por su parte, (Buritica, 2019) analizaron la aplicabilidad de la Ley de Okun en 23 departamentos de Colombia entre 1984 y 2016, utilizando un modelo de primeras diferencias. Los resultados indicaron que existe una relación inversa y estadísticamente significativa entre el crecimiento económico y la tasa de desempleo, aunque los coeficientes variaban entre los departamentos. Este estudio es relevante para el análisis en el Valle del Cauca, ya que subraya que las dinámicas regionales en Colombia pueden modificar la fuerza de esta relación, sugiriendo que un análisis específico para el distrito especial de Cali podría proporcionar información valiosa para la formulación de políticas laborales y económicas locales.

Por otro lado, (Marilú Briceño, 2016) examina la relación entre desempleo y crecimiento en varios países latinoamericanos, aplicando modelos de diferencias y de brechas. La Ley de Okun se valida en países como Argentina, Brasil, Chile, Colombia y otros, destacándose Colombia con el coeficiente de Okun más alto en valor absoluto. Este estudio resalta la sensibilidad del

desempleo al crecimiento en algunos países de la región, lo cual podría tener implicaciones importantes para las políticas de empleo y desarrollo. Para más información con respecto a los artículos de investigación revisados remítase a anexos apartado 1.

Datos

Con el fin de analizar el cumplimiento de la ley de Okun se utiliza la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) apartado de microdatos, específicamente el módulo de mercado laboral donde se encuentra la tasa de desempleo para la ciudad de Cali. Fue necesario realizar un ordenamiento en la aplicación de programación R para los datos de desempleo esto con el fin de utilizarlos con frecuencia mensual, dado que los anexos que publica el DANE con acceso libre se presentan en trimestres móviles Como variable proxy del crecimiento económico en Cali, se utilizó el Indicador Mensual de Actividad Económica (IMAE), elaborado por investigadores del Departamento de Economía de la Universidad Javeriana Cali.

Los datos mensuales se tienen disponibles desde enero de 2008 hasta junio de 2024, para un total de 198 observaciones.

Es importante destacar que, en este trabajo de grado también se utilizaron los datos trimestrales publicados por el DANE para validar la ley de Okun bajo esta temporalidad. En total se utilizaron 70 observaciones para la construcción de la modelación. El desarrollo y resultado de este modelo se encuentra en el apartado 3 de anexos.

Para las dos variables de tasa de desempleo y crecimiento económico se utilizaron series desestacionalizadas. Al realizar las pruebas raíz unitaria, Dickey Fuller y Philips Perron a un nivel de significancia del 5%, se encontró que la tasa de desempleo es una variable estacionaria, es decir, que su orden de integración es $I(0)$. Por tanto, no fue necesario diferenciar la serie

mensual y trimestral. Por otro lado, el IMAE evidenció un orden integración I(1). Por tanto, en la metodología del modelo se utilizó la diferencia del logaritmo del IMAE, ver Tabla 2. Quedando el dato final como la diferencia logarítmica del IMAE, en este caso la diferencia logarítmica se interpreta como la tasa de crecimiento económico mensual. La variable IMAE tiene un orden de integración I(1).

Dado que las dos variables de análisis, IMAE y tasa de desempleo, presentan un orden de integración distinto, se imposibilita el uso de un modelo VEC, el cual sugiere que las variables sean I(1). Con el fin de cumplir el objetivo de trabajo de grado se procede a utilizar un modelo VAR para analizar la relación existente entre el crecimiento económico y la tasa de desempleo en la ciudad de Cali.

Las Variables utilizadas en el modelo junto con su descripción se encuentra en la Tabla 1:

Tabla 1

Variables del modelo

Variable	Descripción
IMAECM	Indicador de Actividad Económica con frecuencia mensual
DLOGIMAECM	Diferencia del Logaritmo del Indicador de Actividad Económica
TDM	Tasa de desempleo con Frecuencia mensual
TDM_SA	Tasa de desempleo con Frecuencia mensual con ajuste estacional

Fuente: Elaboración propia

Metodología

Modelo de Vectores Autorregresivo (VAR)

Un modelo VAR es ideal para analizar el comportamiento de dos variables porque permite estudiar cómo se influyen mutuamente a lo largo del tiempo, sin imponer una relación causal rígida. Este enfoque trata ambas variables como endógenas, capturando sus dinámicas simultáneas. Además, facilita entender el impacto de choques en una variable sobre la otra y

evalúa qué tan importantes son estas interacciones. Por su flexibilidad y capacidad para modelar relaciones complejas, el VAR es muy útil en economía al momento de realizar investigaciones sobre el comportamiento de las variables.

Un modelo de Vectores Autorregresivo (VAR) es un modelo de ecuaciones simultaneas formado por un sistema de ecuaciones de forma reducida sin restringir, de forma reducida quiere decir que los valores contemporáneos de las variables no aparecen como variables explicativas. El conjunto de variables explicativas de cada ecuación contiene una serie de rezagos de cada una de las variables del modelo.

El modelo VAR es muy útil cuando existe evidencia de simultaneidad en las variables y como sus relaciones se transmiten a lo largo de un determinado número de periodos (Novales, 2014).

Un ejemplo de un modelo VAR con tres series de tiempo y un rezago es el siguiente:

$$y_t = a_0 + a_{12}w_t + a_{13}z_t + c_{11}y_{t-1} + c_{12}w_{t-1} + c_{13}z_{t-1} + u_{1t}$$

$$w_t = a_0 + a_{21}y_t + a_{23}z_t + c_{21}y_{t-1} + c_{22}w_{t-1} + c_{23}z_{t-1} + u_{2t}$$

$$z_t = a_0 + a_{31}y_t + a_{32}w_t + c_{31}y_{t-1} + c_{32}w_{t-1} + c_{33}z_{t-1} + u_{3t}$$

El modelo VAR posee dos dimensiones, k y p, las cuales establecen respectivamente el número de variables endógenas dentro del modelo y el orden de rezagos considerados. En el ejemplo anterior $K = 3$ y $p = 1$

Un modelo VAR bivariado se puede escribir de forma condensada con las siguientes dimensiones matriciales

