PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE ECONOMÍA

Trabajo de Integración Curricular

previo a la obtención del título de Economista

Artículo Académico

El efecto del precio del petróleo en la tasa de desempleo en países desarrollados importadores: El caso de Alemania en el periodo (1991-2023)

Juan S. Ledesma.

santandersebastian215@gmail.com

Jackeline Contreras Díaz PhD.

yjcontreras@puce.edu.ec

Quito, enero 2025

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo evaluar si las variaciones en *el precio del petróleo Brent*, identificadas como determinantes de la *tasa de desempleo* en Alemania, conservan su significancia y dirección al incorporar datos actualizados hasta 2023. Esta investigación abarca un período marcado por eventos disruptivos en el mercado energético global, como la crisis financiera de 2008, la pandemia de COVID-19 en 2020 y la guerra en Ucrania en 2022. Se utilizaron datos trimestrales del precio del petróleo y la tasa de desempleo en Alemania, ajustados para garantizar su estacionariedad, y se analizaron mediante pruebas de causalidad de Granger, un modelo de vectores autorregresivos estructural (SVAR) y funciones impulso-respuesta. Los resultados confirman que, el precio del petróleo es un determinante de la tasa de desempleo alemana. Sin embargo, este efecto es negativo del primer al segundo período de pronóstico a diferencia de lo demostrado en estudios previos. Esta investigación subraya la importancia de analizar el papel de la reducción de la intensidad energética y el avance en la transición hacia energías renovables en economías desarrolladas importadoras de petróleo como estrategias clave para mitigar vulnerabilidades ante las fluctuaciones en los precios del crudo, un insumo esencial en los procesos productivos.

Palabras clave: Desempleo, Precio, Petróleo, Industria, Materia prima.

Abstract

This study aims to evaluate whether variations in Brent crude oil prices, identified as determinants of the unemployment rate in Germany, maintain their significance and direction when incorporating updated data through 2023. Focusing on a period marked by global energy market disruptions—such as the 2008 financial crisis, the COVID-19 pandemic in 2020, and the 2022 war in Ukraine—the research analyzes quarterly data on oil prices and unemployment rates in Germany, adjusted for stationarity, using Granger causality tests, a structural vector autoregressive (SVAR) model, and impulse response functions. The findings confirm that oil prices significantly influence Germany's unemployment rate, with a negative effect observed from the first to the second forecast period, contrasting with earlier studies. This research highlights the importance of reducing energy intensity and advancing renewable energy transitions in developed, oil-importing economies as key strategies to mitigate vulnerabilities to crude oil price fluctuations, a critical input in production processes.

Keywords: Unemployment, Price, Oil, Industry, Raw material.

El efecto del precio del petróleo en la tasa de desempleo en países desarrollados importadores: El caso de Alemania en el periodo (1991-2023)

Introducción ***1***

Revisión de literatura ***5***

Mercado Laboral 5

Mecanismos de transmisión de shocks 6

Compilación de estudios realizados en países desarrollados e importadores de petróleo. 7

Marco metodológico ***8***

Base de datos 8

Modelo VAR 9

Modelo VAR Estructural (SVAR) 10

Resultados y discusión ***11***

Evolución del precio del petróleo Brent y la tasa de desempleo de Alemania 11

Prueba de Dicker Fuller Aumentada 12

Selección de rezagos preliminar 13

Prueba de causalidad de Granger 13

VAR Estructural (SVAR) 14

Función impulso respuesta (IRF) 15

Conclusiones y recomendaciones ***20***

Referencias Bibliográficas ***23***

Anexos ***25***

Introducción

El precio del barril de petróleo Brent experimentó fluctuaciones significativas entre 1991 y 2023. Estas fluctuaciones generaron incrementos en las tasas de desempleo de países desarrollados importadores de crudo como Alemania (Löschel y Oberndorf, 2009), Turquía (Erkan, Şentürk, Akbaş y Bayat, 2011) y España (Ordóñez, Monfort y Cuestas, 2019). Kilian (2014) explica que el precio del petróleo se fija mediante la interacción entre múltiples factores económicos, geopolíticos y especulativos por lo que no es igual para todos los participantes del mercado. En el mercado físico el precio se define principalmente a través de la interacción entre la oferta y la demanda, pero también está condicionado por las expectativas sobre la disponibilidad futura del recurso.

En este sentido es necesario resaltar el rol que tienen por ejemplo los conflictos sociales o políticos en regiones productoras de petróleo y el mercado de futuros - mecanismo de coordinación que permite a través de contratos financieros fijar un precio en una transacción que será ejecutada en una determinada fecha- en las expectativas tanto de los demandantes como de otros productores y como estas determinan las decisiones de almacenamiento del petróleo. A dichos cambios los denomina shocks de demanda especulativa porque surgen de la anticipación de escases futura (Kilian,2014).

Kilian y Murphy (2014) en su estudio “El papel de los inventarios y el comercio especulativo en el mercado global de petróleo” descartaron a la especulación financiera como el determinante de fluctuaciones significativas en el mercado global de crudo durante el periodo de 2003 a 2008. En su lugar dieron énfasis a como incrementos inesperados derivados del ciclo económico, junto con eventos disruptivos en naciones productoras de petróleo como los principales factores detrás de la volatilidad de los precios. Dichas declaraciones basadas en investigaciones empíricas nos permiten entender la naturaleza del proceso de formación de los precios del petróleo.

Estas dinámicas subversivas se observan claramente en el período de 1991 a 2023. Un periodo caracterizado por variaciones significativas debido a la crisis financiera de 2008, la pandemia de COVID-19 en 2020 y el inicio de la guerra entre Rusia y Ucrania en 2022. Durante la década de 1990, el precio por barril de petróleo se mantuvo relativamente estable en promedio oscilo entre los 17,74 dólares, datos de esta variable fueron obtenidos de la Agencia Internacional de Energía (2024). No obstante, a partir del año 2000 comenzó un aumento sostenido del precio que culminó en un máximo histórico de 121,30 dólares en 2008. Este hecho estuvo marcado por el inicio de la crisis financiera global. Posteriormente, a partir del primer trimestre de 2009, el precio del petróleo sufrió una caída abrupta, situándose en 44,52 dólares por barril. Sin embargo, este descenso fue seguido por un periodo de recuperación gradual que culminó en 2014, cuando alcanzó los 118,71 dólares por barril.

En 2020, con la llegada de la pandemia de COVID-19, el precio sufrió una caída significativa al llegar a 29,70 dólares debido a la drástica reducción de la demanda mundial y restricciones en el flujo del comercio internacional. Finalmente, entre 2021 y 2023, el precio se recuperó parcialmente, por la reactivación económica post pandemia y la incertidumbre generada por el conflicto en Ucrania. La trayectoria del precio del petróleo descrita muestra una fuerte conexión con el ciclo económico global y los eventos que interfieren de manera significativa sobre los mercados energéticos internacionales. Este patrón coincide con lo planteado por Brown y Yücel (2002), quienes subrayan el rol recurrente de la volatilidad del petróleo como factor determinante en ocho de las nueve crisis económicas registradas desde la Segunda Guerra Mundial.

Por otro lado, desde 1993 a 2023, en la zona euro la tasa de desempleo experimentó tres fases claramente diferenciadas por tendencias distintas. La primera fase, que abarca desde 1994 hasta 2007, muestra una tendencia descendente en la tasa de desempleo, comenzó en 11,8% en 1994 y alcanzó un 7,5% en 2007, lo que significó un periodo de crecimiento económico en la región según datos del Banco Mundial (2024). La

segunda fase, de 2008 a 2013, coincide con el inicio de la crisis financiera global y posterior crisis de deuda en Europa, lo que provocó un incremento significativo en la tasa de desempleo, que pasó del 7,6% en 2008 a un pico del 12% en 2013. Finalmente, la tercera fase de 2014 a 2023, muestra una recuperación gradual, con una disminución desde el 11,6% en 2014 hasta su nivel más bajo de 6% en 2023, lo que demuestra la mejora económica y las políticas aplicadas para fomentar la recuperación laboral en la región. Sin embargo, durante el último periodo mencionado se rompió la tendencia en 2019 al pasar de 7,5% a 7,8%, para luego retomar la senda descrita por el Banco Mundial. (2024). El comportamiento histórico de la variable se presenta en el Anexo 1.

Es decir, la tasa de desempleo en países desarrollados importadores de petróleo mostró impactos variables a lo largo del período de análisis, destacando que la relación positiva entre el precio del petróleo y la tasa de desempleo no siempre se mantuvo constante. Este comportamiento no lineal subraya la importancia de profundizar en el análisis de como las fluctuaciones en el precio del petróleo influyen en una economía, especialmente en indicadores de rendimiento clave como el desempleo, variable que constituye el eje central de esta investigación.

Relacionar el precio del petróleo y el desempleo se justifica dado que el petróleo al ser un insumo intermedio esencial en la producción nacional, tiene un impacto directo en los costos de producción y en las estrategias de contratación de las empresas (Kilian, 2014). Hamilton (1998) analizó cómo los aumentos en el precio del petróleo incrementan los costos de producción, reducen la demanda de trabajo y elevan el desempleo. En este contexto, su análisis del impacto de la invasión de Kuwait por parte de Irak en 1990 mostró cómo las disrupciones en el suministro de petróleo fueron un factor clave detrás de la recesión en Estados Unidos. Un ejemplo de esta dinámica se observó en 2008, cuando previo al inicio de la crisis financiera global el precio del petróleo alcanzó un máximo histórico de $121,20 por barril 2007. Posteriormente, entre 2008 y 2013, la tasa de desempleo en la zona euro evolucionó de manera que casi duplicó su valor, al cambiar del 7,2% al 12%.

Dado el contexto descrito, este estudio tiene como objetivo actualizar y ampliar el análisis realizado por Löschel y Oberndorf (2009), quienes concluyeron mediante la aplicación de un modelo VAR tradicional que las fluctuaciones en el precio del petróleo tienen un impacto positivo significativo en la tasa de desempleo de Alemania. Demostraron que los incrementos en el precio de este insumo esencial en los procesos productivos provocan un aumento en la tasa de desempleo de Alemania con una respuesta observable aproximadamente dos meses después de un choque. Su trabajo abarcó datos hasta el año 2009, dejando abierta la posibilidad de explorar cómo los cambios geopolíticos y estructurales en la transición energética de las últimas décadas han modificado esta relación en Alemania. Dada la brecha del uso de datos, el presente análisis incorporara en datos hasta el año 2023. El conjunto de datos de ambas variables que será incorporado está caracterizado por una dinámica altamente influenciada por eventos generadores de especulación e inestabilidad en el mercado energético mundial.

El modelo econométrico seleccionado para abordar la problemática es un VAR estructural (SVAR) apalancado por dos series tiempo trimestrales; el precio de petróleo Brent y la tasa de desempleo de Alemania. Este modelo logra integrar mediante un orden en la causalidad de las variables fundamentos teóricos. Gracias a esto supera algunas de las limitaciones y críticas de las que sufre el VAR tradicional, como lo es el error de estimación derivado del elevado número de coeficiente a estimar dado que es proporcional al número de variables incluidas en el modelo Guzmán Plata & García Alba Iduñate (2008). Por ende, esta metodología permitirá extraer conclusiones más robustas y relevantes para el contexto actual.

El objetivo tiene gran relevancia actual al considerar los escenarios que la economía alemana podría enfrentar ante variaciones en el precio del petróleo. Schmidt y Zimmermann (2005-2007) afirmaron que una de las posibilidades es que la reducción de la intensidad energética en la producción industrial –entendida como la cantidad de energía utilizada para generar una unidad de actividad económica– podría mitigar los efectos negativos de tales choques.

Este argumento se plantea como una posibilidad al revisar cifras oficiales proveniente de la Comisión de Estadística Europea (Eurostat). La industria alemana ha reducido exponencialmente su intensidad energética desde 1991. Este indicador se mide en kilogramos de petróleo equivalente (kgoe) por cada mil euros constantes del Producto Interno Bruto (PIB) ajustado en volúmenes encadenados con base en 2005 - esta medición permite realizar comparaciones al eliminar los efectos de la inflación-. La intensidad energética de Alemania en 1991 era de 180,130 kgoe/mil. Para 2008, año en el que concluye el análisis de Löschel y Oberndorf (2009), este valor ya se redujo a 138,250 kgoe/mil y para 2023 la cifra cayo aún más a 89,550 kgoe/mil. Esta disminución representa en términos porcentuales al 50% en tres décadas de Eurostat (2024).

