

# Trabajo Fin de Grado

Análisis de la vigencia de la Ley de Okun en  
España (2002–2025)

Analysis of the Validity of Okun's Law in Spain  
(2002–2025)

Autor/es

Carlota López-Blanco Díaz

Director/es

Luisa Irene Olloqui Cuartero

Administración y Dirección de Empresas

FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA

2025

**Autor del trabajo:** Carlota López-Blanco Díaz

**Director del trabajo:** Luisa Irene Olloqui Cuartero

**Título:** Análisis de la vigencia de la Ley de Okun en España (2002–2025)

**Título en inglés:** Analysis of the Validity of Okun's Law in Spain (2002–2025)

## **RESUMEN**

La Ley de Okun establece una relación inversa entre el desempleo y la expansión económica, lo que la convierte en una de las regularidades empíricas más significativas de la macroeconomía. Desde que Okun publicó su trabajo seminal en 1962, que calculaba que una disminución del uno por ciento en el índice de desempleo de Estados Unidos requería un aumento extra del tres por ciento en el PIB real, se han llevado a cabo muchos estudios para investigar la estabilidad y la validez de esta relación en distintos contextos nacionales.

Este estudio examina la aplicación de la Ley de Okun en España entre 2002 y 2025, un período marcado por la alternancia entre fases de expansión, la Gran Recesión y una crisis provocada por el COVID-19. Se proyecta un modelo en diferencias usando Mínimos Cuadrados Ordinarios, apoyado con especificaciones dinámicas exploratorias (DL y ARDL), a partir de información trimestral proporcionada por el INE. El análisis econométrico se basa en comparaciones de hipótesis y en el uso de errores estándar robustos.

Los hallazgos indican que, a pesar de que el coeficiente de Okun tiene el signo esperado, no es estadísticamente significativo en la especificación base. Por otro lado, la variable ficticia relacionada con la pandemia muestra un impacto notable y claro en el comportamiento del desempleo. Estos descubrimientos indican que la Ley de Okun todavía es un instrumento eficaz para describir cómo interactúan el desempleo y el crecimiento en España; sin embargo, su magnitud depende de manera crucial de factores estructurales del mercado laboral y de choques extraordinarios.

## **ABSTRACT**

Okun's Law establishes an inverse relationship between unemployment and economic expansion, making it one of the most significant empirical regularities in

macroeconomics. Since Okun's seminal work in 1962—which estimated that a 1 percent decrease in the U.S. unemployment rate required an additional 3 percent increase in real GDP—numerous studies have examined the stability and validity of this relationship across different national contexts.

This study analyzes the application of Okun's Law in Spain over the period 2002–2025, a timeframe marked by alternating phases of expansion, the Great Recession, and the COVID-19 crisis. A differences-based model is estimated using Ordinary Least Squares, complemented by exploratory dynamic specifications (DL and ARDL), with quarterly data provided by the Spanish National Statistics Institute (INE). The econometric analysis relies on hypothesis testing and the use of robust standard errors.

The findings indicate that, although the Okun coefficient exhibits the expected sign, it is not statistically significant in the baseline specification. By contrast, the dummy variable associated with the pandemic reveals a strong and clear impact on unemployment dynamics. These results suggest that Okun's Law remains a useful tool to describe the interaction between unemployment and economic growth in Spain; however, its magnitude critically depends on structural features of the labor market and extraordinary shocks.

## ÍNDICE:

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>6</b>
<b>2. LA LEY DE OKUN Y SUS DIFERENTES VERSIONES</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1. LEY DE OKUN II: EN BRECHAS</b> .....	<b>7</b>
<b>2.2. LEY DE OKUN I: MODELO EN DIFERENCIAS</b> .....	<b>9</b>
2.2.1. Principios macroeconómicos .....	10
2.2.2 Versión con dinámica: .....	10
2.2.3 evidencia econométrica y metodológica.....	11
<b>2.3 UTILIDAD Y LIMITACIONES DE LA LEY DE OKUN EN SU VERSIÓN EN DIFERENCIAS</b> .....	<b>13</b>
<b>3. REVISIÓN DE LA LITERATURA</b> .....	<b>15</b>
<b>4. DATOS</b> .....	<b>16</b>
<b>4.1. PRODUCTO INTERIOR BRUTO</b> .....	<b>17</b>
<b>4.2 TASA DE DESEMPLEO</b> .....	<b>17</b>
<b>4.3. VARIABLES DE CONTROL</b> .....	<b>17</b>
<b>4.4 TRATAMIENTOS DE LAS SERIES</b> .....	<b>18</b>
<b>Tabla 4.1. Estadística descriptiva básica de las variables en diferencias (2002T1–2025T2)</b> .....	<b>18</b>
<b>5. ESTIMACIÓN Y CHEQUEO DEL MODELO DE BENCHMARK E INTERPRETACIÓN</b> .....	<b>19</b>
<b>5.1 RESULTADOS ECONOMÉTRICOS</b> .....	<b>19</b>
5.1.1 Significatividad del modelo en términos globales.....	20
5.1.2 Interpretación individual de los coeficientes .....	20
<b>5.2 DISCUSIÓN</b> .....	<b>20</b>
<b>5.3 COMPROBACIÓN DE ASUNCIONES</b> .....	<b>21</b>
<b>6. MODELOS DINÁMICOS</b> .....	<b>22</b>
<b>6.1 MODELO DL</b> .....	<b>22</b>

<b>6.2 MODELO ARDL.....</b>	<b>23</b>
<b>6.3 CONCLUSIÓN.....</b>	<b>23</b>
<b>7. LIMITACIONES Y OPORTUNIDADES DEL ESTUDIO .....</b>	<b>24</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>25</b>
<b>9. ANEXOS .....</b>	<b>28</b>
<b>9.1 ANEXO I.....</b>	<b>28</b>
<b>9.2 ANEXO II.....</b>	<b>28</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

Una de las regularidades empíricas más importantes en la macroeconomía es la Ley de Okun. En su artículo seminal, Arthur Okun (1962) evidenció que el desempleo y el crecimiento económico tienen una relación inversa: en Estados Unidos, para reducir la tasa de desempleo en un punto porcentual era necesario que el PIB real creciera cerca del 3%. Esta regularidad se ha convertido en un instrumento de referencia para el análisis económico y la creación de políticas públicas desde entonces, ya que proporciona una estimación del crecimiento necesario para asimilar la fuerza laboral existente (Ball, Leigh y Loungani, 2017; Knotek, 2007).

Este análisis investiga si esta relación se presenta en la economía española entre 2002 y 2025, un periodo caracterizado por momentos de crecimiento intercalados con una fuerte contracción asociada a la Gran Recesión y a la crisis causada por el COVID-19. El contraste empírico posibilita establecer si el crecimiento económico ha conllevado, en este contexto, disminuciones notables en la tasa de desempleo y cuál es la magnitud de dichas disminuciones. Se calcula, en particular, el coeficiente de Okun, que mide la sensibilidad del desempleo a los cambios en el PIB real; de esta manera se cuantifica la relación entre ambas variables.

De igual manera, se estima el crecimiento tendencial del PIB que es necesario para conservar la tasa de desempleo invariable; esto facilita la comparación entre los resultados logrados y las conclusiones del artículo original de Okun. En tanto que en Estados Unidos la cifra estaba alrededor del 3 %, en España las evidencias sugieren que este número puede variar de manera importante por el carácter dual de su mercado laboral y la alta temporalidad (Villaverde & Maza, 2009).

El análisis también se detiene a pensar sobre qué formulación es más apropiada para modelar la relación entre el crecimiento y el desempleo: en niveles, en diferencias o en brechas de producto. Para esto, se utiliza un modelo en diferencias, ya que es el método más comúnmente empleado en la literatura aplicada y no requiere que el PIB potencial sea estimado; sin embargo, se comparan las extensiones dinámicas con especificaciones ARDL. Esta perspectiva posibilita analizar no solo la respuesta actual, sino también los impactos a largo plazo del crecimiento económico en la tasa de desempleo, además de evaluar la relevancia de incluir rupturas estructurales.