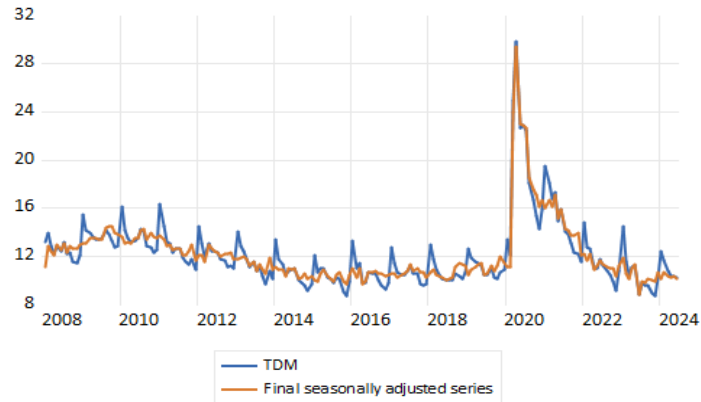
$$y_t = B_0 + B_1 y_{t-1} + u_t$$

$g \times 1 \quad g \times 1 \quad g \times g \quad g \times 1 \quad g \times 1$

Implementación Empírica

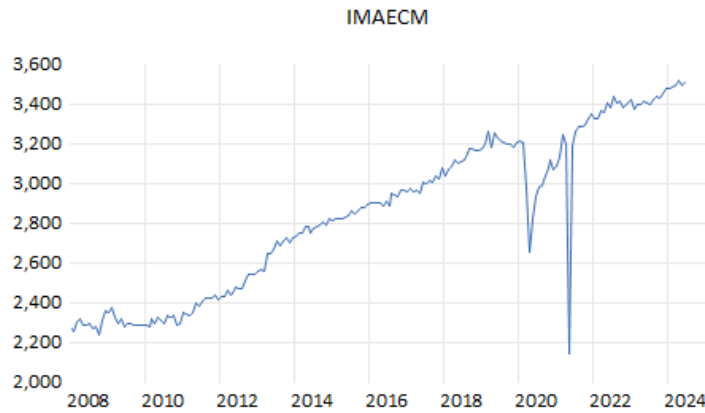
Como se explica en el apartado de datos se utilizaron las series ajustadas por estacionalidad y diferenciada, en el caso del IMAE. Ver Grafica 2 y 3.

Gráfica 2. Tasa desempleo de Cali: original vs ajustada por estacionalidad. (2008-2024)



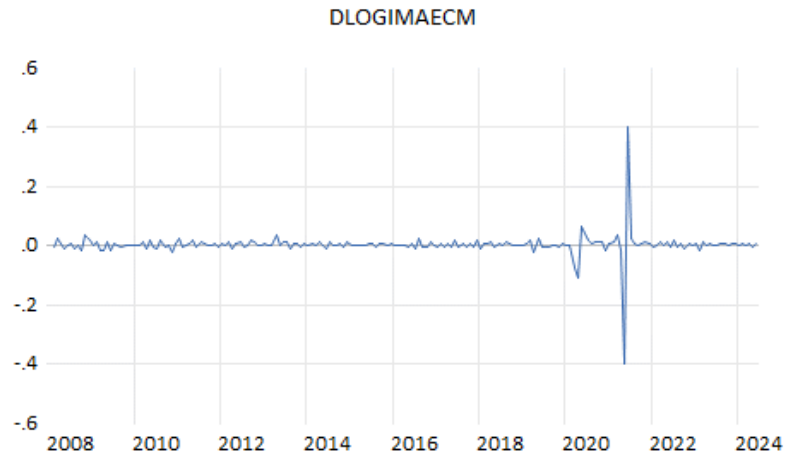
Fuente: DANE. Elaboración propia

Gráfica 3 IMAE con frecuencia mensual en Cali (2008-2024)



Datos IMAE. Elaboración propia

Gráfica 4. Diferencia del Logaritmo del IMAE con frecuencia mensual en Cali (2008-2024)



Datos IMAE. Elaboración propia

Los resultados obtenidos de las variables a partir de las pruebas de raíz unitaria de las variables endógenas están registrado en la Tabla 2:

Tabla 2

Resultados de las pruebas de raíces unitarias

Variables	Dickey Fuller	Philips-Perron
	Valor p	Valor p
IMAE	0.890	0.7048
Diferencia del LOG(IMAE)	0.0000	0.0001
Tasa de Desempleo	0.017	0.01

Fuente: Elaboración propia.

Es importante recordar la hipótesis nula y alternativa en estas pruebas, la cual es:

$$H_0 = \text{Raíz Unitaria} \rightarrow \text{La serie es no estacionaria}$$

$$H_a = \text{No Raíz Unitaria} \rightarrow \text{La series es estacionaria}$$

Usando un nivel de significancia del 5% se rechaza la hipótesis nula de no estacionariedad para la tasa de crecimiento del IMAE y la tasa de desempleo, por lo que se consideran estacionarias las variables diferencia del logaritmo IMAE y la tasa de desempleo.

Hecho que permite el uso de estas variables en la estimación de un modelo VAR

Estimación del modelo

El modelo VAR se estimó con dos variables endógenas, Tasa de crecimiento del IMAE y Tasa de desempleo. Se utilizan los criterios de información Likelihood ratio (LR), Final Prediction Error (FPE), Akaike Information Criterion (AIC), Schwarz Criterion (SC) y Hannan Quinn Criterion (HQ), para determinar la cantidad de rezagos con que se debe estimar el modelo, Se determina el modelo con 8 rezagos y se realiza la prueba de autocorrelación serial dentro del modelo, ver Tabla 3.

Tabla 3

Resultado de Pruebas de correlación

Rezago	Valor P
1	0.8660
2	0.6536
3	0.4854
4	0.3185
5	0.8180
6	0.7489
7	0.5585
8	0.2990
9	0.5853

Fuente: Elaboración propia.

Recordando la hipótesis nula y la hipótesis alternativa:

$$H_0 = \text{No correlacion serial}$$

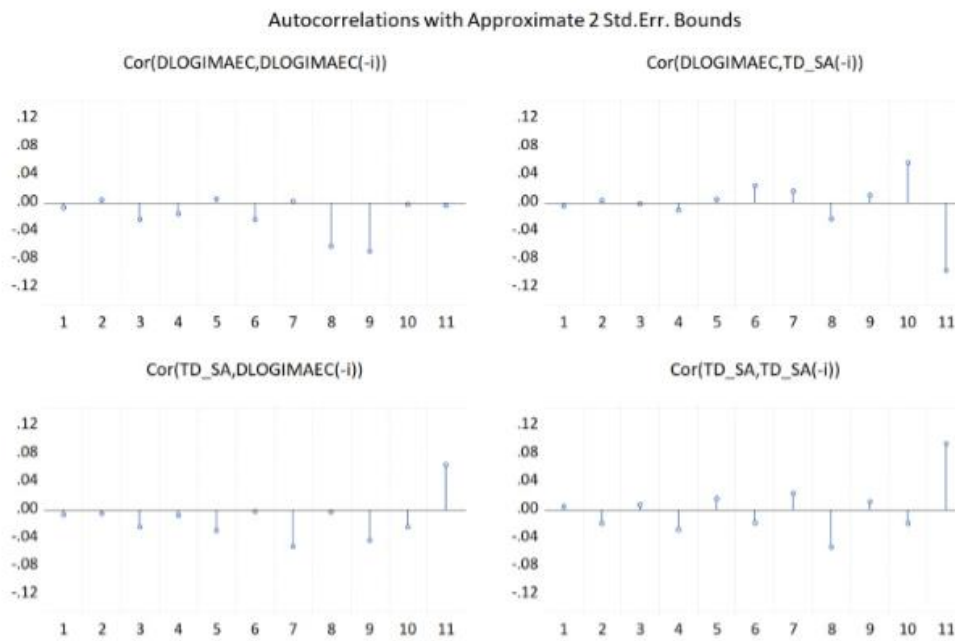
$$H_a = \text{Correlacion serial}$$

A un nivel de significancia del 5%, no se puede rechazar la hipótesis nula de no

correlación serial en el error. Motivo por el cual se infiere que el modelo no posee problemas de autocorrelación en el error.