Por otro lado, Schmidt y Zimmermann (2005-2007) plantearon como una segunda posibilidad ante un aumento en el precio del petróleo a la generación de un efecto compensatorio en la producción nacional impulsado por la presión en la demanda global de bienes y servicios. Dichos pronósticos si bien no están alineados con el objetivo principal del presente estudio contribuyen al brindarnos un marco conceptual comprobado por estudios empíricos bajo el cual interpretar los resultados.

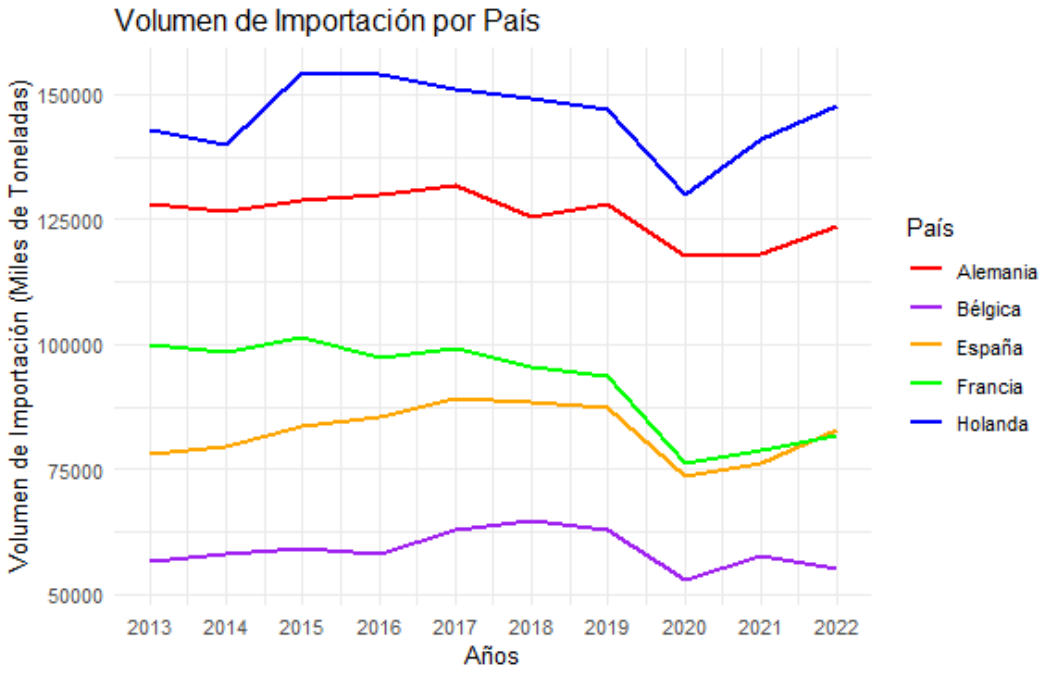
Alemania se presenta como caso de estudio relevante principalmente por su avance en la adopción de energías renovables dentro de su economía, reducción de intensidad energética a la par de su contradictoria dependencia de la importación de petróleo, posición significativa en la importación de crudo de la Unión Europea e insuficiente consumo final de energía en su industria. En 2004, el uso de energías renovables representaba sólo un 9,6% del consumo total de energía, distribuido entre el uso para el transporte (1,4%), la generación de electricidad (15,9%) y la regulación térmica (11,7%). Sin embargo, para 2022, este porcentaje se incrementó a un 23,5%, con un (9,6%) en transporte, (41,2%) en electricidad y (24,9%) en regulación térmica (Eurostat, s.f.). Los datos completos se presentan en el en el Anexo 2.

Desde entonces, Alemania ha logrado también avances significativos en su transición energética a través de la política "Energiewende". Este enfoque normativo tiene como objetivo alcanzar la neutralidad de carbono para 2045 -cinco años antes del objetivo fijado por la Unión Europea. En 2023, Alemania eliminó el abastecimiento de energía nuclear y se comprometió a generar el 80% de su electricidad a partir de energías renovables para 2030. Las inversiones en energía eólica, solar e hidrógeno están desde entonces en marcha, respaldadas por un esquema de 3 mil millones de euros aprobado por la Comisión Europea para fomentar la transición verde. Estas políticas no solo han impulsado la transición energética, sino que también forman parte de una estrategia más amplia de gestión ambiental, que incluye la implementación de impuestos al carbono y subsidios para tecnologías limpias (Agencia Internacional de Energía, 2024)

Sin embargo, a pesar de sus avances Alemania ha mantenido desde 2013 hasta 2022 una considerable dependencia de las importaciones de petróleo para satisfacer su demanda energética interna. En 2008, el 25,3% del petróleo importado por el país provenía de Rusia, y aunque esta proporción disminuyó al 22,9% en 2022, continúa representando una parte significativa de las importaciones totales. Además, según datos de Eurostat (2024), Alemania depende de otros proveedores clave como lo Noruega (11,1%) y Estados Unidos (10,3%), lo que evidencia una diversificación limitada en sus fuentes de abastecimiento. Para evidenciar esta dependencia a lo largo del tiempo se recomienda revisar el Anexo 3.

Alemania también desde el año 2012 ha sido el segundo mayor importador de productos y derivados del petróleo en toda la Unión Europea. Este hecho subraya su papel crucial en el mercado energético del bloque. En ese año, las importaciones alemanas alcanzaron un volumen de 128,216 mil toneladas. Esta cifra disminuyo muy ligeramente para 2022, se mantuvo en 123,793 mil toneladas. En 10 años varió en apenas 3,44%. El Gráfico 1 ilustra esta evolución en el tiempo, resaltando a la importación petrolera alemana de crudo como una constante.

Gráfico 1: *Volumen de importación de petróleo - Zona Euro*



Fuente: Eurostat (2024)

Elaboración: Elaboración propia

En cuanto al consumo final de energía en la industria proveniente de productos derivados del petróleo, Alemania experimentó una disminución, aunque a un ritmo más moderado en comparación con otros países europeos. Entre 1990 y 2023, el consumo final de energía en la industria en Alemania pasó de 7.154.096 mil toneladas equivalentes a petróleo (tep) a 3.721.130 tep, lo que representa una reducción del 48,2%. En comparación, Turquía y Francia lograron una disminución más pronunciada: Turquía redujo su consumo de 3.580.845 tep a 0 tep, mientras que Francia pasó de 6.663.985 tep a 2.451.744 tep, lo que corresponde a caídas del 100% y 63,3%, respectivamente Eurostat (2024). Para mayor información revisar el Anexo 4.

El volumen de importaciones de estos productos, su posición en el mercado energético europeo y su gradual, pero deficiente disminución en el consumo final de energía en la industria propone una contradicción significativa y resalta la complejidad de la transición energética. Dado que, Alemania ha necesitado a la vez que avanza en este proceso debe asegurar el suministro de recursos clave para la producción de su industria.

Es necesario para concluir esta sección señalar la limitación principal de la metodología propuesta y de los resultados derivados de la misma. Esta limitación emerge principalmente por la naturaleza volátil de los datos – en especial del precio del petróleo-. Es posible que las estimaciones se vean sesgadas por la presencia de choques estructurales en las series de tiempo que reflejen un promedio de las relaciones entre variable Stock y Watson (2001).

Después de esta introducción el presente artículo se estructurará en cinco secciones. La primera aborda en marco desde la teoría económica, conceptos fundamentales relacionados con el desempleo, los shocks de precios y su transmisión al mercado laboral que sirven para interpretar la problemática. La segunda explica el

enfoque metodológico. La tercera sección presenta los resultados del análisis realizado con datos hasta el año 2023 se discuten a la par que se contrastan con los hallazgos del 2009 de (Löschel y Oberndorf, 2009) y estudios posteriores. Finalmente, en el cuarto apartado se formulan conclusiones y recomendaciones derivadas.

Revisión de literatura

El presente estudio se enmarca dentro de una tradición de análisis microeconómico que busca entender cómo los precios de insumos claves necesarios para los procesos productivos, tales como el petróleo, influyen en el desempleo. Este enfoque es especialmente relevante en economías importadoras de petróleo, como la alemana, donde los costos de los insumos energéticos afectan tanto a la dinámica laboral como a la estabilidad económica.

Mercado Laboral

La información presentada en esta subsección toma como referencia un modelo de Mankiw (2012). Mankiw define a un mercado como un espacio físico o virtual en el que consumidores y productores satisfacen sus necesidades mutuas. Estos agentes tranzan bienes, servicios y factores de producción. De su interacción se derivan cantidades demandas, producidas y un precio de mercado. Bajo la teoría neoclásica, las leyes de oferta y demanda generan una asignación eficiente. El mercado laboral conforma otro mercado especifico más en la economía y el principal factor de producción a intercambiarse es el trabajo. Es así como los trabajadores en este mercado se consolidan como los ofertantes y proveen de sus conocimientos a las empresas. Mientras que las empresas necesitan de estas habilidades para la producción de bienes y servicios. La negociación entre actores establece un salario y las condiciones laborales.

Mankiw (2012) pese a resaltar esta dinámica de mercado reconoce la influencia de determinantes adicionales además de la productividad marginal que influyen en la cantidad demandada de trabajo. Las estrategias de contratación de las empresas están guiadas por las expectativas económicas en el corto plazo, el presupuesto disponible o proyectado, las preferencias por ciertos perfiles laborales y la cantidad de empresas con demanda de puestos de trabajos similares anidados en un sector en común.

Las expectativas de los empresarios están directamente relacionadas con la percepción de una expansión o contracción. Los empresarios por ejemplo al notar la introducción en la economía de políticas arancelarias que puedan disminuir sus ventas, o un fenómeno que pueda mermar tanto su capacidad productiva como de consumo de los agentes, para poder mantener sus márgenes de ganancia como mecanismo preventivo reducirán la contratación de personal y la compra de insumos necesarios. Funciona de manera contraria en caso de información favorable (Mankiw,2012).

El presupuesto disponible o proyectado también esta señalado como un factor clave a considerar en la consolidación estratégica de la toma de decisiones de la empresa. La elaboración de planes de negocio a futuro es crucial, al basar sus decisiones en datos disponibles pueden prever eventualidades y cubrir los costos laborales necesarios. Datos que incluyen ingresos proyectados, márgenes de ganancia esperados y prioridades estratégicas. De manera que, teniendo como objetivo principal garantizar ganancias y crecimiento institucional, el comportamiento de las empresas está limitado por un presupuesto fijado para la contratación de empleados (Mankiw,2012).

Otro determinante en la demanda de trabajo en el mercado laboral son las preferencias de las empresas en términos de inclinaciones por ciertos perfiles laborales. Es así como en sectores específicos, es decir dependiendo del giro de negocio, demandan dentro de sus actividades productivas de trabajadores con habilidades técnicas avanzadas, niveles educativos más altos o experiencia en la resolución de problemas

específicos. Los requisitos más rigurosos con respecto a la contratación en estos sectores se explican por su necesidad de maximizar la eficiencia de la producción y productividad del uso de sus recursos humanos (Mankiw,2012).

En línea a lo mencionado anteriormente, el hecho de existir un amplio número de empresas dentro del mismo sector con necesidades de recursos humanos similares, puede ser otro factor que considerar en el mercado laboral y la dinámica de contratación. En estos sectores de alta concentración de mano de obra calificada, las empresas competirán por atraer a estos trabajadores con habilidades específicas, lo que causa una presión al alza de los salarios como un mecanismo para la captación de capital humano y la especialización del talento a futuro (Mankiw,2012).

Finalmente, los costos de los insumos necesarios para los procesos productivos son también uno de los factores más relevante en los planes empresariales. Las materias primas son recursos con un precio y en el caso de existir perturbaciones en su fijación los márgenes de ganancia disminuyen al tener que invertir más en ellos. En consecuencia, los empresarios ajustan su demanda de trabajo, ocasionando una reducción en la contratación de personal. De esta manera, el aumento de costos de producción actúa como un factor detractor para las empresas que, en su búsqueda de reducción de costos, reducen su fuerza laboral (Mankiw,2012).

