



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
ICADE
y

ANÁLISIS DEL RIESGO GEOPOLÍTICO EN LA VOLATILIDAD DE LOS PRECIOS DEL PETRÓLEO

Autor: Cristina Díez Buisán
Director: Isabel Catalina Figuerola Ferretti

MADRID | Junio 2025

Resumen

Este trabajo analiza la relación entre el riesgo geopolítico global y la volatilidad del precio del petróleo, incorporando factores económicos y financieros relevantes como la oferta, la demanda, el mercado bursátil, el tipo de cambio y el índice de volatilidad VIX. Utilizando datos mensuales del periodo 2014-2024 y modelos de regresión lineal múltiple, se demuestra que el índice de riesgo geopolítico (GPR) influye significativamente en la inestabilidad del mercado del petróleo, especialmente durante eventos clave como la pandemia del COVID-19 o la guerra en Ucrania. A través de un análisis econométrico robusto, se identifican las variables más relevantes para explicar los picos de volatilidad, aportando evidencia empírica actualizada que complementa la literatura previa. Los resultados subrayan la creciente importancia del GPR como factor estructural en el mercado del petróleo.

Palabras clave

Riesgo geopolítico, volatilidad del petróleo, GPR, regresión lineal, guerra en Ucrania, COVID-19.

Abstract

This paper examines the relationship between global geopolitical risk and oil price volatility, incorporating key economic and financial factors such as supply, demand, equity markets, exchange rates, and the VIX index. Using monthly data from 2014 to 2024 and multiple linear regression models, the analysis confirms that the Geopolitical Risk Index (GPR) significantly affects oil market instability, particularly during major events like the COVID-19 pandemic or the war in Ukraine. Through a robust econometric approach, the most relevant variables explaining volatility peaks are identified, providing updated empirical evidence that enhances previous literature. The findings highlight the increasing importance of GPR as a structural factor in the oil market.

Key words

Geopolitical risk, oil volatility, GPR, linear regression, Ukraine war, COVID-19.

Índice

1. Introducción	6
1.1 Objetivo	6
1.2 Justificación e interés del tema	6
1.3 Metodología	7
1.4 Estructura	7
2. Marco teórico	8
2.1 El petróleo como commodity estratégico	8
2.2 Volatilidad en los mercados estratégicos	9
2.3 Riesgo geopolítico y mercados: teoría y antecedentes	10
2.4 Determinantes recientes de la volatilidad del petróleo	10
2.5 Eventos clave recientes: COVID-19 y Rusia-Ucrania	12
2.6 Estudios previos	13
2.7 Gaps en la literatura	15
3. Metodología	16
3.1 Variables seleccionadas	16
3.2 Fuente de datos	18
3.3 Herramientas	19
3.4 Descripción de datos	21
4. Relación estadística entre volatilidad del crudo y las variables seleccionadas	22
4.1 Comportamiento del precio del crudo en eventos clave	27
4.1.1 COVID-19	29
4.1.2 Guerra en Ucrania	30
4.1.3 Interacción entre la Dummy y la Demanda	31
5. Interpretación de resultados	32
6. Conclusiones	34
7. Declaración uso de Chat GPT	37
8. Bibliografía	39

Índice de Ilustraciones

<i>Tabla 1: Estadísticos descriptivos de los datos de las regresiones lineales</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 2: Regresión lineal. Modelo 1</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 3: Regresión lineal. Modelo 2.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 4: Regresión lineal. Modelo 3.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 5: Regresión lineal. Modelo con dummies.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 6: Regresión lineal. Interacción Dummy*Demanda.....</i>	<i>31</i>

Índice de Gráficos

<i>Gráfico 1: Gráfico temporal del precio del petróleo entre 2014 y 2024</i>	<i>27</i>
<i>Gráfico 2: Gráfico temporal del índice de volatilidad del crudo entre 2014 y 2024 ...</i>	<i>28</i>

1. Introducción

1.1 Objetivo

El objetivo principal de este trabajo es analizar la influencia del riesgo geopolítico sobre la volatilidad del mercado del petróleo durante el periodo comprendido entre enero de 2014 y diciembre de 2024. Para ello, se emplea como variable dependiente el índice OVX (Oil Volatility Index), que mide la volatilidad implícita del precio del crudo. La investigación pretende determinar en qué medida el índice de riesgo geopolítico global (GPR), junto con otras variables financieras como la oferta y demanda global de petróleo, el tipo de cambio del dólar, el mercado bursátil global (MSCI World Index) y el índice de volatilidad general del mercado (VIX), contribuyen a explicar las fluctuaciones en la volatilidad del crudo.

Este análisis busca responder a la siguiente pregunta de investigación: *¿En qué medida influye el riesgo geopolítico, en comparación con otros factores financieros y estructurales, en la volatilidad del precio del petróleo durante eventos clave como la pandemia de COVID-19 y la guerra en Ucrania?*

1.2 Justificación e interés del tema

En los últimos años, los mercados energéticos han estado marcados por un notable aumento en la volatilidad, provocado por la creciente inestabilidad geopolítica global. Eventos como la pandemia de COVID-19 o la guerra en Ucrania han desencadenado alteraciones brutales en la percepción del riesgo, afectando directamente al comportamiento del precio del crudo. La elección de este tema se justifica por su alta relevancia económica y política, así como por el interés académico que ha surgido recientemente por la inclusión del GPR como variable clave para explicar la dinámica de los mercados energéticos, como se señala en estudios como el de Figuerola-Ferretti et al. (2019).

Este trabajo pretende aportar una visión actualizada y centrada en la volatilidad (no únicamente en el precio del petróleo), aspecto que ha sido tratado con menor profundidad en la literatura previa. Además, integra herramientas estadísticas para demostrar la significación del riesgo geopolítico frente a otros factores tradicionalmente estudiados, como la oferta y la demanda global de crudo. Se espera que los resultados obtenidos

resulten útiles para empresas energéticas, analistas financieros y responsables de política económica, ya que permiten anticipar escenarios de alta volatilidad vinculados a tensiones geopolíticas.

1.3 Metodología

Este trabajo adopta un enfoque cuantitativo. A partir de la revisión de la literatura académica, se plantea una hipótesis que posteriormente es contrastada empíricamente mediante análisis estadístico de series temporales. La muestra está compuesta por 132 observaciones mensuales comprendidas entre enero de 2014 y diciembre de 2024.

Las variables utilizadas son: OVX como variable dependiente, y como independientes el GPR global, el retorno del precio del crudo (Brent), el retorno de la demanda y la oferta global de petróleo, el retorno del MSCI World Index, el retorno del Dollar Index y el índice VIX. Los datos se han extraído de bases como VLAB (NYU Stern), la EIA (U.S. Energy Information Administration), FactSet y la página oficial del GPR.

Para garantizar la validez estadística, se aplicó el test de Dickey-Fuller aumentado (ADF), transformando a log-return las variables no estacionarias. Posteriormente, se realizaron regresiones lineales múltiples con mínimos cuadrados ordinarios (MCO) mediante el software econométrico Gretl. También se incluyeron variables ficticias (dummies) para capturar el efecto puntual de la pandemia del COVID-19 y la guerra en Ucrania sobre la volatilidad, así como también una interacción entre la dummy COVID-19 y la demanda global del crudo.

1.4 Estructura

El presente trabajo se estructura en siete apartados. En el primer capítulo se presenta la introducción, donde se exponen el objetivo, la justificación, la metodología empleada y la organización del contenido. En el segundo capítulo se desarrolla el marco teórico, que ofrece una revisión de la literatura sobre la naturaleza estratégica del petróleo, la relación entre riesgo geopolítico y volatilidad, y los eventos clave recientes.

En el tercer capítulo se incluye una descripción detallada de los datos utilizados, explicando la procedencia de cada variable, el periodo de análisis y los estadísticos descriptivos. El cuarto capítulo está dedicado al análisis empírico: se realizan las

regresiones, se interpretan los resultados estadísticos y se examina el efecto de los eventos globales mediante dummies.

El quinto apartado recoge la interpretación general de los resultados, estableciendo conexiones con la literatura académica. El sexto capítulo presenta las conclusiones, donde se responde a la pregunta de investigación, se discuten las implicaciones prácticas y se proponen futuras líneas de investigación. Finalmente, el trabajo se cierra con la bibliografía en formato APA.

2. Marco teórico

2.1 El petróleo como commodity estratégico.

El petróleo ha sido, y continúa siendo, uno de los recursos más estratégicos para la economía mundial. No solo es una fuente de energía esencial para el transporte, la producción y la generación eléctrica, sino que además está profundamente vinculado con la estabilidad geopolítica global. Su importancia no radica únicamente en su valor económico directo, sino en cómo su producción, distribución y precio están ligados a las decisiones políticas de los principales países productores y consumidores (Alonso Álvarez et al., 2022).

A diferencia de otros bienes, el petróleo se comporta como un commodity estratégico porque su disponibilidad y precio afectan a nivel macroeconómico. Cambios en la oferta o en la demanda pueden provocar fluctuaciones relevantes en los mercados financieros, decisiones de inversión o incluso conflictos internacionales. Como explican Alonso Álvarez et al. (2022), la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), en particular, tiene un papel clave como actor dominante en el mercado global, capaz de influir en los precios a través de decisiones estratégicas de producción. Esta capacidad de influir en el precio es una de las razones por las que el petróleo se considera tan sensible a los factores geopolíticos.

En este sentido, el petróleo no es solo un producto más en los mercados internacionales. Tal y como señalan Caldara e Iacoviello (2022), su precio responde con fuerza ante la aparición de tensiones políticas o conflictos armados, ya que estos eventos incrementan la percepción de riesgo y la incertidumbre sobre el suministro futuro. Estas situaciones

geopolíticas pueden generar un efecto inmediato en los mercados, incluso aunque no se produzca un cambio real en la oferta o en la demanda física del crudo.