A su vez se realiza se realiza un correlograma en función de verificar visualmente si existen patrones de correlación, en el cual se observa como en general con respecto a la cantidad de rezagos no se evidencia un comportamiento de fuerte autocorrelación, ver el grafico 4.

Gráfica 4. Correlación en el error

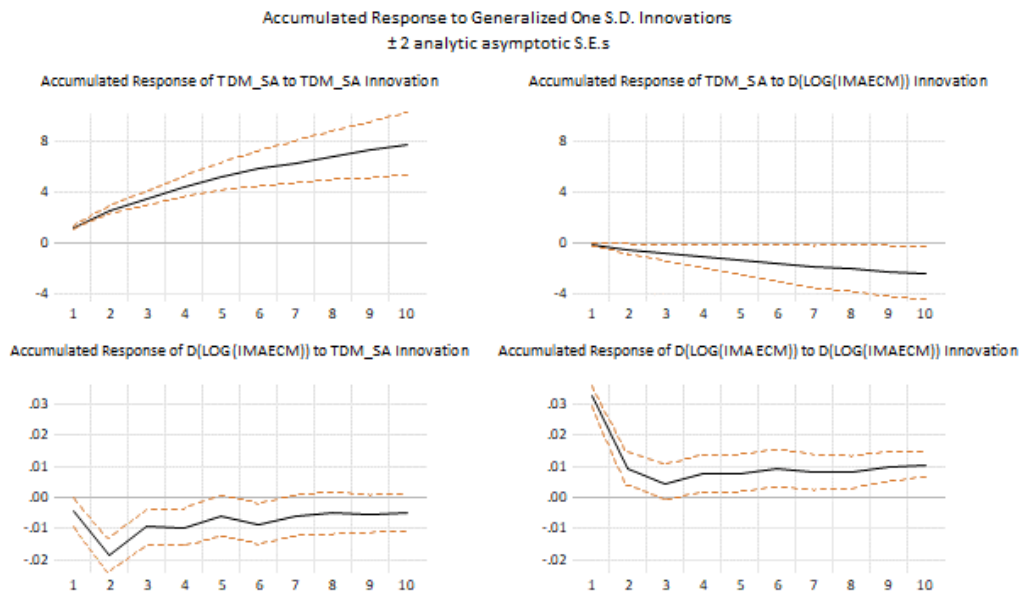


Fuente: Elaboración propia

Resultados

Para el desarrollo de los gráficos de impulso respuesta se utilizó el método generalizado de Pesaran y Shen, método explicado en el artículo Generalized Impulse Response Analysis in Linear Multivariate Models. (Pesaran, 1998), del cual se obtienen los siguientes resultados.

Gráfica 5. Impulso respuesta del modelo



Fuente: Elaboración propia.

Al observar el grafico superior derecho es de resaltar como una innovación en la tasa de crecimiento económico afecta de manera negativa la tasa de desempleo, esta afectación negativa se estabiliza alrededor del décimo rezago.

Con respecto al grafico inferior izquierdo se denota como una innovación en la tasa de desempleo afecta de manera negativa al crecimiento económico, esta afectación se estabiliza alrededor del noveno rezago.

El modelo se encuentra bien especificado esto se determina gracias a la prueba LM test,

la cual confirma una no autocorrelación en el error, para mayor detalle ver el apartado 2 de anexos.

Por último, se realiza la prueba de causalidad de Granger. Véase Tabla 3:

Tabla 3

Prueba de Causalidad de Granger

Pairwise Granger Causality Tests			
Date: 11/09/24 Time: 18:05			
Sample: 2008M01 2024M06			
Lags: 2			
Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
TDM_SA does not Granger Cause DLOGIMAEM	195	14.5882	1.E-06
DLOGIMAEM does not Granger Cause TDM_SA		0.67563	0.5101

Fuente: Elaboración propia

$$H_0 = X \text{ does not Granger Cause } Y$$

$$H_a = X \text{ Granger Cause } Y$$

Al obtener los resultados de la prueba de Granger no se rechaza la hipótesis nula con un nivel de significancia de 5% para la variable de tasa desempleo con ajuste estacional, lo que indica que para esta investigación existe una relación unidireccional desde la tasa de desempleo hacia el crecimiento económico donde se sugiere que la tasa de desempleo posee una causalidad sobre el crecimiento económico. Esta causalidad entre la tasa de desempleo y el crecimiento económico se explica mediante el comportamiento de la demanda donde al existir menor tasa de desempleo la población presenta un aumento en sus ingresos, por lo que aumenta el consumo, lo cual genera crecimiento económico

Al comparar los resultados de los modelos VAR mensual y el modelo VAR trimestral,

existe un consenso en los resultados con respecto al cumplimiento de la ley de Okun para el distrito especial de Cali, a su vez, se presentan diferencias como lo son: (i) en la prueba de causalidad de Granger el modelo VAR trimestral da como resultado una relación de causalidad bidireccional entre la tasa de desempleo y la diferencia del logaritmo del IMAE, mientras que, el modelo VAR mensual da una relación de causalidad unidireccional. (ii) El tiempo en que se estabilizan los impulso respuesta, para el caso del modelo VAR mensual los rezagos se estabilizan alrededor de nueve meses, para el modelo VAR trimestral este impulso respuesta se estabilizan alrededor del quinto trimestre.

Conclusiones

Los análisis de impulso respuesta del modelo VAR indican que una variación positiva en el crecimiento económico genera un shock negativo en la tasa de desempleo, lo cual confirmaría el cumplimiento de la Ley de Okun para la ciudad de Cali.

Es de destacar como los shocks afectan de manera prolongada en el tiempo, donde una innovación en cualquiera de las dos variables endógenas del modelo permanece afectando de ocho a diez rezagos después de generar el impacto.

El análisis de la prueba de causalidad de Granger destaca como la tasa de desempleo cumple una función de causalidad sobre el crecimiento económico, por lo cual es esencial para mantener un crecimiento económico positivo poseer unos niveles de desempleo no mayores a un dígito.

Con respecto a posibles políticas públicas, uno de los principales problemas que afectan la relación entre mayores oportunidades de trabajo y el crecimiento económico, es el empleo informal el cual representa una opción de poder sostener un hogar, sin embargo, a la población que desempeña un empleo informal le es más difícil verse beneficiada en su calidad de vida en relación

con el crecimiento económico de la región. Esto obedece a diversos motivos como lo son mayor dificultad para acceder a un sistema de pensiones, mayor dificultad para acceder a sistemas de salud de calidad, no poseer un ingreso fijo.