Mankiw (2012) desde su perspectiva teórica, además de proponer a estos cambios en los precios de los insumos como fuertes intercesores en la situación del mercado laboral, recalca que su impacto puede ser diverso según la economía que se evalué. Este impacto fluctuará dependiendo de la composición necesaria de insumos de producción de cada sector y economía, viéndose incrementado su efecto en aquellas economías con una fuerte dependencia de insumos clave como lo son el petróleo. Por lo que los sectores más dependientes de la economía verán reducida tanto en el corto como en el largo plazo, su capacidad de producción y de generar plazas de empleo.

Mankiw (2012), denomina al fenómeno anteriormente señalado bajo el nombre de “shock de oferta”, este se describe como el aumento de precios de los insumos que provoca una reducción en la oferta agregada de bienes y servicios. La cual no solo incluye un efecto aislado sobre los costos de producción, sino que también toma un rol protagonista en el establecimiento de las expectativas de los agentes económicos y por consiguiente en el mercado laboral. Además, este incremento persistente de los precios de los insumos puede afectar al comportamiento de los trabajadores. Debido a que, ante la anticipación de estos incrementos, podrían exigir aumentos salariales con el fin de sopesar el aumento de los costos de vida por la presión inflacionaria que empeorara el poder adquisitivo. Mientras que, desde la perspectiva de las empresas, esta situación podría significar una respuesta por su parte que reajuste las políticas salariales o incluso reduzca las contrataciones, aumentando el desempleo y reduciendo la actividad económica. Este fenómeno tiene dos canales de transmisión que serán discutidos más a detalle en la siguiente subsección.

Mecanismos de transmisión de shocks

Los canales de transmisión de shocks en los precios del petróleo pueden dividirse en dos: los que se transmiten a través de la oferta y los que lo hacen mediante la demanda. El canal de transmisión por la oferta considera al petróleo como un factor intermedio en la producción nacional, donde los incrementos de precios derivados de factores exógenos se denominan “shocks de términos de intercambio”. Estos shocks de precios de la energía, caracterizados por cambios inesperados y significativos debido a factores como interrupciones en la cadena de suministro o fluctuaciones en la demanda causadas por eventos geopolíticos, pueden tener un impacto profundo en el desempeño económico general (Kilian, 2014).

Sill (2007) demostró empíricamente este canal al evidenciar que los choques en los precios del petróleo, causados por aumentos externos en el precio o una reducción en la oferta, tienen un impacto directo y negativo en la producción real de Estados Unidos. Específicamente, un incremento del 10% en el precio del petróleo se traduce en una reducción aproximada del 1,4% en el PIB real.

En la economía alemana, el sector servicios ha experimentado un crecimiento considerable, pasando del 62,2% del Producto Interno Bruto (PIB) en 1991 al 70,6% en 2024. Dentro de este sector, las actividades de transporte y logística por ejemplo son particularmente intensivas en el uso de energía, por lo que son altamente sensibles a las fluctuaciones en los precios del petróleo. Los aumentos en el costo del crudo incrementan directamente los costos operativos de estas actividades, lo que a su vez impacta los costos de distribución en diversas industrias. Este fenómeno demuestra cómo las variaciones en los precios del petróleo afectan la economía en general, generando una cadena de efectos que influye en los costos de producción, el desempeño de las industrias y eventualmente en el desempeño del empleo del país (Destatis, 2025).

Por otro lado, el canal de transmisión de demanda se centra en la reducción de bienes y servicios que resulta del aumento de precios. En su estudio The Economic Effects of Energy Price Shocks, Kilian (2008) destaca que un aumento en los precios del petróleo disminuye el consumo real de los hogares. Esta reducción depende de la persistencia y duración del shock, así como de la capacidad de los hogares para ajustar su comportamiento de consumo. De manera similar, Hamilton (2009) confirmó en su análisis que los aumentos en los precios de la energía, como el petróleo, tienen un impacto mayor de lo esperado en el consumo, especialmente en bienes duraderos como los vehículos, donde el gasto puede reducirse hasta un 10% tras un aumento del 20% en los precios de la energía. Esta disminución inmediata en el consumo provoca una caída en los ingresos de la industria automotriz, lo que a su vez amplifica la pérdida de poder adquisitivo. Además, los choques petroleros generan una caída inmediata en la confianza del consumidor, lo que agrava la reducción en el consumo y la inversión.

Estas conclusiones adquieren especial relevancia en el contexto de la economía alemana, donde el sector automotriz desempeña un papel crucial como motor de exportaciones y empleo. Entre 2015 y 2024, Alemania produjo un promedio mensual de 377.834 automóviles, de los cuales aproximadamente 289.344 unidades, equivalentes al 76,6% fueron exportadas (Asociación de la Industria Automotriz Alemania [VDA], 2024). Este alto nivel de dependencia de los mercados internacionales subraya la sensibilidad del sector ante cambios en el poder adquisitivo de los consumidores extranjeros, especialmente en economías con alta dependencia energética. Conforme a lo señalado, un aumento en los precios de la energía puede reducir significativamente el consumo de bienes duraderos, como los vehículos, lo que afecta tanto la demanda interna como externa. Para la economía alemana, esta dinámica implica riesgos no solo para el sector automotriz, sino también para la estabilidad económica en su conjunto, considerando la relevancia estratégica de esta industria en la generación de ingresos y empleo (Hamilton, 2009).

Varios estudios empíricos han documentado la relación entre el desempleo y el precio del petróleo en diferentes países importadores de petróleo en el periodo 2007-2022 a continuación se detallan.

Compilación de estudios realizados en países desarrollados e importadores de petróleo.

Mellquist y Femermo (2007) abordaron la relación entre el precio del petróleo y el desempleo en Suecia. La complejidad de esta dinámica en un país con una baja dependencia del petróleo en comparación con otras naciones industrializadas como Estados Unidos fue demostrada a través de análisis de regresión lineal y pruebas de causalidad de Granger. Se encontró una relación entre los precios del petróleo y el desempleo, los resultados fueron concluyentes respecto a si un aumento en los precios del petróleo causa un incremento o una disminución en el desempleo. Este resultado refleja las particularidades del contexto sueco. Donde, aunque existen factores como las políticas monetarias implementadas tras la transición a un tipo de cambio flotante en 1992, el sistema de bienestar que amortigua parcialmente los efectos del desempleo, y la menor dependencia energética en comparación con países como Estados Unidos, la relación entre el precio del petróleo y el desempleo juega un papel crucial. Esta conclusión subraya la importancia de considerar las características específicas de cada economía al evaluar los efectos de los precios del petróleo en el desempleo.

Posteriormente Erkan et al. (2011) examinaron la relación entre los precios internacionales del petróleo y la tasa de desempleo en Turquía entre 2005 y 2009. Con modelos de causalidad de Granger y un enfoque de vectores autorregresivos (VAR), los autores encontraron que las fluctuaciones en los precios del petróleo tienen un impacto significativo en la tasa de desempleo en Turquía. En particular, se observó que los aumentos en los precios del petróleo resultan en un incremento en la tasa de desempleo, mientras que no se encontró evidencia de que los cambios en el desempleo afectan los precios del petróleo. Por lo que se concluyó que la relación entre los precios del petróleo y el desempleo es unidireccional. Lo que indica que Turquía, como economía importadora, enfrenta desafíos significativos debido a la volatilidad de los precios del petróleo y a la perspectiva de si los aumentos son esperados o no esperados.

En España, Ordóñez, Monfort y Cuestas (2019) demostraron cómo los shocks en los precios del petróleo afectan el desempleo de este país importador y también aportaron al examinar cómo efectos derivados de los shocks afectan de manera distinta al desempleo antes y después de una crisis -como la financiera de 2008-. Al emplear un modelo de vector autorregresivo estructural bayesiano (SVAR) los autores encontraron que durante el período previo a la crisis los shocks en los precios del petróleo estaban asociados con una reducción en el desempleo; mientras que, durante la crisis, los mismos shocks aumentaron el desempleo. Este comportamiento asimétrico indica que los aumentos en los precios del petróleo afectan negativamente al empleo de manera más intensa que el impacto positivo que generan sus disminuciones durante la recuperación. En este contexto, el estudio demostró que los aumentos en los precios del petróleo afectan directamente la reducción del empleo en sectores clave.

El artículo aplicará en base a lo recopilado el en marco metodológico un diseño de la investigación que consiste en seguir una secuencia de pasos ya corroborada por los autores que presidieron y los cuales garantizan la robustes de los resultados: En primer lugar, las pruebas de Dicker-Fuller y una selección de rezagos tomando en cuenta varios criterios de información para garantizar series estacionarias y un modelo bien ajustado utilizadas por Erkan et al. (2011), seguidas por las pruebas de causalidad de Granger propuestas por (Mellquist y Femermo, 2007), y el modelo VAR tradicional de Löschel y Oberndorfer (2009), con su extensión a un modelo VAR estructural.

Marco metodológico

Base de datos

El eje del componente metodológico se centra en la construcción de una base de datos sólida que sustente el análisis econométrico. Para ello, se utilizaron datos trimestrales del precio del barril de petróleo Brent y la tasa de desempleo en Alemania, obtenidos de fuentes confiables como la Agencia Internacional de Energía (IEA) y la Oficina Europea de Estadística (Eurostat), respectivamente. Dada la alta variabilidad inherente y la unidad de medida (montaría) del precio del petróleo, se aplicó una transformación logarítmica a esta variable con el objetivo de estabilizar su varianza y facilitar su interpretación.

La medición del desempleo se realiza mediante encuestas que dividen a la población en edad de trabajar (PEA) en tres categorías principales: ocupados, desempleados e inactivos. Los ocupados son aquellos que tienen un empleo remunerado; los desempleados incluyen a quienes no tienen empleo, pero están disponibles y en búsqueda activa de trabajo; mientras que los inactivos abarcan a los que no participan en el mercado laboral, como estudiantes de tiempo completo, jubilados o amas de casa. A partir de esta clasificación, se calcula la población activa, compuesta por la suma de ocupados y desempleados. La tasa de desempleo representa el porcentaje de la población activa que se encuentra sin empleo (Mankiw, 2009). Esta medición recogida de manera periódica permite integrar en modelos econométricos de manera precisa la dinámica labora e interpretar su interacción con otras variables.

El presente estudio mejora la metodología empleada por Löschel y Oberndorfer (2009) al utilizar un modelo SVAR para analizar el impacto de los shocks exógenos, como las fluctuaciones en el precio del petróleo, sobre la tasa de desempleo en Alemania. Asimismo, se complementará el análisis con pruebas de causalidad de Granger, como lo realizaron Erkan et al. (2011) en Turquía, con el objetivo de determinar la dirección de la relación entre estas variables. Este enfoque combinado ha demostrado ser efectivo en distintos contextos.

Modelo VAR

El modelo de Vectores Autorregresivos (VAR) es una extensión de los modelos autorregresivos univariantes (AR) aplicados al análisis de múltiples series temporales. Esta técnica econométrica permite analizar series temporales al tratar todas las variables como endógenas, es decir, estas se explican mutuamente a través de sus rezagos. Este enfoque, basado en las contribuciones de Gujarati (2009) y Stock y Watson (2001), destaca por ser ateórico, ya que no requiere un marco teórico específico para su implementación, y resulta útil tanto para el pronóstico como para explorar relaciones bidireccionales entre variables económicas.

