



Vigilada Mineducación

PERSISTENCIA Y EVENTOS EN EL RIESGO DE CREDITO SOBERANO DE  
ESTADOS UNIDOS: UN ENFOQUE FUNDAMENTAL Y DE APRENDIZAJE

AUTOMATICO APLICADO A LOS CDS A 5 Y 10 AÑOS

Persistence and Events in the Sovereign Credit Risk of the United States: A Fundamental and

Machine Learning Approach Applied to 5- and 10-Year CDS

Maria Alejandra González

Juan Manuel Sanchez Duque

Diego Alejandro Ruiz Montalvo

Proyecto del MAF Challenge Bancolombia

Asesores

Paula Maria Almonacid Hurtado

Juan Carlos Botero Ramirez

UNIVERSIDAD EAFIT

ESCUELA DE ECONOMÍA Y FINANZAS

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA - MAF

MEDELLÍN

2026

## **Agradecimientos**

En la culminación de este proyecto, el cual representa un logro fundamental en nuestra formación profesional, es importante expresar nuestro más profundo agradecimiento a todas las personas e instituciones cuyo apoyo fue indispensable para la realización de esta tesis.

En primer lugar, dirigimos nuestra gratitud a nuestros asesores, Paula María Almonacid Hurtado y Juan Carlos Botero Ramírez, por su invaluable guía, paciencia y rigor académico. Sus observaciones críticas y su profundo conocimiento del área no solo enriquecieron la calidad de la investigación, sino que también impulsaron nuestro conocimiento en investigación y las aplicaciones prácticas para nuestro trabajo.

Extendemos nuestro reconocimiento a la Escuela de Economía y Finanzas de la Universidad EAFIT por proporcionar el entorno y los recursos necesarios para llevar a cabo este Challenge. Agradecemos especialmente al equipo de Asset Management de Bancolombia por confiar en nosotros y en la Universidad para su proyecto del MAF Challenge, y por el acompañamiento semanal constante para el avance de este.

Finalmente, y de manera más personal, expresamos nuestro amor y agradecimiento a nuestras familias, por su apoyo incondicional, su aliento constante y por ser la fuente de motivación durante los momentos más desafiantes. Este logro es tanto de ustedes como nuestro.

A todos los que de una u otra forma contribuyeron a este trabajo, muchas gracias.

## Resumen

El objetivo de este trabajo es analizar la dinámica del riesgo de crédito soberano de Estados Unidos, medido por los Credit Default Swaps (CDS) a 5 y 10 años, utilizando enfoques fundamentales y de aprendizaje automático. El análisis de corto plazo, mediante modelos ADL, GARCH-MIDAS y T-GARCH, reveló que la volatilidad y la incertidumbre macroeconómica (VIX, Treasury a 3 meses) tienen un efecto detectable pero limitado sobre el CDS. En el largo plazo, los modelos en niveles (AR1 y ARDL) demostraron que el factor más estable y dominante es la propia persistencia temporal del CDS (con un coeficiente autorregresivo significativo). Los hallazgos concluyen que la evolución del riesgo soberano está determinada principalmente por su inercia histórica y fuerte autocorrelación, lo que implica que los fundamentos económicos tradicionales tienen un papel secundario en la determinación de los niveles actuales de riesgo.

**Palabras clave:** Riesgo Soberano, Credit Default Swaps (CDS), Persistencia Temporal, Modelos GARCH, Aprendizaje Automático.

The objective of this work is to analyze the dynamics of US sovereign credit risk, measured by 5- and 10-year Credit Default Swaps (CDS), using both fundamental and machine learning approaches. The short-term analysis, using ADL, GARCH-MIDAS, and T-GARCH models, revealed that volatility and macroeconomic uncertainty (VIX, 3-month Treasury rate) have a detectable but limited effect on CDS. In the long term, level models (AR(1) and ARDL) demonstrated that the most stable and dominant factor is the CDS's own temporal persistence (with a significant autoregressive coefficient). Findings conclude that the evolution of sovereign

risk is primarily determined by its historical inertia and strong autocorrelation, implying that traditional economic fundamentals play a secondary role in determining current risk levels.

**Key words:** Sovereign Risk, Credit Default Swaps (CDS), Temporal Persistence, GARCH Models, Machine Learning.

## Contenido

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>3</b>
1. Fundamentos Conceptuales del Riesgo Soberano y los Credit Default Swaps (CDS)	3
1.1. El Riesgo Soberano: Definición y Alcance.....	3
1.2. Evolución Teórica y Modelos Estructurales de Riesgo .....	3
1.3. Los Credit Default Swaps (CDS): Naturaleza y Mercado .....	3
<b>2. Determinantes Macroeconómicos y Financieros del Riesgo Soberano</b> .....	<b>4</b>
2.1. Perspectiva Fundamentalista y Determinantes Clave .....	4
2.2. Hallazgos Empíricos Complementarios.....	6
2.3. Déficit Fiscal y Sostenibilidad de la Deuda .....	6
2.4. Tamaño y Composición de la Deuda Pública .....	8
2.5. Crecimiento Económico, Tasas de Interés y Confianza de los Inversionistas .....	8
2.6. Canales de Transmisión y Contagio Financiero .....	9
<b>3. La Visión Fundamentalista Tradicional del Riesgo Soberano (Modelos Estructurales)</b> .....	<b>10</b>
3.1. Premisa y Concepto de Pérdida Esperada .....	10
3.2. La Teoría de Contingent Claims (CCA) como Base Estructural .....	11
<b>4. Limitaciones de los Fundamentales y el Rol de las Fricciones del Mercado</b> .....	<b>12</b>
4.1. Insuficiencia de los Modelos Clásicos y el Contexto de Crisis .....	12
4.2. Fricciones, Iliquidez y el Componente No-Default .....	12
4.3. Percepción de Riesgo y Factores Conductuales .....	13

<b>5. Evidencia Empírica: Determinantes Globales y Locales.....</b>	<b>13</b>
5.1. El Factor de Riesgo Global .....	14
5.2. Dinámica de la Curva de CDS.....	15
5.3. Rol de Fundamentales y Factores Financieros .....	15
<b>6. La Dinámica Específica del Mercado de CDS Soberanos de EE. UU.....</b>	<b>16</b>
6.1. Eficiencia de la Información y Persistencia .....	16
6.2. Iliquidez y Representatividad del Mercado de EE. UU.....	16
<b>CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA .....</b>	<b>18</b>
<b>Modelo en con variables estacionarias.....</b>	<b>21</b>
Modelo con variables en niveles .....	26
<b>CAPÍTULO 4: RESULTADOS .....</b>	<b>29</b>
<b>Modelo con variables estacionarias.....</b>	<b>29</b>
CDS 5 años.....	29
CDS 10 años.....	43
Spread CDS 10 años – CDS 5 años.....	52
<b>Modelo con variables en niveles .....</b>	<b>54</b>
CDS 5 años.....	54
CDS 10 años.....	65
<b>Capítulo 5: Conclusiones.....</b>	<b>75</b>

## Lista de Figuras

<i>Figura 1. Estructura de un Credit Default Swap</i> .....	4
<i>Figura 2. Rendimiento del tesoro a cinco años desde el 2007</i> .....	7
<i>Figura 3. Mapa de calor de correlaciones</i> .....	23
<i>Figura 4. Top 10 de variables por VIF</i> .....	24
<i>Figura 5. Modelo OLS CDS 5 años</i> .....	33
<i>Figura 6. Validación modelo OLS</i> .....	33
<i>Figura 7. Validación walk-Forward OLS(BIS)</i> .....	34
<i>Figura 8. Modelo ARIMAX</i> .....	35
<i>Figura 9. Metricas walk-Forward</i> .....	37
<i>Figura 10. Validación walk-Forward ARIMAX (BIC)</i> .....	38
<i>Figura 11. Modelo VAR</i> .....	39
<i>Figura 12. Impulso</i> .....	41
<i>Figura 13. Test Granger</i> .....	42
<i>Figura 14. Importancia de Variables</i> .....	42
<i>Figura 15. Modelo OLS CDS 10 años</i> .....	44
<i>Figura 16. Validación Modelo OLS 10 años</i> .....	44
<i>Figura 17. Validación Walk-Forward OLS (BIS)</i> .....	45
<i>Figura 18. Modelo Arimax CDS 10 años</i> .....	47
<i>Figura 19. Metricas Promedio</i> .....	47
<i>Figura 20. Validación walk-Forward ARIMAX CDS 10 años (BIS)</i> .....	48
<i>Figura 21. Modelo VAR CDS 10 años</i> .....	49

<i>Figura 22. Impulso CDS 10 años</i> .....	51
<i>Figura 23. Granger CDS 10 años</i> .....	52
<i>Figura 24. Modelos AR1 CDS 5 años</i> .....	55
<i>Figura 25. Niveles AR1 CDS 5 años</i> .....	56
<i>Figura 26. Validación walk-Forward AR1 CDS 5 años-20 periodos</i> .....	57
<i>Figura 27. Validación walk-Forward AR1 CDS 5 años-60 periodos</i> .....	57
<i>Figura 28. Modelo ARDL CDS 5 años</i> .....	58
<i>Figura 29. Comparativo Modelos ARDL vs AR1 CDS 5 años-60 periodos</i> .....	62
<i>Figura 30. Comparativo Modelos ARDL vs AR1 CDS 5 años-40 periodos</i> .....	63
<i>Figura 31. Comparativo Modelos ARDL vs AR1 CDS 5 años-20 periodos</i> .....	63
<i>Figura 32. Validación Modelo AR1 CDS 5 años</i> .....	64
<i>Figura 33. Validación Modelo ARDL DCS 5 años</i> .....	64
<i>Figura 34. Modelo AR1 CDS 10 años</i> .....	68
<i>Figura 35. Niveles AR1 CDS 10 años</i> .....	69
<i>Figura 36. Validación walk Forward AR1 CDS 10 años- 20 periodos</i> .....	70
<i>Figura 37. Validación walk Forward AR1 CDS 10 años- 60 periodos</i> .....	70
<i>Figura 38. Comparación ARDL vs AR1 CDS 10 años- 60 Periodos</i> .....	72
<i>Figura 39. Comparación ARDL vs AR1 CDS 10 años- 40 Periodos</i> .....	72

## Capítulo 1: Introducción

El riesgo de crédito soberano, definido como la posibilidad de que un país no cumpla con sus obligaciones de deuda, representa un factor clave para evaluar activos globales y mantener la estabilidad del sistema en los mercados financieros. Los Credit Default Swaps (CDS) soberanos son los instrumentos más usados para medir y manejar este riesgo, funcionando como indicadores de la confianza de los inversores.