Por otra parte, las decisiones estratégicas de la OPEP, como reducir o aumentar la producción para estabilizar precios, han mostrado ser determinantes en los ciclos de precios del petróleo durante las últimas décadas (Alonso Álvarez et al., 2022). Por ejemplo, durante los años posteriores a 2014, se evidenció cómo esta organización pasó de priorizar la defensa de su cuota de mercado a buscar la estabilización de los precios globales, lo que demuestra que el petróleo es más que un bien económico: es también una herramienta de poder político y económico global.

Si bien, entender el petróleo como un commodity estratégico es fundamental para el análisis que se desarrolla en este trabajo. La volatilidad en sus precios no puede entenderse únicamente desde la lógica de la oferta y la demanda, sino que también requiere tener en cuenta los contextos de inestabilidad política, los conflictos armados y las decisiones estratégicas de los grandes actores del mercado (Caldara & Iacoviello, 2022; Alonso Álvarez et al., 2022).

2.2 Volatilidad en los mercados estratégicos.

El mercado de la energía, en especial el del petróleo, ha estado históricamente marcado por una alta volatilidad. Esta volatilidad no solo responde a factores estructurales del propio mercado, como la oferta limitada y la concentración geográfica de los recursos, sino también a shocks externos, entre los que destacan los eventos geopolíticos y económicos de gran escala.

Según Mascarilla et al. (2010), la energía es una de las principales commodities no renovables del comercio internacional, y su mercado presenta una estructura compleja que, en muchos casos, responde a dinámicas de oligopolio, especialmente en el caso del petróleo, donde la OPEP juega un rol estabilizador ajustando la producción según la evolución de los precios. Sin embargo, la creciente participación de instrumentos financieros como futuros y opciones ha acentuado los ciclos de especulación, incrementando la volatilidad de los precios (Mascarilla et al., 2010).

Asimismo, la falta de elasticidad en la oferta y la demanda de energía a corto plazo también contribuye a esta inestabilidad. En escenarios donde la producción no puede

ajustarse rápidamente a los cambios en la demanda (como ocurre habitualmente ante crisis geopolíticas) los precios tienden a fluctuar bruscamente (Mascarilla et al., 2010).

Desde una perspectiva empírica, Caldara e Iacoviello (2022) demuestran que los aumentos en el índice de riesgo geopolítico (GPR) están estrechamente relacionados con una mayor probabilidad de desastres económicos y con una caída en la inversión y el empleo. Este tipo de riesgo afecta de forma más aguda a industrias altamente expuestas, como la energética, donde la volatilidad de los precios del crudo responde tanto a amenazas como a materializaciones de conflictos geopolíticos (Caldara & Iacoviello, 2022).

2.3 Riesgo geopolítico y mercados: teoría y antecedentes.

Desde una perspectiva económica, el riesgo geopolítico puede definirse como la amenaza, escalada o materialización de eventos adversos relacionados con conflictos armados, terrorismo o tensiones internacionales (Caldara & Iacoviello, 2022). Estos eventos alteran las condiciones normales de intercambio internacional y pueden tener efectos directos e indirectos sobre la economía global. En particular, afectan a las decisiones de inversión, al comercio exterior, al empleo y al crecimiento, ya que aumentan la incertidumbre y reducen la confianza de los mercados (Caldara & Iacoviello, 2022). El GPR, basado en la frecuencia de noticias en prensa sobre este tipo de eventos, ha demostrado ser un indicador válido para captar el impacto percibido del entorno geopolítico en tiempo real (Caldara & Iacoviello, 2022).

Durante los últimos años, eventos como la pandemia de COVID-19 y la guerra en Ucrania han generado picos significativos en el Índice de Riesgo Geopolítico (GPR), que coinciden con periodos de fuerte volatilidad en los mercados del crudo (Caldara & Iacoviello, 2022). Esta correlación ha sido también señalada por Alonso Álvarez et al. (2022), quienes destacan que los shocks geopolíticos no solo afectan a los niveles de precio, sino también al comportamiento especulativo de los actores financieros, lo que amplifica la respuesta del mercado.

2.4 Determinantes recientes de la volatilidad del petróleo

La volatilidad del precio del petróleo ha sido objeto de una intensa atención académica, especialmente tras los recientes eventos como la pandemia de la COVID-19 o la guerra

en Ucrania. Los estudios más actuales coinciden en que esta volatilidad no se explica únicamente a través de los fundamentos tradicionales de oferta y demanda, sino que también responde a factores financieros y especulativos.

Uno de los determinantes estructurales más destacados es la oferta de petróleo, la cual sigue desempeñando un papel clave en la formación de precios. Figuerola-Ferretti et al. (2019) explican que choques de oferta provocados por decisiones de la OPEP, interrupciones logísticas o eventos geopolíticos inesperados pueden desencadenar oscilaciones significativas en los precios. Además, subrayan cómo tecnologías como el fracking han transformado la capacidad de reacción de algunos países productores ante crisis energéticas, modificando la dinámica del mercado.

Por otro lado, la demanda global de petróleo también actúa como un factor estructural esencial. Según Figuerola-Ferretti et al. (2019), los ciclos económicos, la evolución del consumo en economías emergentes como China e India, y situaciones extraordinarias como la pandemia, influyen directamente en la demanda y, en consecuencia, en la estabilidad del precio del crudo. La caída abrupta del consumo durante la COVID-19 es un ejemplo claro de cómo un evento global puede intensificar la volatilidad de forma inmediata.

Además de estos fundamentos, los mercados financieros han adquirido una relevancia creciente como transmisores de volatilidad. Cervera y Figuerola-Ferretti (2023) analizan la relación entre el precio del petróleo y los CDS (Credit Default Swaps) de empresas del sector energético. En su estudio, muestran que caídas en el precio del crudo aumentan la percepción de riesgo crediticio en el sector, lo que se traduce en un encarecimiento de los CDS. Esto evidencia una retroalimentación entre la inestabilidad del crudo y los mercados financieros, afectando tanto al coste de financiación como a la valoración bursátil de las empresas.

También se ha documentado la influencia del tipo de cambio del dólar estadounidense. Figuerola-Ferretti et al. (2019) señalan que, dado que el petróleo se comercia globalmente en dólares, una apreciación de esta moneda tiende a encarecer el crudo para países que no operan en dólares, lo que reduce la demanda global e incrementa la volatilidad.

Por último, un elemento clave es la especulación en los mercados energéticos. En su análisis sobre comportamientos explosivos en los precios del petróleo, Figuerola-Ferretti et al. (2019) utilizan métricas como el índice VIX y el índice de Working T para evaluar la actividad especulativa. Encuentran que, en momentos de alta incertidumbre financiera, la especulación puede generar desviaciones significativas del precio respecto a sus fundamentos, alimentando episodios de inestabilidad en el mercado.

En conjunto, estos estudios muestran que la volatilidad del petróleo no se puede entender solo desde una lógica clásica. Es necesario un enfoque más amplio que integre variables estructurales (como la oferta y la demanda), financieras (como el equity market y el dólar), y conductuales (como la especulación), especialmente cuando se trata de analizar periodos marcados por crisis globales o shocks geopolíticos relevantes.

2.5 Eventos clave recientes: COVID-19 y Rusia-Ucrania

En los últimos años, dos acontecimientos han alterado profundamente el equilibrio del mercado energético global: la pandemia de COVID-19 y la invasión rusa de Ucrania. Ambos episodios, diferentes en naturaleza, pero similares en alcance global, provocaron fuertes alteraciones en el precio y la volatilidad del petróleo. Estos efectos no pueden entenderse únicamente desde el prisma de la oferta y la demanda, sino que requieren incorporar el componente del riesgo geopolítico como variable explicativa clave.

El impacto del COVID-19 fue particularmente difícil. A medida que se imponían confinamientos a nivel mundial en 2020, la demanda de petróleo se desplomó drásticamente. Esto, combinado con una sobreoferta temporal, llevó a una situación sin precedentes en abril de ese año, cuando el precio del barril de WTI llegó a cotizar en negativo. Sin embargo, más allá de la caída en el consumo, el efecto más notable fue el aumento de la incertidumbre global, tanto sanitaria como económica. Según Sharif, Aloui y Yarovaya (2020), la pandemia intensificó la sensibilidad de los mercados energéticos frente a factores de miedo, incertidumbre política y especulación, generando picos de volatilidad no solo en el petróleo, sino en los mercados financieros en general.

Además, estudios recientes han observado que el efecto del COVID-19 sobre el índice de riesgo geopolítico (GPR) fue más acusado que sobre otros indicadores de incertidumbre económica como el EPU (Economic Policy Uncertainty). Esto sugiere que, desde el punto de vista de los inversores y actores económicos, la pandemia fue percibida no solo como

una crisis sanitaria, sino como una amenaza a la estabilidad política internacional (Sharif et al., 2020). El aumento del GPR en ese contexto se puede entender como una reacción al caos global y a la debilidad de las respuestas multilaterales.

Por otro lado, la guerra de Ucrania marcó un nuevo punto de inflexión en la relación entre política internacional y mercado energético. Rusia es uno de los principales exportadores de petróleo y gas del mundo, y su conflicto con Ucrania generó interrupciones inmediatas en el suministro y la logística energética mundial. Según la Reserva Federal (2022), la guerra tuvo un impacto directo en la inflación global y el encarecimiento de los productos energéticos, afectando especialmente a Europa. El conflicto no solo elevó los precios del crudo, sino que también generó una oleada de incertidumbre por las sanciones, la ruptura de contratos energéticos y la posibilidad de una escalada militar más amplia.

Ambos eventos pusieron en evidencia cómo factores inesperados y de alto impacto pueden alterar de forma brusca la estabilidad de los mercados. Aunque sus causas fueron distintas, en ambos casos se registraron aumentos significativos del índice GPR y picos de volatilidad en el precio del petróleo. Este tipo de situaciones refuerza la necesidad de incorporar el análisis del riesgo geopolítico en el estudio de los mercados energéticos, especialmente en contextos globalizados e interdependientes.