A continuación, se presenta el modelo VAR en su forma matricial para el caso de dos variables y un rezago:

$$Y_t = c + \sum_{k=1}^{p} \emptyset_k Y_{t-k} + U_t$$

Donde:

- $Y_t = (y_{1t},\ y_{2t})$ vector de variable endógenas
- $c = (c1\ c2)$ vector de interceptos
- p es el número de rezagos
- $\emptyset_k = \left(\phi_{11}^{(k)}\ \phi_{12}^{(k)}\ \phi_{21}^{(k)}\ \phi_{22}^{(k)}\right)$ es la matriz de coeficientes del rezago k
- $U_t = (u_{1t}\ u_{2t})$ es el vector de ruido blanco

Antes de estimar el modelo, es necesario someter las series de tiempo a pruebas de estacionariedad para garantizar la validez de los resultados. Estas pruebas son esenciales para la identificación de raíces unitarias Löschel y Oberndorf (2009) – lo que implica de ser el caso que sus propiedades estadísticas como la media, la varianza y la covarianza cambian a lo largo del tiempo- en otras palabras, como señalan Stock y Watson (2011) la distribución de probabilidad de la variable de series temporales no cambia en el tiempo. Si las series de tiempo no son estacionarias las conclusiones derivadas del análisis podrían ser no verdaderas y espurias. Para eliminar este riesgo es necesario diferenciarlas, aplicar este proceso nos brindará estimaciones más fiables (Granger y Newbold, 1974).

Si bien el modelo VAR ha sido ampliamente utilizado en esta línea de investigación para analizar las relaciones dinámicas multivariable como fue en caso de Löschel y Oberndorf (2009), Erkan et al. (2011) y Ordoñez et al. (2019) por su robustes en análisis causal y predicción multiperiodo también ha sido fuente de varias críticas. El modelo VAR tradicional ha sido señalado por limitarse a una descripción estadística de variables sin integrar fundamentos teóricos que sustenten su relación (Guzmán Plata & García Alba Iduñate, 2018).

Además, al momento de incorporar más variables en el modelo errores de predicción son propensos a aparecer. Un ejemplo de lo propuesto por (Guzmán Plata & García Alba Iduñate, 2018) se puede evidenciar en el modelo

de Löschel y Oberndorf (2008). En este incluyeron además del precio del petróleo y la tasa de desempleo de Alemania variables como la producción industrial, la tasa de interés y la tasa de inflación. Si su modelo VAR tiene 5 variables con 12 rezagos, 300 coeficientes se estimaron lo cual pudo haber deteriorado el pronóstico.

Modelo VAR Estructural (SVAR)

El VAR estructural nace como respuesta a las limitaciones del VAR tradicional. El VAR tradicional tiene inconvenientes con respecto a la dirección de la causalidad de una relación. Sin embargo, al añadir restricciones teóricas fundamentadas en la estructura económica, es posible identificar relaciones causales entre las variables. Así, se posibilita un correcto análisis de políticas económicas, pues existe la facilidad de la evaluación de los efectos directos e indirectos de los shocks y las intervenciones en el sistema económico (Guzmán Plata & García Alba Iduñate, 2018).

De esta manera, el SVAR tiene como característica la inclusión de una matriz estructura, la cual identifica las relaciones presentes entre las variables. La matriz del SVAR identifica y separa los shocks estructurales, es decir, las exogeneidades que pueden presentarse en el modelo, garantizando que se cumplan supuestos de independencia. Esta herramienta permite distinguir los factores que influyen sobre las variables económicas, permitiendo análisis coherentes de las interrelaciones (Guzmán Plata & García Alba Iduñate, 2018). Por tanto, es útil en estudios de incidencia económica, pues permite comprender como los cambios de una variable, en este caso el precio del petróleo, pueden incidir directa o indirectamente, en la producción o el empleo. El SVAR es una herramienta sólida para comprender los impactos de las decisiones y diseñar intervenciones efectivas.

Este proceso permite establecer la dirección de las relaciones estudiadas. Así, el modelo posee una estimación estructural, asegurando que las variables sean introducidas en relación con su interacción teórica y dinámica en el sistema económico. De manera general, posterior a las pruebas de selección de rezagos óptimos y a las pruebas de causalidad, se realiza la estimación de un modelo VAR estructural (SVAR) usando la descomposición de Choleski. El enfoque SVAR ayuda a identificar las relaciones causales entre las variables y aislar los choques exógenos que alteran el sistema (Gujarati, 2009). Esta descomposición es útil, pues asigna un orden causal entre variables, ayudando a que un choque en una variable anteceda a la afectación en el resto. En consecuencia, es fundamental utilizar este proceso para analizar cómo los cambios en el precio del petróleo, considerando las interrelaciones dinámicas de las variables en el modelo, inciden en el desempleo.

Continuando con el proceso iniciado en la subsección anterior, una vez determinado si las series de tiempo contenían raíz unitaria y de ser el caso su consecuente diferenciación podemos proseguir con la selección de rezagos óptima. Este paso es crucial para asegurar la precisión en la estimación de los coeficientes porque el número de rezagos influye directamente en la especificación del modelo. La inclusión de muchos rezagos puede consumir demasiados grados de libertad y generar problemas de multicolinealidad, es decir, una alta correlación entre las variables independientes que dificulta la estimación precisa de los coeficientes, mientras que un número insuficiente de rezagos puede llevar a errores de especificación (Gujarati, 2009). Para determinar el número óptimo de rezagos, se emplean los criterios de información de Akaike (AIC), Schwartz (BIC) y Hannan-Quinn (HQ), lo que permite encontrar un balance adecuado entre la complejidad del modelo y la calidad de los ajustes. En caso de discrepancias entre los criterios, se optará por el criterio de Hannan-Quinn debido a su menor penalización al número de parámetros (Gujarati, 2009).

Una vez culminada la selección del número de rezagos, se estima un modelo VAR preliminar que sirve como base fundamental para poder aplicar las pruebas de causalidad de Granger. Mediante la interpretación de este estadístico es posible determinar el orden de endogeneidad entre las variables. Es decir, podemos identificar que variable causa en el sentido de Granger a la otra. Según Stock y Watson (2011), las pruebas de causalidad nos informan si los valores pasados de una variable, contribuyen a predecir otras variables. Löschel y Oberndorf (2009) gracias a su uso demostraron que el precio del petróleo tiene una influencia en el desempeño de la tasa de desempleo y en el de otras variables clave en la economía alemana, como la inflación y las tasas de interés.

El orden de causalidad de las variables derivadas de las pruebas de Granger y una selección de rezagos robusta derivada de la comparación de varios criterios de información es la secuencia de pasos a seguir para poder garantizar que las estimaciones provenientes del SVAR utilizando un enfoque de descomposición de Cholesky sean fiables. Este enfoque es esencial para identificar las relaciones causales entre las variables y descomponer los choques exógenos que afectan al sistema (Gujarati, 2009)

El último paso es analizar los gráficos de las funciones de impulso-respuesta (IRF). Las IRF capturan la reacción de las variables incorporadas en modelo ante un shock o cambio en una desviación estándar en una de las innovaciones estructurales (Novales, 2017). Este análisis se complementa perfecto con las pruebas de causalidad de Granger y proporciona una visión más clara de las dinámicas temporales entre las variables clave del modelo ya que evalúa los efectos de un choque en el sistema y da información sobre su magnitud y duración. Como es el caso de una variación el precio del petróleo, sobre la tasa de desempleo (Stock & Watson, 2001). Este análisis es llevado a cabo en la siguiente sección.

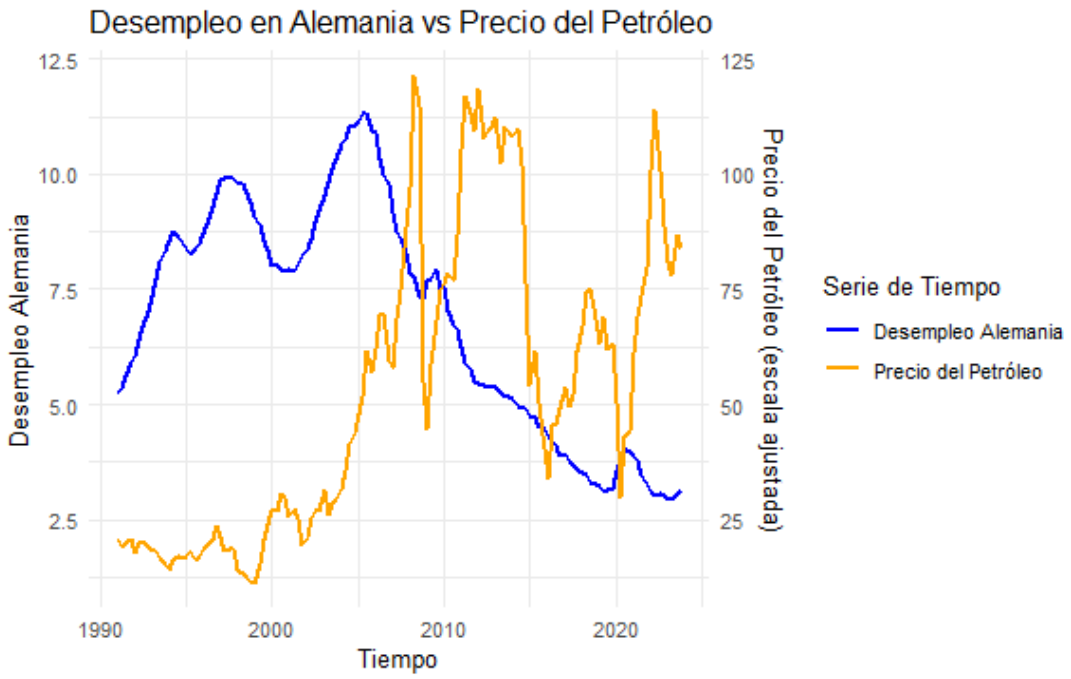
Resultados y discusión

Evolución del precio del petróleo Brent y la tasa de desempleo de Alemania

En 1991 la tasa de desempleo en Alemania experimentó un aumento notable y alcanzó su nivel máximo en 2005, paso del 5,2 % al 11,3 %. A partir de 2006, comenzó una recuperación gradual y sostenida que se extendió hasta 2019. Se redujo la tasa de desempleo de un 10,89 % a un 3,09 %, lo cual refleja una consolidación económica y una mejoría significativa en las condiciones laborales. No obstante, entre 2019 y 2020, esta tendencia descendente se detuvo, pues la tasa de desempleo aumentó al 4,07 % según datos de Eurostat. (s.f.). El precio del petróleo mostró una tendencia positiva sostenida de 1991 a 2008 seguida por un periodo de alta volatilidad reflejado en disminuciones bruscas en 2010, 2015 y 2020.

Al valerse de un análisis gráfico entre los máximos en el precio del petróleo Brent y el desempleo en Alemania se revela una dinámica consistente con la base teórica propuesta. Por ejemplo, se puede apreciar que previo a la crisis financiera de 2008 tanto el precio por barril de petróleo como la tasa de desempleo tuvieron una tendencia creciente dado el cambio de 21,12$ a 69,73$ y del 8,4% a su máximo de 11,3% a partir de 2002 hasta finales de 2006. Posteriormente, a partir de 2020, el mercado laboral alemán volvió a estar bajo presión debido al impacto de la pandemia de COVID-19 y a la inestabilidad geopolítica derivada del conflicto en Ucrania. Eventos que mantuvieron alta la volatilidad de los precios energéticos. Este hecho está contrastado por el aumento sostenido en un 50% del precio por barril de petróleo desde el primer trimestre de 2020 de $50,2 a $100,8 en nueve trimestres de acuerdo a datos del Banco Mundial. (s.f.). La dinámica descrita se puede apreciar mejor en el Gráfico 2.

Gráfico 2 *Evolución del Precio por barril de petróleo (Brent) y Tasa de desempleo de Alemania*



Fuente: Agencia Internacional de Energía (s.f) y Eurostat (s.f)

Elaboración: Elaboración propia

El comportamiento individual tanto del precio del petróleo como de la tasa de desempleo en Alemania puede ser visualizado con mayor detalle en el Anexo 5 y Anexo 6 respectivamente.

Prueba de Dicker Fuller Aumentada

En el proceso de identificación de raíz unitaria y posterior diferenciación de las series se realizaron pruebas de Dicker-Fuller Aumentadas (ADF) a ambas series con el objetivo de identificar indicios de no estacionariedad. Para la serie del precio del petróleo, el valor del estadístico ADF fue de 0.4142, y para la tasa de desempleo, el valor fue de -0.6286. Ambos valores son mayores que el valor crítico al 5% de -1.95, lo que implica que no se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria. Esto indica que ambas series son no estacionarias. Dado que ambas series presentan raíz unitaria, se estimó la primera diferencia de cada serie para lograr la estacionariedad requerida para su inclusión en el modelo. Tras este ajuste, los valores del estadístico ADF para el precio del petróleo y la tasa de desempleo fueron de -7.8923 y -2.9848, respectivamente, ambos inferiores al valor crítico al 5%. Las series tras tomar la primera diferencia no presentaron raíz unitaria, cumpliendo así los supuestos de estacionariedad necesarios para un análisis econométrico fiable, datos que se pueden observar en el Gráfico 3.