Por esto en pro de poseer una relación fuerte entre el crecimiento económico y las oportunidades laborales de la población, que favorezca un crecimiento equitativo sería recomendable potenciar el empleo formal. Lo anteriormente dicho sobre las características del mercado laboral y la afectación que tiene en el coeficiente de Okun lo comenta Alessandra Pizzo en su artículo sobre el coeficiente de Okun en Latinoamérica

“La relación negativa entre las tasas de desempleo y el crecimiento del PIB es más fuerte en los sectores industriales, economías intensivas en servicios, intensivas en turismo e intensivas en productos de alta tecnología.” (Pizzo, 2023)

Bibliografía

Almonte, L. d., & Carbajal Suárez, Y. (2011). Crecimiento económico y desempleo en el Estado de México: una relación estructural. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 13. Obtenido de <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/economica/article/view/209>

Buitrago, K. C. (2018). Una Revisión del Comportamiento de la Tasa de Desempleo en Colombia para el periodo 1990-2017: y la Ley de Okun. *Repositorio Universidad Católica*, 29. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/848840dd-e124-4643-a1fb-cc90de149e96>

Buritica, V. C. (2019). La ley de Okun para los departamentos de Colombia: 2008-2016. *Repositorio de la Universidad Mayor de Cundinamarca*, 43. Obtenido de <https://repositorio.unicolmayor.edu.co/handle/unicolmayor/163>

Cali, J. (2016). IMAE. *IMAE*, 5. Obtenido de <https://www.javerianacali.edu.co/imaec>

Cali, J. (2016). Semillero de investigación IMAE. *Indicador Mensual de Actividad Económica*, 10. Obtenido de <https://www.javerianacali.edu.co/imaec>

DANE. (2020). Gran encuesta integrada de Hogares. *Gran encuesta integrada de Hogares (GEIH)*, 10. Obtenido de <https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/780>

Figueroa, A. (1994). LA NATURALEZA DEL MERCADO LABORAL. *El Trimestre Económico*, 335-360.

Franco-Martín, A. C. (2017). Evidencia de la Ley de Okun para Colombia, Chile y Argentina: 1980 – 2014. *Repositorio Universidad Católica*, 31. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/57741388-498c-401a-94d1-1d44593eece3>

Kargi, B. (2014). Okun's Law and Long Term Co-Integration Analysis for OECD

Countries (1987-2012). *International Research Journal of Finance and Economics*, 9. Obtenido de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2439235

Khumalo, J. (2014). Economic Growth - Unemployment Nexus in South Africa: VECM Approach. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 6. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/82391857/bb9f6bd3924fe5f010322c5fec8aeb21871a-libre.pdf?1647782525=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEconomic_Growth_Unemployment_Nexus_in_So.pdf&Expires=1730832802&Signature=EJt6ZvesTylF5kCC9h6K3rTsU

Luz A. Flórez, K. L. (2018). OKUN'S LAW IN COLOMBIA: A NON-LINEAR COINTEGRATION. *Borradores de Economía- Banco de la Republica*, 29. Obtenido de <https://repositorio.banrep.gov.co/items/6de13463-a5d2-4333-ba4e-d369d032fdb6>

María S. Porras-Arena, Á. L.-R. (2020). Relación entre las características de los mercados de trabajo latinoamericano y la ley de Okun. *Serie Documentos de Trabajo, DT 10/2020. Instituto de Economía, Facultad de Ciencias Económicas y*, 29. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Angel-Martin-Roman-2/publication/342693822_Relacion_entre_las_caracteristicas_de_los_mercados_de_trabajo_latinoamericanos_y_la_ley_de_Okun/links/5f0114b992851c52d619ac97/Relacion-entre-las-caracteristicas-de-los-mercado

Marilú Briceño, G. D. (2016). Estimación de la Ley de Okun: evidencia empírica para Ecuador, América Latina y el Mundo. *Revista Económica*, 11. Obtenido de <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/economica/article/view/209>

Mignon, M. D. (2013). POST-RECESSION US EMPLOYMENT THROUGH THE LENS OF A NON-LINEAR Okun's Law. *NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH*,

20. Obtenido de <http://www.nber.org/papers/w19047>

Novales, A. (2014). Modelos vectoriales autoregresivos (VAR). *Repositorio Universidad Complutense*, 47. Obtenido de https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41459/VAR_new.pdf

Okun, A. (1962). Potencial GNP: It's Measurement and Significance.

Pereira, R. M. (2014). Okun's law, asymmetries and regional spillovers: *The Annals of Regional Science*, 13. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s00168-014-0600-x>

Pesaran, M. H. (1998). Generalized Impulse Response Analysis in Linear Multivariate Models. *Economics Letters*, 17-29.

Pizzo, A. (2023). Literature Review of Empirical Studies on Okun's Law in Latin America and the Caribbean. *HAL OPEN SCIENCE*, 56. Obtenido de <https://hal.science/hal-04278489/document>

Ranis Gustav, S. F. (2002). Crecimiento económico y desarrollo humano en América Latina. *Revista CEPAL*, 24.

Rodriguez, P. V. (2023). El monitero del sector de la construcción en el Valle del Cauca . *Apuntes del Cenes*, 237-271.

S. Ouliaris, . A. (2016). Quantitative Macroeconomic Modeling with Structural Vector Autoregressions – An EViews. *Quantitative Macroeconomic Modeling with Structural Vector Autoregressions*, 215.

Sierra, V. C. (2022). Covid-19: consecuencias y desafíos en la economía Colombiana. *Covid-19: consecuencias y desafíos en la economía Colombiana*, 289-304.

Uribe, A. G.-J. (1993). Origen de las Fluctuaciones Economicas en Colombia . *Revista Ensayos sobre Economía Cafetera*, 49-57.

Vidal, S. R. (2021). Un análisis regional de los choques monetarios y externos: el caso del Valle del Cauca en Colombia. *Cuadernos de Economía- Universidad Nacional de Colombia* Vol. 40 Núm. 82, 57-81.

Waqar Khalid, E. A. (2021). The Relationship Between Unemployment and Economic Growth: VAR Analisis. *Forman Journal of Economic Studies*, 32. Obtenido de <https://www.fccollege.edu.pk/wp-content/uploads/1-The-Relationship-Between-Unemployment-and-Economic-Growth-in-South-Africa.pdf>

Anexos

Apartado 1: REVISION DE LITERATURA

Referencia	Objetivo	Metodología	Datos-variables	Resultados
Artículos Internacionales				
Bilal Kargi, 2017	Explicar la relación entre Tasa de desempleo y Tasa de crecimiento que un aumento en El empleo debería inducir un aumento en el nivel del PIB.	Modelo de diferencias entre el desempleo y el PIB, Agregan una variable Dummy del crecimiento económico entre alto, medio, Bajo	Datos recolectados de la base de datos de la OCDE desde 1987-2012, tomados de 23 países de la OCDE	Los Resultados del cálculo relacionado con los países de la OCDE mostró que Okun La ley es válida para los 23 países de la OCDE