La teoría financiera generalmente dice que los diferenciales de los CDS soberanos deben reflejar el estado macroeconómico y fiscal del país emisor (como la relación entre deuda y PIB, el déficit y el crecimiento económico). Sin embargo, el mercado de CDS soberanos de Estados Unidos tiene características especiales que ponen en duda esta idea. EE. UU. es visto como la referencia global libre de riesgo, aunque en los últimos años, este mercado ha mostrado algunos episodios de alta volatilidad en los precios de los CDS relacionados con las crisis políticas sobre el límite de deuda y la administración fiscal. La confianza de los inversionistas sobre la capacidad del gobierno estadounidense para cubrir sus obligaciones pese a las situaciones mencionadas muestra en el mercado que los CDS a plazos intermedios y largos (especialmente 5 y 10 años) tienen poca liquidez y reflejan incertidumbre a eventos políticos y de microestructura, más que una probabilidad de impago y calidad crediticia de largo plazo ante cambios en los datos económicos fundamentales. Esto crea un ruido considerable, haciendo difícil separar el riesgo crediticio estructural a largo plazo de otros factores.

Debido a la complejidad de este mercado y la dificultad constante para conectar los diferenciales de los CDS de EE. UU. con los datos económicos, se plantea la siguiente pregunta: ¿En qué medida las variables estructurales (solventía a largo plazo), macroeconómicas y políticas (incertidumbre y eventos relacionados con el límite de deuda) mejoran la predicción del

diferencial de los CDS soberanos de EE. UU. a 5 y 10 años, más allá del comportamiento natural del instrumento, y cómo cambia la evaluación estructural de este riesgo cuando ocurren eventos importantes?

Este estudio busca responder a esta pregunta a través de modelos econométricos que intentan separar el riesgo crediticio estructural de las imperfecciones del mercado. Los resultados iniciales de esta investigación ofrecen tres puntos importantes:

**Evidencia de alta persistencia:** Se observa que los diferenciales de los CDS muestran una alta persistencia (inercia), lo que sugiere que su movimiento puede explicarse en gran medida por dinámicas internas del mercado o riesgo de falta de liquidez.

**Poca influencia adicional de los datos fundamentales:** Se muestra que la capacidad de las variables macroeconómicas y fiscales tradicionales para predecir el riesgo de crédito soberano estructural a largo plazo es limitada una vez que se considera el comportamiento natural del instrumento.

**Importancia de factores microestructurales y noticias:** Se encuentra evidencia clara de que los factores microestructurales (como el volumen de negociación) y las noticias políticas o relacionadas con el límite de deuda, y no los cambios en los datos económicos, son los que tienen la mayor influencia y relevancia estadística en el comportamiento de los CDS soberanos de EE. UU.

Este trabajo no solo confirma la necesidad de herramientas que reduzcan el ruido del mercado para estimar el riesgo de solvencia estructural, sino que también proporciona una herramienta cuantitativa para evaluar políticas públicas y gestionar el riesgo extremo asociado a la deuda soberana estadounidense.

## Capítulo 2: Marco Teórico

### 1. Fundamentos Conceptuales del Riesgo Soberano y los Credit Default Swaps (CDS)

#### *1.1. El Riesgo Soberano: Definición y Alcance*

El riesgo soberano representa la posibilidad de que un Estado incumpla con sus obligaciones financieras, ya sea en el pago de su deuda externa o interna, o en el servicio de intereses y amortizaciones asociados. Este riesgo constituye un componente esencial de la estabilidad financiera internacional, ya que su materialización puede generar pérdidas significativas a los inversionistas, deterioro en la confianza de los mercados y efectos de contagio sobre otros emisores soberanos o corporativos (Duffie & Singleton, 2023)

#### *1.2. Evolución Teórica y Modelos Estructurales de Riesgo*

Al principio, Merton (1974) puso las bases para entender el riesgo de que las empresas no paguen sus deudas, usando un modelo que miraba el valor de los activos de la empresa y qué tan volátil era ese valor. Si el valor bajaba más de lo que debía, se consideraba que la empresa no podía pagar su deuda; en otras palabras, el valor del Equity podía interpretarse como el valor de una opción Call con un precio de ejercicio (strike) igual al valor de la deuda de la empresa (Hull, Nelken, & White, Merton's Model Credit Risk and Volatility Skews, 2005)

Posteriormente, (Gray, Merton, & Bodie, 2007) ampliaron esta idea y la aplicaron al análisis de la deuda soberana, proponiendo un enfoque que vincula el déficit fiscal, la deuda pública y las reservas internacionales con la probabilidad de incumplimiento por parte del país

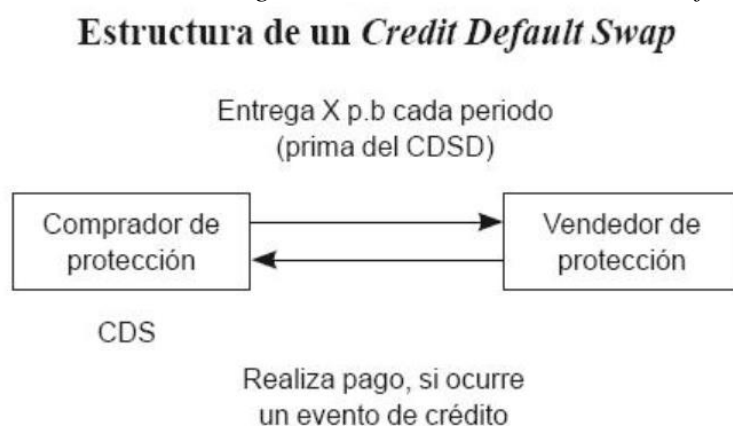
#### *1.3. Los Credit Default Swaps (CDS): Naturaleza y Mercado*

Los Credit Default Swaps (CDS) surgen como un instrumento financiero derivado que permite cubrir o transferir el riesgo de impago. El que compra el CDS paga una cantidad regular y, si el que debe no paga, recibe una compensación (Hull, Predescu, & White, The relationship

between credit default swap spreads, bond yields and credit rating announcements., 2004). El precio de estos seguros suele reflejar lo que el mercado piensa sobre la probabilidad de que alguien no pague y cuánto se perdería si eso pasa.

El mercado de CDS para países se ha vuelto importante para ver cómo se evalúa el riesgo de un país y la confianza en su economía. Permite ver en tiempo real cómo se valora el riesgo de que un país no pague (Kutuk, 2023). En el caso de Estados Unidos, aunque el mercado de CDS no es muy grande ni se mueve mucho en comparación con otros países, sirve para ver si hay problemas con el dinero del gobierno y si la gente confía en sus instituciones (CRS, 2023)

*Figura 1. Estructura de un Credit Default Swap*



Fuente: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-35922008000200005)

[35922008000200005](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-35922008000200005)

## **2. Determinantes Macroeconómicos y Financieros del Riesgo Soberano**

### **2.1. Perspectiva Fundamentalista y Determinantes Clave**

El riesgo de que un país no pague sus deudas depende mucho de cómo esté su economía y sus finanzas. Los estudios han demostrado que aspectos como el nivel de deuda del gobierno, su flujo de caja neto, la salud de la economía, los intereses y la situación con otros países son claves

para saber qué tan caro es asegurar esa deuda (CDS). Hay varias teorías que intentan explicar por qué los CDS de un país se comportan como lo hacen. Por ejemplo, un modelo muy usado es el de (Jarrow & Turnbull, 1995) que sirve para calcular el riesgo de que alguien no pague. Este modelo dice que la posibilidad de que un país no pague se puede calcular sin saber mucho de su economía.

Desde este punto de vista, los factores que más influyen en los márgenes de los CDS deberían ser las variables macroeconómicas y fiscales que afectan la capacidad y disposición de un gobierno para cumplir con sus obligaciones de pago. Esta idea asume que los mercados son eficientes, líquidos y con arbitraje ilimitado, donde el precio del CDS se acerca al valor actual del riesgo de crédito. Las variables explicativas importantes en estos modelos incluyen: Niveles de deuda pública (Deuda/PIB), déficit fiscal, crecimiento del PIB, inflación, estabilidad política y calidad institucional.

La perspectiva fundamentalista asume que el precio de los instrumentos derivados de crédito, como los CDS soberanos, es un reflejo directo de las expectativas del mercado sobre el impago de un país. Esta idea, común en la literatura financiera, sugiere que el diferencial del CDS mide el riesgo puro. Formalmente, el diferencial del CDS debería reflejar la pérdida esperada, que depende de la probabilidad de impago y la pérdida dada la situación de impago. La opinión generalizada es que la probabilidad de impago y la pérdida están vinculadas a variables macroeconómicas y fiscales que afectan la capacidad y disposición de un país para pagar.

Los factores clave en esta visión son las variables macroeconómicas y fiscales que influyen en la capacidad y disposición de un país para pagar. Estos elementos estructurales abarcan varios aspectos importantes. Primero, el apalancamiento fiscal, medido por el nivel de deuda pública en relación con el Producto Interno Bruto (Deuda/PIB), donde un ratio alto indica

una mayor probabilidad de insolvencia futura, especialmente si la economía no crece. Segundo, se considera la sostenibilidad presupuestaria, evaluada a partir del déficit fiscal y la balanza de pagos, que indican la necesidad de financiamiento externo y, por tanto, el riesgo de crisis de liquidez.

La capacidad de generar ingresos, determinada por el crecimiento del PIB y la solidez de la base disponible, es un factor esencial, ya que indica la capacidad del gobierno para pagar la deuda. Esta perspectiva también incluye factores no cuantitativos, como la calidad institucional, la estabilidad política y el historial de pagos, que son importantes para evaluar la disposición de un país a pagar.