Por último, se trata el tema de la solidez de los resultados mediante comparaciones entre los descubrimientos obtenidos a través de diferentes metodologías. El análisis muestra que, a pesar de que la evidencia revela limitaciones en la estabilidad del coeficiente de Okun, su utilidad se mantiene en el contexto de las características estructurales de la economía española y los recientes shocks excepcionales, si es interpretado como instrumento descriptivo y de previsión coyuntural. En resumen, el objetivo central de este trabajo es analizar la vigencia de la Ley de Okun en España entre 2002 y 2025. Para ello, se calcula la magnitud del coeficiente, se establece el crecimiento que posibilita la estabilidad del desempleo y se analiza si diversos modelos econométricos son adecuados para captar esta relación. Por lo tanto, se pretende aportar pruebas recientes que complementen la bibliografía existente y ofrezcan una fundamentación empírica para debatir sobre cómo el ciclo económico y el mercado laboral interactúan en la economía española.

## **2. LA LEY DE OKUN Y SUS DIFERENTES VERSIONES**

Al señalar la estimación inversa entre la evolución del producto y el desempleo, la ley de Okun es una de las regularidades empíricas más significativas en la macroeconomía contemporánea. Su origen se remonta a Arthur Okun (1962), que, usando datos económicos de EE.UU. UU., notó que una disminución del desempleo de un punto porcentual exigía un aumento adicional del PIB real de cerca del 3 % (Okun, 1962).

Desde entonces, esta relación se ha convertido en una herramienta esencial para el análisis económico, ya sea en la investigación aplicada y en la enseñanza o en el diseño de políticas públicas. La literatura hace una distinción entre dos versiones: la versión en brechas o niveles, que relaciona el desempleo con la desviación del PIB de su potencial; y la versión en diferencias, que vincula el desempleo con el crecimiento del producto (Blanchard, Amighini y Giavazzi, 2012, Mankiw, 2017). Este estudio se enfoca en la segunda opción, que es la más apropiada para el análisis empírico de series temporales.

### **2.1. LEY DE OKUN II: EN BRECHAS**

La Ley de Okun se puede plantear en su versión en brechas o niveles, aunque no sea la opción elegida en este TFG. En este caso, la relación se crea entre el desempleo y la disparidad entre el PIB real y su nivel potencial. Se expresa un nivel matemático como:

$$u_t - u^* = -\beta \frac{Y_t - Y_t^*}{Y_t^*}$$

donde:

- $u_t$ : Porcentaje de desempleo durante el periodo  $t$ . Calcula el porcentaje de la población activa que se encuentra en búsqueda de trabajo y no puede conseguirlo.
- $u^*$ : tasa de desempleo natural. Alude al nivel de desempleo que es compatible con un mercado laboral equilibrado (estructural y friccional).
- $Y_t$ : PIB real. Muestra el valor de los productos y servicios generados, corregido por la inflación.
- $Y_t^*$ : PIB potencial. Máximo nivel de producción sostenible sin provocar inflación.
- $\frac{Y_t - Y_t^*}{Y_t^*}$ : brecha de producto (*output gap*). se refiere al grado de utilización de la capacidad productiva económica
- $\beta$ : parámetro que mide la sensibilidad. Señala el cambio que experimenta el desempleo cuando hay una alteración en la brecha de producto o en el crecimiento del PIB.

Desde una perspectiva de la macroeconomía, esta formulación es particularmente beneficiosa para estudiar la brecha de producción y su relación con el desempleo. De esta manera, cuando la producción efectiva es mayor que la potencial, la tasa de desempleo suele estar por debajo de su nivel natural, mientras que en tiempos de recesión ocurren lo contrario (Mankiw, 2018; Samuelson y Nordhaus, 2010). Esta perspectiva incorpora la Ley de Okun dentro del contexto más extenso de las teorías acerca del equilibrio macroeconómico y la brecha de producción.

Sin embargo, la dificultad de calcular con exactitud el PIB potencial y el desempleo natural —valores que no se pueden observar directamente y que dependen de supuestos metodológicos y de la técnica econométrica empleada— es la principal limitación de esta versión (Dornbusch, Fischer y Startz, 2010; Gujarati y Porter, 2009). Por esta razón, en

la práctica empírica y en investigaciones aplicadas a corto plazo, se prefiere la formulación en diferencias. A pesar de ser más simple, brinda una herramienta más útil para examinar la dinámica coyuntural del empleo.

## 2.2. LEY DE OKUN I: MODELO EN DIFERENCIAS

Se puede expresar de manera formal como:

$$u_t - u_{t-1} = -\beta(g_{y,t} - g^*)$$

donde:

- $u_t$ - Representa la Tasa de paro se refiere a la tasa de desempleo durante el período  $t$ , que se comprende como el porcentaje de la población activa que está desempleada, pero está buscando trabajo activo. Esta variable muestra el nivel de empleo de la fuerza laboral en una economía (Blanchard, 2012).
- $\Delta u_t = u_t - u_{t-1}$ : simboliza el cambio en la tasa de desempleo en relación con el período anterior. Es decir, el cambio en la tasa de desempleo es medido por esta formulación de la Ley de Okun, y es la variable dependiente que se explica.
- $g_{y,t}$ : se refiere al índice de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) real durante el lapso. El PIB real es el indicador clave de la actividad económica, ya que refleja el valor de todos los bienes y servicios finales producidos en la economía, teniendo en cuenta la inflación (Mankiw, 2017).
- $g^*$ : Es la tasa de crecimiento "normal" o tendencial del producto interno bruto. Señala el nivel de crecimiento productivo requerido para que la tasa de desempleo permanezca constante; en otras palabras, aquel nivel en el que se genera suficiente empleo para absorber el aumento de la población activa .
- $\beta$ - es el coeficiente de Okun, que evalúa qué tan sensible es el desempleo a las desviaciones del crecimiento económico con relación a su nivel tendencial.

Blanchard (2012) indica una estimación empírica típica en el caso estadounidense:

$$u_t - u_{t-1} = -0,4(g_{y,t} - 3\%)$$

lo que significa que, si la economía aumenta un punto porcentual por encima del 3 %, el índice de desempleo disminuye cerca de 0,4 puntos porcentuales.

Esta formulación, que establece de manera sencilla la relación entre el crecimiento y el empleo, es un punto de partida crucial para los estudios empíricos a corto plazo. No obstante, implica una adaptación rápida del desempleo a las oscilaciones de la producción, lo cual no refleja con precisión la dinámica del mercado laboral (Dornbusch, Fischer y Startz, 2010).

### *2.2.1. Principios macroeconómicos*

Diversos mecanismos de la macroeconomía fundamentan el vínculo negativo entre desempleo y crecimiento:

- Productividad marginal decreciente: Se necesita un empleo más intensivo para lograr que el crecimiento del producto sea mayor, lo que resulta en aumentos de la cantidad de empleos (Blanchard et al., 2012).
- Ciclos económicos: la relación no es invariable a lo largo del tiempo; en épocas de expansión, suele generarse más empleo que el que se destruye durante las recesiones, lo cual genera asimetrías (Samuelson y Nordhaus, 2010).
- Rigideces del mercado laboral: La participación en la fuerza laboral, el número de horas trabajadas y la productividad mitigan parcialmente el impacto, lo que hace que la respuesta al desempleo se retrase (Dornbusch et al., 2010).

Estos principios demuestran que la Ley de Okun no es una relación precisa o estable, sino una regularidad empírica cuya magnitud se basa en las particularidades estructurales e institucionales de cada economía.

### *2.2.2 Versión con dinámica:*

La específica estática supone que el desempleo reacciona de inmediato a las variaciones en el PIB, lo cual no es una representación fiel de la realidad. Según Dornbusch et al. (2010), las compañías, en la práctica, primero modifican el número de horas de trabajo y

la intensidad, y únicamente si la circunstancia se mantiene hacen cambios en los empleados.