2.6 Estudios previos

Hoy en día, crece el interés académico por medir el impacto del riesgo geopolítico en los precios del petróleo, especialmente a raíz de los acontecimientos recientes como la pandemia de la COVID-19 y la guerra en Ucrania. Una de las herramientas más utilizadas para capturar estas tensiones es el índice de Riesgo Geopolítico (GPR, por sus siglas en inglés), desarrollado por Caldara e Iacoviello (2018). Este índice se basa en un algoritmo que rastrea artículos de prensa relacionados con eventos geopolíticos adversos (guerras, terrorismo, tensiones diplomáticas), a través de una muestra de periódicos de relevancia internacional, permitiendo obtener una medida mensual y diaria del riesgo (Caldara & Iacoviello, 2022).

Estudios como el de Gkillas et al. (2022) han demostrado que el índice GPR es una variable relevante para explicar las fluctuaciones del precio del petróleo, especialmente en contextos de alta incertidumbre. A través de metodologías como el análisis de condición necesaria (NCA) y fsQCA, concluyen que el riesgo geopolítico, junto con otros

factores como la producción mundial o las expectativas de los agentes económicos, es una condición importante para comprender la evolución del precio del crudo. Aunque el GPR por sí solo tiene un efecto moderado, su combinación con otras variables refuerza su influencia (Gkillas et al., 2022).

Otros autores han explorado el carácter bidireccional de esta relación. Ivanovski y Hailemariam (2022) analizan datos mensuales de 16 países entre 1997 y 2020 utilizando un modelo no paramétrico, y encuentran que los precios del petróleo están negativamente asociados con el riesgo geopolítico durante gran parte del periodo. Sin embargo, la volatilidad del precio del crudo sí se relaciona positivamente con un aumento del GPR. Este hallazgo es relevante, ya que sugiere que no solo los niveles de precios, sino también su inestabilidad, pueden actuar como detonantes de tensión política, especialmente en países exportadores de petróleo (Ivanovski & Hailemariam, 2022).

Además, estudios más recientes han profundizado en el análisis de los determinantes de la volatilidad del petróleo, integrando el GPR junto con variables financieras y estructurales. Por ejemplo, Figuerola-Ferretti et al. (2019) analizan la relación entre el GPR y los precios del petróleo en combinación con otros factores como la especulación financiera (medida mediante el índice VIX), la oferta y demanda, y el tipo de cambio del dólar. Su estudio emplea un modelo VAR con parámetros que varían en el tiempo y evidencia que los episodios de especulación financiera amplifican el efecto del riesgo geopolítico sobre la volatilidad del crudo.

De forma complementaria, Cervera y Figuerola-Ferretti (2023) utilizan una metodología cuantílica para estudiar la conexión entre los precios del petróleo y los mercados de derivados de crédito (CDS) de empresas del sector. Su análisis demuestra que los shocks de GPR no solo afectan al precio del crudo, sino también al riesgo percibido por los inversores financieros, generando efectos cruzados con los mercados bursátiles y de deuda corporativa.

Por último, el estudio de Pellini, Gazzani y Bellani (2023) ofrece una evidencia reciente y relevante que refuerza los hallazgos del presente trabajo. A través de un enfoque econométrico basado en modelos de regresión, los autores analizan cómo la incertidumbre geopolítica global afecta a los precios y la volatilidad de los mercados energéticos, con un foco particular en el petróleo. Su investigación concluye que los

shocks geopolíticos tienen un efecto significativo sobre el mercado del crudo, incluso al controlar por variables como el tipo de cambio, el equity market o la especulación. Esta coincidencia metodológica y empírica respalda la idea de que el índice de riesgo geopolítico (GPR) no solo es una variable explicativa relevante, sino también estructural en la dinámica de los precios y la inestabilidad del petróleo (Pellini et al., 2023).

2.7 Gaps en la literatura

Todos estos estudios mencionados tienden a centrarse en la relación entre riesgo geopolítico y el precio medio del petróleo, dejando en segundo plano su impacto específico sobre la volatilidad condicional. Ivanovski y Hailemariam (2022), por ejemplo, encuentran una asociación negativa entre el GPR y el precio del petróleo, pero reconocen que la volatilidad muestra una relación distinta, y aún poco explorada.

Por su parte, Gkillas et al. (2022) indican que el GPR, cuando se combina con otros factores como la producción global o las expectativas económicas, contribuye a explicar las fluctuaciones del precio, pero no se centran en su relación directa con la volatilidad estimada del crudo. Además, los trabajos que sí analizan la volatilidad, como los de Cervera y Figuerola-Ferretti (2023) y Figuerola-Ferretti et al. (2019) lo hacen desde una perspectiva multivariada, incluyendo variables como el equity market, el dólar o la especulación, pero sin centrarse específicamente en el papel del GPR como desencadenante principal de la inestabilidad.

En resumen, falta un análisis empírico que aborde de forma directa y sistemática el impacto del riesgo geopolítico (medido a través del GPR) sobre la volatilidad del petróleo, integrando además otras variables relevantes como la oferta, la demanda, los mercados financieros y la especulación, tal y como se ha identificado en la literatura más reciente. Este es el hueco específico que pretende cubrir este trabajo, combinando los avances metodológicos de estudios previos con un enfoque actualizado y centrado en eventos clave recientes. Además, estudios como el de Pellini y Brigo (2024) subrayan que el GPR ha pasado a convertirse en un factor estructural clave en la dinámica de la volatilidad de los precios energéticos, especialmente desde la guerra de Ucrania. Según estos autores, la incorporación del GPR en modelos de predicción se vuelve cada vez más necesaria, no solo como una variable explicativa más, sino como un indicador anticipado de cambios bruscos en los mercados. Esta evolución en la literatura justifica aún más la pertinencia

de este estudio, que se propone demostrar empíricamente el papel cada vez más determinante del riesgo geopolítico en la inestabilidad del petróleo frente a otras variables económicas tradicionales.

3. Metodología

3.1 Variables seleccionadas

Este trabajo utiliza un conjunto de variables seleccionadas a partir de la revisión de la literatura más reciente sobre los factores que explican la volatilidad del precio del petróleo. La variable dependiente del modelo será la volatilidad condicional del crudo, mientras que las demás actúan como variables explicativas. Para garantizar la validez del análisis econométrico, aquellas variables que se expresan en niveles (como los precios del crudo, la oferta, la demanda, el índice del dólar y el equity market) han sido transformadas a retornos (log-return) mediante Excel, con el objetivo de asegurar su estacionariedad antes de ser introducidas en Gretl. Las variables OVX, GPR y VIX se utilizarán en niveles.

A continuación, se describen las variables incluidas en el modelo:

- **Volatilidad del petróleo (OVX):** es la variable dependiente del análisis. OVX es el índice de volatilidad del petróleo basado en opciones del crudo (CBOE Crude Oil Volatility Index), y refleja las expectativas del mercado sobre la variabilidad futura del precio del petróleo. Se ha empleado en diversos estudios como proxy de la incertidumbre en el mercado energético (Figuerola-Ferretti et al. 2019).
- **Índice de riesgo geopolítico (GPR):** esta variable mide el grado de tensión política y conflictos internacionales, y ha sido ampliamente utilizada para estudiar su impacto sobre el petróleo. Se basa en el análisis de artículos de prensa que mencionan eventos como guerras, amenazas terroristas o tensiones diplomáticas (Caldara & Iacoviello, 2022).
- **Oferta de petróleo:** hace referencia a la cantidad total de crudo que se produce a nivel mundial. La literatura identifica que cambios en la oferta, especialmente decisiones de la OPEP o interrupciones geopolíticas tienen efectos directos sobre la volatilidad del petróleo (Figuerola-Ferretti et al. 2019).
- **Demanda de petróleo:** representa el nivel de consumo global de petróleo, influido por el crecimiento económico, el ciclo industrial y la recuperación post-

pandemia. Variaciones en la demanda también pueden generar inestabilidad en el mercado, especialmente cuando son inesperadas (Cervera y Figuerola-Ferretti 2023).

- **Índice del dólar (DXY):** este índice recoge la evolución del valor del dólar estadounidense frente a una cesta de monedas. Dado que el petróleo se cotiza internacionalmente en dólares, un aumento en su valor suele traducirse en una menor demanda global, afectando al precio y su volatilidad (Figuerola-Ferretti et al. 2019).
- **Equity market:** el comportamiento de los mercados bursátiles, especialmente el S&P 500, se ha relacionado con los precios del petróleo debido a su conexión con las expectativas económicas globales. Además, el equity market refleja la percepción de riesgo por parte de los inversores (Cervera y Figuerola-Ferretti 2023).
- **Especulación (VIX):** el índice VIX mide la volatilidad implícita del S&P 500 y se ha utilizado como indicador de especulación y miedo en los mercados financieros. Se considera un determinante indirecto de la volatilidad del petróleo, ya que mayores niveles de incertidumbre general suelen coincidir con comportamientos más inestables en el crudo (Figuerola-Ferretti et al. 2019).

Además de las variables estructurales y financieras incluidas en el modelo, se han incorporado también dummies específicas para eventos recientes relevantes. Estas variables permiten capturar el impacto diferencial que ciertos episodios extraordinarios pueden tener sobre la volatilidad del petróleo, al margen de los factores habituales del mercado. En particular, se pretende analizar si eventos como la pandemia de la COVID-19 o la guerra entre Rusia y Ucrania generaron cambios significativos en el comportamiento del mercado energético, que no pueden explicarse únicamente por variaciones en oferta, demanda u otros indicadores globales.

- **Dummy COVID-19:** esta variable dicotómica (dummy) tomará el valor 1 durante el periodo en el que el mercado experimentó el primer impacto de la pandemia de COVID-19, y 0 en el resto del tiempo. Su inclusión permite comprobar si ese evento puntual generó un efecto significativo sobre la volatilidad del petróleo, más allá de las variables estructurales del modelo.

- **Dummy guerra Rusia–Ucrania:** del mismo modo, se construirá una variable dummy que tome valor 1 durante el periodo de inicio y desarrollo de la guerra entre Rusia y Ucrania, y 0 en el resto. Esto permitirá identificar si este evento geopolítico reciente ha tenido un efecto diferenciador sobre la volatilidad del mercado energético.

Estas variables permitirán analizar cómo la volatilidad del petróleo responde no solo a eventos geopolíticos, sino también a cambios en el entorno macroeconómico y financiero, ofreciendo una visión más completa del funcionamiento del mercado energético en contextos de alta incertidumbre.