## ***2.2. Hallazgos Empíricos Complementarios***

Además, algunos estudios han encontrado variables concretas que afectan los CDS de un país. Un estudio de (TURGUTTOPBAŞ, 2013) dice que las reservas de dólares, cuánta deuda tiene con otros países y si el valor de su moneda cambia mucho son importantes. Esto quiere decir que la gente que invierte observa tanto lo que pasa dentro del país como lo que pasa afuera para decidir si es seguro prestarle plata.

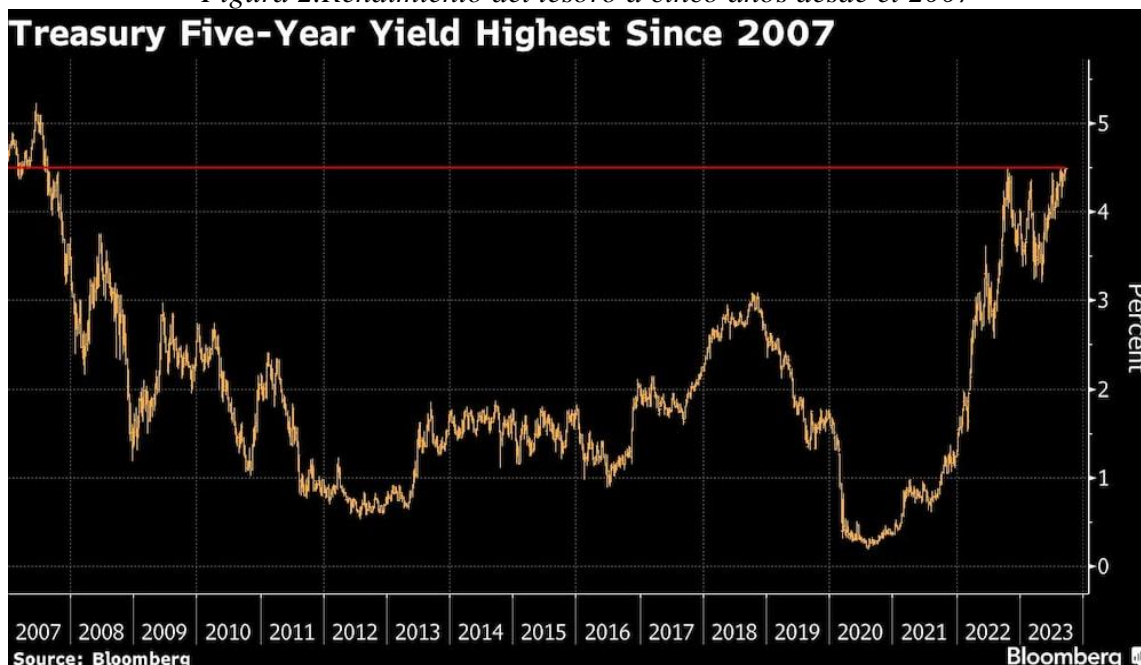
## ***2.3. Déficit Fiscal y Sostenibilidad de la Deuda***

El déficit fiscal es clave para entender el riesgo de un país, pues muestra la diferencia entre lo que el gobierno gana y lo que gasta. Si el déficit crece sin parar, el gobierno necesita pedir más plata prestada, lo que hace pensar que no podrá pagar sus deudas. (Hilscher & Nosbusch, 2010) encontraron que los inversionistas toman en cuenta tanto lo que se espera del déficit en el futuro como de qué tipo es la deuda (si el endeudamiento se tiene a nivel local o con entidades internacionales fuera del país de origen) con el fin de ponerle precio a los CDS soberanos.

En Estados Unidos, el (CRS, 2023) y el (IMF, 2023) han dicho que el déficit y la deuda federal están subiendo sistemáticamente por culpa de las políticas que gastan más, el gasto social y los costos para pagar la deuda. Esto ha hecho que suban los precios de los CDS, sobre todo a 5 y 10 años, que son los plazos donde más se siente el riesgo de tener que aumentar el endeudamiento.

En los momentos de crisis por el límite de deuda (2011, 2021 y 2023), los precios de los CDS de EE.UU. a 5 años subieron de manera importante llegando a 63 puntos básicos en 2011 y 70 puntos básicos en 2023. Estos son niveles muy altos para un país con calificación AA+ (CRS, 2023); (Investments, 2023) Estas subidas mostraban que los inversionistas estaban preocupados por la probabilidad de que el país no pudiera pagar a tiempo debido a problemas políticos, más que porque realmente no tuviera capacidad de pago.

*Figura 2. Rendimiento del tesoro a cinco años desde el 2007*



Fuente: <https://www.bloomberglinea.com/2023/09/19/rendimiento-de-bonos-a-cinco-anos-en-eeuu-suben-a-su-nivel-mas-alto-desde-2007/>

#### ***2.4. Tamaño y Composición de la Deuda Pública***

Para evaluar qué tan riesgoso es un país, es clave chequear cuánta deuda tiene en comparación con su economía, cómo está organizada esa deuda en tiempos y quiénes la tienen. (Fontana & Scheicher, 2016) encontraron que en Europa, los CDS suben no solo debido al riesgo crediticio fundamental sino también a factores de mercado como liquidez, aversión al riesgo y fricciones de financiación.

El Fondo Monetario Internacional (2024) dice que la deuda de Estados Unidos es más del 120% de su economía, lo cual es un récord. Además, cada vez más de esa deuda está en manos de inversionistas privados en lugar de instituciones oficiales. Esto hace que el costo de pedir plata prestada sea más sensible a lo que haga el banco central y a cómo se percibe el riesgo a nivel mundial. Respecto a este último punto, (Pelizzon, Subrahmanyam, Tomio, & Uno, 2016) hallaron que si los bancos tienen mucha deuda y los bonos del gobierno no son fáciles de vender, los CDS también se ven afectados. Si los bonos valen menos como garantía (ya sea por cambios bruscos en el mercado o por el aumento de las tasas), los inversionistas van a demandar spreads más altos para cubrir el riesgo. Esto se ha visto en Estados Unidos desde 2022, cuando la Reserva Federal incrementó considerablemente las tasas de interés.

#### ***2.5. Crecimiento Económico, Tasas de Interés y Confianza de los Inversionistas***

Cuando la economía crece, el gobierno tiene más recursos vía mayor recaudo de impuestos, lo que ayuda a disminuir el riesgo de impago de sus obligaciones. Sin embargo, si la economía está mal y los intereses suben, la deuda del país puede crecer muy rápido.

Un estudio de (Longstaff, Pan, Pedersen, & Singleton, 2011) dice que los CDS, entendidos como una especie de seguro contra el impago de deuda, reflejan tanto el riesgo de que un país no pague sus obligaciones, como el miedo general de los mercados y el apetito de los inversionistas por invertir en alternativas más seguras. Cuando hay problemas económicos en todo el mundo, tal como ocurrió con la crisis financiera del como en 2008 o con la pandemia del Covid-19, los CDS de los países presentan alzas porque hay mayor incertidumbre a nivel global y eso hace que caiga el apetito de riesgo. En Estados Unidos, el CDS a 10 años subió cuando subió el índice VIX (también conocido como el índice del miedo porque mide el sentimiento de los inversionistas sobre los mercados, basado en las volatilidades del mercado de opciones) y cuando subieron los CDS de países europeos. Pero como el dólar se considera un refugio seguro, el CDS de Estados Unidos subió en menor medida (Longstaff, Pan, Pedersen, & Singleton, 2011)

Tanto la confianza del público en las instituciones de un país como su historial de pagos también son factores clave para determinar el nivel de los CDS. Cuando la agencia calificadora de riesgo S&P bajó la calificación crediticia de Estados Unidos de AAA a AA+ en 2011, los mercados reflejaron mayor incertidumbre y los CDS subieron, Sin embargo, la probabilidad de que Estados Unidos no pagara sus deudas seguía siendo baja (CRS, 2023)

## ***2.6. Canales de Transmisión y Contagio Financiero***

Los cambios en los precios de los CDS soberanos no solo muestran lo que pasa en cada país, sino también cómo están conectadas las finanzas a nivel mundial. Un estudio de Agustín et al. (2018) dice que hay contagio entre los CDS soberanos y los de empresas. Esto quiere decir que, si se piensa que un país tiene más riesgo de no pagar su deuda, eso puede afectar también la confianza en las empresas, sobre todo en el sector financiero.

El Banco Central Europeo también mostró en 2014 que los problemas de riesgo de un país pueden extenderse a otras regiones por medio de bonos y otros instrumentos, lo cual afecta la estabilidad de todo el sistema financiero mundial. En Estados Unidos, cuando suben los precios de los CDS, a veces coincide con problemas en los mercados de repos y garantías, lo que hace que haya menos dinero disponible y que los mercados de bonos del Tesoro se vean aún más afectados (BIS, 2020)

En resumen, los estudios que revisamos dicen que el riesgo de un país no depende solo de si puede o no pagar sus deudas, sino también de si hay suficiente dinero, confianza y cómo se percibe el riesgo a nivel mundial. Por eso, al analizar los CDS soberanos de Estados Unidos a 5 y 10 años, podemos ver tanto los problemas a corto plazo relacionados con temas fiscales (como el límite de deuda) como lo que se espera a largo plazo sobre la economía y las políticas del país.

### **3. La Visión Fundamentalista Tradicional del Riesgo Soberano (Modelos Estructurales)**

#### ***3.1. Premisa y Concepto de Pérdida Esperada***

La perspectiva fundamentalista se basa en la premisa de que el precio de los instrumentos derivados de crédito, como los CDS soberanos, es un reflejo fiel y directo de lo que el mercado espera sobre el impago de la nación. Esta visión, la más antigua en la literatura financiera, postula que el spread del CDS es una medida de riesgo puro. Formalmente, el spread del CDS debe reflejar la Pérdida Esperada (EL – *Expected Loss*), una función conjunta de la Probabilidad de Default (PD) y la Pérdida Dado el Default (LGD - *Loss Given Default*). El consenso académico establece que la PD y la LGD están pegadas a las variables macroeconómicas y fiscales que afectan la capacidad y voluntad de pago del soberano.

### ***3.2. La Teoría de Contingent Claims (CCA) como Base Estructural***

La base teórica para relacionar el riesgo soberano con variables de balance estructural reside en el modelo de (Merton, 1974) que es el pionero de los modelos estructurales de riesgo de crédito. En su formulación original, el default ocurre cuando el valor de los activos de la entidad cae por debajo del valor nominal de su deuda.