Gráfico 3: *Estadísticos – Prueba de Dicker Fuller Aumentada (ADF)*

Variable	ADF Original	ADF Diferenciada
Desempleo Alemania	-0.6286	-2.9848
Precio del Petróleo	0.4142	-7.8923

Elaboración: Elaboración propia

Selección de rezagos preliminar

El siguiente paso en el proceso de estimación fue la selección óptima de rezagos para incluir en el modelo VAR preliminar. Para este fin, se estimó un modelo VAR con un orden aleatorio inicial de causalidad de las variables. Posteriormente, se utilizaron varios criterios de información, como el Criterio de Información de Akaike (AIC), el Criterio de Información de Hannan-Quinn (HQ), el Criterio de Schwarz (SC) y el Error de Predicción Final (FPE), para determinar el número de rezagos más adecuado.

Gráfico 4: *Selección de Criterios de Información*

Criterio	Lag 1	Lag 2	Lag 3	Lag 4
AIC(n)	-7.35379	-7.54241	-7.47986	-7.55415
HQ(n)	-7.29920	-7.45143	-7.35247	-7.39037
SC(n)	-7.21942	-7.31846	-7.16632	-7.15103
FPE(n)	0.00064	0.00053	0.00056	0.00052

Elaboración: Elaboración propia

Como se puede apreciar en Gráfico 4 los criterios de información no coincidieron completamente en sus recomendaciones —AIC y FPE sugirieron 4 rezagos, mientras que HQ y SC sugirieron 2 rezagos—, se seleccionaron 2 rezagos para el modelo preliminar, tomando como referencia el Criterio de Hannan-Quinn (HQ) dada su menor penalización al número de parámetros. Esto lo que permite es lograr un balance entre parsimonia y ajuste del modelo (Gujarati, 2009). Esta selección de rezagos es crucial para asegurar la validez del modelo en las pruebas de causalidad de Granger, donde es necesario contar con un modelo preliminar correctamente especificado.

Prueba de causalidad de Granger

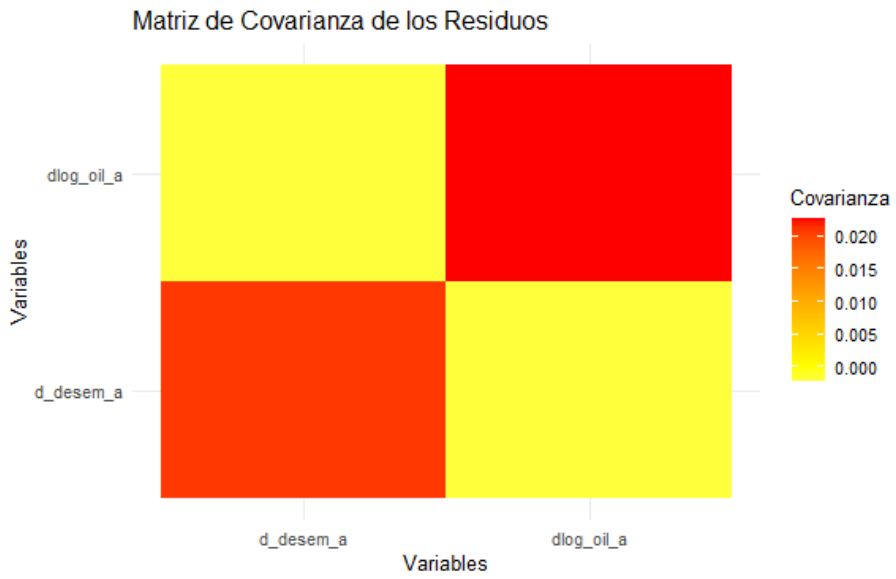
Una vez seleccionado el número de rezagos óptimo, se procedió con la especificación del modelo preliminar para posterior estimación de las pruebas de causalidad de Granger. El análisis de los estadísticos proporcionados por el test mostró que los cambios en el precio del petróleo tienen un efecto sobre la tasa de desempleo en Alemania al ser el estadístico F de 4.0352 y tener un p-valor de 0.01886 significativo al nivel del 5% de confianza. En cambio, la prueba de causalidad de Granger de la tasa de desempleo hacia el precio del petróleo arrojó un estadístico F de 1.0535 y un p-valor de 0.3503, lo que indica que no se puede rechazar la hipótesis nula de que la tasa de desempleo no causa cambios en el precio del petróleo.

Después de llevar a cabo las pruebas de causalidad de Granger, cuyo resultado permitió establecer el orden de endogeneidad entre las variables —identificando que el precio del petróleo precede causalmente a la tasa de desempleo—, fue necesario repetir el proceso de selección de rezagos para asegurar que el modelo estuviera correctamente especificado. Al aplicar nuevamente los criterios de información —como el Criterio de Información de Akaike (AIC), el Criterio de Hannan-Quinn (HQ) y el Criterio de Schwarz (SC)— se constató que la selección óptima seguía siendo 2 rezagos, al igual que en el análisis preliminar. Esta confirmación es fundamental, ya que garantiza la robustez del modelo antes de proceder con el análisis de las funciones de impulso-respuesta (IRF).

VAR Estructural (SVAR)

Una vez determinado el orden de endogeneidad de las variables y reforzada la selección de rezagos, se procedió a estimar el modelo VAR estructural. En esta fase, se estimó el modelo en su forma reducida.

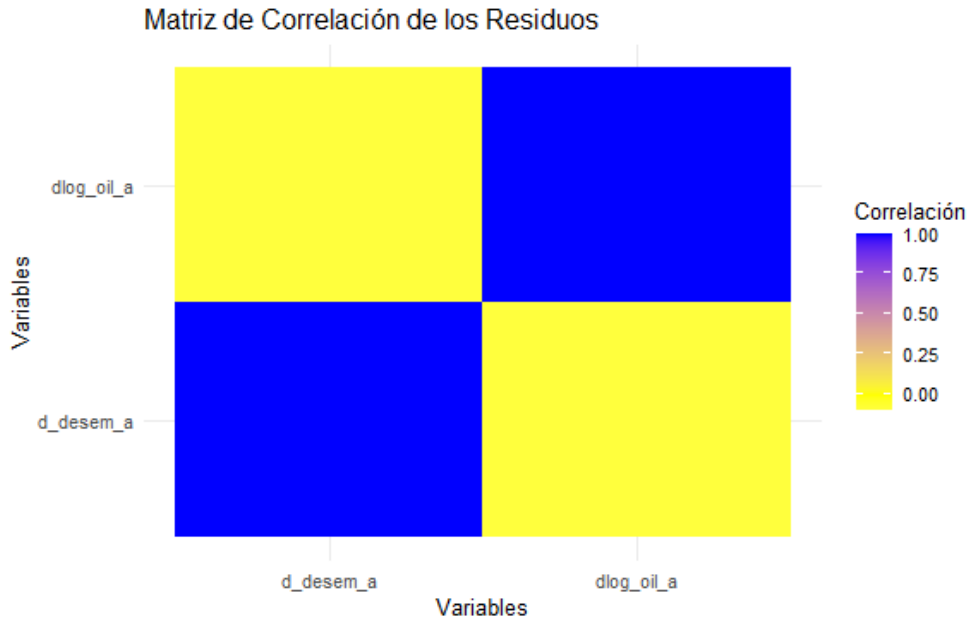
Gráfico 5: *Matriz de covarianza de los residuos*



Elaboración: Elaboración propia

La matriz de covarianza plasmada en el Gráfico 5 muestra una relación negativa entre las variaciones en el precio del petróleo y el desempleo. El valor de -0.002164 indica que las fluctuaciones en el precio del petróleo están relacionadas con los cambios en el desempleo inversamente.

Gráfico 6: *Matriz de correlación de los residuos*



Elaboración: Elaboración propia

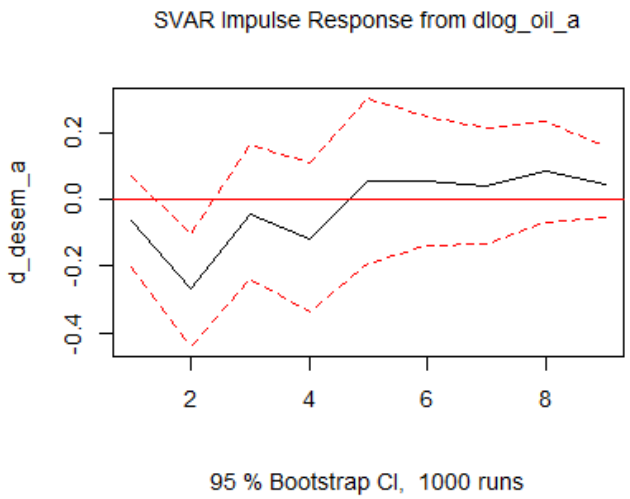
La correlación entre los residuos de las series se detalla en el Gráfico 6 y es congruente con la información brindada por la matriz de covarianza de los residuos.

Por último, se estimó un SVAR base para las funciones impulso respuesta que serán analizadas en la próxima sección. Esta estimación sirve como base para el análisis de las funciones de impulso-respuesta (IRF), que son clave para entender las dinámicas de las variables dentro del sistema.

Función impulso respuesta (IRF)

Tras la estimación del SVAR, el siguiente paso fue el análisis de la función de impulso-respuesta (IRF).

Gráfico 7: *Función impulso respuesta - Precio del petróleo sobre tasa de desempleo*



Elaboración: Elaboración propia

El Gráfico 7 muestra la respuesta de la tasa de desempleo ante el cambio de una desviación estándar en el precio del petróleo Brent. Se observa que durante el primer periodo de pronóstico existe un efecto negativo significativo sobre la tasa de desempleo, ya que la tendencia se encuentra dentro del intervalo de confianza. Finalmente, el análisis indica que posterior a este choque negativo, la tasa de desempleo en Alemania experimentará un aumento a partir del segundo trimestre de 2025, el cual se mantiene y alcanza su punto máximo en el quinto y octavo trimestre del pronóstico.

Como parte del inicio de la discusión de los resultados obtenidos recordamos la hipótesis planteada al principio de la investigación. Esta establece que las fluctuaciones en el precio del petróleo Brent, como un choque de oferta significativo impacta positivamente la tasa de desempleo en Alemania.

En primer lugar, los estudios realizados en Alemania y Turquía por Löschel & Oberndorf (2009) y Erkan et al. (2011) detectaron al momento de tratar las series de tiempo la presencia de raíz unitaria mediante pruebas de Dicker-Fuller Aumentadas. En ambos casos, se confirmó que tanto el precio del petróleo como la tasa de desempleo eran series temporales con raíz unitaria, por ello se trabajó con la primera diferencia de las variables para garantizar su estacionariedad. Este proceso que fue aplicado de la misma manera por el presente estudió al momento de tratar las series.

En cuanto a la selección óptima de rezagos, Löschel y Oberndorf (2009) tomaron como diluidor únicamente el criterio de Schwarz (SIC). Por su parte, Erkan et al. (2011) en su modelo adoptaron un enfoque más robusto al contrastar las recomendaciones de tres criterios de información: Akaike (AIC), Schwarz (SIC) y Hannan-Quinn (HQ). Erkan et al. (2011) en su análisis gracias a este proceso de comparación determinaron que con dos rezagos era posible modelar adecuadamente las relaciones entre el precio del petróleo y la tasa de desempleo en ese contexto. Siguiendo un enfoque similar por los criterios seleccionados de referencia, nuestro estudio también determinó que dos rezagos eran suficientes para modelar las interacciones entre el precio del petróleo y la tasa de desempleo en Alemania, alineándose con los resultados obtenidos en Turquía.