	En los países de la OCDE			
(Waqar Khalid, 2021)	Tiene como objetivo estudiar el PIB real, la tasa de inflación, el tipo de cambio y sus impactos en la tasa de desempleo en Sudáfrica considerando los datos de series temporales anuales que cubren el período 1980-2018.	Análisis de Modelo Var(p) desarrollado por Sims (1980)	Los datos empleados en el presente estudio comprenden observaciones anuales sobre el desempleo, el PIB real, la tasa de inflación y el tipo de cambio de la economía de Sudáfrica durante el período 1980-2018.	Se valida la asociación dinámica entre PIB real y desempleo. La ley de Okun. Asimismo, las respuestas impulsivas confirman la evidencia de que la influencia de un factor sobre otro factor en el sistema es bastante significativo y fuerte
(Pereira, 2014)	El propósito de este artículo fue examinar la fuerza de la relación entre la tasa de desempleo y la tasa	Modelo de diferencias entre el desempleo y el crecimiento económico, con el desempleo como	Tasa de desempleo tasa de crecimiento del PIB (2001-2011)	La débil relación entre el PIB y el desempleo a nivel local sugiere que si bien las políticas fiscales y monetarias federales

	<p>de crecimiento PIB en la región de virginia y el distrito de columbia. para determinar en qué medida esta relación se ha mantenido estable</p>	<p>variable dependiente y el crecimiento como variable Independiente</p>		<p>para estimular la demanda agregada durante períodos de recuperación económica pueden ser eficaces, con el tiempo, para reducir la tasa de desempleo, las políticas de desarrollo económico local no son efectivas para lograr la reducción sustancial a corto plazo del desempleo</p>
<p>(Khumalo, 2014)</p>	<p>Este estudio analiza las relaciones entre el desempleo y el crecimiento económico y prueba la existencia de una</p>	<p>Modelo Corrección Error (VECM)</p>	<p>Datos de Crecimiento Económico y Desempleo Es Sudáfrica entre 1967-2013, Información recolectada del</p>	<p>Crecimiento económico muestra un coeficiente de desigualdad de Theil de 0,55, que es muy cercano a 1, lo que sugiere que el método</p>

	<p>relación a largo plazo para el período comprendido entre el primer trimestre de 1967 y el cuarto trimestre de 2013, en el país de Sudafrica</p>		<p>Banco Central de Sudáfrica</p>	<p>de pronóstico aplicado puede no ser apropiado y que se deberán explorar otros métodos para obtener un pronóstico cercano al PIB.</p>
<p>(Mignon, 2013)2013</p>	<p>El paper apunta a investigar la relación existente entre la tasa de desempleo y el crecimiento en Estados Unidos</p>	<p>STECM (Smooth Transition Error Correction Model)</p>	<p>Datos de crecimiento económico y desempleo en Estados Unidos con frecuencia trimestral 1950Q1 – 2007Q4. El crecimiento económico</p>	<p>Se muestra que el nivel de empleo en el sector privado estadounidense está en promedio alrededor de un 1% por debajo del nivel implícito en la relación producción-empleo a largo plazo, lo que significa que alrededor de 1,2 millones de la pérdida de tendencia del empleo no puede atribuirse a los factores</p>

				cíclicos identificados.
Artículos Regionales (Latinoamérica)				
(María S. Porras-Arena, 2020)	Busca aportar evidencia sobre la relación desempleo-producto para los países de AL, confirmando su validez en algunos casos y refutándola en otros	Se desarrolla mediante modelo de diferencias y modelo de Brechas	Se utilizaron las series de tasa de desempleo y del Producto Interno Bruto (PIB) de los países de América Latina, disponible en la base de datos CEPALSTAT de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL). La periodicidad es anual, desde 1980 a 2017	La ley de Okun se cumple para varios países latinoamericanos: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Panamá, Uruguay y Venezuela, independientemente del modelo utilizado para estimar la relación. Colombia es el país latinoamericano que presenta el mayor coeficiente de Okun en valor absoluto

<p>(Pizzo, 2023)</p>	<p>Resaltar los resultados de investigaciones recientes sobre la validez de la ley de Okun para los países en desarrollo, en particular para América Latina</p>	<p>Las investigaciones recopiladas se pueden clasificar en dos modelos: Modelo de diferencias Modelo de Brechas</p>	<p>Se recopilaron 44 artículos investigativos en su gran mayoría con el mismo periodo de tiempo de estudio 1970-2015. En algunos artículos el periodo de la investigación es 1980-2015</p>	<p>Los coeficientes de Okun para los países latinoamericanos suelen mostrar valores más bajos que los lo que se encontró para los EE. UU. Dos países para cual la mayoría de las estimaciones dan mejores resultados en términos de ajuste y en términos de magnitud Colombia y Chile.</p>
----------------------	---	---	---	---

<p>(Marilú Briceño, 2016)</p>	<p>Analizar el efecto de la producción en la tasa de desempleo de Ecuador 1991-2014</p>	<p>Modelo de series de tiempo log-log, Entre el desempleo como variable dependiente, gasto público y impuestos como variable independiente</p>	<p>Datos del Banco Mundial de desempleo y PIB, además de datos de gasto del gobierno e impuesto. 1991-2014</p>	<p>Se concluye que la producción no está explicando al desempleo, es decir, la Ley de Okun (1962) no se cumple para Ecuador. Para estimar una mejor aproximación de la ley de Okun (1962) para Ecuador se reemplaza el PIB por el gasto público</p>
<p>(Almonte & Carbajal Suárez, 2011)</p>	<p>Revisar la relación de crecimiento y desempleo en el Estado de México en el periodo 2000-2009</p>	<p>Modelo de Primeras diferencias entre el desempleo y la elasticidad Modelo de Tendencia y elasticidad</p>	<p>Tasa de desempleo, crecimiento económico 2000 - 2009</p>	<p>Se expresa que por cada punto porcentual de reducción de la tasa de desempleo el PIB real crecería 2.47.</p>

<p>(Franco-Martín, 2017)</p>	<p>Examinar la relación entre la producción y el desempleo a la luz de la Ley de Okun, para tres países de América Latina, Colombia, Argentina y Chile</p>	<p>Modelo de primeras diferencias y Modelo de Brechas.</p>	<p>Tasa de desempleo, crecimiento económico 1980-2014</p>	<p>Los resultados individuales muestran que la relación de la Ley de Okun se cumple para varios de los países de América Latina, con valores del coeficiente de Okun diferentes, pero altamente significativos.</p> <p>El modelo de brechas para Colombia y Argentina no es significativo</p>
<p>Artículos Colombia</p>				
<p>(Flórez y Ramos-Velozá) 2018</p>	<p>Identificar la ley de Okun en Colombia entre 1984 y 2016.</p>	<p>Modelo de cointegración no lineal (TVEC)</p>	<p>Datos trimestrales de la tasa de desempleo y Tasa de crecimiento</p>	<p>Un aumento del 1% en el crecimiento trimestral del PIB reduce el desempleo en</p>