Bajo este enfoque, los activos de la nación son el valor presente de los ingresos fiscales futuros, y el default se modela como el ejercicio de una opción Call por parte del soberano cuando la carga de la deuda excede su capacidad de pago o cuando el costo político de pagar supera el beneficio (voluntad de pago).

El CCA (por sus siglas en inglés, Contingent Claim Approach) como indica en la investigación (Cruz Merchán & Vargas Vives, 2011) justifica plenamente que el riesgo de impago (PD) esté directamente relacionado con las variables macro-fiscales. El indicador Deuda/PIB representa el apalancamiento relativo de la nación, y la volatilidad económica (la incertidumbre sobre el crecimiento futuro) se interpreta como la volatilidad del valor de los activos subyacentes. El CCA es, por lo tanto, la base para la selección de las variables macro-fiscales como drivers fundamentales en esta tesis. A pesar de su robustez conceptual, el CCA original tiene limitaciones como herramienta para modelar la complejidad soberana, como son la posibilidad de default antes del vencimiento o la dificultad de observar la trayectoria del "valor de los activos" de la nación.

## **4. Limitaciones de los Fundamentales y el Rol de las Fricciones del Mercado**

### ***4.1. Insuficiencia de los Modelos Clásicos y el Contexto de Crisis***

Sin embargo, la crisis financiera de 2008 y la crisis de deuda soberana europea posterior mostraron que los márgenes de los CDS, incluso los de economías vistas como seguras entre las que se cuenta como Estados Unidos, tenían una volatilidad y unos niveles que no se podían explicar solo por cambios graduales en estos elementos macroeconómicos.

La incapacidad de los modelos fundamentalistas para explicar el comportamiento de los CDS en períodos de estrés ha llevado a que una parte de la literatura se enfoque en las fricciones del mercado, la iliquidez y los factores de riesgo globales.

### ***4.2. Fricciones, Iliquidez y el Componente No-Default***

Como señalan (Schmid, Schneider, & Chernov, 2016) incluso los modelos macro financieros más serios reconocen que una parte significativa de la prima de los CDS observada en el mercado, no corresponde al riesgo de default real, sino a fricciones institucionales y de liquidez.

Justo para reforzar esa idea, una parte clave del estudio de (Schmid, Schneider, & Chernov, 2016) apoya esta interpretación de que los spreads de los CDS soberanos de los EE.UU no necesariamente reflejan el riesgo de default , sino más bien las fricciones del mercado y la baja liquidez, dejando las variables macroeconómicas en un segundo plano. Los autores lo dicen claramente cuando afirman:

“There are a lot of reasons to think that frictions may arise from various institutional features of the CDS markets, such as margin requirements, capital constraints, and credit event determination. Such frictions could be responsible for a part of the observed premium. We do not disagree with such a view.” (Schmid, Schneider, & Chernov, 2016)

La anterior observación se alinea con los resultados de esta investigación, donde la dinámica del Credit Default Swap (CDS) se explica principalmente por su propio rezago, por lo menos, durante el período de estudio. Las variables de incertidumbre o financieras añaden poca capacidad explicativa. En ambos casos, el comportamiento de los CDS parece responder más a las fricciones e iliquidez del mercado que a cambios en los fundamentales del riesgo soberano.

#### ***4.3. Percepción de Riesgo y Factores Conductuales***

La percepción de riesgo en los mercados de CDS no responde exclusivamente a información objetiva. Factores conductuales y psicológicos también influyen en la formación de precios, especialmente en momentos de incertidumbre política o mediática (Investments, 2023)

Durante los episodios del límite de deuda de 2011 y 2023, en EE.UU. se observó que parte del aumento de los spreads obedeció a reacciones de pánico o cobertura excesiva, más que a deterioros estructurales. (Investments, 2023) señala que algunos inversionistas adquirieron CDS como una apuesta especulativa de bajo costo y alta ganancia potencial, lo cual amplificó las variaciones de precios en un mercado con baja liquidez.

El informe del (IMF, 2023) también advierte que, en mercados pequeños, los CDS pueden reflejar sentimiento de riesgo más que probabilidad objetiva de incumplimiento. Así, diferenciar entre “riesgo percibido” y “riesgo real” resulta fundamental para el modelamiento del crédito soberano. En este sentido, los CDS soberanos funcionan como indicadores de sentimiento financiero agregado, más que como instrumentos de predicción precisa de default.

### **5. Evidencia Empírica: Determinantes Globales y Locales**

Los modelos estructurales de crédito encuentran su fundamento teórico en (Merton, 1974) quien concibe el incumplimiento de deuda como la probabilidad de que el valor de los activos del

deudor caiga por debajo del valor de sus pasivos en la fecha de vencimiento. En este marco, el riesgo de crédito se interpreta como una función del comportamiento de los fundamentos macroeconómicos y financieros, y su prima de riesgo refleja la percepción del mercado sobre dicha probabilidad de incumplimiento. Sin embargo, la evidencia empírica ha mostrado que, si bien los fundamentos macroeconómicos son relevantes, una proporción considerable de la variación en los spreads de crédito está explicada por factores globales y de mercado, como la liquidez o la aversión al riesgo global, los cuales actúan como determinantes comunes entre países.

### ***5.1. El Factor de Riesgo Global***

Uno de los estudios más influyentes en esta línea es el (Longstaff, Pan, Pedersen, & Singleton, 2011), ¿“How Sovereign Is Sovereign Credit Risk?”. Los autores descomponen los spreads soberanos en riesgo de default esperado y una prima de riesgo, utilizando una muestra de 26 países entre 2000 y 2010. A través de un modelo affine<sup>1</sup> y análisis de componentes principales, encuentran que un solo factor global explica cerca del 64% de la variación en los spreads soberanos, especialmente en periodos de crisis. Los resultados sugieren que los CDS están correlacionados con variables financieras globales como los retornos del mercado estadounidense, el índice VIX o los spreads de crédito high-yield y en menor medida con los fundamentales locales. Aproximadamente un tercio del spread promedio se asocia a una prima por riesgo y no a pérdidas esperadas, evidenciando la relevancia de incorporar factores financieros globales en los marcos estructurales.

---

<sup>1</sup> Un modelo afín ó affine term structure model en mercados financieros es un tipo de modelo matemático utilizado principalmente para analizar la estructura temporal de las tasas de interés (la relación entre la tasa de interés y el tiempo hasta el vencimiento)

### ***5.2. Dinámica de la Curva de CDS***

En una línea similar, (Augustin, 2018) desarrolla un modelo de estructura temporal de los CDS soberanos que incorpora choques globales e idiosincráticos domésticos, mostrando que la pendiente de la curva de CDS contiene información sobre el origen del riesgo. Una curva normal (positiva) refleja dominancia de factores globales, mientras que una curva invertida evidencia predominio de choques domésticos y de incertidumbre macroeconómica local. Usando datos de 44 países, Augustin encuentra que la rentabilidad bursátil nacional es el determinante interno más significativo de los diferenciales de CDS, y que durante una crisis la influencia de los factores fundamentales locales aumenta, mientras que en periodos de calma prevalecen los factores globales.

### ***5.3. Rol de Fundamentales y Factores Financieros***

Por su parte, (Hilscher & Nosbusch, 2010) analizan el papel de los fundamentales macroeconómicos frente a los factores globales en la determinación de los spreads soberanos (medidos por el EMBI). A través de un panel de 31 economías emergentes y desarrolladas (1994–2007), los autores encuentran que variables como la deuda pública y el déficit fiscal explican gran parte del nivel estructural de las primas de riesgo, mientras que los movimientos de corto plazo son mayormente inducidos por factores financieros internacionales, como el VIX y los spreads corporativos. Además, la relación entre deuda y riesgo es no lineal, con mayor sensibilidad en países altamente endeudados. En suma, los autores concluyen que los modelos basados en fundamentales son esenciales para explicar los diferenciales de largo plazo entre países, pero insuficientes para capturar la dinámica de corto plazo, que depende de la volatilidad y la aversión al riesgo global.

## **6. La Dinámica Específica del Mercado de CDS Soberanos de EE. UU.**

### ***6.1. Eficiencia de la Información y Persistencia***

Algunos estudios han documentado que los spreads de CDS presentan una alta persistencia temporal y un comportamiento fuertemente autorregresivo, reflejando una lenta incorporación de nueva información al precio. (Tolikas & Topaloglou, 2017), en su estudio “Is Default Risk Priced Equally Fast in the CDS and the Stock Markets?”, comparan la velocidad de incorporación de información entre los mercados de CDS y el accionario para distintas regiones (EE. UU., Europa, Reino Unido y Asia) durante 2008–2014. Sus resultados muestran que los mercados bursátiles lideran a los CDS en el descubrimiento de precios asociados al riesgo de crédito, especialmente ante noticias negativas, lo que indica que los CDS reaccionan con rezago y son menos eficientes informacionalmente. Este hallazgo coincide con los resultados de (Norden & Weber, 2009) y (Forte & Peña, 2009) quienes encontraron que los movimientos en los CDS suelen ser precedidos por variaciones en el mercado accionario. En emisores con alta credibilidad crediticia, como Estados Unidos, los CDS tienden a comportarse de manera altamente autorregresiva, reflejando su propia dinámica pasada más que cambios en fundamentos macroeconómicos.

### ***6.2. Iliquidez y Representatividad del Mercado de EE. UU.***

La evidencia más reciente sugiere que el mercado de CDS soberanos estadounidenses es pequeño, ilíquido y poco representativo de las expectativas reales del mercado. (Semedo, 2022), en su análisis “What Does the CDS Market Imply for a U.S. Default?” del Federal Reserve Bank of Chicago, muestra que los contratos sobre entidades soberanas representan solo el 13% del universo total de CDS, concentrándose en mercados emergentes como Argentina, Brasil o Turquía. Los CDS soberanos de EE. UU. registran muy baja actividad la mayor parte del tiempo,

salvo episodios puntuales asociados a crisis del techo de la deuda, donde la negociación aumenta transitoriamente.