Este hallazgo no solo contribuye a la robustez del modelo, sino que representa un aporte metodológico. La consistencia en los resultados obtenidos mediante diferentes criterios de información y con un número reducido de rezagos refuerza la validez de nuestras conclusiones y sugiere que, en ciertos contextos, un modelo VAR estructural con pocos rezagos puede ser tan efectivo como un modelo más complejo y de mayor dimensión en términos de inclusión de variables.

Un aspecto clave previo a la interpretación de las funciones impulso respuesta fueron las pruebas de causalidad de Granger que han sido ampliamente utilizadas para analizar la relación entre el precio del petróleo y el desempleo. La conclusión principal de ese estadístico confirma que los cambios en el precio del petróleo causan variaciones en el desempleo, pero no al revés. En el caso de Alemania, Löschel y Oberndorf (2009) demostraron que el precio del petróleo influye tanto en la tasa de desempleo como en otras variables macroeconómicas tales como las tasas de interés y de inflación. En Turquía, Erkan et al. (2011) encontraron que los cambios en el desempleo no afectan el precio del petróleo, pero un aumento en el precio del petróleo si incrementa significativamente el desempleo. Por nuestra parte, al nivel de confianza de 5% ratificamos los resultados empíricos previos y concluimos que no existe bidireccionalidad en esta relación.

Esta declaración es consiste con el marco teórico utilizado. Al ser el petróleo un insumo de producción transado en el mercado internacional, la fijación de su precio está determinado por una combinación de variables del ciclo económico vigente, geopolíticas, financieras e incluso especulativas Kilian (2014). Dichos factures a su vez están influencias por decisiones de actores como las naciones con mayor capacidad de producción, de almacenamiento, financiera, naciones mejor organizadas y coordinadas como es el caso de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP). Es interesante como Killian (2014) describe a la OPEP como un pequeño cartel que intenta influir en el precio directamente con la planificación de producción. Sin embargo,

también reconoce que pese a su estructura de coordinación no existe evidencia de que la organización como tal de forma aislada sea capaz de presionar un alza en el precio o que haya evitado un descenso en el mismo. El mecanismo de fijación por oferta y demanda en el mercado internacional y todos los factores mencionados no se ve afectados factores específicos de una economía u organización en particular, como el desempeño del desempleo en Alemania

Otro ejemplo empírico de esta afirmación se dio en Suecia en la investigación de Femermo et al. (2007). Estos autores emplearon una metodología distinta al VAR, su enfoque fue centrado en una regresión lineal. Al estudiar la relación entre el precio del petróleo y la tasa de desempleo de Suecia, no obstante, aplicaron pruebas de causalidad de Granger. Los resultados de dichas pruebas mostraron que los cambios en el precio del petróleo causan variaciones en el desempleo, confirmando una relación causal en esta dirección. Resultado que no sorprende dado lo expuesto previamente. Sin embargo, el caso sueco resulta interesante dado que propone varios puntos de análisis enriquecedores para esta problemática debido a varias características distintivas de su economía y política laboral.

Suecia tiene una menor dependencia del petróleo. Según datos incluidos en el estudio de Femermo et al. (2007), un ciudadano promedio en Suecia consume 13 barriles de petróleo al año y un ciudadano promedio consume en los Estados Unidos aproximadamente 25 barriles. Se podría esperar que este menor consumo per cápita haría que la economía sueca tenga una mayor capacidad de adaptabilidad y residencia frente a shocks en el precio del petróleo. Pero los resultados del test de causalidad denotaron al precio de petróleo como un factor determinante en el desempeño de su mercado laboral. Es decir, incluso en una economía con dependencia relativa menor.

Además, identificaron a factores que pueden distorsionar esta relación temporalmente y son claves al momento de establecer conclusiones. Un ejemplo, son las políticas activas para mitigar el desempleo y fomentar el desarrollo económico que aplican los gobiernos tales como los incentivos económicos para prolongar la escolarización y promover la capacitación profesional. Estas políticas han permitido amortiguar algunos efectos del desempleo y mejorar la preparación de la fuerza laboral Femermo et al. (2007). En Suecia en el año 2006 aproximadamente 37,000 estudiantes se encontraron sin un puesto de trabajo después de terminada su formación. Sin embargo, varios de los mismo también prolongaron su inserción en el mercado laboral al optar por seguir formándose dadas las oportunidades educativas e intentar en un futuro conseguir mejores oportunidades laborales. Como señalan los autores Femermo et al. (2007) aunque estos esfuerzos no son suficientes para aislar la economía de los efectos de los shocks en el precio del petróleo debe ser analizados individualmente.

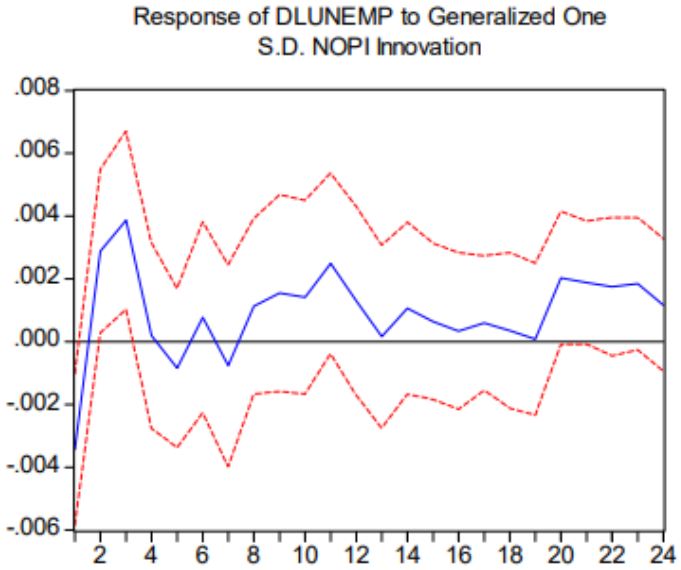
Para todos los casos mencionados, no obstante, la causalidad no describe una dirección ni la magnitud con la que una variable puede afectar a otra. Aquí es donde la instrumentación del SVAR se vuelve crucial. Al estimar las matrices de covarianza y correlación de los residuos, los resultados obtenidos reflejan que la relación entre las variaciones en el precio del petróleo y el desempleo no sigue el patrón esperado según la teoría económica ni los hallazgos previos en la literatura, como los de Löschel, Oberndorf (2009) y Erkan et al (2011). En lugar de observar una correlación positiva, que indicaría que un aumento en el precio del petróleo eleva el desempleo al incrementar los costos de producción, se identifica una correlación negativa en ambas matrices.

Este signo sugiere que, en el horizonte temporal de proyección, las fluctuaciones del precio del petróleo no están directamente asociadas con un aumento en el desempleo. Este hallazgo puede interpretarse como un indicio de que la relación entre estas variables ha evolucionado o que los efectos del precio del petróleo sobre el mercado laboral se han debilitado. Factores como los avances tecnológicos, la diversificación energética, o la capacidad de adaptación de la economía alemana podrían estar amortiguando los impactos directos de los shocks en el precio del petróleo sobre el desempleo. Precisamente porque como declaró Labandeira, León y Vázquez (2007), estas estrategias no solo promueven la sostenibilidad, sino que también actúan como mecanismos efectivos para mitigar los efectos adversos de los shocks de oferta, lo que refuerza a la estabilidad económica, eficiencia energética y la resiliencia ante la volatilidad del mercado energético. Los resultados no

contradicen por completo los fundamentos teóricos, sino que podrían reflejar un contexto económico diferente o una dinámica más compleja que la capturada por el modelo.

Finalmente, el análisis clave en esta línea de estudio y complemento de los resultados de las matrices está determinado por la interpretación de las funciones de impulso-respuesta, que permiten pronosticar el desempeño futuro de la tasa de desempleo ante choques en el precio del petróleo. En Alemania, Löschel y Oberndorf (2009) identificaron un impacto positivo significativo en el desempleo derivado de una variación en una desviación estándar del precio del petróleo en el primer y segundo periodo de pronóstico. La tasa de desempleo según su análisis alcanzaría posteriormente su punto máximo a los tres y once meses después de ocurrido el choque. Este efecto, es decreciente a lo largo del periodo de pronóstico como se puede apreciar en el Gráfico 9. Sin embargo, se confirma que las fluctuaciones en el precio del petróleo de materializarse influirían positivamente en la trayectoria del desempleo a partir del primer mes de 2009 y de manera progresiva pero no significativa en el resto del periodo de proyección.

Gráfico 9: *Función Impulso Respuesta (IRF)- Precio del petróleo sobre la tasa de desempleo*

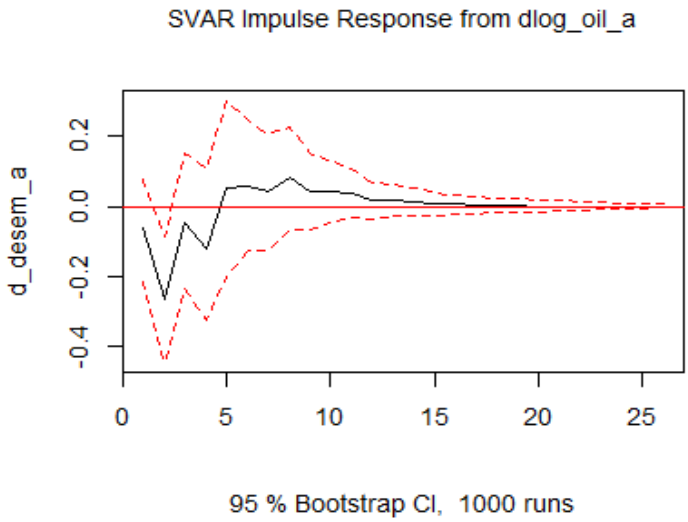


Fuente*: Löschel y Oberndorf (2009)*

En Turquía, Erkan et al. (2011) observaron que un aumento en el precio del petróleo eleva la tasa de desempleo, con un impacto positivo inicial que persiste con ligeras variaciones a lo largo del tiempo. Por otro lado, en España, Ordoñez et al. (2019) muestran resultados más heterogéneos como ya fue mencionado. Antes de la crisis de 2008, los choques en los precios del petróleo parecían reducir el desempleo, pero durante la crisis este efecto se invierte, es decir aumenta las tasas de desempleo de manera notable.

El Gráfico 10 representa la función impulso respuesta derivada de nuestro modelo SVAR en un horizonte de pronóstico con 25 periodos. En este se puede observar un impacto negativo significativo inicial del primer al segundo trimestre de 2024. Posteriormente la tasa de desempleo toma una senda positiva no significativa, con máximos en el quinto y noveno periodo, correspondiente al primer y cuarto trimestre de 2026, seguido de una disminución gradual en el efecto a lo largo del horizonte temporal.

Gráfico 11: *Función impulso respuesta - Precio del petróleo sobre tasa de desempleo de Alemania (25 periodos subsiguientes).*



Elaboración: Elaboración propia

La interpretación de las funciones de impulso-respuesta (IRF) en este estudio mostraron principalmente una respuesta negativa significativa en el desempeño del desempeño de la tasa de desempleo en los primeros dos periodos de pronóstico, resultado contrario al impacto positivo significativo modelado por Löschel y Oberndorf (2009) en el primer y segundo periodo de pronóstico. Es decir, los resultados son heterogéneos, el Gráfico 10 también revela un patrón de respuesta actual más estable en comparación con el análisis de Löschel y Oberndorf (2009). Mientras que dichos autores documentaron fluctuaciones más pronunciadas en la tasa de desempleo tras un choque en los precios del petróleo, en nuestro modelo la tasa de desempleo mostró un efecto inicial negativo y después una tendencia positiva y sostenida hasta el undécimo trimestre del pronóstico, seguido de una tendencia decreciente y menos volátil en el horizonte temporal. Es importante señalar que en el estudio de Löschel y Oberndorf (2009) el segundo periodo corresponde al segundo mes de 2010, en nuestro estudio se refiere al segundo trimestre de 2025. Este factor temporal ayuda a una mejor interpretación de los resultados.

El comportamiento antes descrito, demuestra una incongruencia entre otros estudios revisados y el presente respecto a la respuesta del desempleo ante los choques de los precios del petróleo. En el caso alemán actual analizado por esta investigación, las variables reflejan una respuesta más predecible, además el impacto muestra una tendencia a disiparse progresivamente, mientras que en otras investigaciones por su parte estas fluctuaciones se mantienen marcadas.