3.2 Fuente de datos

Para desarrollar el análisis empírico de este trabajo, se ha recurrido a diversas fuentes de datos. Cada variable utilizada, se ha extraído de bases de datos específicas, adaptadas a su naturaleza y a la disponibilidad histórica. A continuación, se detallan las fuentes correspondientes a cada conjunto de datos empleado.

Los datos sobre la volatilidad del petróleo (OVX), la volatilidad del mercado bursátil (VIX), el comportamiento del equity market (S&P 500) y el índice del dólar (DXY) se han extraído del Volatility Laboratory (V-Lab), una plataforma del Volatility Institute de la NYU Stern School of Business. V-Lab ofrece datos en tiempo real y pronósticos de volatilidad para distintos tipos de activos financieros mediante modelos econométricos avanzados como GARCH. Su misión es proporcionar herramientas de análisis del riesgo financiero útiles para investigadores, reguladores e inversores, permitiendo estudiar fenómenos como la volatilidad persistente, el riesgo sistémico, la correlación entre activos o la respuesta de los mercados ante shocks inesperados. En el caso del petróleo, V-Lab proporciona el índice OVX, que recoge la volatilidad implícita basada en opciones sobre crudo, y es ampliamente utilizado como medida del nivel de incertidumbre en este mercado específico (Volatility Laboratory, s.f.).

El Índice de Riesgo Geopolítico (GPR), desarrollado por Caldara e Iacoviello se construye a partir del análisis textual de artículos de prensa internacionales, identificando menciones a eventos como guerras, conflictos, amenazas terroristas o tensiones diplomáticas. Se trata de una herramienta que ha ganado protagonismo en estudios recientes sobre relaciones internacionales, economía y energía, ya que permite cuantificar

la intensidad del riesgo político global de forma sistemática y comparable en el tiempo. El GPR se presenta en frecuencia mensual y está disponible públicamente en su página oficial (Caldara & Iacoviello, 2022).

Por otro lado, los precios históricos del crudo tipo Brent se han obtenido de la plataforma FactSet, una empresa estadounidense especializada en la provisión de datos financieros, análisis de mercado y soluciones de inteligencia económica. FactSet ofrece información consolidada sobre activos financieros, índices, materias primas y empresas. En este trabajo, se han seleccionado los precios de cierre mensual del crudo Brent desde enero de 2014 hasta enero de 2024, con el objetivo de cubrir un periodo que incluya los eventos de mayor impacto geopolítico reciente: la pandemia de COVID-19 y el inicio de la guerra entre Rusia y Ucrania (FactSet, s.f.).

En cuanto a las variables de oferta y demanda de petróleo, los datos provienen de la U.S. Energy Information Administration (EIA), la agencia oficial de estadísticas energéticas del Departamento de Energía de los Estados Unidos. La EIA recopila, analiza y publica información sobre producción, consumo, reservas y flujos comerciales de energía, y es considerada una de las fuentes más fiables y completas en el ámbito energético internacional. Esta base de datos ha sido seleccionada no solo por su prestigio institucional, sino también porque es utilizada como fuente de referencia en estudios previos, como el de Figuerola-Ferretti et al. 2019 quienes emplean los datos de producción y consumo de petróleo global publicados por la EIA para analizar el comportamiento de las burbujas especulativas y la dinámica del precio del crudo. En su investigación, los autores señalan expresamente que “the series for oil production and oil consumption are obtained from the U.S. Energy Information Administration” (Figuerola-Ferretti et al. 2019), lo que respalda aún más la elección de esta fuente en el presente estudio.

3.3 Herramientas

Para estudiar la relación entre el riesgo geopolítico global y la volatilidad del precio del petróleo, se ha utilizado un enfoque cuantitativo basado en el análisis de series temporales mensuales y en la estimación de modelos de regresión lineal múltiple. El primer paso metodológico consistió en la búsqueda, recopilación y organización de los datos. La variable dependiente, el índice OVX (volatilidad implícita del petróleo), se obtuvo desde

la plataforma VLAB de NYU Stern, donde los datos se presentaban en frecuencia diaria. A través de una tabla dinámica en Excel, esta información se transformó a formato mensual, de forma coherente con el resto de las variables del modelo.

Posteriormente, se estandarizó el conjunto de datos y se aplicaron transformaciones logarítmicas (utilizando la fórmula LN) a aquellas variables que presentaban tendencia, con el objetivo de estabilizar su varianza y asegurar la estacionariedad. Estas transformaciones son fundamentales en el análisis de series temporales, ya que permiten que los modelos econométricos cumplan con los supuestos necesarios para que las estimaciones sean válidas y robustas.

Una vez organizado y preparado el conjunto de datos, se utilizó el software econométrico Gretl para estimar los modelos de regresión. El análisis se centró exclusivamente en modelos múltiples, ya que el objetivo no era explorar relaciones bivariados, sino aislar el efecto del riesgo geopolítico controlando por otros factores relevantes. Se construyeron tres modelos progresivos: en cada uno de ellos se eliminaron las variables con menor significación estadística hasta obtener una especificación más simple, eficiente y sólida. Esta estrategia permitió mejorar los indicadores globales del modelo (como el R^2 ajustado o los criterios de Akaike y Schwarz) y garantizar que las variables retenidas aportaran información relevante al análisis.

Además, para reforzar el componente aplicado del trabajo, se incorporaron variables ficticias (dummies) con el fin de analizar el impacto de eventos concretos sobre la volatilidad del petróleo. Estas dummies se construyeron a partir de los picos identificados previamente en los gráficos temporales realizados en Excel. En concreto, se introdujeron dos variables dicotómicas: D_COVID, que representa los meses de mayor impacto de la pandemia en 2020, y D_Guerra, que recoge el periodo entre junio de 2021 y abril de 2022 vinculado al conflicto entre Rusia y Ucrania. Su inclusión en el modelo permitió medir de forma puntual si estos acontecimientos extremos tuvieron un efecto adicional y significativo sobre la inestabilidad del mercado del crudo.

Luego se introdujo una nueva variable, la intersección entre la dummy COVID-19 y la variable de la demanda global del crudo, ya que en la regresión anterior la demandada no salía significativa, por lo que se quiso observar si la demanda lo era en estos periodos específicos.

En resumen, la combinación de Excel para el tratamiento inicial de los datos y la visualización gráfica, junto con Gretl para la estimación econométrica, ha permitido aplicar un enfoque sistemático, riguroso y adaptado a los objetivos del trabajo. El uso de herramientas accesibles pero potentes ha facilitado la construcción de un modelo sólido, capaz de responder con claridad a la pregunta planteada sobre la influencia del riesgo geopolítico en la volatilidad del petróleo.

3.4 Descripción de datos

La muestra utilizada en este trabajo abarca el periodo comprendido entre enero de 2014 y diciembre de 2024, lo que proporciona un total de 132 observaciones mensuales por variable. Este rango temporal ha sido seleccionado porque cubre los principales episodios de inestabilidad y volatilidad en el mercado del petróleo en la última década, tal y como se aprecia en el gráfico temporal del índice OVX incluido más adelante. Dentro del periodo analizado se incluyen eventos clave como la pandemia de COVID-19 y la guerra de Ucrania, que han generado impactos notables sobre el precio del crudo y la percepción de riesgo global. Por tanto, el horizonte de análisis elegido permite capturar de forma representativa los picos de volatilidad más relevantes del mercado energético contemporáneo.

La frecuencia mensual de los datos permite obtener un nivel adecuado de precisión sin introducir el ruido que podría surgir en observaciones diarias, y además es consistente con la disponibilidad de varias de las fuentes utilizadas. La variable dependiente principal es el índice OVX, que mide la volatilidad implícita del precio del petróleo y ha sido extraído del portal VLAB de la NYU Stern School of Business. Como variables explicativas se incluyen: el índice de riesgo geopolítico global (GPR), desarrollado por Caldara e Iacoviello (2022); el precio del petróleo (Brent), obtenido desde la plataforma FactSet; y un conjunto de variables adicionales motivadas por la literatura reciente (como el artículo *Oil Bubbles*), que han demostrado influir sobre la volatilidad del crudo. Estas incluyen el índice de demanda global de petróleo, el índice de oferta global, el índice de renta variable global (VIX), el índice del dólar estadounidense (Dollar Index) y una medida del equity market, extraídas de fuentes como la EIA, VLAB y FactSet.

A continuación, se presentan los estadísticos descriptivos básicos de cada una de las variables utilizadas: media, error estándar, mediana, desviación estándar, valor máximo

y mínimo. Esta caracterización inicial permite comprender mejor la naturaleza de cada indicador, su rango de variación y el comportamiento general que presentan a lo largo del periodo analizado.

Tabla 1: Estadísticos descriptivos de los datos de las regresiones lineales

Variable	Mean	Standard Error	Median	Standard Deviation	Sample Variance	Minimum	Maximum	Count
OVX	0,849	0,021	0,788	0,246	0,061	0,615	2,089	133
GPR_global	106,517	2,905	102,580	33,505	1122,611	58,421	318,955	133
Return_petróleo	-0,002	0,009	0,006	0,106	0,011	-0,659	0,344	132
Return_OilSupply	0,000	0,001	0,002	0,017	0,000	-0,156	0,027	132
Return_OilDemand	0,001	0,002	0,002	0,021	0,000	-0,086	0,052	132
Return_Equitymkt	0,001	0,025	-0,016	0,283	0,080	-0,651	1,446	132
Return_Dollar	0,002	0,010	-0,014	0,116	0,013	-0,286	0,755	132
VIX	1,125	0,022	1,060	0,251	0,063	0,809	2,399	133

Fuente: Elaboración propia

La tabla 1 resume las estadísticas descriptivas de las variables empleadas en el modelo. Se observa que el índice de volatilidad del petróleo (OVX) presenta una media de 0,84 con un máximo de 2,08, lo que refleja episodios de alta incertidumbre como los analizados. El GPR global alcanza una media de 106,5, con valores extremos que superan los 300, lo que confirma la presencia de picos de tensión geopolítica durante el periodo. En cuanto a los retornos logarítmicos, tanto del precio del petróleo como del resto de variables (oferta, demanda, equity, dólar), todas muestran medias cercanas a cero y una dispersión relativamente contenida, lo cual es esperable en series de retornos. El VIX, con una media de 1,12, también destaca por su variabilidad, reflejando su papel como barómetro de la incertidumbre financiera general.