Durante 2023, por ejemplo, no se registraron operaciones durante varios meses consecutivos, y el incremento observado en los spreads de corto plazo respondió más al temor de un impasse político que a un deterioro en la calidad crediticia de largo plazo. La inversión temporal de la curva de CDS donde los spreads de corto plazo aumentan más que los de largo, refleja una preocupación por defaults técnicos temporales, no por insolvencia estructural.

Complementariamente, el estudio del Federal Reserve Bank of New York (Liberty Street Economics, 2019) titulado “How Should We Measure Market Expectations of the U.S. Government Failing to Meet Its Debt Obligations?” (Boyarchenko & Shachar, 2020) demuestra que, desde 2014, el mercado de CDS soberanos de EE. UU. ha colapsado en términos de liquidez y profundidad. El número de contratos activos cayó de más de 1.500 en 2011 a solo 128 en 2019, y el valor nocional bruto se redujo de USD 32.3 mil millones a USD 3.7 mil millones. La mayoría de las operaciones actuales son asignaciones internas entre instituciones financieras, no creación de nuevas posiciones de riesgo. Por tanto, los spreads publicados son en gran parte “precios indicativos” basados en cotizaciones y no en transacciones efectivas. Esto implica que los CDS de EE. UU. no reflejan fielmente las expectativas de default, sino episodios de incertidumbre política o restricciones temporales de liquidez vinculadas al techo de deuda. En consecuencia, los determinantes relevantes para modelar los CDS estadounidenses no son los tradicionales fundamentos macroeconómicos, sino factores institucionales y de riesgo político como la probabilidad de no elevación del techo de deuda o cierres de gobierno, que deben incorporarse explícitamente en los modelos empíricos.

La literatura coincide en que, para economías con alta credibilidad crediticia como Estados Unidos, los CDS soberanos reflejan en mayor medida factores financieros y políticos que deterioros macroeconómicos. Su comportamiento es altamente persistente, influenciado por la liquidez del mercado y por episodios de incertidumbre institucional. Por tanto, el modelamiento del riesgo soberano estadounidense debe incorporar componentes autorregresivos, medidas de liquidez y variables de incertidumbre política, más que depender únicamente de fundamentos macroeconómicos clásicos.

### **Capítulo 3: Metodología**

Con el fin de identificar si los CDS soberanos de los nodos de 5 y 10 años de Estados Unidos responden a variables macroeconómicas, financieras y de incertidumbre generales, se conformó una base de datos que contiene más de 100 variables que podrían ser relevantes, la cual contiene datos como el SPX, el VIX, MOVE, PIB, Desempleo, Inflación, Incertidumbre económica, Incertidumbre fiscal, Commodities, metales, etc.

Esta selección de variables se fundamenta bajo varios estudios sobre los determinantes fundamentales del nivel de los CDS soberanos de diversos países, como por ejemplo el estudio de Abdelaïum (2001, hoja 21, Drivers of Sovereign Credit Default Swap (CDS) spreads: The cases of Western and Southern European regions), en el que emplea variables financieras y macroeconómicas para estimar los drivers de los CDS.

Gran parte de la información utilizada durante esta metodología fue compartida por el equipo de Bancolombia, aunque las variables relacionadas con incertidumbre fueron extraídas directamente desde el sitio web (EPU, 2024) “Monthly epu indeX” mientras unas cuantas fueron

extraídas desde el sitio oficial de la FRED, como por ejemplo el índice de condiciones financieras ajustadas (ANFCI desde la FRED).

Es importante notar que se cuenta con información de los CDS de 5 y 10 años desde el mes de octubre de 2008 hasta el mes de agosto de 2025. Algunos de estos datos están repetidos dada la poca transaccionalidad de estos instrumentos.

Durante este proceso fue necesaria una limpieza de la base de datos, donde, por ejemplo, se eliminaron variables que estaban vacías completamente o que tenían varios meses consecutivos con valores en blanco. Estas variables no aportarían nada a la estimación de los niveles de los CDS y su imputación podría traer imprecisiones durante el ejercicio.

Se tomó la decisión de partir desde la información diaria y de realizar agrupaciones mensuales con los promedios de cada mes, es decir, se trabajará con meses y el dato del mes de enero corresponde al promedio del valor de cotización de los CDS durante ese mes. Esta decisión se justifica gracias al objetivo final del ejercicio, el cual es estimar los determinantes fundamentales del nivel de los CDS soberanos de Estados Unidos. Este objetivo requerirá eliminar el ruido del mercado y buscar los determinantes de fondo de su nivel, por lo que el trabajo con promedios mensuales es el más apropiado.

Adicionalmente, se decidió eliminar las variables redundantes entre sí. Un ejemplo claro corresponde a aquellas que estaban disponibles tanto en niveles —identificadas con el sufijo `_P` en el archivo de Bancolombia— como en tasas de variación —marcadas con el sufijo `_T`—, por ejemplo: `ECO_USA_GDP_USD_P` y `ECO_USA_GDP_USD_T`. Incluir simultáneamente diferentes transformaciones de una misma medición no resulta metodológicamente apropiado.

Es importante destacar que las variables seleccionadas para el análisis de los CDS fueron comunes a todos los nodos evaluados. En otras palabras, tanto para el CDS soberano a 5 y 10

años, como para el spread entre ambos, se empleó el mismo conjunto de variables explicativas. Esta decisión se fundamenta en que los determinantes fundamentales no deberían variar sustancialmente entre nodos, dado que se trata del mismo instrumento financiero.

Si bien es posible que los coeficientes o la magnitud del impacto difieran, e incluso que algunas variables ganen o pierdan significancia según el nodo, el conjunto inicial de variables seleccionadas debería capturar adecuadamente los factores relevantes para explicar los movimientos de los CDS soberanos en todos los horizontes analizados.

Adicionalmente, se decidieron incorporar los outliers fuertes como variables dummies dentro de las regresiones, esto con la finalidad de controlar por eventos extremos, y que en consecuencia, el modelo no perdiera explicabilidad, ni se vieran distorsionados los coeficientes estimados. La inclusión de estas variables permite capturar el efecto particular de observaciones atípicas que podrían influir de forma desproporcionada sobre la pendiente o el intercepto del modelo. De esta forma, en lugar de eliminar dichas observaciones —lo que implicaría pérdida de información—, se controla su impacto al asignarles un efecto específico mediante una variable indicadora, preservando así la robustez y estabilidad de la estimación global.

A los modelos, ya sea en diferencias o en niveles (como lo veremos más adelante) se les añadió como variable explicativa un rezago de 1 periodo de su variable dependiente. Esto para verificar si el valor pasado aporta valor al momento de explicar el valor futuro de la variable independiente. Esto permite identificar si hay inercias o persistencias dentro de la variable dependiente.

De manera complementaria, se agregó la variable categórica de régimen para capturar efectos discretos en el comportamiento de la serie, asociados a fenómenos coyunturales como la crisis del 2008, el periodo post-pandemia y las intensas discusiones sobre el techo de la deuda en

Estados Unidos. Estos eventos pueden afectar la percepción de riesgo soberano y, por ende, los movimientos de los CDS. La inclusión de esta variable permite evaluar cómo cambios en la política o ajustes regulatorios influyen en los spreads y, al integrarla en modelos como ARIMAX, VAR y Random Forest, ayuda a identificar la sensibilidad de los CDS frente a eventos específicos y a mejorar la interpretación de los resultados inferenciales.

### **Modelo con variables estacionarias**

La primera aproximación al ejercicio fue realizar una estimación convirtiendo todas las variables, tanto la dependiente como las independientes a series estacionarias. Esto es importante pues las series en niveles pueden causar regresiones espurias, lo cual nos llevaría a conclusiones incorrectas sobre los determinantes de los CDS. Además, los modelos más interpretables por lo general requieren de cumplir con ciertas condiciones para poder obtener resultados robustos, siendo una condición bastante común la estacionariedad de todas las variables involucradas. Con este fin en mente, tomamos en cuenta la expresión original de cada variable para determinar si la mejor manera de diferenciar (en caso de ser necesario) era con una resta con respecto al valor anterior (el caso utilizado generalmente para las variables que ya de por sí son tasas o puntos básicos, como nuestra variable dependiente CDS 5 años o CDS 10 años) o con variaciones (el caso utilizado para variables en niveles o los índices de mercado como el índice del cobre, aluminio, SPX, etc.).

La prueba de estacionariedad utilizada fue la Prueba de Dickey-Fuller Aumentada (ADF - Augmented Dickey-Fuller). Esta prueba estadística se emplea para determinar si una serie temporal contiene una raíz unitaria, que es una característica de las series no estacionarias. Es importante resaltar que las variables que de por sí eran estacionarias, como por ejemplo el VIX,