Por esta razón, la literatura sugiere una versión dinámica de la Ley de Okun en diferencias que incluye retardos en las variables:

$$\Delta u_t = \alpha + \sum_{i=0}^p \beta_i g_{y,t-1} + \sum_{j=1}^q \gamma_j \Delta u_{t-j} + \varepsilon_t$$

donde:

- $\beta_0$ -Impacto contemporáneo: Evalúa la repercusión directa de un incremento del PIB en el desempleo durante el mismo lapso de tiempo. Se espera que sea negativo, pero la respuesta tiende a ser más lenta en países como España debido a cambios en las horas de trabajo y la productividad. (Dornbusch, Fischer y Startz, 2010).
- $\sum_{i=0}^p \beta_i$ - Efecto a corto plazo: Demuestra la respuesta acumulada del desempleo durante el presente periodo y en los rezagos iniciales. Debería ser negativa y reanudar la transmisión global del ciclo económico a corto plazo.
- $ELP = \frac{\sum_{i=0}^p \beta_i}{1 - \sum_{j=1}^q \phi_j}$ - efecto a largo plazo (ajustado por la inercia): Incluye la continuidad del desempleo por medio de sus propios rezagos. Facilita la evaluación del efecto total de una modificación en el crecimiento, después de que se ha estabilizado la dinámica de ajuste.

Este análisis, en su totalidad, proporciona una perspectiva más realista de la conexión entre el desempleo y el crecimiento al admitir que en el mercado laboral hay rezagos e inercia (Blanchard et al., 2012).

### 2.2.3 evidencia econométrica y metodológica

La estimación empírica de la ley de Okun, en su versión en diferencias, se lleva a cabo a través de modelos lineales de regresión. En estos modelos, la fluctuación en el desempleo se explica por medio del aumento del PIB real. Porter y Gujarati (2009) indican que, en este tipo de especificaciones, es esencial comprobar que los supuestos del Modelo Lineal Clásico se respeten, especialmente la correcta especificación funcional, la independencia

serial de los residuos y la homocedasticidad. Cuando los errores tienen heterocedasticidad o autocorrelación, se producen estimadores ineficientes y pruebas de significancia no válidas. La utilización de errores estándar robustos, como los que fueron propuestos por Newey y West (1987), es esencial para garantizar inferencias consistentes.

La literatura empírica ha evidenciado que las variables macroeconómicas tienden a tener raíces unitarias en el contexto de series temporales, lo cual significa que no están estacionadas en niveles (Dickey & Fuller, 1979; Said & Dickey, 1984). Trabajar con primeras diferencias es apropiado desde el punto de vista metodológico en este contexto y, adicionalmente, está alineado con la formulación en diferencias de la ley de Okun. No solamente corrige problemas de estacionariedad esta transformación, sino que además posibilita la interpretación directa de la relación en términos de variaciones, lo cual simplifica la comparación con los coeficientes reportados en otras investigaciones (Ball, Leigh y Loungani, 2017; Knotek, 2007).

Diversas investigaciones han indicado que la reacción del desempleo frente al crecimiento no es inmediata, sino que incluye efectos de inercia y dinámicos, más allá del modelo estático. Siguiendo esta línea, los modelos de retardos distribuidos (DL), en particular los autorregresivos con retardos distribuidos (ARDL), hacen posible que se obtengan los efectos inmediatos y rezagados del crecimiento económico sobre el desempleo (Pesaran & Shin, 1999). Estos modelos presentan el beneficio de dividir los efectos en dos dimensiones:

- Efectos a corto plazo, que reflejan la reacción inmediata y en los primeros rezagos de la tasa de desempleo frente a una variación en el PIB real.
- Efectos a largo plazo que toman en cuenta la continuidad del desempleo a lo largo de sus propios retardos, lo que posibilita la determinación de un multiplicador de equilibrio dinámico que muestra el total del ajuste luego de un impacto económico (Wooldridge, 2013; Stock & Watson, 2016).

El uso de modelos ARDL resulta especialmente significativo cuando las series temporales presentan un orden de integración distinto ( $I(0)$  o  $I(1)$ ). Esto se debe a que el marco de cointegración propuesto por Pesaran y Shin en 1999 permite la comparación de relaciones de equilibrio a largo plazo sin requerir que todas las variables sean estrictamente estacionarias. Este método se ha empleado de manera frecuente en investigaciones macroeconómicas para analizar la estabilidad de relaciones esenciales,

como la de Okun, en varias naciones (Cazes, Verick y Al Hussami, 2013; Villaverde y Maza, 2009).

En resumen, el análisis de la Ley de Okun no solo necesita especificaciones estáticas, sino también dinámicas que puedan reflejar la naturaleza gradual de los cambios en el mercado laboral, según lo indica la evidencia metodológica. Además, para asegurar que los resultados sean válidos y se puedan comparar con la literatura anterior, es indispensable verificar exhaustivamente los supuestos econométricos.

### **2.3 UTILIDAD Y LIMITACIONES DE LA LEY DE OKUN EN SU VERSIÓN EN DIFERENCIAS**

Para el análisis macroeconómico aplicado, la Ley de Okun en su versión de diferencias es especialmente útil debido a su sencillez y a que brinda resultados que pueden ser interpretados con facilidad. La previsión económica es uno de los principales usos. La Comisión Europea, el FMI y el Banco de España utilizan esta relación para prever la tendencia del desempleo con base en las proyecciones del crecimiento económico. Siguiendo esta línea, Giavazzi, Amighini y Blanchard (2012) destacan que la regla de Okun es valiosa, ya que permite transformar circunstancias macroeconómicas abstractas en proyecciones prácticas sobre el empleo y el desempleo. Esto simplifica el análisis de las políticas monetarias y fiscales.

A la vez, la ley cumple un papel relevante en el debate público y en la comunicación de la política económica. Su formulación de manera sencilla —por ejemplo, indicar que es necesario crecer aproximadamente un 3 % más para disminuir la tasa de desempleo en un punto porcentual— transforma una dinámica compleja en una regla práctica, comprensible tanto para quienes son responsables de la política como para la sociedad en general (Dornbusch, Fischer y Startz, 2010).

Del mismo modo, se pueden hacer comparaciones a nivel internacional y regional al calcular los coeficientes de Okun. Bola y col. (2013) revelan que el coeficiente tiene un valor distintivo entre naciones: en Estados Unidos se sitúa en  $-0,45$ , mientras que en España llega a valores alrededor de  $-0,85$ ; esto denota que la sensibilidad de nuestro mercado laboral es mayor a los cambios del ciclo económico. Dicha capacidad comparativa convierte la Ley de Okun en una herramienta de referencia para comprender

las disparidades estructurales entre economías y evaluar la vulnerabilidad relativa de cada una frente a las recesiones.

Finalmente, la Ley de Okun también es útil para examinar la dinámica coyuntural de la economía. La versión en diferencias es un marco apropiado para analizar cómo las fluctuaciones del PIB se convierten en variaciones de la tasa de desempleo a corto plazo, de acuerdo con la perspectiva keynesiana sobre la demanda agregada. A pesar de que, como enfatizan Samuelson y Nordhaus (2010), no proporciona una interpretación integral del desempleo estructural, es esencial para entender la fluctuación del paro a través del ciclo económico y, por ende, para evaluar cuán efectivas son las políticas de estabilización.

Sin embargo, la Ley de Okun también tiene limitaciones significativas, a pesar de su uso extendido y su valor práctico. Primero, sus parámetros no son universales ni permanecen constantes a lo largo del tiempo. El coeficiente de Okun ( $\beta$ ) y la tasa de crecimiento de equilibrio ( $g^*$ ) son variables entre regiones, países y periodos, lo que imposibilita que sean constantes y requiere que se recalibren a menudo (Blanchard et al., 2012). Asimismo, el vínculo entre crecimiento y desempleo depende en gran parte de las circunstancias estructurales de cada economía. Villaverde y Maza (2009) apuntan en su análisis regional que la dualidad del mercado de trabajo y la alta temporalidad en España son las razones por las cuales el desempleo reacciona más fuertemente a los cambios en el PIB.