4. Relación estadística entre volatilidad del crudo y las variables seleccionadas

Como ya se ha mencionado, antes de realizar la regresión múltiple, fue necesario transformar algunas de las variables a formato de retornos mensuales. Esto se debe a que, para poder aplicar correctamente el modelo de mínimos cuadrados ordinarios, es fundamental que los datos sean estacionarios, es decir, que su media y varianza se mantengan constantes a lo largo del tiempo. Muchas variables económicas y financieras como los precios, las demandas o los tipos de cambio suelen presentar tendencias, por lo que trabajar directamente con sus valores absolutos puede generar resultados poco fiables. Por eso, se calculó el retorno mensual (variación porcentual) de las variables más sensibles a este problema, como el precio del petróleo, la demanda, la oferta, el dólar y el

mercado bursátil. De esta forma, se asegura que el análisis econométrico se base en series temporales que cumplen con las condiciones estadísticas adecuadas.

Tabla 2: Regresión lineal. Modelo 1

MCO, usando las observaciones 2014:01-2024:12 (T=132)

Variable dependiente: OVX

	Coefficiente	Desv. típica	Estadístico t	Valor p	
Const	0,789	0,141	5,601	1,30e-07	***
GPR_global	-0,001	0,0006	-2,559	0,0117	**
Return_petroleo	-0,217	0,212	-1,025	0,3074	
Return_OilSupply	-5,488	1,195	-4,594	1,06e-05	***
Return_OilDemand	-1,951	0,889	-2,194	0,0301	**
Return_Equitymkt	-0,049	0,101	-0,486	0,6277	
Return_Dollar	0,620	0,191	3,247	0,0015	***
VIX	0,192	0,105	1,838	0,0685	*

Media de la vble.dep.	0,850	D.T. de la vble. Dep.	0,247
Suma de cuad.residuos	5,468	D.T. de la regresión	0,210
R-cuadrado	0,314	R-cuadrado corregido	0,275
F (7,124)	8,090	Valor p (de F)	4,36e-08
Log-verosimilitud	22,835	Criterio de Akaike	-29,671
Criterio de Schwarz	-6,608	Crit. De Hannan-Quinn	-20,299
rho	0,348	Durbin-Watson	1,304

Sin considerar la constante, el valor p más alto fue el de la variable 6 (Return_Equitymkt)

Fuente: Elaboración propia

Para analizar qué factores están relacionados con la volatilidad del precio del petróleo, se ha estimado un modelo de regresión lineal múltiple utilizando el software econométrico Gretl (Tabla 2). Primero se reunieron en Excel los datos mensuales de todas las variables seleccionadas, correspondientes al periodo comprendido entre febrero de 2014 y diciembre de 2024. Una vez organizados, se importaron al programa y se aplicó el método de los mínimos cuadrados ordinarios (MCO) con un total de 132 observaciones.

La variable dependiente es el índice OVX, que representa la volatilidad implícita del petróleo. Como posibles factores explicativos se han incluido siete variables: el índice de riesgo geopolítico global (GPR_global), el retorno del precio del crudo (Return_petrAleo), el retorno de la oferta de petróleo (Return_OilSupply), el retorno de la demanda (Return_OilDemand), el retorno del mercado bursátil (Return_Equitymkt), el retorno del dólar (Return_Dollar) y el índice de volatilidad VIX.

El valor p de cada variable es el dato clave para comprobar si su relación con el OVX es estadísticamente significativa. En este primer modelo, las variables más significativas son el retorno de la oferta de petróleo ($p = 0,00001$), seguida del retorno del dólar ($p = 0,0015$), el GPR global ($p = 0,0117$), la demanda de petróleo ($p = 0,0301$) y el índice VIX ($p = 0,0685$). Por el contrario, el retorno del mercado bursátil ($p = 0,6277$) y el retorno del precio del petróleo ($p = 0,3074$) resultan no significativos.

En cuanto a la calidad general del modelo, el R^2 es de 0,314, lo que indica que un 31.4 % de la variabilidad en la volatilidad del crudo queda explicada por las variables incluidas. El R^2 ajustado, que tiene en cuenta el número de variables, es de 0,2747. El valor p global del modelo es muy bajo ($4,36e-08$), lo que confirma que el conjunto de variables seleccionadas explica significativamente el comportamiento del OVX.

A continuación, se ha simplificado el modelo inicial eliminando la variable con menor significación estadística: el retorno del mercado bursátil (Return_Equitymarket). En la estimación anterior, esta variable presentaba un valor p de 0,6277, muy por encima de los umbrales comúnmente aceptados (10 %, 5 %, 1 %), lo que indicaba que no tenía una relación estadísticamente significativa con la volatilidad del crudo. Por tanto, se decidió suprimirla para mejorar la precisión del modelo y evitar incluir variables irrelevantes.

Tabla 3: Regresión lineal. Modelo 2

MCO, usando las observaciones 2014:01-2024:12 (T=132)

Variable dependiente: OVX

	Coefficiente	Desv. típica	Estadístico t	Valor p	
Const	0,827	0,116	7,138	6,82e-011	***
GPR_global	-0,001	0,0006	-2,607	0,0103	**
Return_petroleo	-0,194	0,206	-0,944	0,347	
Return_OilSupply	-5,590	1,172	-4,767	05,10e-06	***
Return_OilDemand	-1,943	0,887	-2,191	0,0303	**
Return_Dollar	0,602	0,187	3,225	0,0016	***
VIX	0,160	0,080	1,992	0,0486	**

Media de la vble.dep.	0,850	D.T. de la vble. Dep.	0,247
Suma de cuad.residuos	5,479	D.T. de la regresión	0,210
R-cuadrado	0,312	R-cuadrado corregido	0,279
F (7,124)	9,479	Valor p (de F)	1,48e-08
Log-verosimilitud	22,710	Criterio de Akaike	-31,491
Criterio de Schwarz	-11,240	Crit. De Hannan-Quinn	-23,219
rho	0,351	Durbin-Watson	1,297

Sin considerar la contante, el valor p más alto fue el de la variable 3 (Return_petróleo)

Fuente: Elaboración propia

Una vez ajustado el modelo con las seis variables restantes, se obtuvo el modelo 2 (Tabla 3), cuyos resultados muestran una mejora en términos estadísticos. En primer lugar, el R^2 ajustado pasa de 0,275 a 0,279, y el criterio de Akaike se reduce de -29,67 a -31,49. Además, todas las variables restantes se mantienen con valores p bajos, lo que indica su relevancia estadística.

El GPR_global ($p = 0,0103$), el retorno del dólar ($p = 0,0016$), la oferta de petróleo ($p = 0,000005$), la demanda ($p = 0,0303$) y el VIX ($p = 0,0486$) son todos estadísticamente significativos. El único valor p elevado es el del retorno del precio del petróleo ($p = 0,3468$), lo que sugiere que podría eliminarse en un siguiente paso. El modelo sigue siendo robusto, con un valor p global muy bajo ($1,48e-08$) que refuerza la fiabilidad de los resultados.

Por último, es importante destacar que la eliminación de Return_Equitymkt no ha afectado negativamente a la significación estadística del resto de variables. Al contrario, todas se mantienen con valores p más bajos, lo que indica que aportan información útil al análisis. El valor p global del modelo ($1,48e-08$) sigue confirmando que el conjunto de variables explicativas incluidas tiene una relación significativa con la volatilidad del petróleo.

Por último, se ha eliminado la variable con menor significación estadística del modelo anterior: el retorno del precio del petróleo (Return_petrAleo). Esta decisión se basa en que su valor p era de 0,3468, claramente superior a los umbrales habituales, lo que indica que no existía evidencia suficiente para afirmar que dicha variable estuviera relacionada con la volatilidad del petróleo en el periodo analizado.

Tabla 4: Regresión lineal. Modelo 3

MCO, usando las observaciones 2014:01-2024:12 (T=132)

Variable dependiente: OVX

	Coefficiente	Desv. típica	Estadístico t	Valor p	
Const	0,809	0,114	7,083	8,83e-011	***
GPR_global	-0,001	0,0006	-2,613	0,0101	**
Return_OilSupply	-5,324	1,138	-4,679	7,31e-06	***
Return_OilDemand	-2,080	0,874	-2,379	0,0188	**
Return_Dollar	0,669	0,176	3,752	0,0003	***
VIX	0,177	0,078	2,260	0,0255	**

Media de la vble.dep.	0,850	D.T. de la vble. Dep.	0,247
Suma de cuad.residuos	5,518	D.T. de la regresión	0,209
R-cuadrado	0,307	R-cuadrado corregido	0,280
F (7,124)	11,179	Valor p (de F)	6,26e-09
Log-verosimilitud	22,240	Criterio de Akaike	-32,480
Criterio de Schwarz	-15,184	Crit. De Hannan-Quinn	-25,452
rho	0,345	Durbin-Watson	1,308

Fuente: Elaboración propia

Al estimar el nuevo modelo sin esta variable, se observa una mejora general en los resultados estadísticos. Como resultado, se obtiene el mejor ajuste hasta el momento: el criterio de Akaike disminuye aún más hasta -32,48, y el R² ajustado se mantiene estable en 0,280, con un R² total de 0,307. Esto indica que, a pesar de reducir el número de variables, el poder explicativo del modelo no se ve afectado.

Todas las variables restantes son estadísticamente significativas: el GPR_global (p = 0,0101), la oferta de petróleo (p = 0,000007), la demanda (p = 0,0188), el dólar (p = 0,0003) y el VIX (p = 0,0255), lo que demuestra que tienen una relación robusta con la volatilidad del petróleo. Este modelo representa, por tanto, una versión más depurada del análisis, centrada en las variables que realmente aportan valor explicativo.