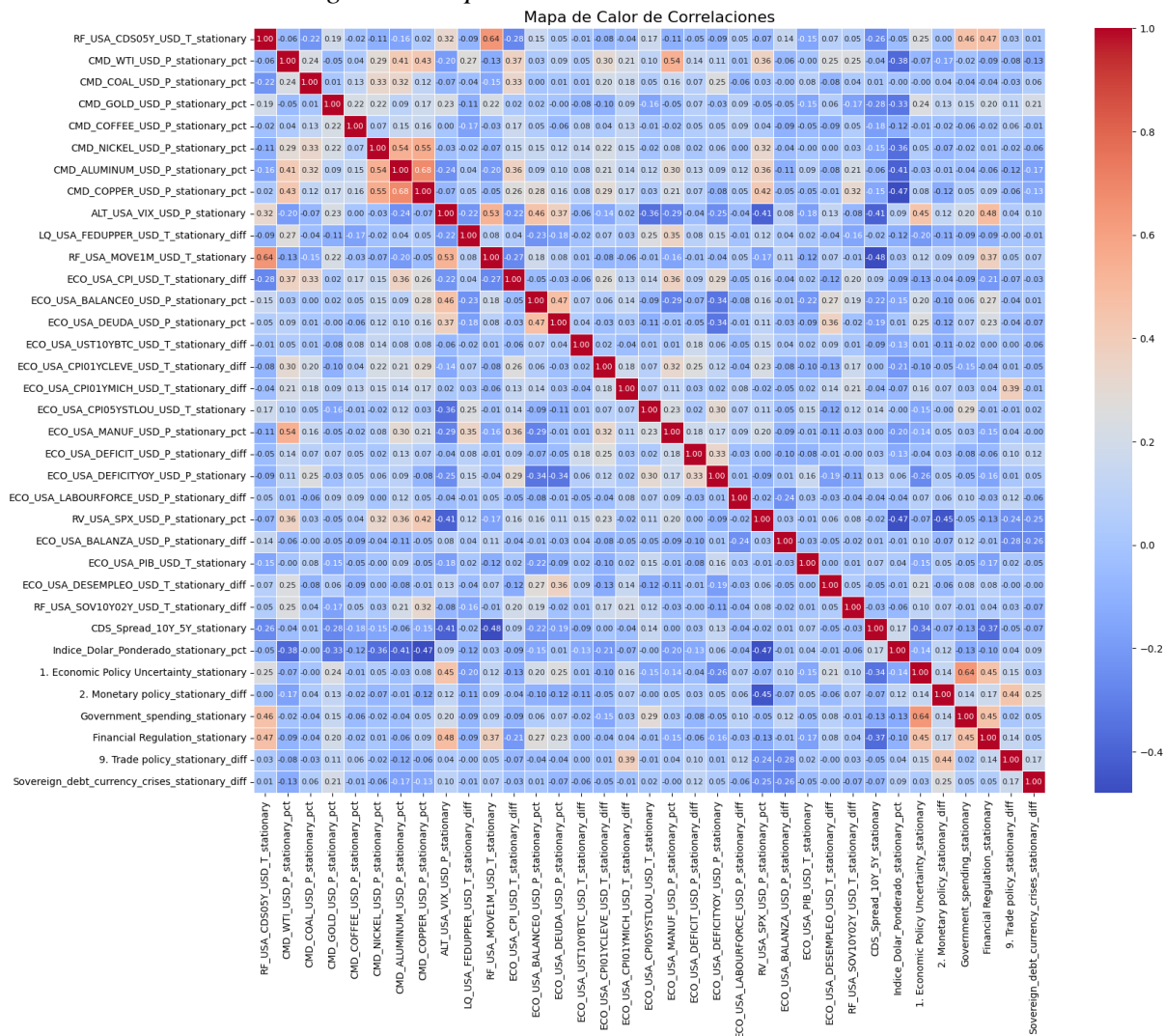
el MOVE o algunas variables del EPU, no fueron diferenciadas pues ya eran estacionarias desde su nivel inicial.

De esta manera, nuestra variable dependiente para la primera aproximación es la variación del nivel promedio de los CDS de 5 y 10 años, y las variables que buscarán explicarlo serán las variaciones de los promedios de las variables macroeconómicas, financieras y de incertidumbre.

Una vez con la base de datos estacionaria, debemos velar por el cumplimiento del supuesto de no multicolinealidad entre las variables independientes. La alta correlación entre las variables explicativas aumenta la varianza de los coeficientes de regresión, lo que hace que sus errores estándar sean muy grandes. Esto puede llevar a la conclusión errónea de que variables importantes no son estadísticamente significativas.

Para evitar la multicolinealidad, se realiza una prueba de VIF sobre el conjunto de variables independientes, además de hacer análisis de correlación entre cada una de las variables empleadas hasta este punto. El resultado es el siguiente:

Figura 3. Mapa de calor de correlaciones



Ahora bien, podemos observar que individualmente no tenemos variables con relaciones muy elevadas (0.8), por lo que consideramos que en términos de correlaciones individuales, podemos utilizar esta selección de variables (es importante mencionar que para poder llevar a este resultado se tuvo que realizar un ejercicio iterativo de selección de variables que tuviera alta correlación e ir eliminando una a una hasta llegar a una selección de variables que fuera útil para nuestra finalidad y que no tuviera problemas de multicolinealidad).

*Figura 4. Top 10 de variables por VIF*

```
Calculando el Factor de Inflación de la Varianza (VIF)...
Valores del VIF
```

	Variable	VIF
	ALT_USA_VIX_USD_P_stationary	5.151968
1.	Economic Policy Uncertainty_stationary	3.496473
	Government_spending_stationary	3.164939
	CMD_COPPER_USD_P_stationary_pct	3.132939
	CMD_ALUMINUM_USD_P_stationary_pct	3.122695
	RV_USA_SPX_USD_P_stationary_pct	2.881734
	CMD_WTI_USD_P_stationary_pct	2.818277
	ECO_USA_BALANCE0_USD_P_stationary_pct	2.786904
	ECO_USA_MANUF_USD_P_stationary_pct	2.458674
	ECO_USA_CPI05YSTLOU_USD_T_stationary	2.183895

**Fuente:** Elaboración Propia

Un VIF superior a 10 indica un problema claro de multicolinealidad que debe corregirse; un valor por encima de 5 puede considerarse una señal de alerta, mientras que un VIF inferior a 5 no representa un riesgo significativo. En nuestro caso, solo una variable supera el umbral de 5; sin embargo, se trata de un factor relevante que podría contribuir a explicar los movimientos de los CDS soberanos de Estados Unidos. Por esta razón, y dado que no excede un nivel crítico, se decidió mantener el VIX dentro del conjunto de variables de entrenamiento.

En este punto, nuestra base de datos cumple con los criterios de estacionariedad y ausencia de multicolinealidad significativa, lo que nos permite avanzar hacia la etapa de estimación mediante modelos estadísticos o de aprendizaje automático.

Dado nuestro objetivo principal —identificar los determinantes fundamentales que explican los movimientos de los CDS soberanos de Estados Unidos a 5 y 10 años—, hemos optado por modelos con alta capacidad inferencial, priorizando la interpretación sobre la flexibilidad. En consecuencia, emplearemos enfoques estadísticos relativamente simples, como regresiones lineales (por OLS), modelos ARIMAX y modelos VAR, que permiten cuantificar cómo varía el CDS soberano ante un cambio unitario en una variable explicativa.

El modelo de OLS (Mínimos Cuadrados Ordinarios) estima relaciones lineales entre una variable dependiente y una o varias variables independientes, buscando los coeficientes que minimicen la diferencia entre los valores observados y los predichos. En el contexto de los CDS, OLS permite identificar cómo las variables macroeconómicas, financieras y de incertidumbre afectan los cambios en los spreads, ayudando a detectar sus determinantes fundamentales.

Por su parte, el ARIMAX extiende el modelo ARIMA al incluir variables externas, combinando la capacidad de capturar la dinámica temporal y la autocorrelación de la serie con información adicional que puede influir en los cambios de los CDS. Esto permite analizar no solo la dependencia temporal de los spreads, sino también cómo factores externos explican parte de su comportamiento.

El modelo VAR (Vector Autoregresivo) permite analizar la dinámica conjunta de varias series temporales, capturando las relaciones entre los cambios de los CDS y múltiples variables macroeconómicas y financieras de forma simultánea. Esto es útil para entender la interacción entre los determinantes de los spreads y sus efectos rezagados a lo largo del tiempo.

El Random Forest Regressor es un modelo no lineal basado en árboles de decisión que puede capturar relaciones complejas y no lineales entre las variables explicativas y los cambios en los CDS. Una de sus ventajas clave es la posibilidad de calcular la importancia de las variables en la predicción (feature importance), lo que permite identificar cuáles factores tienen mayor influencia sobre los movimientos de los spreads y cotejarlos frente a los resultados de OLS, ARIMAX y VAR.

En conjunto, los modelos OLS, ARIMAX, VAR y Random Forest Regressor son herramientas que permitirán identificar las relaciones entre los cambios en los CDS y sus determinantes macroeconómicos, financieros y de incertidumbre. Cada modelo ofrece un enfoque distinto: OLS y ARIMAX facilitan la interpretación lineal y temporal de los efectos, VAR captura la interacción conjunta de múltiples variables a lo largo del tiempo, y Random Forest permite identificar de manera no lineal cuáles factores tienen mayor influencia en la predicción mediante la importancia de las variables. Para evaluar su desempeño y robustez, se emplean tanto folds (pliegues) de validación cruzada temporal (time-series folds) como walkforward validation, lo que permite medir la estabilidad de los modelos frente a distintos periodos de estimación y la capacidad de pronóstico en escenarios futuros. Estos métodos son especialmente útiles en series poco líquidas como los CDS, donde los errores extremos y los shocks puntuales pueden afectar significativamente las métricas de desempeño, como RMSE y MAE, ofreciendo así una evaluación más completa de la precisión de cada modelo.

### **Modelo con variables en niveles**

Inicialmente, se estimaron los modelos utilizando variables en diferencias para evitar regresiones espurias derivadas de la presencia de raíces unitarias en las series, lo que permite

estabilizar la media y la varianza y obtener estimaciones confiables. Sin embargo, los resultados de estas regresiones mostraron un  $R^2$  muy bajo, lo que sugiere que gran parte de la dinámica de la serie no se capturaba al trabajar solo con cambios mensuales. Por esta razón, se decidió estimar un modelo alternativo en niveles e incorporando un componente autoregresivo con el objetivo de explorar si la serie presenta alta persistencia, considerando la limitada liquidez histórica del instrumento, y analizar relaciones estructurales de largo plazo con las variables macroeconómicas, financieras y de incertidumbre. Esta aproximación permite observar cómo los shocks afectan el nivel absoluto de los CDS, aunque su interpretación requiere cautela, ya que la inclusión de variables no estacionarias puede sesgar la significancia estadística y limitar las inferencias sobre causalidad.

Las variables explicativas, por su parte, se utilizaron en sus niveles originales, agrupadas mensualmente, sin modificar su grado de estacionariedad. Es decir, el modelo considera tanto variables estacionarias como no estacionarias, conservando sus valores en niveles para captar relaciones estructurales de largo plazo entre los determinantes y el nivel del CDS soberano.

Para el análisis de los CDS se implementó un modelo AR(1) en niveles, con el objetivo de capturar la dependencia temporal inmediata de la serie. La estimación incluyó un ajuste robusto de los coeficientes mediante errores HAC, lo que permite obtener estadísticas t y errores estándar robustos frente a posibles heterocedasticidades y autocorrelación de primer orden en los residuos.