Una limitación esencial es que esta ley se enfoca en el elemento cíclico del desempleo, excluyendo factores de carácter estructural a largo plazo, como son la educación, la demografía, la evolución tecnológica o el diseño de políticas activas de empleo. La tasa de desempleo se ve significativamente afectada por estos factores (Dornbusch et al., 2010). El mercado laboral, además, no reacciona de forma inmediata a los cambios en la actividad económica; lo hace con cierta demora. Asimismo, la reacción del desempleo al PIB no es completamente equilibrada: el desmantelamiento de empleo durante las recesiones suele ser más rápido y contundente que la creación de empleo en los períodos de expansión. Esto ha llevado a incorporar versiones dinámicas de la Ley de Okun que toman en cuenta tanto la duración del desempleo como los efectos diferidos del crecimiento (Gujarati y Porter, 2009). Además, su utilidad está restringida a largo plazo. La Ley de Okun no aborda cuestiones relacionadas con la tasa natural de desempleo o el cálculo preciso del PIB potencial, aspectos que requieren modelos estructurales más atractivos. Por lo tanto, la Ley de Okun debe ser vista como un complemento para el

análisis de la dinámica cíclica del mercado laboral y como una regularidad empírica, en lugar de ser considerada una explicación completa de los motivos del desempleo, según indican Blanchard et al. (2012).

En síntesis, la Ley de Okun en diferencias es un marco sencillo pero esencial para analizar la relación entre el desempleo y el crecimiento de la economía. Su utilidad práctica radica en la previsión y el diseño de políticas para estabilizar, aunque sus parámetros cambian dependiendo del contexto. La versión dinámica, al identificar los retrasos en la reacción del paro, proporciona realismo y fortalece su valor como herramienta de análisis macroeconómico; por otro lado, la estática ofrece claridad a nivel conceptual.

### **3. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

Desde que se formuló la Ley de Okun, ha sido objeto de un análisis empírico muy amplio. En términos generales, la literatura se pone de acuerdo en dos puntos clave: (i) El vínculo entre el desempleo y el crecimiento es negativo y notable en la mayor parte de las economías desarrolladas; (ii) La estabilidad y tamaño del coeficiente de Okun están condicionados por factores metodológicos, temporales e institucionales (Knotek, 2007; Ball, Leigh & Loungani, 2017).

Okun (1962) registró en un principio que, para disminuir la tasa de desempleo estadounidense en un punto porcentual, se requería un incremento adicional cercano al 3 %. Investigaciones posteriores han corroborado que esta relación es persistente, pero también que es afectada por la especificación econométrica y el contexto histórico. Ball et al. (2017) demuestran que la correlación de Okun se mantuvo vigente a lo largo de la Gran Recesión, aunque hubo diferencias entre naciones. De manera parecida, Dixon, Lim y van Ours (2017) enfatizan que el coeficiente varía de acuerdo con el ciclo; es más marcado en periodos de recesión que en los de expansión.

En Europa, los coeficientes de Okun en la zona euro han demostrado ser menores que en Estados Unidos, lo que muestra las diferencias en la rigidez del mercado laboral y la composición sectorial (Fondo Monetario Internacional [FMI], 2024). Perman, Tavéra y Stephan (2015) corroboran por medio de un meta-análisis que la diferencia en los resultados entre naciones se debe tanto a rasgos institucionales como a las técnicas econométricas utilizadas.

En el caso de España, la literatura ha registrado repetidamente un coeficiente de Okun negativo que es más alto en magnitud que en otras economías desarrolladas. Esto evidencia la sensibilidad de su mercado laboral al ciclo económico. La metodología de filtrado utilizada determina la solidez de la relación, según Villaverde y Maza (2009). Melguizo (2017) descubre que, a nivel provincial, las reacciones del desempleo a variaciones en el PIB son dispares; son más fuertes en el sur de la nación y en áreas con una dependencia más alta de sectores cíclicos. Bande y Martín-Román (2018) y Cutanda y Tarín (2023), más recientemente, muestran que existen spillovers espaciales y asimetrías cíclicas, lo que implica que las perturbaciones económicas en ciertas regiones autónomas tienen un impacto sobre el desempleo en áreas cercanas.

Esta investigación ofrece un marco comparativo fundamental para comprender los resultados alcanzados en el presente estudio. En particular, la falta de significación estadística del coeficiente de Okun en la estimación base, así como la importancia de la variable ficticia vinculada a la pandemia, concuerdan con los estudios que resaltan el impacto de alteraciones estructurales y choques extraordinarios sobre la estabilidad de esta relación (Cazes, Verick, y Al Hussami, 2013; Dolado, Felgueroso y Jansen, 2013). Así, a pesar de que la revisión de la literatura y los hallazgos de este estudio son independientes en su elaboración, el contraste muestra un mensaje compartido: la Ley de Okun no es una constante invariable sino una regularidad empírica que depende del entorno institucional y macroeconómico de cada país y periodo.

#### **4. DATOS**

El análisis empírico está basado en datos trimestrales de España desde el primer trimestre de 2002 hasta el segundo trimestre de 2025 (2002T1-2025T2), con la opción de extenderse a 2025T3, si los datos estadísticos están disponibles. Se ha seleccionado el periodo de tiempo por la necesidad de captar las fases de expansión, recesión y recuperación, que incluyen tanto la Gran Recesión como la pandemia de COVID-19. Estos episodios ayudan a examinar si la relación de Okun es estable en contextos económicos con mucha incertidumbre.

#### 4.1. PRODUCTO INTERIOR BRUTO

El PIB real en términos de volumen, ajustado por estacionalidad y obtenido de la Contabilidad Nacional Trimestral de España (CNTR, INE), es el indicador utilizado para medir la actividad económica. Utilizar datos auténticos previene el sesgo que los precios aportarían y posibilita un análisis uniforme a través del tiempo. La transformación en log-diferencias se utiliza para calcular la tasa de crecimiento:

$$\Delta y_t = 100 \cdot (\ln(PIB_t) - \ln(PIB_{t-1}))$$

Así, se entiende la variable como el incremento porcentual trimestral del PIB real; esta es una práctica común en los estudios, ya que permite estabilizar la varianza y mejorar las características estadísticas de la serie (Gujarati & Porter, 2009).

#### 4.2 TASA DE DESEMPLEO

La Encuesta de Población Activa (EPA, INE) publica la tasa trimestral de desempleo, que mide el porcentaje de personas activas en búsqueda activa de empleo y sin trabajo. Este indicador es una representación del mercado laboral. Para comparar la Ley de Okun, se emplea su variación en puntos porcentuales con respecto al trimestre previo:

$$\Delta u_t \equiv u_t - u_{t-1}$$

Como se trata de una tasa en términos porcentuales, no se llevan a cabo transformaciones logarítmicas.

#### 4.3. VARIABLES DE CONTROL

Se incorpora una variable ficticia ( $D_{covid}$ ) que toma el valor 1 entre el segundo trimestre de 2020 y el segundo trimestre de 2025, y 0 en los demás períodos de la muestra, para manejar los efectos de sucesos extraordinarios no relacionados con el ciclo económico normal. La inclusión de esta variable posibilita separar el efecto que tuvo la pandemia —

que se caracterizó por medidas regulatorias extraordinarias como los ERTE o la prohibición de despidos— en la relación entre desempleo y crecimiento (Cazes, Verick, & Al Hussami, 2013).

#### 4.4 TRATAMIENTOS DE LAS SERIES

Todas las series empleadas se examinan en términos reales y desestacionalizados. En cuanto al PIB, se utiliza la serie corregida que el INE ha publicado sin realizar un ajuste adicional. Con respecto a la tasa de desempleo, si no se cuenta con la versión desestacionalizada, se utiliza un método que emplea componentes no observados (UCM) y el filtro de Kalman. Este procedimiento facilita la separación de estacionalidad, tendencia y ciclo de manera sólida y adaptable a rupturas estructurales (Eurostat, 2018).