Respecto a los valores p individuales, todas las variables del modelo 3 presentan una relación estadísticamente significativa con la volatilidad del petróleo, al situarse todas por debajo del 5%. Este resultado es especialmente importante porque muestra que al eliminar variables no significativas, el modelo no solo se vuelve más claro y sencillo, sino que además se refuerza estadísticamente.

En conjunto, el modelo 3 representa una versión más depurada y robusta del análisis inicial, centrada exclusivamente en las variables que sí presentan una relación estadísticamente respaldada con el OVX. Esta estrategia permite avanzar hacia un modelo más sólido y con mayor rigor metodológico.

4.1 Comportamiento del precio del crudo en eventos clave.

Antes de comenzar con el análisis econométrico más técnico, se han elaborado dos gráficos temporales con Excel que permiten observar de forma clara la evolución mensual del mercado del petróleo desde enero de 2014 hasta diciembre de 2024. El primero representa el precio mensual del crudo (Brent), y la segunda muestra el índice OVX, que mide la volatilidad del precio del petróleo. Ambos gráficos han sido generados a partir de los datos previamente organizados en una hoja de cálculo, y su objetivo es visualizar de forma sencilla los momentos de mayor impacto o inestabilidad. Este tipo de representación es especialmente útil para detectar picos o caídas bruscas a lo largo del tiempo, lo que facilita identificar eventos clave como crisis sanitarias, guerras o periodos de tensión geopolítica. Gracias a estos gráficos, es posible vincular visualmente los cambios en el mercado con los contextos globales que los provocaron.

Gráfico 1: Gráfico temporal del precio del petróleo entre 2014 y 2024

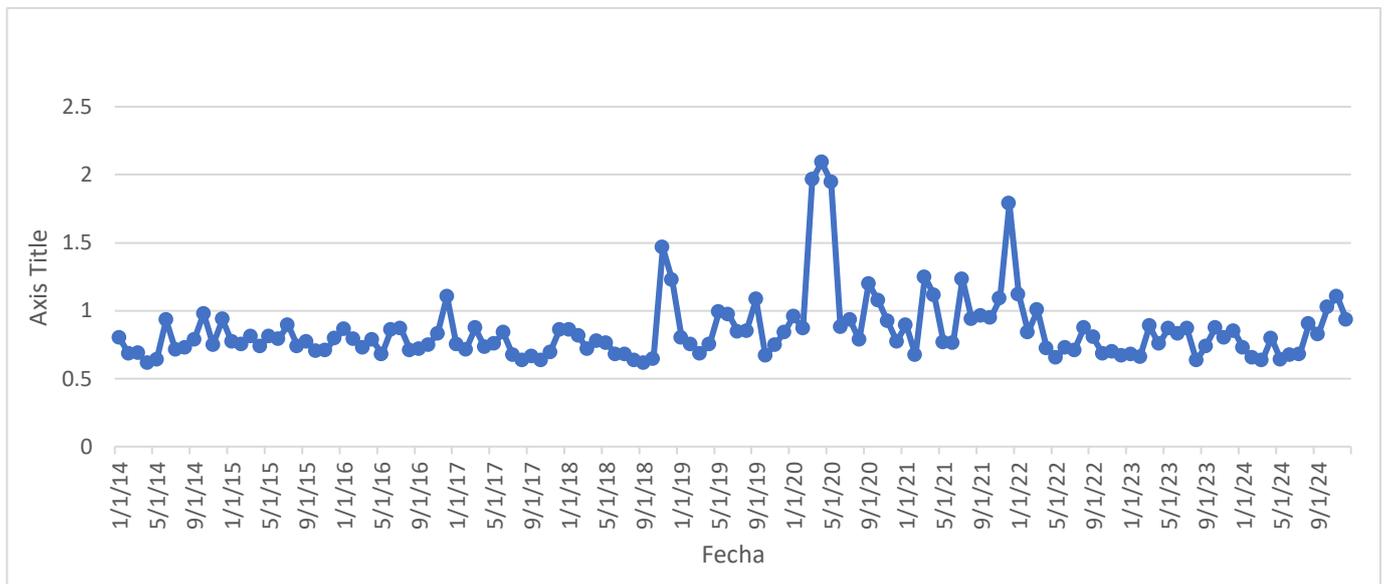


Fuente: Elaboración propia con datos de Facset

En el primer gráfico, que muestra la evolución del precio del petróleo (gráfico 1), se aprecian claramente varios movimientos destacados. El primero se da en la primera mitad

de 2020, cuando el precio cae de forma abrupta, pasando de unos 65 dólares a poco más de 20 dólares por barril. Esta caída coincide con la llegada del COVID-19 y el colapso de la demanda mundial debido al confinamiento global. Posteriormente, se observa una recuperación progresiva hasta 2022, cuando el precio vuelve a subir con fuerza, llegando incluso a superar los 120 dólares en marzo de ese año. Este repunte se produce en paralelo al inicio de la guerra en Ucrania, que generó una gran preocupación sobre la oferta mundial de crudo debido a las sanciones impuestas a Rusia. A partir de ese pico, el precio empieza a estabilizarse, aunque se mantiene relativamente alto durante varios meses.

Gráfico 2: Gráfico temporal del índice de volatilidad del crudo entre 2014 y 2024



Fuente: Elaboración propia con datos de VLAB

En cuanto al segundo gráfico, correspondiente al índice OVX (gráfico 2), los picos más relevantes también coinciden con esos mismos eventos. El mayor se produce justo en marzo de 2020, coincidiendo con el estallido de la pandemia. En ese momento, el índice alcanza valores superiores a 2, lo que indica un nivel de incertidumbre muy elevado en el mercado energético. Otro pico importante aparece en torno a marzo de 2022, cuando comienza la guerra en Ucrania, aunque en este caso la volatilidad es menor que durante la crisis sanitaria. Estos dos momentos destacan claramente sobre el resto del gráfico, lo que confirma visualmente que tanto el COVID-19 como el conflicto ruso-ucraniano generaron un aumento significativo en la inestabilidad del mercado del petróleo. El resto del periodo muestra fluctuaciones más moderadas, propias de los movimientos normales del mercado.

4.1.1 COVID-19

Tras haber analizado los gráficos temporales de la evolución del precio del crudo y de su volatilidad (OVX) durante el periodo comprendido entre enero de 2014 y diciembre de 2024, se han identificado dos picos especialmente destacados que coinciden con eventos de gran impacto global: la pandemia de COVID-19 y el estallido de la guerra en Ucrania. Estos momentos, marcados por una fuerte inestabilidad, muestran en los gráficos aumentos bruscos tanto en los niveles de volatilidad como en los precios del petróleo, lo que sugiere una posible relación directa entre dichos eventos y el comportamiento del mercado. Con el objetivo de analizar este vínculo de forma más precisa desde una perspectiva econométrica, se ha estimado una nueva regresión lineal múltiple en Gretl, incorporando variables ficticias (dummies) que permiten aislar el efecto concreto de cada evento sobre la volatilidad del petróleo.

Para estudiar el impacto de la pandemia de COVID-19 sobre la volatilidad del petróleo, se ha incorporado una variable ficticia o dummy denominada “D_COVID”. Esta variable toma el valor 1 durante los meses de marzo a junio de 2020, periodo que coincide con el momento de mayor incertidumbre global derivada de la crisis sanitaria, y valor 0 en el resto del tiempo. Esta técnica permite identificar en los modelos econométricos los posibles efectos de un evento puntual sobre la variable dependiente sin necesidad de transformar los datos.

Tabla 5: Regresión lineal. Modelo con dummies

MCO, usando las observaciones 2014:01-2024:12 (T=132)

Variable dependiente: OVX

	Coefficiente	Desv. típica	Estadístico t	Valor p	
Const	0,863	0,136	6,336	4,20e-09	***
GPR_global	-0,001	0,0005	-2,814	0,0057	***
Return_petroleo	-0,227	0,199	-1,142	0,2556	
Return_OilSupply	-3,617	1,272	-2,844	0,0052	***
Return_OilDemand	-1,265	0,838	-1,510	0,1336	
Return_Equitymkt	-0,024	0,094	-0,256	0,7981	
Return_Dollar	0,452	0,178	2,540	0,0123	**
VIX	0,100	0,101	0,994	0,3224	
D_COVID	0,386	0,100	3,880	0,0002	***
D_Guerra	0,200	0,058	3,465	0,0007	***

Media de la vble.dep.	0,850	D.T. de la vble. Dep.	0,247
Suma de cuad.residuos	4,449	D.T. de la regresión	0,192
R-cuadrado	0,441	R-cuadrado corregido	0,399
F (7,124)	10,607	Valor p (de F)	5,38e-12
Log-verosimilitud	35,681	Criterio de Akaike	-51,361
Criterio de Schwarz	-22,609	Crit. De Hannan-Quinn	-39,678
rho	0,206	Durbin-Watson	1,581

Sin considerar la constante, el valor p más alto fue el de la variable 6 (Return_Equitymkt)

Fuente: Elaboración propia

Al incluir esta dummy en el modelo de regresión múltiple estimado con Gretl, se obtiene un coeficiente de 0,386 con un valor p de 0,0002, lo que indica que la variable es altamente significativa desde el punto de vista estadístico. Este resultado refuerza la información observada gráficamente, al confirmar que durante esos meses se produjo un cambio notable en los niveles de volatilidad del mercado del petróleo.

4.1.2 Guerra en Ucrania.

Del mismo modo, se ha creado una segunda dummy llamada “D_Guerra” para representar el inicio del conflicto entre Rusia y Ucrania. Esta variable toma el valor 1 durante los meses de junio de 2021 hasta abril de 2022, coincidiendo con la fase inicial del conflicto, y 0 para el resto de las observaciones.

En el modelo de regresión que incluye esta variable junto al resto de factores explicativos, el coeficiente estimado para D_Guerra es de 0,200 con un valor p de 0,0007, lo que indica que también es estadísticamente significativa. Esta incorporación permite capturar de

manera puntual el efecto del conflicto sobre la volatilidad del crudo y se alinea con el segundo pico observado en los gráficos temporales.