Para evaluar la estabilidad y capacidad de pronóstico del modelo, se realizaron dos enfoques de validación. En primer lugar, se aplicó validación cruzada temporal (*time-series cross-validation*) con 5 folds, que permite medir la variabilidad del desempeño del modelo frente a distintos periodos de entrenamiento y prueba dentro de la serie histórica. En segundo lugar, se llevó a cabo un *walk-forward* sobre los últimos 20 y 60 periodos, simulando pronósticos paso a

paso hacia el futuro y calculando métricas como RMSE, MAE, Median AE y  $R^2$  para evaluar la precisión del modelo en un escenario más realista de predicción fuera de la muestra.

La combinación de estimación robusta, cross-validation con folds y walk-forward garantiza una evaluación integral del AR(1), permitiendo no solo interpretar la persistencia de la serie sino también medir su capacidad de pronóstico y la estabilidad de los coeficientes frente a shocks y variaciones en los datos.

Como modelo comparativo frente al AR(1), se implementó un modelo ARDL (*Autoregressive Distributed Lag*) que permite capturar tanto la dinámica temporal de la variable dependiente como los efectos retardados de las variables exógenas. En este enfoque, no solo se incluyen rezagos de la serie de CDS (como en el AR(1)), sino también rezagos de cada una de las variables explicativas, lo que facilita evaluar su influencia de corto y largo plazo sobre el nivel de los spreads. La estimación se realizó con errores robustos HC3, para corregir posibles heterocedasticidades y autocorrelación en los residuos.

Adicionalmente, se construyó un modelo de corrección de errores (ECM) a partir del ARDL, el cual permite descomponer la dinámica en dos componentes: uno de ajuste hacia el equilibrio de largo plazo (capturado por el coeficiente de corrección de error, ECT) y otro de variación transitoria a corto plazo. Este análisis es especialmente útil para identificar la velocidad a la que los CDS vuelven a su nivel de equilibrio después de un shock.

Para evaluar el desempeño predictivo, se implementó un walk-forward sobre los últimos 60 periodos, re-seleccionando los rezagos óptimos en cada ventana de entrenamiento para evitar “look-ahead bias”. Este procedimiento permite comparar directamente las predicciones del ARDL frente al AR(1), calculando métricas como RMSE, MAE y  $R^2$ , y analizar cómo la

inclusión de variables exógenas y rezagos adicionales mejora la precisión del modelo frente a un benchmark autoregresivo simple.

Es importante mencionar a su vez que a un modelo ARDL no pueden ingresar variables con orden de integración de grado 2, por lo que antes de ejecutar dicho modelo, se realizó la validación de que todas las variables del dataframe (o al menos las que fueran a ingresar al modelo) fueran I(1) o I(0) (lo cual se cumplió para toda nuestra base de datos).

## **Capítulo 4: Resultados**

### **Modelo con variables estacionarias**

Los modelos OLS y ARIMAX con variables estacionarias fueron construidos bajo criterios metodológicos idénticos para garantizar la comparabilidad de sus resultados. Ambos incorporan un componente autoregresivo mediante el rezago del periodo inmediatamente anterior y controlan los eventos atípicos identificados mediante variables dummy. El proceso de selección de variables sigue una estrategia forward basada en el Criterio de Información Bayesiano (BIC), donde las variables se añaden de forma iterativa solo si mejoran significativamente el ajuste del modelo. El algoritmo se detiene automáticamente cuando tres variables consecutivas no logran reducir el BIC, evitando así el sobreajuste. Para garantizar la robustez de la inferencia estadística frente a heterocedasticidad, se emplearon errores estándar robustos tipo HC1 de White en ambas especificaciones.

### ***CDS 5 años***

El modelo OLS estacionario alcanzó un  $R^2$  de 0.505 en la estimación in-sample (Figura 5), lo que indica un desempeño satisfactorio al capturar aproximadamente la mitad de la variabilidad del spread. Sin embargo, este resultado podría estar sesgado al alza debido a la

inclusión de *dummies* asociadas a valores atípicos, las cuales tienden a mejorar artificialmente el ajuste dentro de la muestra sin necesariamente aumentar la capacidad predictiva fuera de ella.

La validación cruzada temporal (5-fold time-series) muestra una sensibilidad moderada al periodo de estimación, con un RMSE promedio de 4.02 y una desviación estándar de  $\pm 2.17$ , junto con un Mean Absolute Error (MAE) de 2.83 y un Median Absolute Error (Median AE) de 2.08. La diferencia entre ambas métricas refleja que el MAE es más sensible a la influencia de outliers, lo que sugiere que los errores extremos contribuyen a la variabilidad entre los folds.

Por otro lado, la validación walk-forward aplicada a los últimos 20 periodos revela una capacidad predictiva significativamente menor, con un  $R^2$  de apenas 0.11, lo que pone de manifiesto las limitaciones del modelo fuera de muestra y su dependencia de eventos históricos específicos capturados por las variables dummy de outliers.

A pesar de lo anterior, resulta pertinente destacar las variables que resultaron estadísticamente significativas y los coeficientes asociados. Si bien estas no necesariamente explican de forma robusta la variable dependiente fuera de muestra, sí reflejan relaciones económicas relevantes que merecen ser mencionadas. En algunos casos, aunque el coeficiente sea de magnitud reducida y su capacidad explicativa limitada, su significancia estadística sugiere la existencia de vínculos consistentes con el comportamiento de la variable dependiente.

Como se observa en la ( Figura 5), se evidencia una relación inversa entre el nivel de los CDS a 5 años y la variable `ECO_USA_BALANCE0_USD_P_stationary_pct`, lo que sugiere que un incremento de una unidad porcentual en la hoja de balance de la Reserva Federal se asocia con una disminución de aproximadamente 1.5 unidades en el cambio de los CDS a 5 años. Este comportamiento puede interpretarse como un aumento en la confianza del mercado ante la

disposición de la FED para mantener holgadas las condiciones de financiamiento y los niveles de liquidez al adquirir bonos del Tesoro, lo que reduce la percepción de riesgo soberano. Desde una perspectiva económica fundamental, la compra de Treasuries por parte de la FED incrementa la demanda por deuda gubernamental, lo que tiende a disminuir los rendimientos de los bonos y estabilizar los precios, transmitiendo señales de liquidez abundante y respaldo institucional. Además, estas operaciones suelen indicar la disposición del banco central para sostener condiciones favorables sobre la economía para limitar los efectos de choques financieros o de crecimiento, y que a su vez reduce la probabilidad percibida de default soberano. En conjunto, estos mecanismos explican por qué un aumento en la hoja de balance de la FED puede traducirse en menores niveles de CDS, reflejando una reducción en el riesgo crediticio percibido por los inversionistas.

De igual manera, un aumento del 1% en el índice S&P 500 se traduce en una caída de aproximadamente 0.92 unidades en los CDS, lo cual resulta coherente con la interpretación económica. Un mejor desempeño del mercado accionario refleja la perspectiva favorable sobre la dinámica de la economía estadounidense y mayor apetito por riesgo de los inversionistas, generando un contexto de condiciones financieras holgadas para empresas y hogares que reduce la probabilidad percibida de incumplimiento soberano. En consecuencia, la subida del S&P 500 se traduce en spreads de CDS más bajos, reflejando una menor percepción de riesgo crediticio por parte de los inversores.

Por otro lado, se observa una relación positiva con el índice de Financial Regulation, derivado del EPU, que mide la incertidumbre asociada a la regulación financiera. Este resultado es consistente, ya que una mayor incertidumbre regulatoria incrementa la percepción de riesgo y, en consecuencia, eleva los niveles de los CDS.

Finalmente, la variable `ECO_USA_CPI01CLEVE_USD_T_stationary_diff`, que representa las expectativas de inflación a un año medidas por la FED de Cleveland, muestra una relación inversa de 0.71. Aunque este signo podría parecer difícil de interpretar si lo vemos como una señal desde el lado de la demanda (expectativas de mayor consumo futuro y consecuentemente mayor crecimiento económico), lo cual, al asociarse con presiones inflacionarias moderadas, resulta compatible con un menor riesgo percibido en el corto plazo.

Es importante destacar que, al tratarse de una serie financiera de alta frecuencia, la presencia de colas pesadas y desviaciones de la normalidad en los residuos constituye un fenómeno esperado. El test de Jarque-Bera ( $JB = 91.68, p < 0.001$ ) rechaza la normalidad, mientras que la kurtosis elevada (6.31 vs. 3.0 teórico) confirma la presencia de eventos extremos característicos de los mercados de CDS soberanos. No obstante, el uso de errores estándar robustos de White (HC1) garantiza que las inferencias sobre los coeficientes y su significancia estadística permanezcan válidas, permitiendo al modelo cumplir su propósito principal de identificar los determinantes fundamentales del CDS y cuantificar su impacto marginal.

Figura 5. Modelo OLS CDS 5 años

```

Resumen modelo final:
                        OLS Regression Results
=====
Dep. Variable:          RF_USA_CDS05Y_USD_T      R-squared:                0.505
Model:                  OLS                     Adj. R-squared:           0.487
Method:                 Least Squares           F-statistic:              865.7
Date:                   Mon, 03 Nov 2025        Prob (F-statistic):       4.03e-129
Time:                   19:44:52               Log-Likelihood:           -541.54
No. Observations:      199                     AIC:                      1099.
Df Residuals:          191                     BIC:                      1125.
Df Model:               7
Covariance Type:       HC1
=====
                        coef      std err      z      P>|z|      [0.025      0.975]
-----
const                   -0.1550      0.269      -0.575      0.565      -0.683      0.373
out_2023-06-30          -30.8249     1.115     -27.656      0.000     -33.009     -28.640
ECO_USA_BALANCE0_USD_P_stationary_pct
out_2023-05-31          18.0979     1.635     11.072      0.000     14.894     21.302
out_2023-09-30          21.2901     0.419     50.807      0.000     20.469     22.111
RV_USA_SPX_USD_P_stationary_pct
Financial Regulation_stationary
ECO_USA_CPI01YCLEVE_USD_T_stationary_diff
                        -0.9291     0.363     -2.561      0.010     -1.640     -0.218
                        0.8116     0.426      1.905      0.057     -0.023      1.647
                        -0.7168     0.366     -1.959      0.050     -1.434      0.000
=====
Omnibus:                22.047      Durbin-Watson:            1.829
Prob(Omnibus):          0.000      Jarque-Bera (JB):         91.678
Skew:                   0.177      Prob(JB):                 1.24e-20
Kurtosis:               6.306      Cond. No.                  17.0
=====

Notes:
[1] Standard Errors are heteroscedasticity robust (HC1)

RMSE In-Sample: 3.6780 | R2 In-Sample: 0.5049