En concordancia con el marco teórico, el efecto esperado de los choques en el precio del precio del petróleo debe afectar a ambas contrapartes del mercado, tanto a la oferta como la demanda. En términos de oferta, reduciendo y encareciendo la producción y a su vez, reduciendo la demanda de empleo en aquellos sectores dependientes e intensivos de fuentes de energía. Mientras que, en términos de demanda, según Hamilton (2009) el impacto se refleja en el consumo, siendo esta alza de los precios del petróleo especialmente importante en el consumo de bienes duraderos, agravando los efectos negativos propios de la falta de empleo. Es crucial entender estos mecanismos de transmisión como un eje fundamentar de la relación reflejada en el modelo.

Bajo este análisis teórico, los resultados presentados por las funciones de impulso-respuesta proporcionan una sólida evidencia empírica en lo que respecta a la dinámica del precio del petróleo con el desempleo, mostrando una respuesta más estable de la economía alemana ante choques en ambas variables, comparado a estudios

anteriores respecto al tema. Esto resalta la relevancia de un análisis de las interacciones dinámicas de las variables en constante cambio, en los que los efectos de los choques petroleros pueden llegar a ser menos persistentes en diferentes contextos temporales y económicos.

Cabe recalcar, que existen ciertas limitaciones en el presente estudio debido a la presencia de choques estructurales. Los cambios estructurales de acuerdo a Stock y Watson (2011), pueden manifestarse de dos diferentes maneras, la primera de forma discreta, generando de esta manera un cambio abrupto sobre los coeficientes de regresión por un fuerte impacto de un shock sobre la variable. O bien la segunda manifestación, la cual se presenta de manera gradual y progresiva, ocasionada por la evolución de ciertos factores económicos, políticos y estructurales propios de la evolución de la variable a lo largo del tiempo. En particular para el caso de estudio, existieron varios shocks importantes sobre las variables, como la crisis financiera del 2008, la pandemia del COVID-19 en el 2020 y la guerra de Ucrania en el 2022, hitos los cuales generaron alteraciones volátiles y significativas a la dinámica del precio del petróleo en el periodo del estudio de 1991 a 2023.

Estos cambios estructurales pueden tener como efecto disminuir la robustez y generalización de los resultados, especialmente en periodos de fuertes shocks como el descrito, involucrado en crisis económicas y eventos geopolíticos significativos. Otra limitación por señalar es el amplio espacio entre intervalos de confianza de las funciones de impulso respuesta, lo que genera cierta incertidumbre con respecto a si las interpretaciones son precisas y el alcance de los resultados propuestos Guzmán Plata y García Alba Iduñate (2007).

Asimismo, en cuanto a la estructura del modelo VAR se refiere es importante recalcar cierta critica recurrentes que la literatura resalta inherentes a su estructura. La posible especificación incorrecta del modelo y sus estimaciones debido a la omisión de posibles variables relevantes dentro del modelo. Para el presente estudio, se aplicaron criterios de información para la selección de los rezagos óptimos, además se incluyeron variables clave mencionadas por la literatura, pese a esto, no se puede descartar la influencia de variables omitidas mencionadas en estudios similares como políticas energéticas especificas o variables globales no incluidas.

Finalmente, es importante mencionar las restricciones ligadas al modelo VAR estructurado (SVAR), utilizado en el presente estudio, estas restricciones giran en torno a la identificación de relaciones causales entre las variables, las cuales, suelen ser objeto de crítica entre investigadores. Estas críticas se fundamentan en que el modelo depende de supuestos teóricos, los cuales, si bien se encuentran fundamentados desde la literatura, pueden no reflejar la realidad de la evidencia empírica. Esto a su vez, podría afectar la validez de los resultados y ser cuestionados en su aplicación en políticas económicas. A pesar de las limitaciones, los modelos VAR utilizados de manera adecuada y con un marco teórico y empírico que lo sustente, en el análisis de variables, son herramientas valiosas para describir dinámicas entre variables y realizar pronósticos a futuro para sistemas complejos Guzmán Plata y García Alba Iduñate (2007).

Conclusiones y recomendaciones

El presente artículo sobre la relación de las fluctuaciones del precio del petróleo Brent y la tasa de desempleo de Alemania permite analizar la dinámica de estas variables, especialmente en los mecanismos de transmisión y respuesta del mercado laboral ante choques de oferta.

De manera general, los resultados obtenidos indican que, a pesar de que de las variaciones en el precio del petróleo inciden significativamente en la tasa de desempleo en Alemania, no se encuentra evidencia de que exista una relación recíproca. Por tanto, la tasa de desempleo no influye directamente en la formación del precio del petróleo. Además, al desagregar los resultados mediante la descomposición de Cholesky, se identifica una relación entre ambas variables con un signo (dirección) no esperado, pues no sigue el patrón teórico propuesto ni empírico previamente comprobado por (Löschel y Oberndorf, 2009). A pesar de que la teoría económica predice que un aumento en el precio del petróleo debería causar un incremento en el desempleo debido a la

mayor presión sobre los costos de producción. Los resultados muestran una correlación negativa entre ambas variables tanto en la matriz de covarianza como en la de correlación de residuos, lo que indica que el aumento del precio del petróleo Brent no necesariamente provoca un aumento inmediato en la tasa de desempleo de Alemania. Este comportamiento se refleja de manera destacada en las funciones de impulso-respuesta, donde el impacto en el desempleo por cambios en el precio del petróleo resulta ser opuesto al esperado, lo que sugiere que la relación entre estas dos variables es más compleja y menos directa que lo indicado por modelos teóricos y empíricos previos.

A pesar de que la teoría económica predice que un aumento en el precio del petróleo debería causar un incremento en el desempleo debido a la mayor presión sobre los costos de producción. Los resultados muestran una correlación negativa entre ambas variables tanto en la matriz de covarianza como en la de correlación de residuos, lo que indica que el aumento del precio del petróleo Brent no necesariamente provoca un aumento inmediato en la tasa de desempleo de Alemania. Este comportamiento se refleja de manera destacada en la funcione de impulso-respuesta, donde el impacto en el desempleo por cambios en el precio del petróleo resulta ser opuesto al esperado, lo que sugiere que la relación entre estas dos variables es más compleja y menos directa que lo indicado por modelos teóricos y empíricos previos.

En esta línea, es evidente nuestra conclusión innovadora gracias a la comparación directa realizada con los resultados obtenidos por Löschel y Oberndorf (2009). En su investigación, los autores encontraron que los cambios en el precio del petróleo afectan a diversas variables macroeconómicas, incluyendo positivamente al desempleo en Alemania. A diferencia de los hallazgos de Löschel y Oberndorf (2009), donde los impactos eran más variables, nuestra investigación presenta además una reacción en primera instancia negativa y posteriormente menos volátil, lo que refleja la capacidad de la economía alemana para adaptarse y amortiguar los efectos de los choques de oferta. Este resultado también se alinea con la evidencia presentada por Ordóñez, Monfort y Cuestas, quienes, en 2019, es decir un contexto más actual de España, hallaron que los efectos del precio del petróleo sobre el desempleo varían considerablemente antes y después de la crisis financiera de 2008, lo que subraya la importancia del contexto económico y temporal en la relación entre estas variables.

Una de las contribuciones metodológicas de nuestro estudio, que refuerza los hallazgos anteriores, es la selección de dos rezagos en el modelo VAR estructural, siguiendo los criterios de información como AIC, SC y HQ, tal como lo hicieron Erkan et al. (2011) en su investigación sobre Turquía. Este número de rezagos ha demostrado ser adecuado para modelar las interacciones entre el precio del petróleo y la tasa de desempleo, incluso en una economía avanzada como la alemana. La elección metodológica del SVAR muestra que un enfoque más simple y menos dimensional permite ser tan efectivo como modelos complejos, teniendo así implicaciones necesarias para la realización de políticas económicas, al simplificar la interpretación y aplicación de lo obtenido en el modelo.

De igual modo, el estudio manifiesta la necesidad de mayores análisis sobre los efectos de la transición energética en el mercado laboral. Cada día existe mayor transición hacia fuentes de energía sostenible; por tanto, las políticas de gasto relacionadas con energía, las inversiones en energías renovables y la eficiencia energética como sinónimo de intensidad energética deben ser consideradas en próximos estudios sobre el desempleo. Así, dada la evolución tecnológica y la diversificación energética, se recomienda indagar sobre la relación entre los gastos en transición energética y las diferentes situaciones en el mercado laboral, pues esta variable podría tener un papel determinante en la reducción de los efectos negativos del precio del petróleo sobre el desempleo.

Esta perspectiva distinta podría promover el gasto en esta línea de inversiones ya que podrían no solo reducir los efectos sobre los canales de transmisión de shocks sino que también de utilizarse talento y recursos internos en esta transición generar empleo directamente.

Finalmente, el presente articulo contiene ciertas limitaciones importantes. Los choques estructurales como la crisis financiera de 2008, la pandemia de Covid-19 y la guerra en Ucrania han modificado significativamente la trayectoria de los precios del petróleo, es decir, la estabilidad de los resultados en el periodo de estudio pudo haber sido afectados. Además, las críticas recurrentes a los modelos VAR, tales como la posible omisión de variables relevantes o la inestabilidad de los coeficientes a lo largo del tiempo, deben ser consideradas al

interpretar los resultados. A pesar de estas limitaciones, los modelos VAR estructurales continúan siendo herramientas útiles para analizar la dinámica entre variables macroeconómicas complejas, siempre y cuando se utilicen con un enfoque teórico sólido.

Referencias Bibliográficas

Banco Mundial. (2024). Página principal. World Bank Open Data | Data

Brown, S. P. A., & Yücel, M. K. (2002). *Energy prices and aggregate economic activity: An interpretative survey*. Federal Reserve Bank of Dallas Working Paper. Recuperado de Energy prices and aggregate economic activity: an interpretative survey - ScienceDirect

Cuestas, J. C., & Gil-Alana, L. A. (2016). *Oil shocks on unemployment in Central and Eastern Europe*. Working Paper, University of Navarra. Recuperado de Oil prices, unemployment and the financial crisis in oil-importing countries: The case of Spain - ScienceDirect

Erkan, B., Şentürk, M., Akbaş, Y. E., & Bayat, T. (2011). *La volatilidad de los precios internacionales del petróleo crudo y su efecto en los indicadores de desempleo: El caso de Turquía*. Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 10(2), 715-730

Eurostat. (2024). Data visualisations: Agriculture, environment, transport. Comisión Europea. Recuperado de Data visualisations - Eurostat

Granger, C. W. J., & Newbold, P. (1974). *Spurious regressions in econometrics*. Journal of Econometrics, *2*(2), 111-120. Recuperado de Spurious regressions in econometrics - ScienceDirect

Guzmán Plata, M. de la P., & García Alba Iduñate, P. (2008). *El modelo VAR y sus principales problemas*. Panorama Económico, 3(6), 95-117.

Hamilton, J. D. (1996). *This is what happened to the oil price-macroeconomy relationship*. Journal of Monetary Economics, 38(2), 215-220. Recuperado de https://doi.org/10.1016/S0304-3932(96)01282-2

Hamilton, J. D. (2009). *Causes and consequences of the oil shock of 2007-08*. NBER Working Paper No. 15002. Recuperado de https://doi.org/10.3386/w15002

Kilian, L. (2008). *The economic effects of energy price shocks*. Journal of Economic Literature, 46(4), 871-909. Recuperado de https://doi.org/10.1257/jel.46.4.871

Kilian, L. (2014). *Oil price shocks: Causes and consequences*. Annual Review of Resource Economics, 6, 133-154. Recuperado de https://doi.org/10.1146/annurev-resource-083013-114701

Kilian, L., & Murphy, D. P. (2013). *THE ROLE OF INVENTORIES AND SPECULATIVE TRADING IN THE GLOBAL MARKET FOR CRUDE OIL*. Journal Of Applied Econometrics, 29(3), 454-478.

Mankiw, N. G. (2012). *Principios de Economía* (6.ª ed., Ma. G. Meza y Staines & Ma. P. Carril Villarreal, Trads.). Cengage Learning Editores, S.A. de C.V. Recuperado de Principios de Economia - Mankiw - 6ta.pdf - Google Drive

Mellquist, H., & Femermo, M. (2007). *The relationship between the price of oil and unemployment in Sweden*. Paper within Economics. Jönköping University.