Con el objetivo de robustecer, se produce una versión suavizada de la fluctuación de la tasa de desempleo ( $hp\Delta u_t$ ) usando el filtro Hodrick-Prescott con un parámetro  $\lambda=1600$ , que es estándar en las series trimestrales (Ravn & Uhlig, 2002). Esta conversión posibilita que, sin suprimir la información de corto plazo necesaria para el análisis cíclico, se puedan captar tendencias a medio plazo.

*Tabla 4.1. Estadística descriptiva básica de las variables en diferencias (2002T1–2025T2)*

Variable	Media	Mediana	D. T.	Mín	Máx
$\Delta y_t$ (% trim.)	0,366	0,640	2,737	-19,590	14,758
$\Delta y_t$ (% trim.)	-0,014	-0,183	0,378	-0,485	0,746
$\Delta u_t$ (p.p.)	-0,014	0,040	0,839	-1,710	3,450

*Creación propia*

*Notas:*

(i)  $\Delta y_t$  representa la variación logarítmica del Real PIB trimestral real (CNTR-INE), o sea,  $\Delta \ln(PIB_t)$ . Su aproximada interpretación en términos trimestrales se logra multiplicando por 100.

(ii)  $\Delta u_t$  representa la primera variación en la tasa de desempleo (EPA-INE), expresada en términos porcentuales.

(iii)  $hp\Delta u_t$  es el suavizado de  $\Delta u_t$  a través del filtro Hodrick–Prescott con  $\lambda=1600$ ; se emplea como respaldo descriptivo/robustez.

(iv) Números que están redondeados a tres decimales; por cada redondeo. Periodo de tiempo: 2002T1–2025T2. Según sus fuentes oficiales, series en términos reales y desestacionalizado

## 5. ESTIMACIÓN Y CHEQUEO DEL MODELO DE BENCHMARK E INTERPRETACIÓN

Se procede a la estimación de un modelo de referencia o benchmark con el fin de comprobar empíricamente si la Ley de Okun es válida en la economía española. Este modelo es el punto de partida del análisis y posibilita determinar hasta qué punto los cambios en la economía afectan la tasa de desempleo. A continuación, se muestran los resultados econométricos que se han logrado, junto con el análisis de los coeficientes estimados y su importancia tanto en términos estadísticos como económicos.

### 5.1 RESULTADOS ECONOMÉTRICOS

La variable dependiente del modelo estimado por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) es la variación de la tasa de desempleo, que se ha filtrado usando el método Hodrick–Prescott. La especificación que se obtiene es la siguiente:

$$hpt\_d\_TasaParo_t = 0,0551 - 1,5460 \cdot ld\_PIBr_t - 0,2628 \cdot D_{covid} + u_t$$

donde  $ld\_PIBr_t$  es el logaritmo del cambio en el PIB real,  $D_{covid}$  es una variable ficticia que adquiere valor 1 durante la etapa de COVID-19 (y 0 si no), y  $u_t$  representa el término de error. Los resultados completos del modelo estimado en Gretl se muestran en el Anexo I (véase Figura A.1).

### 5.1.1 Significatividad del modelo en términos globales

El contraste de hipótesis conjunta ( $H_0: \beta_{\Delta PIBr} = \beta_{\text{Covid}} = 0$ ) proporciona un estadístico con  $F(2,89) = 5,03$  y con  $p = 0,0088$ . Se concluye, en consecuencia, que los regresores incluidos proporcionan capacidad explicativa; por lo tanto, la hipótesis nula es rechazada al 1 %.

### 5.1.2 Interpretación individual de los coeficientes

- Constante (0,0551;  $p = 0,2064$ ). El intercepto muestra el cambio promedio de la tasa de desempleo cuando no hay crecimiento del PIB y fuera de la época de COVID. No obstante, no es estadísticamente significativo ( $p > 0,1$ ), lo que significa que no tiene importancia económica en este contexto.
- Crecimiento del PIB real (-1,5460;  $p = 0,2707$ ). La presencia de un signo negativo implica que, en promedio, la fluctuación del índice de desempleo se ve disminuida en aproximadamente 1,55 puntos porcentuales cuando el PIB real crece un 1 %. Sin embargo, el coeficiente no tiene significatividad estadística ( $p > 0,1$ ), lo que imposibilita la validación empírica de esta relación en la muestra estudiada.
- Efecto de la COVID-19 (-0,2628;  $p = 0,0046$ ). En comparación con el resto de la serie, durante la pandemia, la tasa de desempleo experimentó una disminución media adicional de 0,26 puntos porcentuales. Este hallazgo tiene una significancia estadística del 1 % ( $p < 0,01$ ), lo que demuestra un impacto robusto y diferenciado de la crisis sanitaria en el comportamiento del desempleo.

## 5.2 DISCUSIÓN

El modelo tiene un  $R^2$  de 0,10, lo que señala un poder explicativo escaso en términos absolutos. Sin embargo, el contraste F del análisis de la varianza respalda la validez conjunta de los regresores. La relación clásica entre el crecimiento económico y el desempleo (la ley de Okun) no se valida estadísticamente en esta especificación, pero la dinámica del desempleo es fuertemente influenciada por choques exógenos como la pandemia.

### 5.3 COMPROBACIÓN DE ASUNCIONES

La capacidad del modelo para satisfacer los supuestos esenciales del Modelo Lineal Clásico determina la validez de los resultados econométricos. En esta parte se resumen los hallazgos más importantes de las comparaciones realizadas y se analiza su importancia para entender los resultados. Los resultados completos de los contrastes econométricos pueden consultarse en el Anexo II (Figuras A.2–A.6).

En primer lugar, los residuos presentan una media prácticamente nula ( $\bar{u} \approx 2,6 \times 10^{-17}$ ) (véase Figura A.2 en Anexo II), lo cual demuestra que el estimador del intercepto no está sesgado y que el modelo no comete errores de predicción sistemáticos. Además, el contraste RESET de Ramsey ( $F=1.22$ ;  $p=0.301$ ) no rechaza la hipótesis de especificación correcta (véase Figura A.6 en Anexo II), lo que indica que el modelo funcional seleccionado es compatible con los datos y no existe evidencia de omisiones sistemáticas de variables importantes.

Sin embargo, el examen de las suposiciones muestra diversas restricciones. La presencia de heterocedasticidad se muestra a través del contraste de White ( $TR^2 = 25,64$ ;  $p < 0,001$ ) (véase Figura A.3 en Anexo II), mientras que el estadístico Durbin-Watson ( $DW = 0,04$ ) señala una sólida autocorrelación positiva en los residuos. Estos resultados infringen los postulados de independencia y homocedasticidad de los errores, lo cual pone en peligro la eficacia de los estimadores OLS. Asimismo, el contraste de normalidad ( $\chi^2 = 11,18$ ;  $p = 0,004$ ) indica que la distribución normal no es cumplida por los residuos (véase Figura A.5 en Anexo II). A pesar de que esta última restricción tiene menos importancia en muestras grandes —pues los estimadores OLS continúan siendo consistentes—, tiene un impacto sobre la precisión de las pruebas de significación cuando se trata de muestras pequeñas.

El contraste de Chow, que identifica un cambio estructural importante en 2010 ( $\chi^2 = 20,90$ ;  $p < 0,001$ ) (véase Figura A.4 en Anexo II), es un resultado de particular relevancia. Esto muestra una inestabilidad paramétrica que es coherente con los efectos de la crisis financiera global y las posteriores perturbaciones económicas generadas por la pandemia. Por lo tanto, los coeficientes calculados estarán sesgados y deberán identificarse subperíodos específicos a través de variables ficticias, así como analizarse los valores por segmentos en lugar de hacerlo de manera homogénea para toda la muestra.

Por otra parte, el diagnóstico de Belsley-Kuh-Welsch y la evaluación de colinealidad a través de factores de inflación de varianza ( $VIF \approx 1,0$ ) no presentan dificultades significativas, lo que garantiza que los coeficientes no se ven alterados por relaciones lineales entre regresores.