4.1.3 Interacción entre la Dummy y la Demanda

En la regresión principal que incluye las dummies de COVID-19 y la guerra en Ucrania, se observa que la variable Return_OilDemand (retorno de la demanda) no resulta significativa desde el punto de vista estadístico. Este resultado llama la atención, ya que en el gráfico temporal se identifica claramente un colapso de la demanda durante los primeros meses de la pandemia. Para explorar si el efecto de la demanda sobre la volatilidad fue particularmente relevante solo durante ese episodio concreto, se ha estimado una regresión adicional incluyendo una variable de interacción entre la demanda y la dummy del COVID-19, denominada D_COVID_Demand.

Tabla 6: Regresión lineal. Interacción Dummy*Demanda

MCO, usando las observaciones 2014:01-2024:12 (T=132)

Variable dependiente: OVX

	Coefficiente	Desv. típica	Estadístico t	Valor p	
Const	0,830	0,127	6,545	1,48e-09	***
GPR_global	-0,001	0,0005	-2,893	0,0045	***
Return_petroleo	-0,183	0,194	-0,943	0,3478	
Return_OilSupply	-4,624	1,302	-3,550	0,0005	***
Return_Equitymkt	-0,021	0,090	-0,229	0,8196	
Return_Dollar	0,376	0,174	2,155	0,0331	**
VIX	0,129	0,094	1,377	0,1711	
D_COVID	0,283	0,105	2,690	0,0082	***
D_Guerra	0,198	0,056	3,540	0,0006	***
D_COVID_Demand	-4,883	1,653	-2,954	0,0038	***

Media de la vble.dep.	0,850	D.T. de la vble. Dep.	0,247
Suma de cuad.residuos	4,250	D.T. de la regresión	0,187
R-cuadrado	0,466	R-cuadrado corregido	0,427
F (7,124)	11,851	Valor p (de F)	2,92e-13
Log-verosimilitud	39,469	Criterio de Akaike	-58,938
Criterio de Schwarz	-30,110	Crit. De Hannan-Quinn	-47,224
rho	0,246	Durbin-Watson	1,505

Sin considerar la constante, el valor p más alto fue el de la variable 6 (Return_Equitymkt)

Fuente: Elaboración propia

Esta nueva variable permite capturar si el impacto de la demanda sobre la volatilidad del petróleo fue más fuerte durante los meses críticos de la crisis sanitaria (marzo a junio de 2020), en comparación con el resto del periodo analizado. La regresión múltiple estimada en Gretl confirma esta hipótesis: el coeficiente estimado de D_COVID_Demand es -4,883 con un valor p de 0,0038, lo que indica una relación estadísticamente significativa. Es decir, la demanda de petróleo sí tuvo un impacto significativo sobre la volatilidad durante el COVID-19, pero solo en ese contexto específico.

Esto permite consolidar el papel de la demanda: si bien no es significativa de forma general en todo el periodo, su efecto se intensifica de forma clara durante la pandemia, probablemente debido al colapso en el transporte, la actividad industrial y el consumo energético global. Esta conclusión también es coherente con la literatura reciente que señala la importancia de estudiar efectos condicionados, como Figuerola-Ferretti et al. (2019), donde se muestra cómo determinadas variables estructurales influyen sobre la volatilidad en contextos específicos de crisis o disrupción.

5. Interpretación de resultados.

A partir del análisis de los resultados obtenidos en los distintos modelos de regresión lineal múltiple, se pueden extraer varias conclusiones importantes que permiten comprender con mayor profundidad los factores que explican la volatilidad del petróleo y la racionalidad metodológica detrás de la simplificación progresiva del modelo.

En primer lugar, la decisión de eliminar variables no significativas como el retorno del mercado bursátil (Return_Equitymkt, $p = 0,6277$) y posteriormente el retorno del precio del petróleo (Return_petrAleo, $p = 0,3468$) se justifica desde el punto de vista estadístico. Ambas variables presentaban valores p considerablemente superiores al umbral del 10 %, lo que indicaba que su inclusión no aportaba evidencia robusta sobre su influencia en la volatilidad del crudo. Además, la exclusión de estas variables mejoró los criterios de información del modelo (como Akaike y Schwarz) y mantuvo o incluso incrementó el poder explicativo (R^2 ajustado), demostrando que el modelo final es más parsimonioso y estadísticamente sólido.

Este proceso de depuración se alinea con la literatura de Caldara e Iacoviello (2022), quienes insisten en la importancia de identificar relaciones significativas en contextos de incertidumbre geopolítica. Los autores muestran cómo el índice GPR_global captura

eficazmente episodios de riesgo que impactan sobre los mercados energéticos. En los modelos estimados, esta variable mantiene su significación estadística incluso tras la depuración, con un valor p de 0,0103, reforzando el argumento de que la incertidumbre política global influye de forma significativa sobre la volatilidad del petróleo.

Asimismo, el resultado obtenido con la dummy del COVID-19 muestra un coeficiente altamente significativo (valor p = 0,0002), lo que corrobora que este evento tuvo un impacto puntual pero extremadamente intenso en la volatilidad del petróleo, coincidiendo con el primer pico observado en los gráficos temporales. Esta conclusión es coherente con lo planteado en el artículo de Cervera y Figuerola-Ferretti (2023), donde se destaca cómo los choques externos inesperados (como la pandemia) alteran de forma significativa la percepción del riesgo en los mercados energéticos, afectando tanto a los precios como a los indicadores de riesgo de crédito del sector.

Con el objetivo de profundizar en este hallazgo, se estimó un modelo adicional incorporando una nueva variable de interacción entre la dummy del COVID-19 y la demanda global de petróleo ($D_COVID * Return_OilDemand$). Los resultados obtenidos revelaron que esta variable sí presenta una relación estadísticamente significativa con la volatilidad del crudo (valor p = 0,0038), lo que sugiere que el efecto de la demanda sobre la volatilidad fue especialmente relevante durante el periodo crítico de la pandemia. Este hallazgo aporta matices al análisis e ilustra cómo ciertos determinantes del mercado pueden intensificarse o activarse únicamente bajo condiciones excepcionales.

De forma similar, la dummy que representa la guerra en Ucrania (D_Guerra , valor p = 0,0007), que abarca desde mediados de 2021 hasta abril de 2022, también resulta significativa. Esto confirma empíricamente lo que se observa en el segundo gran pico de volatilidad reflejado en los gráficos y coincide con la literatura que relaciona los conflictos geopolíticos con aumentos en el riesgo percibido en los mercados energéticos. La elección del periodo para esta dummy se apoya además en los hallazgos de los artículos de Caldara e Iacoviello (2018, 2022), quienes identifican la invasión rusa de Ucrania como un evento de alto impacto en los indicadores de riesgo geopolítico, afectando directamente a los precios del crudo.

Por otra parte, el proceso de simplificación del modelo muestra también cómo algunas variables, como el retorno del dólar ($Return_Dollar$) y el índice de riesgo geopolítico

global (GPR_global), mantienen su relevancia estadística a lo largo de todas las especificaciones, lo que confirma su papel estructural en la determinación de la volatilidad del petróleo. El fortalecimiento del dólar en contextos de incertidumbre, como también documenta el estudio de Figuerola-Ferretti et al., (2019), actúa como un mecanismo de transmisión entre las condiciones financieras y los precios del petróleo, afectando directamente su volatilidad.

Por lo que, la construcción y depuración del modelo permiten identificar de forma más clara y precisa los factores que explican los picos de volatilidad en el mercado del petróleo durante eventos globales clave. Al incorporar dummies para capturar choques extremos como la pandemia o la guerra en Ucrania, y al contrastar los resultados con la literatura académica relevante, se refuerza la validez del análisis y se demuestra que los eventos geopolíticos y sanitarios tienen efectos sustanciales y diferenciados sobre los mercados energéticos globales.

6. Conclusiones

Tras eliminar las variables con menor significación estadística, se obtuvo una versión más ajustada, clara y robusta. En el modelo final, el índice de riesgo geopolítico global (GPR_global) se mantuvo como una de las variables significativamente relacionadas con la volatilidad del petróleo, con un valor p inferior al 1 %, lo que confirma que, en el periodo analizado, existe una relación estadísticamente significativa entre ambas variables. Este resultado responde de forma afirmativa a la pregunta inicial planteada en el trabajo: sí, el riesgo geopolítico influye en la volatilidad del precio del petróleo, aunque no como único factor.

Los resultados obtenidos no se limitan únicamente a confirmar una relación estadística, sino que aportan evidencia empírica específica sobre un aspecto que la literatura ha tratado de forma más secundaria: la volatilidad condicional del crudo, más allá de su precio medio. Desde una perspectiva académica, este trabajo contribuye a reducir uno de los vacíos detectados en investigaciones previas, como se señaló en el apartado 2.7 "Gaps en la literatura". A diferencia de muchos estudios que han centrado su atención en el precio del petróleo como variable principal, este análisis se ha enfocado en su inestabilidad, medida a través del índice OVX. La inclusión del índice GPR como variable clave dentro de un modelo depurado permite no solo confirmar que el riesgo geopolítico

es relevante, sino también demostrar que mantiene su influencia incluso al controlar por factores estructurales como la oferta, la demanda, el tipo de cambio o la volatilidad general de los mercados (VIX).

Además, este trabajo no se limita en analizar tendencias globales, sino que ofrece una herramienta para identificar el efecto específico de eventos de alto impacto como la pandemia del COVID-19 o la guerra en Ucrania. Mediante la inclusión de variables ficticias (dummies), se ha comprobado que ambos acontecimientos tuvieron un efecto significativo sobre la volatilidad del crudo. Esto no solo valida el modelo propuesto, sino que lo vincula directamente con episodios concretos de la realidad reciente, lo que refuerza su aplicabilidad para la toma de decisiones estratégicas en entornos de incertidumbre.