Novales, A. (2017). *Modelos vectoriales autoregresivos (VAR)*. Universidad Complutense. Recuperado de https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41459/VAR.pdf

Labandeira, X., León, C. J., & Vázquez, M. X. (2007). *Economía ambiental*. Pearson Educación.

Löschel, A., & Oberndorfer, U. (2009). *Oil and unemployment in Germany*. ZEW Discussion Papers No. 08-136. Recuperado de https://hdl.handle.net/10419/27619

Oficina Federal de Estadística de Alemania (Destatis). (2025). Cuentas nacionales – Producto interno bruto (PIB) en Alemania. Recuperado el 24 de enero de 2025, de Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts in Deutschland (Jahresdaten)

Sill, K. (2007). *The macroeconomics of oil shocks*. Business Review, Q1, 3-16. Recuperado de https://www.philadelphiafed.org/-/media/frbp/assets/economy/articles/business-review/2007/q1/br_q1-2007-3_oil-shocks.pdf

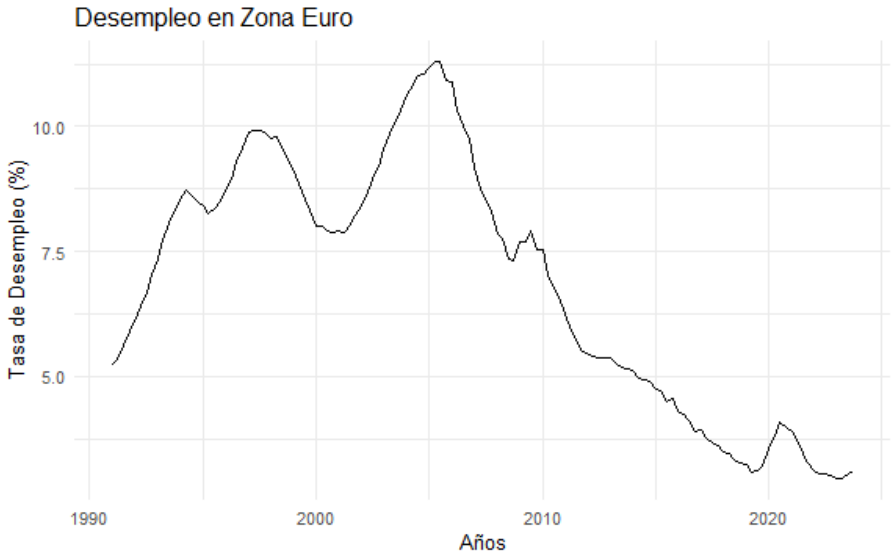
Stock, J. H., & Watson, M. W. (2011). *Introduction to Econometrics* (3rd ed.). Pearson.

Schmidt, T., & Zimmermann, T. (2005). *Effects of oil price shocks on German business cycles*. RWI: Discussion Papers, No. 31. Recuperado de https://ssrn.com/abstract=784606

Schmidt, T., & Zimmermann, T. (2007). *Why are the effects of recent oil price shocks so small?* Ruhr Economic Papers, No. 29. Recuperado de https://ssrn.com/abstract=1088057

Anexos

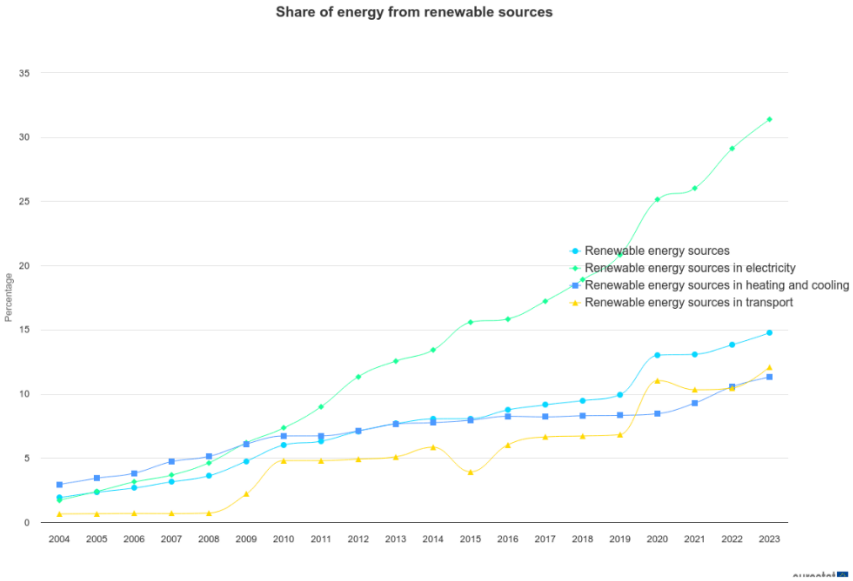
Anexo 1: *Tasa de desempleo – Zona Euro*



Fuente: Banco Mundial (2024).

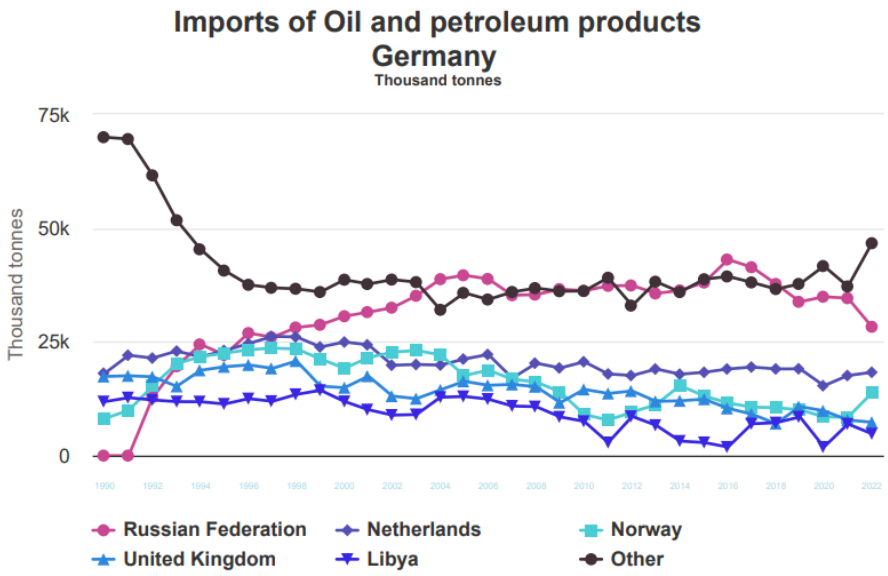
Elaboración: Elaboración propia

Anexo 2: *Proporción de energía procedente de fuentes renovables*



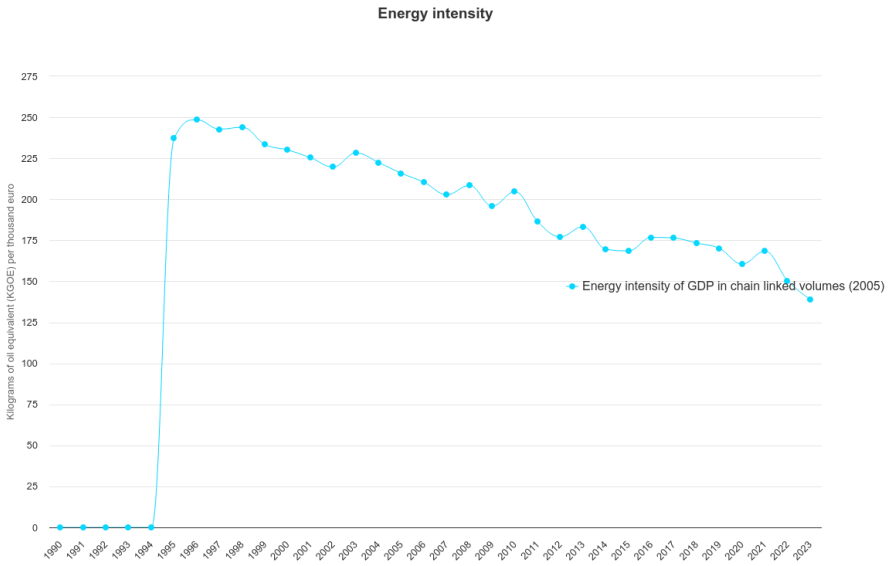
Fuente: Eurostat (2024)

Anexo 3: *Importaciones de petróleo y productos derivados del petróleo - Alemania (mil toneladas)*



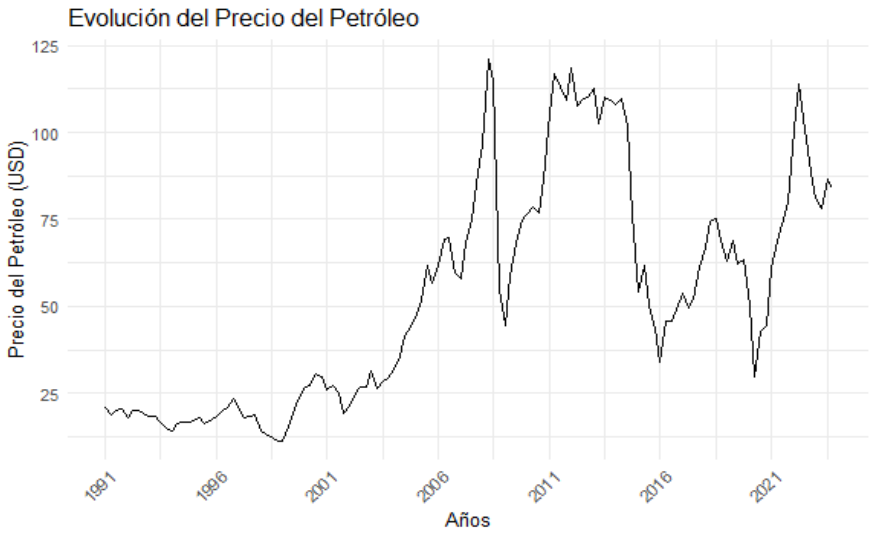
Fuente: Eurostat (2024)

Anexo 4: *Intensidad energética*



Fuente: Eurostat (2024)

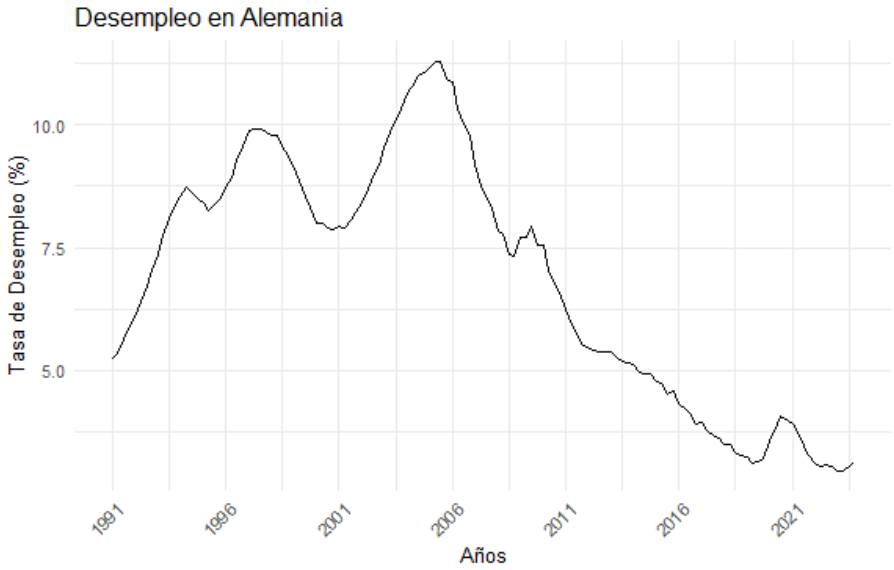
Anexo 5: *Precio del barril de petróleo (Brent)*



Fuente: Agencia Internacional de Energía (2024)

Elaboración: Elaboración propia

Anexo 6: *Tasa de desempleo – Alemania*



Fuente: Eurostat (2024)

Elaboración: Elaboración propia