La evaluación del modelo, en general, muestra un balance entre lo que es fuerte y lo que es limitado. El modelo no tiene problemas de colinealidad y está correctamente especificado; sin embargo, presenta dificultades con la heterocedasticidad, la autocorrelación y el cambio estructural. Para mitigar estas deficiencias, se utilizaron errores estándar robustos HAC (Newey & West, 1987), lo cual asegura la validez de las inferencias de los parámetros a pesar de que se hayan infringido los supuestos clásicos. En el cálculo del modelo con desviaciones típicas robustas, los estimadores de los parámetros continúan siendo los estimadores MCO, que no presentan sesgo en la falta de otros problemas adicionales, como la omisión de variables importantes. El pequeño tamaño del  $R^2$  nos muestra que faltan regresores esenciales, lo cual, sumado a la autocorrelación observada, parece indicar que son específicamente los retardos de las variables. La evidencia empírica puede ser considerada sólida para el estudio de la relación entre desempleo y crecimiento económico, según la estimación lograda; no obstante, se debe tomar con precaución e identificando la inestabilidad estructural de la serie.

## **6. MODELOS DINÁMICOS**

La investigación dinámica aquí expuesta debe considerarse como una extensión indispensable del trabajo, ya que la literatura ha indicado que el vínculo entre desempleo y crecimiento económico podría no ser inmediato, sino que se puede presentar con retrasos. Okun (1962) fue el primero en registrar esta relación; investigaciones más recientes han revelado que los impactos del crecimiento en el desempleo pueden ser desiguales y tener dinámicas retardadas (Ball, Leigh & Loungani, 2017; Blanchard, 2018).

### **6.1 MODELO DL**

En esta misma dirección, se propuso un modelo de retardo distribuido de orden cuatro (DL(4)), con la suposición de que el desempleo puede reaccionar con un retraso a las

fluctuaciones en el crecimiento del PIB. Según Greene (2018), este tipo de modelos se han utilizado en la literatura para estudiar las dinámicas de ajuste a corto plazo. Sin embargo, en este caso, los hallazgos indican que ninguno de los retardos del PIB es significativo al 5%, y solamente el tercer retardo llega a ser significativo al 10%. Esto indica que, en la muestra analizada, no hay evidencia estadística consistente de un efecto retardado del PIB sobre el desempleo. Este hallazgo concuerda con algunos estudios que encuentran una transmisión débil entre estas dos variables en determinados contextos nacionales (Villaverde & Maza, 2009).

## **6.2 MODELO ARDL**

Se estimó luego un modelo ARDL(2,4) que incluía rezagos del crecimiento del PIB y de la tasa de desempleo. Pesaran y Shin (1999) han utilizado este método extensamente para el análisis de las relaciones de equilibrio dinámico entre variables macroeconómicas. No obstante, la validez del modelo se basa en que no haya autocorrelación en los residuos. La estimación se invalida, incluso con errores estándar robustos, ya que el contraste de Breusch-Godfrey reveló una autocorrelación significativa. Los modelos lineales dinámicos tienden a mostrar dificultades de autocorrelación y especificación en series macroeconómicas con shocks fuertes, como se desprende de la evidencia (Stock & Watson, 2016).

## **6.3 CONCLUSIÓN**

Para concluir, la incorporación de demoras en el crecimiento económico o en la tasa de desempleo no optimiza los resultados alcanzados con el modelo base. Tanto el DL(4) como el ARDL(2,4) no consiguen suprimir la autocorrelación y tampoco brindan pruebas contundentes de una relación dinámica sólida. Estos hallazgos concuerdan con investigaciones que señalan que la relación entre desempleo y crecimiento es más complicada de lo que los modelos lineales sugieren, y también que está afectada por rigideces en el mercado de trabajo, factores estructurales y perturbaciones externas (Ball et al., 2017; Blanchard, 2018). Dentro de este marco, el análisis que se muestra debe ser interpretado como un primer acercamiento exploratorio. Se recomienda que futuros estudios en esta área empleen modelos no lineales o enfoques estructurales para captar estos procesos de transmisión.

## 7. LIMITACIONES Y OPORTUNIDADES DEL ESTUDIO

Este trabajo tiene varias limitaciones que vale la pena señalar. En primer lugar, el modelo estimado tiene como fundamento una formulación estática y lineal de la Ley de Okun. A pesar de que este enfoque es un buen comienzo (Knotek, 2007; Okun, 1962), su simplicidad puede encubrir dinámicas importantes, como las diferencias entre etapas de crecimiento y recesión o los retrasos en la reacción del desempleo (Ball, Leigh y Loungani, 2017). En segundo lugar, el estudio solo considera la tasa de desempleo y el crecimiento del PIB en conjunto. Esto omite factores estructurales que influyen de manera significativa en el mercado laboral, como las políticas de empleo activas, la composición sectorial o la temporalidad contractual (Villaverde & Maza, 2009). Además, se han identificado inconvenientes econométricos en las hipótesis del modelo (cambio estructural, heterocedasticidad y autocorrelación), lo cual restringe la robustez de los hallazgos y requiere que sean analizados con precaución.

No obstante, estas limitaciones brindan numerosas oportunidades para futuras indagaciones. Sería particularmente interesante examinar especificaciones dinámicas, como ARDL, VAR o modelos no lineales, que posibilitan la captura de la inercia del desempleo y los efectos retardados del crecimiento (Pesaran & Shin, 1999; Stock & Watson, 2016). Esta alternativa está respaldada por investigaciones recientes sobre la Unión Europea y España (Cazes, Verick & Al Hussami, 2013; Dolado, Felgueroso & Jansen, 2013). El poder explicativo del modelo podría aumentar si se incorporan variables adicionales, como una variable dicotómica que distinga entre el tiempo anterior y posterior a la crisis de 2008-2010, o indicadores de cambios en el área laboral. opción cuenta con el apoyo de estudios recientes sobre España y la Unión Europea (Cazes, Verick & Al Hussami, 2013; Dolado, Felgueroso & Jansen, 2013). Finalmente, el análisis regional facilitaría el estudio de la diversidad territorial en la relación de Okun, lo cual es un elemento particularmente relevante en un país con grandes desigualdades en términos de empleo y producción entre las comunidades autónomas (Bande & Martín-Román, 2018; Cutanda & Tarín, 2023).

En términos generales, este trabajo se debe considerar una primera aproximación que permita contrastar la relación de Okun en España. No obstante, también ofrece la posibilidad de realizar investigaciones futuras más exhaustivas que incorporen aspectos estructurales, comparaciones entre regiones y enfoques dinámicos.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Ball, L., Leigh, D., & Loungani, P. (2013). *Okun's law: Fit at fifty?* (NBER Working Paper No. 18668). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w18668>
- Ball, L., Leigh, D., & Loungani, P. (2017). Okun's law: Fit at 50? *Journal of Money, Credit and Banking*, 49(7), 1413–1441. <https://doi.org/10.1111/jmcb.12420>
- Bande, R., & Martín-Román, Á. (2018). Regional differences in the Okun's relationship: New evidence for Spain (1980–2015). *Investigaciones Regionales – Journal of Regional Research*, 41, 137–165. <https://investigacionesregionales.org/wp-content/uploads/sites/3/2018/11/05-BANDE.pdf>
- Blanchard, O. (2018). *Macroeconomics* (7th ed.). Pearson.
- Blanchard, O., Amighini, A., & Giavazzi, F. (2012). *Macroeconomía: Una perspectiva europea* (4.ª ed.). Pearson.
- Blanchard, O., & Johnson, D. R. (2013). *Macroeconomics* (6th ed.). Pearson.
- Cazes, S., Verick, S., & Al Hussami, F. (2013). Why did unemployment respond so differently to the global financial crisis across countries? Insights from Okun's Law. *IZA Journal of Labor Policy*, 2(1), 1–18. <https://doi.org/10.1186/2193-9004-2-10>
- Cutanda, A., & Tarín, C. (2023). Stability and asymmetry in Okun's law: Evidence from Spanish regional data. *Panaeconomicus*, 70(2), 219–238. <https://doi.org/10.2298/PAN2000012C>
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 427–431. <https://doi.org/10.1080/01621459.1979.10482531>
- Dornbusch, R., Fischer, S., & Startz, R. (2010). *Macroeconomía* (11.ª ed.). McGraw-Hill.
- Dolado, J. J., Felgueroso, F., & Jansen, M. (2013). *El mercado de trabajo en España: Lecciones y desafíos tras la Gran Recesión*. Fundación de Estudios de Economía Aplicada (FEDEA).
- Eurostat. (2015). *ESS guidelines on seasonal adjustment*. Publications Office of the European Union.