En términos de utilidad, los hallazgos de este estudio pueden resultar especialmente relevantes para instituciones financieras, empresas energéticas, analistas de riesgo y formuladores de políticas públicas. Comprender que el riesgo geopolítico no solo afecta al precio, sino también a la volatilidad de los mercados energéticos, puede ayudar a anticipar movimientos bruscos, ajustar coberturas o diseñar estrategias de resiliencia frente a eventos imprevistos. En un contexto internacional marcado por la fragmentación geopolítica, estos resultados refuerzan la necesidad de incorporar variables de riesgo político en los modelos de predicción financiera y energética.

Si bien la literatura ha documentado ampliamente el papel de variables financieras tradicionales como la oferta, la demanda, el dólar o los índices de renta variable en la volatilidad del petróleo, este trabajo confirma que, en el contexto actual, el riesgo geopolítico ha cobrado un protagonismo creciente. Los recientes acontecimientos como la pandemia, la guerra en Ucrania y otros conflictos han puesto de relieve que el GPR ya no es una variable secundaria, sino un factor central que debe ser integrado de forma prioritaria en estudios futuros sobre volatilidad energética. El impacto del GPR sobre la volatilidad se mantiene incluso al controlar por el resto de las variables, lo que refuerza su importancia como elemento estructural y no coyuntural.

Este hallazgo resulta especialmente relevante a la luz de la literatura reciente, en particular del artículo de Figuerola-Ferretti et al. (2019), que revisa de forma exhaustiva los determinantes clásicos de la volatilidad del petróleo. En dicho estudio se demuestra que

variables financieras como la oferta global, la demanda, el equity market o el tipo de cambio del dólar han tenido históricamente un papel central en la generación de inestabilidad en los mercados energéticos. Sin embargo, el análisis también señala que, en los últimos años, ha emergido con fuerza un nuevo determinante de la volatilidad: el riesgo geopolítico. En línea con este enfoque, los resultados de este trabajo de fin de grado permiten confirmar empíricamente ese cambio de paradigma. A pesar de incluir en el modelo todas las variables estructurales tradicionales que la literatura considera relevantes, el índice de riesgo geopolítico global (GPR) se mantiene como estadísticamente significativo a lo largo de las diferentes especificaciones, con una influencia directa y negativa sobre el OVX. Esto refuerza la idea de que el GPR no es simplemente un complemento, sino un factor estructural clave en el funcionamiento actual del mercado del petróleo. Así, este trabajo no solo valida la hipótesis de que el riesgo geopolítico afecta la volatilidad, sino que contribuye a demostrar que su efecto persiste incluso cuando se controla por los determinantes más reconocidos en la literatura financiera. Por tanto, se puede concluir que el GPR se ha convertido en una variable imprescindible para cualquier análisis riguroso de los mercados energéticos en contextos de incertidumbre creciente.

No obstante, el trabajo también presenta ciertas limitaciones. En primer lugar, el análisis se basa únicamente en el índice GPR global, sin desagregar el riesgo por regiones o tipos de conflicto. Incorporar el GPR regional podría haber ofrecido una visión más matizada sobre qué áreas geográficas o tipos de evento impactan más directamente en el mercado del petróleo. Además, el modelo econométrico utilizado es lineal, lo cual limita la capacidad de captar relaciones no lineales o asimétricas que, como muestra parte de la literatura, podrían existir en periodos de crisis extrema o recuperación. Por último, aunque se han incluido eventos clave recientes, el modelo no incorpora variables cualitativas ni indicadores políticos o diplomáticos más amplios que podrían complementar el análisis.

Como futuras líneas de investigación, sería interesante extender el estudio a otros mercados energéticos, como el gas natural, y aplicar enfoques econométricos alternativos como modelos GARCH o VAR para capturar mejor la dinámica de la volatilidad en el tiempo. También sería valioso integrar indicadores de riesgo político más detallados, o estudiar los efectos de políticas internacionales específicas (como sanciones, decisiones de la OPEP o acuerdos climáticos) sobre la volatilidad del crudo. Por último, replicar el

análisis con mayor frecuencia temporal (diaria o semanal) podría ofrecer una visión más precisa de la reacción inmediata del mercado ante episodios de tensión geopolítica.

En conclusión, este trabajo ofrece una aportación clara, relevante y bien fundamentada al campo de estudio sobre petróleo y riesgo geopolítico, demostrando con datos actuales que los eventos políticos globales no solo mueven precios, sino que también alteran de forma significativa la estabilidad de los mercados energéticos.

7. Declaración uso de Chat GPT

Declaración de Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial Generativa en Trabajos Fin de Grado

ADVERTENCIA: Desde la Universidad consideramos que ChatGPT u otras herramientas similares son herramientas muy útiles en la vida académica, aunque su uso queda siempre bajo la responsabilidad del alumno, puesto que las respuestas que proporciona pueden no ser veraces. En este sentido, NO está permitido su uso en la elaboración del Trabajo fin de Grado para generar código porque estas herramientas no son fiables en esa tarea. Aunque el código funcione, no hay garantías de que metodológicamente sea correcto, y es altamente probable que no lo sea.

Por la presente, yo, Cristina Díez Buisán estudiante de Administración de Empresas de la Universidad Pontificia Comillas al presentar mi Trabajo Fin de Grado titulado "[Análisis del riesgo geopolítico en la volatilidad de los precios del petróleo]", declaro que he utilizado la herramienta de Inteligencia Artificial Generativa ChatGPT u otras similares de IAG de código sólo en el contexto de las actividades descritas a continuación [el alumno debe mantener solo aquellas en las que se ha usado ChatGPT o similares y borrar el resto. Si no se ha usado ninguna, borrar todas y escribir “no he usado ninguna”]:

1. **Brainstorming de ideas de investigación:** Utilizado para idear y esbozar posibles áreas de investigación.
2. **Crítico:** Para encontrar contra-argumentos a una tesis específica que pretendo defender.
3. **Referencias:** Usado conjuntamente con otras herramientas, como Science, para identificar referencias preliminares que luego he contrastado y validado.

4. **Metodólogo:** Para descubrir métodos aplicables a problemas específicos de investigación.
5. **Interpretador de código:** Para realizar análisis de datos preliminares.
6. **Estudios multidisciplinares:** Para comprender perspectivas de otras comunidades sobre temas de naturaleza multidisciplinar.
7. **Constructor de plantillas:** Para diseñar formatos específicos para secciones del trabajo.
8. **Corrector de estilo literario y de lenguaje:** Para mejorar la calidad lingüística y estilística del texto.
9. **Sintetizador y divulgador de libros complicados:** Para resumir y comprender literatura compleja.
10. **Generador de problemas de ejemplo:** Para ilustrar conceptos y técnicas.
11. **Revisor:** Para recibir sugerencias sobre cómo mejorar y perfeccionar el trabajo con diferentes niveles de exigencia.
12. **Traductor:** Para traducir textos de un lenguaje a otro.

Afirmo que toda la información y contenido presentados en este trabajo son producto de mi investigación y esfuerzo individual, excepto donde se ha indicado lo contrario y se han dado los créditos correspondientes (he incluido las referencias adecuadas en el TFG y he explicitado para que se ha usado ChatGPT u otras herramientas similares). Soy consciente de las implicaciones académicas y éticas de presentar un trabajo no original y acepto las consecuencias de cualquier violación a esta declaración.

Fecha: 03/06/2025

Firma: [Cristina Díez Buisán](#)

8. Bibliografía

- Alonso-Alvarez, I., Di Nino, V., & Venditti, F. (2022). Strategic interactions and price dynamics in the global oil market. *Energy Economics*, 107, 105739. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105739>
- Caldara, D., & Iacoviello, M. (2022). Measuring Geopolitical Risk. *American Economic Review*, 112(4), 1194–1225. <https://doi.org/10.1257/aer.20191823>
- Caldara, D., & Iacoviello, M. (2018). *Measuring Geopolitical Risk*. Board of Governors of the Federal Reserve Board. <https://www.matteoiacoviello.com/gpr.htm>
- Cervera, I., & Figuerola-Ferretti, I. (2023). Credit risk and bubble behavior of credit default swaps in the corporate energy sector. *International Review of Economics & Finance*, 89, 702–731. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2023.07.033>
- Cincinelli, P., & Pellini, E. (2025). The role of geopolitical and climate risk in driving uncertainty in European electricity markets *. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.5123104>
- FactSet. (s.f.). *FactSet Research Systems*. Recuperado de <https://www.factset.com>
- Federal Reserve Board. (2022, May 27). *The effect of the war in Ukraine on global activity and inflation*. <https://www.federalreserve.gov/econres/notes/feds-notes/the-effect-of-the-war-in-ukraine-on-global-activity-and-inflation-20220527.html>
- Figuerola-Ferretti, I., McCrorie, J. R., & Paraskevopoulos, I. (2019). Mild explosivity in recent crude oil prices. *Energy Economics*, 87, 104387. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.05.002>
- *Geopolitical Risk (GPR) Index*. (n.d.). <https://www.matteoiacoviello.com/gpr.htm>
- Gkillas, K., Manickavasagam, J., & Visalakshmi, S. (2022). *Effects of fundamentals, geopolitical risk and expectations factors on crude oil prices*. *Resources Policy*, 78, 102887. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102887>

- Ivanovski, K., & Hailemariam, A. (2022). *Time-varying geopolitical risk and oil prices*. *International Review of Economics and Finance*, 77, 206–221. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2021.10.001>
- Mascarilla, Ò., Yegorov, Y., & Crespi-Vallbona, M. (2010). The difficulty to stabilize energy markets. *Cuadernos De Economía*, 33(93), 5–18. [https://doi.org/10.1016/s0210-0266\(10\)70068-6](https://doi.org/10.1016/s0210-0266(10)70068-6)
- Sharif, A., Aloui, C., & Yarovaya, L. (2020). *COVID-19 pandemic, oil prices, stock market, geopolitical risk and policy uncertainty nexus in the US economy: Fresh evidence from the wavelet-based approach*. *International Review of Financial Analysis*, 70, 101496. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2020.101496>
- U.S. Energy Information Administration. (s.f.). *About EIA*. Retrieved May 19, 2025, from <https://www.eia.gov/about/>
- VLAB. (s.f.). *Volatility Forecasts - NYU Stern Volatility Lab*. Recuperado de <https://vlab.stern.nyu.edu/>