		<p>Vector Error</p> <p>Correction Model (VECM)</p> <p>Modelo de cointegración umbral (TVECM).</p>	del PIB Colombia desde 1984-2017.	0,12 pp, mientras que un aumento del 1% en el crecimiento anual reduce la tasa de desempleo en 0,40pp
(Viviana Castro Castaño, Lady Katherin López Buriticá) 2019	Verificar la aplicabilidad de la ley de Okun con el método de primeras diferencias para 23 departamentos de Colombia entre 2008-2016	Modelo de primeras diferencias con desempleo como variable dependiente y PIB real como variable Independiente	Datos Trimestrales y anuales de la tasa de desempleo y el PIB desde 2008-2016	Hay una relación inversa entre la tasa de desempleo y el PIB, presentando parámetros estadísticamente significativos al 1%
(Buitrago, 2018)	Estimar la relación entre el PIB y el desempleo para Colombia,	Modelo de Diferencias	PIB a precios corrientes con Base 2005 y tasa	Los resultados sugieren que para Colombia se cumple la relación de Okun, es

	empleando datos anuales para el periodo de 1990- 2017	Modelo de Brechas	de desempleo 1990-2017	importante considerar que el PIB tiene una capacidad explicativa muy baja
--	--	-------------------	---------------------------	--

Apartado 2: LM TEST MODELO VAR MENSUAL

VAR Residual Serial Correlation LM Tests

Date: 11/09/24 Time: 15:39

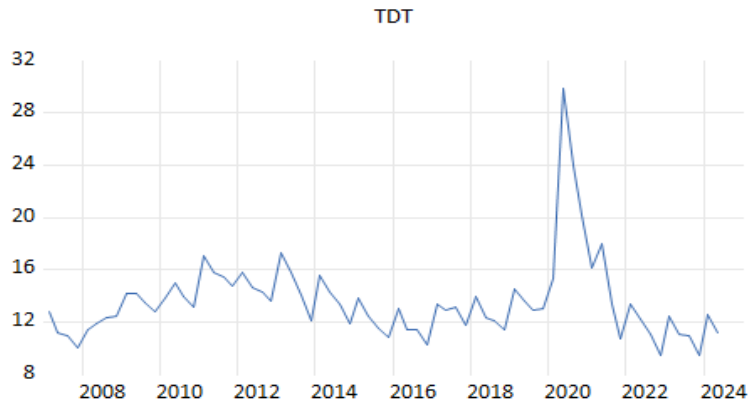
Sample: 2008M01 2024M06

Included observations: 189

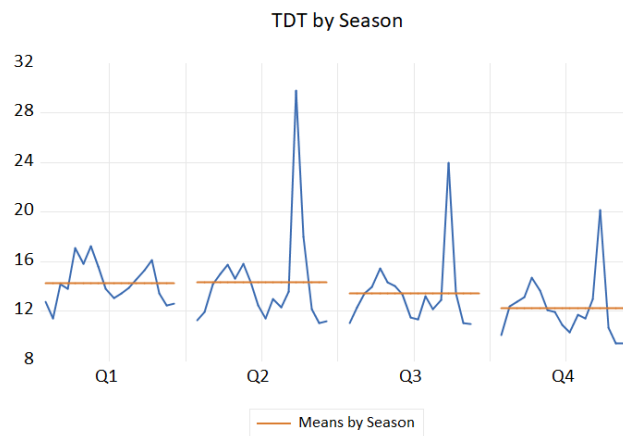
Null hypothesis: No serial correlation at lag h

Lag	LRE* stat	df	Prob.	Rao F-stat	df	Prob.
1	1.272861	4	0.8660	0.317873	(4, 338.0)	0.8660
2	2.450102	4	0.6536	0.612931	(4, 338.0)	0.6536
3	3.450864	4	0.4854	0.864564	(4, 338.0)	0.4854
4	4.709042	4	0.3185	1.181978	(4, 338.0)	0.3185
5	1.548379	4	0.8180	0.386836	(4, 338.0)	0.8180
6	1.928573	4	0.7489	0.482091	(4, 338.0)	0.7489
7	2.995791	4	0.5585	0.750048	(4, 338.0)	0.5585
8	4.883612	4	0.2994	1.226112	(4, 338.0)	0.2995
9	2.838100	4	0.5853	0.710401	(4, 338.0)	0.5853

Apartado 3: MODELO VAR TRIMESTRAL

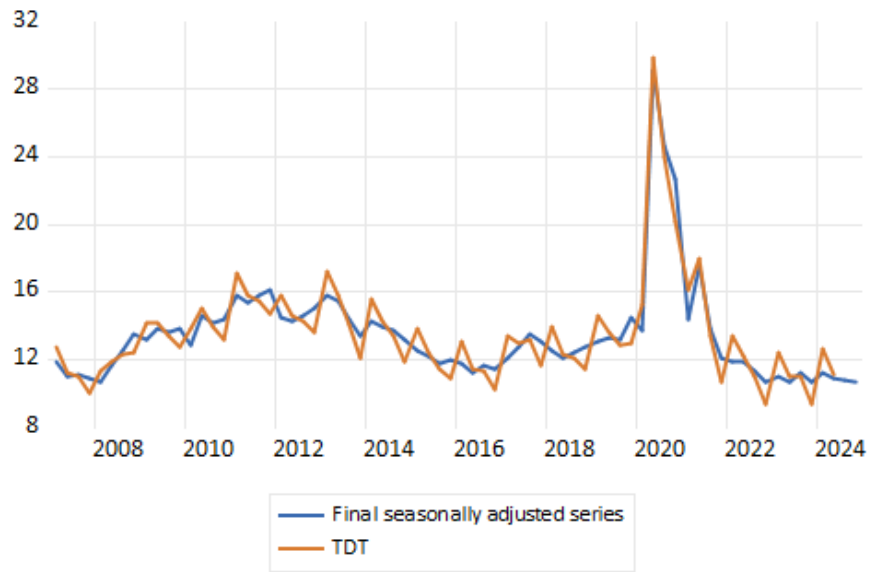


Al graficar la tasa de desempleo con frecuencia trimestral se observa lo que parece ser un componente estacional motivo por lo que se desarrolla un gráfico estacional

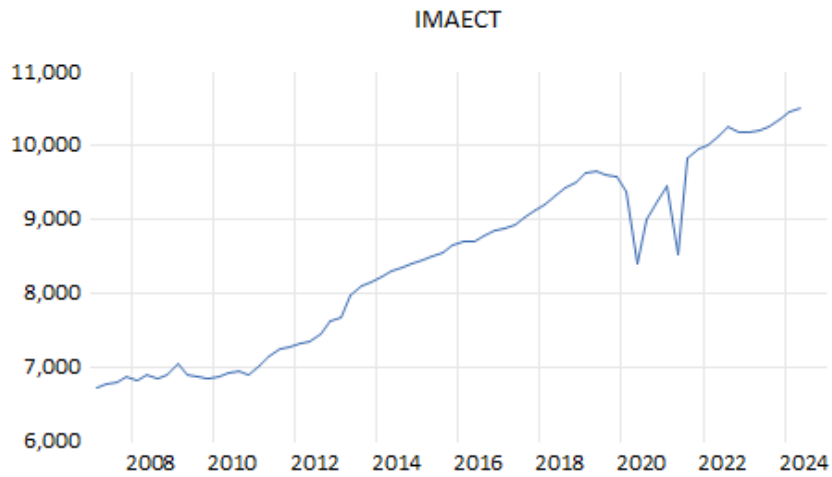


A los trimestres tener un distinto comportamiento a lo largo de la serie se procede a desarrollar un ajuste estacional.