Eurostat. (2018). *Handbook on seasonal adjustment* (2018 ed.). Publications Office of the European Union.

Gordon, R. J. (1984). Unemployment and potential output in the 1980s. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1984(2), 537–568. <https://doi.org/10.2307/2534436>

Greene, W. H. (2018). *Econometric analysis* (8th ed.). Pearson.

Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). *Basic econometrics* (5th ed.). McGraw-Hill.

Hodrick, R. J., & Prescott, E. C. (1997). Postwar U.S. business cycles: An empirical investigation. *Journal of Money, Credit and Banking*, 29(1), 1–16. <https://doi.org/10.2307/2953682>

International Monetary Fund. (2024). *Okun in the Euro: New evidence from structural Okun law's estimates for the Euro Area, 1979–2019* (IMF Working Paper 24/172). International Monetary Fund. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2024/06/15/Okun-in-the-Euro>

Instituto Nacional de Estadística. (2025). *Contabilidad nacional trimestral de España (CNTR)* [Base de datos]. <https://www.ine.es>

Instituto Nacional de Estadística. (2025). *Encuesta de población activa (EPA)* [Base de datos]. <https://www.ine.es>

Knotek, E. S., II. (2007). How useful is Okun's law? *Economic Review (Federal Reserve Bank of Kansas City)*, 92(4), 73–103. <https://www.kansascityfed.org>

Mankiw, N. G. (2017). *Principios de economía* (7.<sup>a</sup> ed.). Cengage Learning.

Melguizo, C. (2017). An analysis of Okun's law for the Spanish provinces. *Review of Regional Research*, 37(1), 59–90. <https://doi.org/10.1007/s10037-017-0118-4>

Newey, W. K., & West, K. D. (1987). A simple, positive semi-definite, heteroskedasticity and autocorrelation consistent covariance matrix. *Econometrica*, 55(3), 703–708. <https://doi.org/10.2307/1913610>

Okun, A. M. (1962). Potential GNP: Its measurement and significance. *American Statistical Association, Proceedings of the Business and Economic Statistics Section*, 98–104. <https://mileskorak.com/wp-content/uploads/2016/01/okun-potential-gnp-its-measurement-and-significance-p0190.pdf>

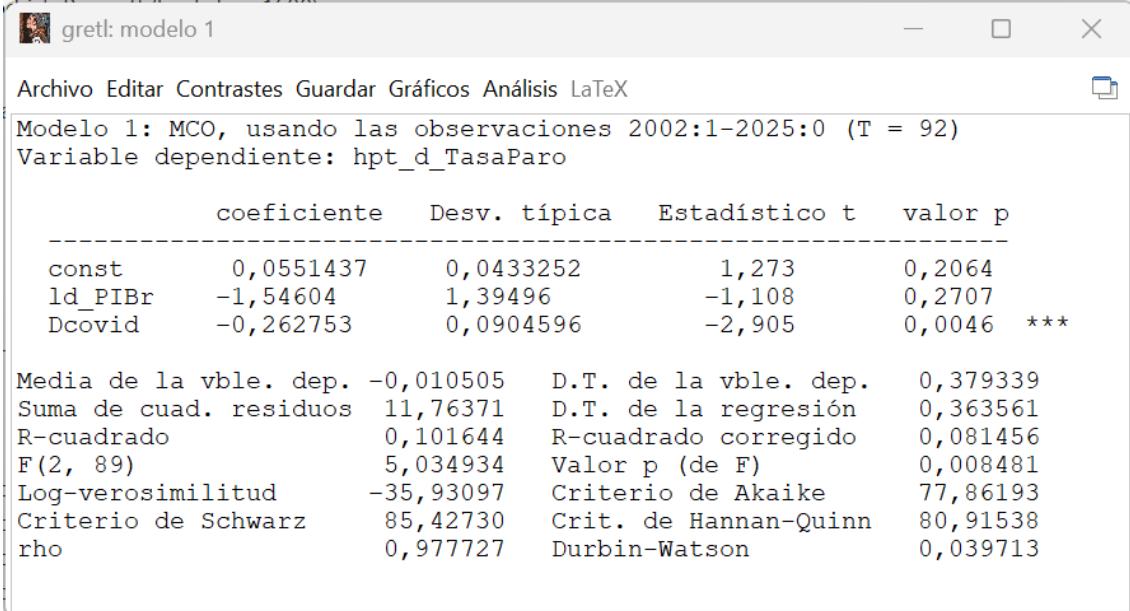
- Perman, R., Stephan, G., & Tavéra, C. (2015). Okun's Law—A meta-analysis. *The Manchester School*, 83(1), 101–126. <https://doi.org/10.1111/manc.12057>
- Pesaran, M. H., & Shin, Y. (1999). An autoregressive distributed lag modelling approach to cointegration analysis. In S. Strom (Ed.), *Econometrics and economic theory in the 20th century* (pp. 371–413). Cambridge University Press.
- Ravn, M. O., & Uhlig, H. (2002). On adjusting the Hodrick–Prescott filter for the frequency of observations. *Review of Economics and Statistics*, 84(2), 371–375. <https://doi.org/10.1162/003465302317411604>
- Said, S. E., & Dickey, D. A. (1984). Testing for unit roots in autoregressive-moving average models of unknown order. *Biometrika*, 71(3), 599–607. <https://doi.org/10.1093/biomet/71.3.599>
- Samuelson, P. A., & Nordhaus, W. D. (2010). *Macroeconomía* (19.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (2016). *Introduction to econometrics* (3rd ed.). Pearson.
- Villaverde, J., & Maza, A. (2009). The robustness of Okun's law in Spain, 1980–2004: Regional evidence. *Journal of Policy Modeling*, 31(2), 289–297. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2008.09.001>
- Villaverde, J., & Maza, A. (2021). The role of spillovers in Okun's law: Empirical evidence from Spain. *Panoeconomicus*, 68(4), 507–530. <https://doi.org/10.2298/PAN190403016V>

## 9. ANEXOS

### 9.1 ANEXO I

Figura A.1. Estimación por MCO del modelo benchmark en Gretl

(Fuente: elaboración propia con datos del INE y estimaciones realizadas en Gretl)



	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	0,0551437	0,0433252	1,273	0,2064
ld_PIBr	-1,54604	1,39496	-1,108	0,2707
Dcovid	-0,262753	0,0904596	-2,905	0,0046 ***

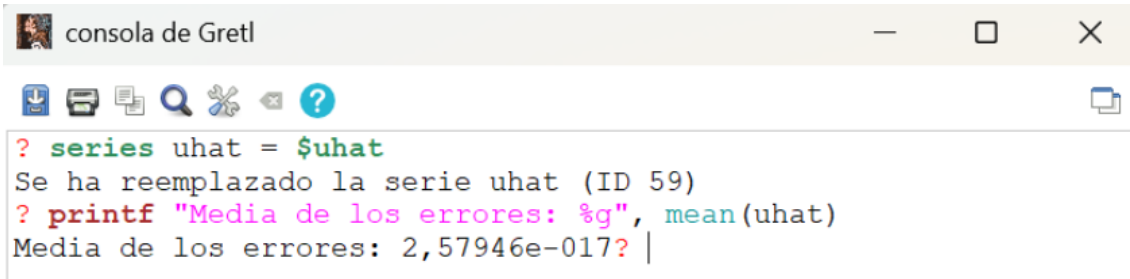
  

Media de la vble. dep.	-0,010505	D.T. de la vble. dep.	0,379339
Suma de cuad. residuos	11,76371	D.T. de la regresión	0,363561
R-cuadrado	0,101644	R-cuadrado corregido	0,081456
F(2, 89)	5,034934	Valor p (de F)	0,008481
Log-verosimilitud	-35,93097	Criterio de Akaike	77,86193
Criterio de Schwarz	85,42730	Crit. de Hannan-Quinn	80,91538
rho	0,977727	Durbin-Watson	0,039713