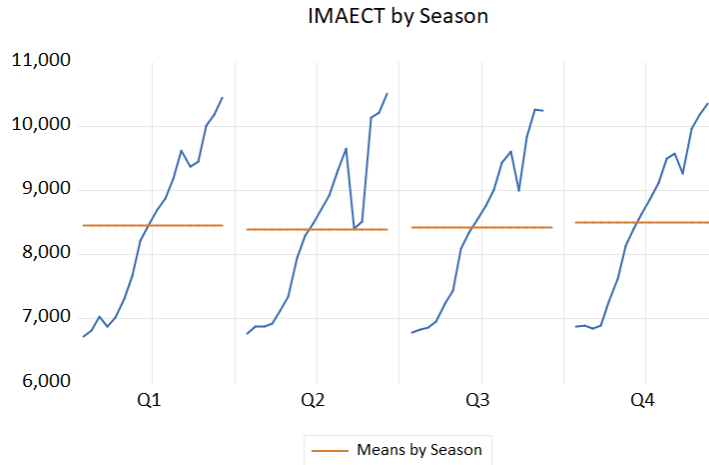
Se desestacionaliza la serie y se compara con la original



Al comparar la serie con el ajuste estacional TRAMOS/SEATS y la serie en su forma original se observa lo que es la desestacionalización de la serie.

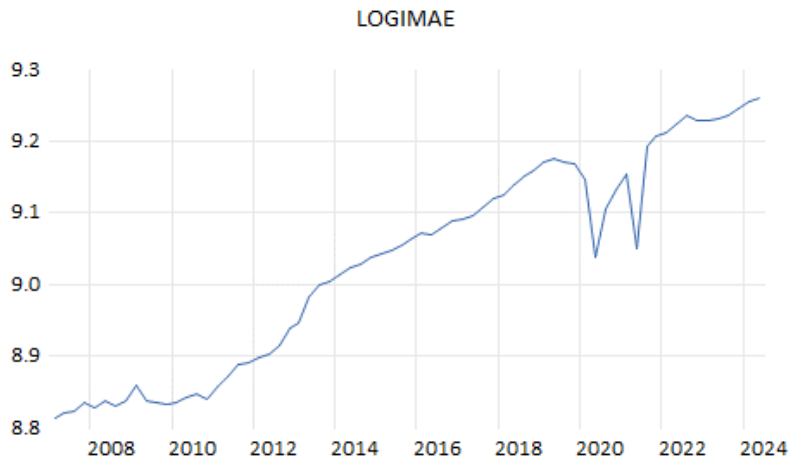


Con respecto al crecimiento económico, se realiza el gráfico de estacionalidad con el fin de determinar el comportamiento de los trimestres en el tiempo



Se observa como el comportamiento de los 4 trimestres es muy similar a lo largo de la serie por lo cual se asume no estacionalidad

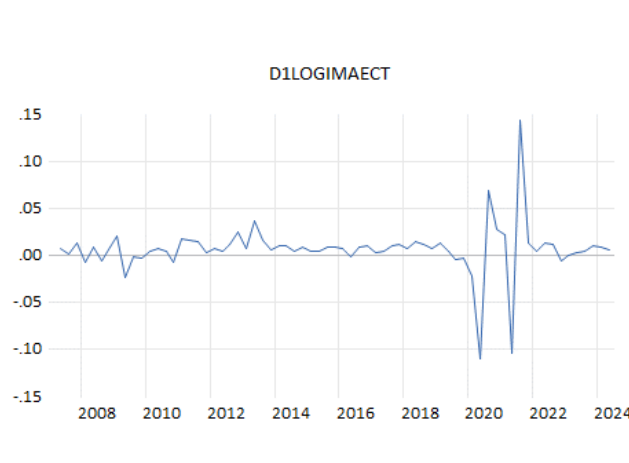
Posteriormente se le aplica logaritmo a la serie con el fin de suavizar los picos y se opta por usar el test de Dickey Fuller y Phillips Perron con intercepto y tendencia, bajo el criterio de Akaike



Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on LOGIMAE		
Null Hypothesis: LOGIMAE has a unit root		
Exogenous: Constant, Linear Trend		
Lag Length: 4 (Automatic - based on AIC, maxlag=10)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.883155	0.1747
Test critical values:	1% level	-4.105534
	5% level	-3.480463
	10% level	-3.168039
*Mackinnon (1996) one-sided p-values.		

Phillips-Perron Unit Root Test on LOGIMAE		
Null Hypothesis: LOGIMAE has a unit root		
Exogenous: Constant, Linear Trend		
Bandwidth: 1 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel		
	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-3.351930	0.0666
Test critical values:	1% level	-4.096614
	5% level	-3.476275
	10% level	-3.165610
*Mackinnon (1996) one-sided p-values.		
Residual variance (no correction)		0.000658
HAC corrected variance (Bartlett kernel)		0.000567

No es posible rechazar la hipótesis nula de no estacionariedad por lo que se diferencia una vez la serie y se desarrolla la prueba de estacionariedad sin tendencia y con intercepto



Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on D1LOGIMAECT

Null Hypothesis: D1LOGIMAECT has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 7 (Automatic - based on AIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.124157	0.0018
Test critical values: 1% level	-3.542097	
5% level	-2.910019	
10% level	-2.592645	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Phillips-Perron Unit Root Test on D1LOGIMAECT

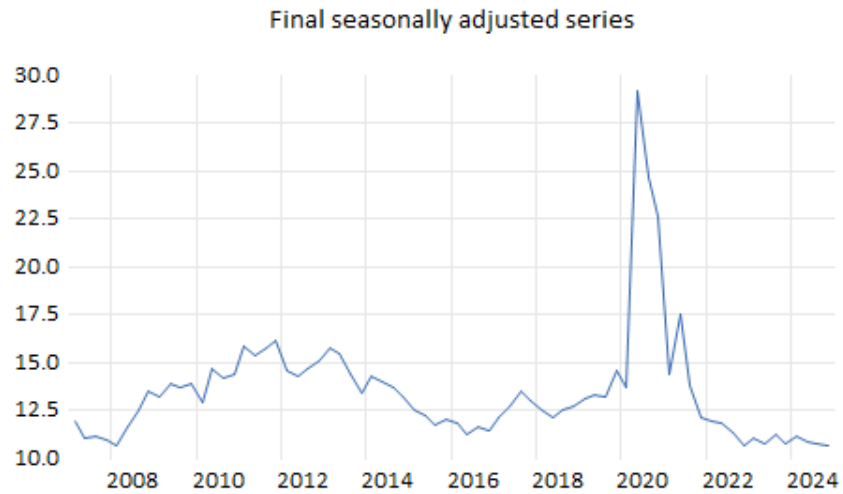
Null Hypothesis: D1LOGIMAECT has a unit root
 Exogenous: Constant
 Bandwidth: 5 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-11.78197	0.0001
Test critical values: 1% level	-3.530030	
5% level	-2.904848	
10% level	-2.589907	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	0.000710
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.000579