### 9.2 ANEXO II

Figura A.2. Media de los errores en Gretl

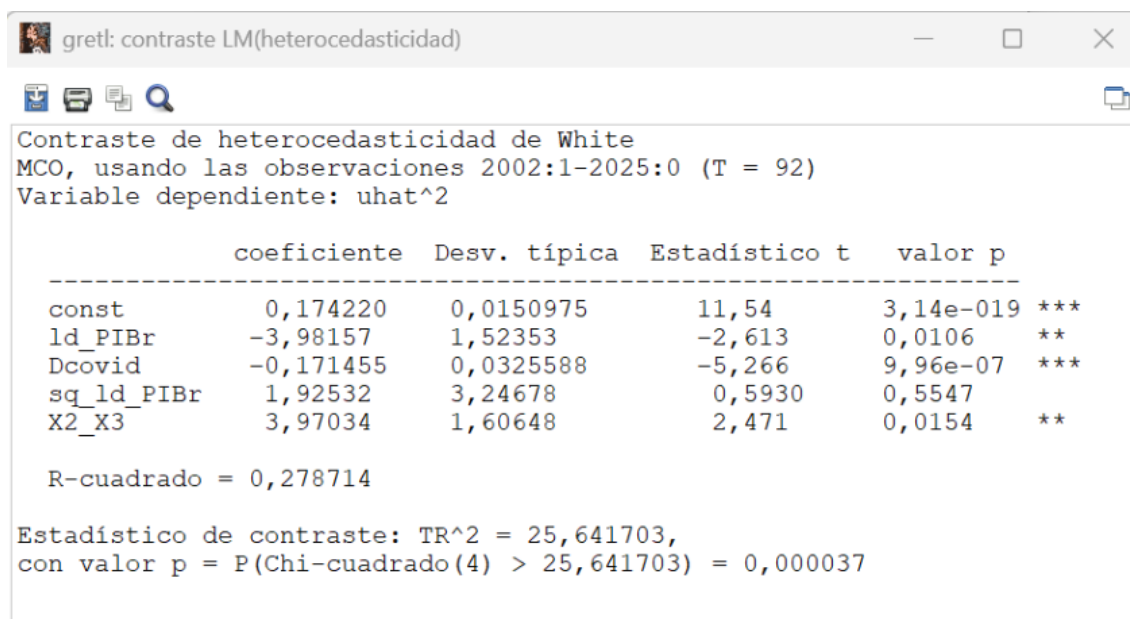
(Fuente: elaboración propia con datos del INE y estimaciones en Gretl)



```
? series uhat = $uhat
Se ha reemplazado la serie uhat (ID 59)
? printf "Media de los errores: %g", mean(uhat)
Media de los errores: 2,57946e-017?
```

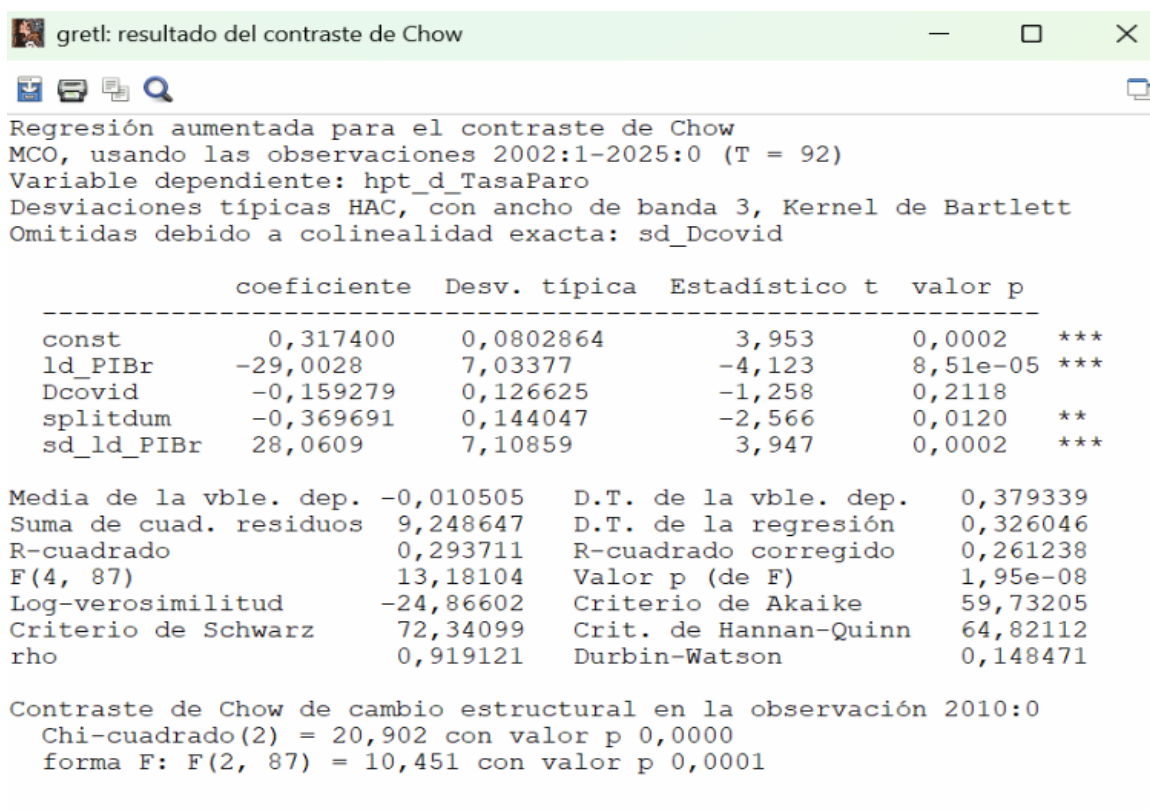
**Figura A.3. Contraste de heterocedasticidad de White en Gretl**

(Fuente: elaboración propia con datos del INE y estimaciones en Gretl)



**Figura A.4. Contraste de Chow de cambio estructural (2010) en Gretl**

(Fuente: elaboración propia con datos del INE y estimaciones en Gretl)



**Figura A.5. Contraste de normalidad de los residuos y cambio estructural (resumen de Gretl)**

(Fuente: elaboración propia con datos del INE y estimaciones en Gretl)

```

Contraste de normalidad de los residuos -
  Hipótesis nula: [El error tiene distribución Normal]
  Estadístico de contraste: Chi-cuadrado(2) = 11,1794
  con valor p = 0,00373614

Contraste de Chow de cambio estructural en la observación 2010:0 -
  Hipótesis nula: [No hay cambio estructural]
  Estadístico de contraste asintótico: Chi-cuadrado(2) = 20,902
  con valor p = 2,89197e-05
  
```

**Figura A.6. Contraste RESET de especificación en Gretl**

(Fuente: elaboración propia con datos del INE y estimaciones en Gretl)

gretl: Contraste RESET

Regresión auxiliar para el contraste de especificación RESET  
MCO, usando las observaciones 2002:1-2025:0 (T = 92)  
Variable dependiente: hpt\_d\_TasaParo  
Desviaciones típicas HAC, con ancho de banda 3, Kernel de Bartlett

	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	-0,0209302	0,102091	-0,2050	0,8380
ld_PIBr	-3,85358	3,21648	-1,198	0,2341
Dcovid	-1,01996	0,731156	-1,395	0,1666
yhat^2	0,391951	0,387848	1,011	0,3150
yhat^3	0,0774182	0,0811085	0,9545	0,3425

Hipótesis nula: [La especificación es adecuada]  
Estadístico de contraste: F = 1,218857,  
con valor p = P(F(2,87) > 1,21886) = 0,301