Se encuentra que en la variable de IMAE cuando se le aplica la diferencia en el logaritmo se rechaza la hipótesis nula de no estacionariedad, por lo cual el log del crecimiento económico es una serie I(1)



En el caso de la tasa de desempleo se aplica la prueba de raíces unitarias al modelo con ajuste estacional

Phillips-Perron Unit Root Test on TDT_SA		
Null Hypothesis: TDT_SA has a unit root		
Exogenous: Constant		
Bandwidth: 3 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel		
	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-3.408152	0.0139
Test critical values:		
1% level	-3.528515	
5% level	-2.904198	
10% level	-2.589562	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.		
Residual variance (no correction)		4.725926
HAC corrected variance (Bartlett kernel)		4.671974

Para la tasa de desempleo se bajó las dos pruebas de Dickey-Fuller y Phillips Perron es posible rechazar la hipótesis nula de no estacionariedad por lo que no se diferencia la serie. Es decir la tasa de desempleo es $I(0)$

Al las dos series presentar ordenes de integración distintos, en este caso crecimiento económico I(1) y la tasa de desempleo I(0) no es posible realizar un modelo VEC dado que las series presentan ordenes de integración distintos.

Por lo que se opta por usar un modelo VAR con la variable tasa de desempleo ajustada estacionalmente y con el crecimiento económico en primeras diferencias y aplicando logaritmo lo cual se podría interpretar como la tasa de crecimiento económico, Se aplica el criterio presente en el articulo Quantitative Macroeconomic Modeling with Structural Vector Autoregressions – An EViews Implementation (S. Ouliaris, 2016)

$$p < \frac{T}{3n}$$

Siendo p el máximo de rezagos, n el número de variables y T la cantidad de observaciones, se encuentra el p siendo 10

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-26.98458	NA	0.009157	0.982528	1.052953	1.010019
1	16.25845	82.08846	0.002422	-0.347744	-0.136469	-0.265271
2	23.93621	14.05421	0.002139	-0.472414	-0.120289	-0.334959
3	27.03983	5.470779	0.002208	-0.442028	0.050947	-0.249591
4	35.14375	13.73546	0.001926	-0.581144	0.052681	-0.333724
5	56.57574	34.87239	0.001071	-1.172059	-0.397384	-0.869657
6	65.85293	14.46613*	0.000901*	-1.350947*	-0.435422*	-0.993563*
7	68.50511	3.955792	0.000951	-1.305258	-0.248883	-0.892892
8	69.37786	1.242554	0.001069	-1.199249	-0.002024	-0.731901
9	70.53077	1.563273	0.001193	-1.102738	0.235337	-0.580408
10	72.58988	2.652414	0.001297	-1.036945	0.441980	-0.459633

Al realizar el modelo VAR se encuentra un consenso en el rezago optimo que se debe utilizar donde bajo los distinto criterios todos apuntan a un VAR con un p de hasta 6 rezagos

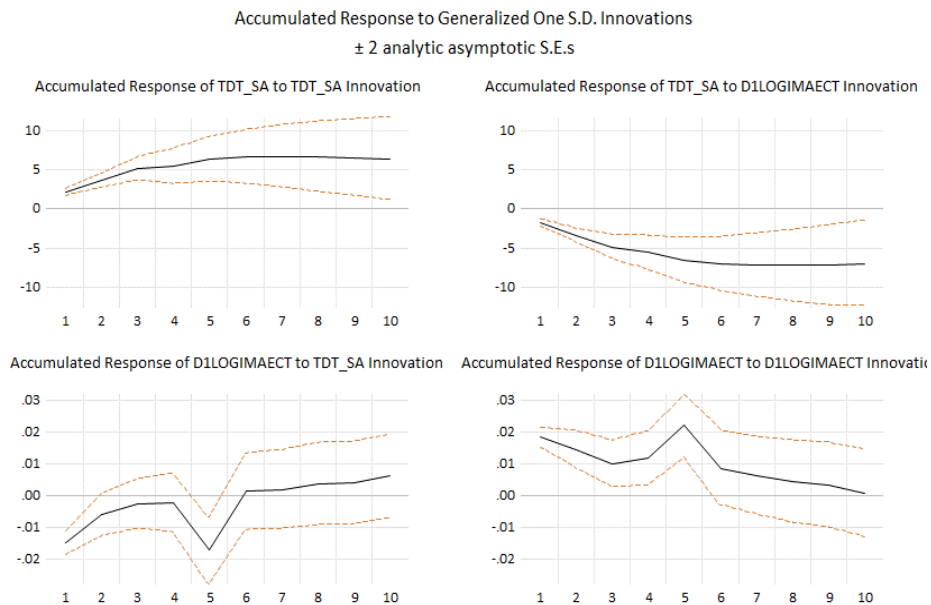
VAR Residual Serial Correlation LM Tests
 Date: 11/08/24 Time: 12:07
 Sample: 3/01/2007 6/01/2024
 Included observations: 63

Null hypothesis: No serial correlation at lag h

Lag	LRE* stat	df	Prob.	Rao F-stat	df	Prob.
1	3.332731	4	0.5038	0.839044	(4, 94.0)	0.5038
2	3.811658	4	0.4321	0.962055	(4, 94.0)	0.4321
3	3.801438	4	0.4335	0.959423	(4, 94.0)	0.4336
4	0.511241	4	0.9724	0.126806	(4, 94.0)	0.9724
5	2.460125	4	0.6518	0.616505	(4, 94.0)	0.6518
6	2.400162	4	0.6626	0.601288	(4, 94.0)	0.6626
7	1.409054	4	0.8426	0.351153	(4, 94.0)	0.8426

Realizando la prueba de correlación serial se encuentra que no se puede rechazar la hipótesis de no corrección serial

Hecho esto se realiza la estimación funciones impulso respuesta generalizadas de Pesaran y Shin (Pesaran, 1998)



Se realiza la prueba de Causalidad de Granger donde una innovación en la tasa de crecimiento del IMAE genera un impacto negativo en la tasa de desempleo, este shock se

estabiliza alrededor del 5 rezago

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 11/11/24 Time: 12:47

Sample: 3/01/2007 6/01/2024

Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
D1LOGIMAECT does not Granger Cause TDT_SA	67	3.85026	0.0265
TDT_SA does not Granger Cause D1LOGIMAECT		5.98749	0.0042

En la prueba de Granger a un nivel de significancia del 5%, se observa una causalidad bidireccional entre la Tasa de desempleo y la Tasa de crecimiento del IMAE