```

Fuente :Elaboración propia

Figura 6. Validación modelo OLS

```

VALIDACION MODELO OLS
=====

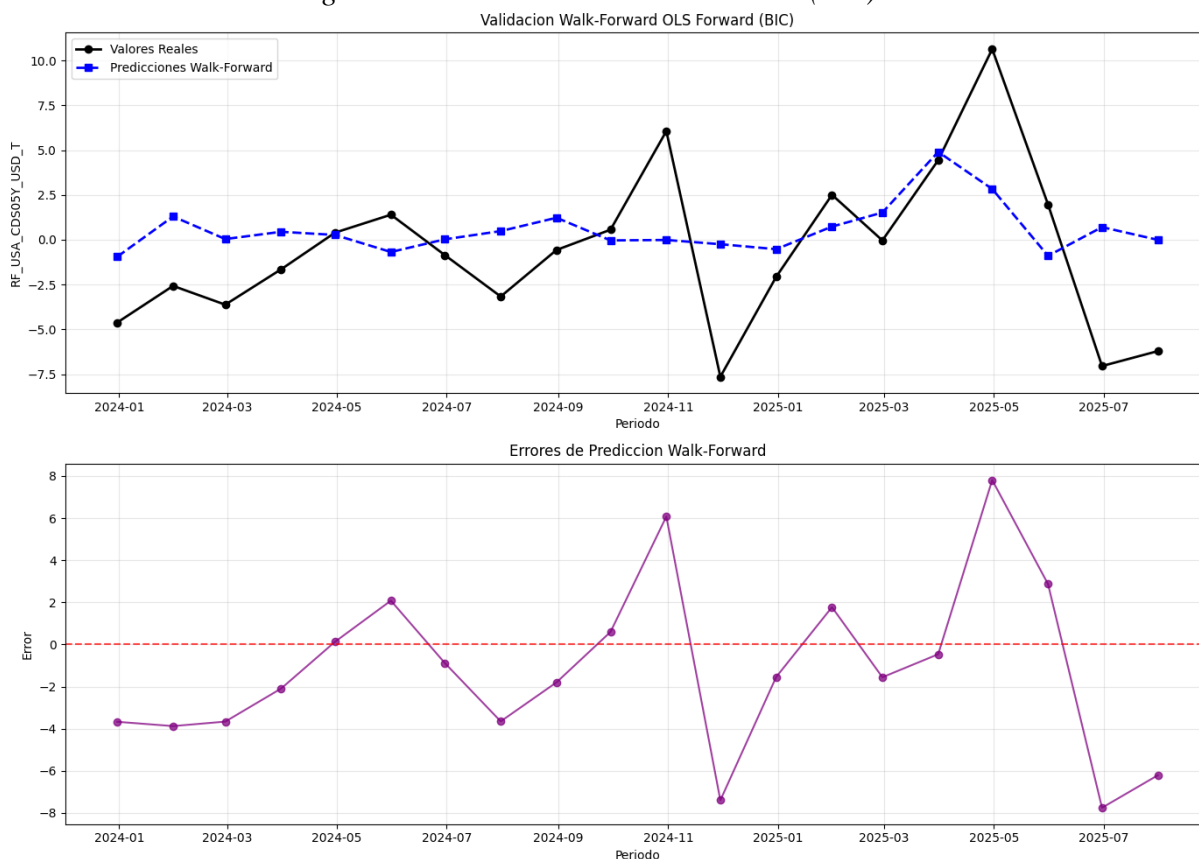
METRICAS PROMEDIO (5-Fold Time-Series CV):
RMSE:      4.0276 +/- 2.1752
MAE:       2.8370 +/- 1.1710
Median AE: 2.0886 +/- 0.6942

METRICAS WALK-FORWARD (ultimos 20):
RMSE:      4.0989
MAE:       3.2948
Median AE: 2.4821
R2:      0.1180

```

Fuente: Elaboración propia

*Figura 7. Validación walk.Forward OLS(BIS)*



**Fuente:** Elaboración propia

Pasando al modelo ARIMAX, para nuestro caso, con el objetivo de mantener un enfoque parsimonioso, se seleccionó un modelo con un componente autorregresivo y un componente de media móvil, configurando así un ARIMAX(1,0,1). Este modelo permite capturar tanto los efectos inerciales de la propia serie como los impactos contemporáneos de las variables exógenas incluidas en la estimación. Los resultados obtenidos por el modelo ARIMAX se presentan en la (Figura 8).

Figura 8. Modelo ARIMAX

Resumen modelo final ARIMAX (forward BIC):							
SARIMAX Results							
Dep. Variable:	RF_USA_CDS05Y_USD_T	No. Observations:	200				
Model:	ARIMA(1, 0, 1)	Log Likelihood	-550.020				
Date:	mar, 04 nov. 2025	AIC	1124.040				
Time:	10:27:15	BIC	1163.620				
Sample:	0	HQIC	1140.058				
	- 200						
Covariance Type:	robust						
		coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
const		-0.0517	0.314	-0.165	0.869	-0.666	0.563
out_2023-06-30		-30.2971	1.866	-16.233	0.000	-33.955	-26.639
out_2023-09-30		22.2984	0.898	24.844	0.000	20.539	24.058
CMD_ALUMINIUM_USD_P_stationary_pct		-1.0797	0.410	-2.633	0.008	-1.883	-0.276
out_2023-05-31		19.4596	0.907	21.454	0.000	17.682	21.237
ECO_USA_BALANCE0_USD_P_stationary_pct		-1.8554	0.652	-2.844	0.004	-3.134	-0.577
CMD_GOLD_USD_P_stationary_pct		0.8172	0.331	2.467	0.014	0.168	1.467
ALT_USA_VIX_USD_P_stationary		0.9934	0.512	1.942	0.052	-0.009	1.996
ECO_USA_CPI01CLEVE_USD_T_stationary_diff		-0.6823	0.352	-1.939	0.052	-1.372	0.007
ar.L1		-0.0741	0.639	-0.116	0.908	-1.326	1.178
ma.L1		0.2469	0.643	0.384	0.701	-1.013	1.506
sigma2		14.3271	2.341	6.120	0.000	9.738	18.916
Ljung-Box (L1) (Q):	0.03	Jarque-Bera (JB):	99.68				
Prob(Q):	0.86	Prob(JB):	0.00				
Heteroskedasticity (H):	0.33	Skew:	0.44				
Prob(H) (two-sided):	0.00	Kurtosis:	6.35				

**Fuente:** Elaboración propia

Podemos observar que algunas de las variables que resultaron significativas en el modelo OLS también mantienen su relevancia dentro del modelo ARIMAX. En particular, las variables ECO\_USA\_CPI01CLEVE\_USD\_T\_stationary\_diff (marginalmente significativa con un valor p de 0.052) y ECO\_USA\_BALANCE0\_USD\_P\_stationary\_pct conservan su significancia estadística. Esta coincidencia refuerza la consistencia de las estimaciones y sugiere que dichas variables están efectivamente relacionadas con los determinantes de las variaciones mensuales del promedio de los CDS soberanos. Además, los coeficientes de ambas mantienen el mismo signo en ambos modelos, lo que respalda la estabilidad de la relación observada.

Adicionalmente, el modelo ARIMAX(1,0,1) identificó nuevas variables significativas. Entre ellas se encuentra CMD\_ALUMINIUM\_USD\_P\_stationary\_pct, un índice que refleja la

evolución del precio del aluminio. Su coeficiente negativo indica que un incremento del 1% en dicho índice se asocia con una disminución de aproximadamente 1.09 unidades en el nivel de los CDS soberanos, relación coherente desde el punto de vista económico, ya que precios más altos de los metales industriales suelen reflejar un mayor dinamismo económico y, por ende, menor percepción de riesgo.

Por otro lado, la variable `CMD_GOLD_USD_P_stationary_pct` también resulta significativa, mostrando que un aumento del 1% en el precio del oro se asocia con un incremento de alrededor de 0.82 unidades en los CDS soberanos. Este resultado tiene sustento económico, pues el oro suele actuar como activo refugio en periodos de incertidumbre: un aumento en su precio refleja una mayor aversión al riesgo, lo que eleva la demanda por cobertura a través de los CDS. Finalmente, el índice `ALT_USA_VIX_USD_P_stationary` aparece como marginalmente significativo ( $p = 0.052$ ), indicando que un incremento de una unidad en el VIX tiende a elevar los CDS soberanos en aproximadamente 0.99 unidades, en línea con su interpretación como indicador de volatilidad e incertidumbre en los mercados financieros.

Es importante destacar que los componentes autorregresivo y de media móvil del modelo `ARIMAX(1,0,1)` no resultan significativos, lo que sugiere que no aportan valor explicativo al modelo. En otras palabras, la serie no muestra una relación estadísticamente relevante ni con su propio rezago inmediato ni con un componente de media móvil. De manera consistente, en el modelo OLS el rezago tampoco fue significativo. Este resultado es esperable, ya que al trabajar con datos en diferencias —es decir, en su forma estacionaria—, el modelo tiende a perder el efecto de persistencia temporal, reflejando que no existen inercias marcadas en la dinámica de los cambios mensuales del CDS.

Desde el análisis de los errores, los resultados del modelo ARIMAX(1,0,1) son razonablemente válidos y consistentes, aunque presentan algunos aspectos que conviene tener en cuenta. El test de Ljung–Box ( $p = 0.86$ ) indica que no existen autocorrelaciones significativas en los residuos, mientras que el test de Jarque–Bera ( $p < 0.01$ ) y la kurtosis elevada (6.35) sugieren una desviación respecto a la normalidad, probablemente asociada a eventos extremos (lo cual es común en series financieras). Finalmente, aunque se detecta heterocedasticidad significativa ( $p < 0.01$ ), esta no compromete la validez de las estimaciones, ya que el modelo emplea errores robustos, los cuales ajustan los errores estándar frente a posibles especificaciones incorrectas en la varianza o leves desviaciones de los supuestos clásicos, garantizando así la consistencia estadística y la fiabilidad de las inferencias.

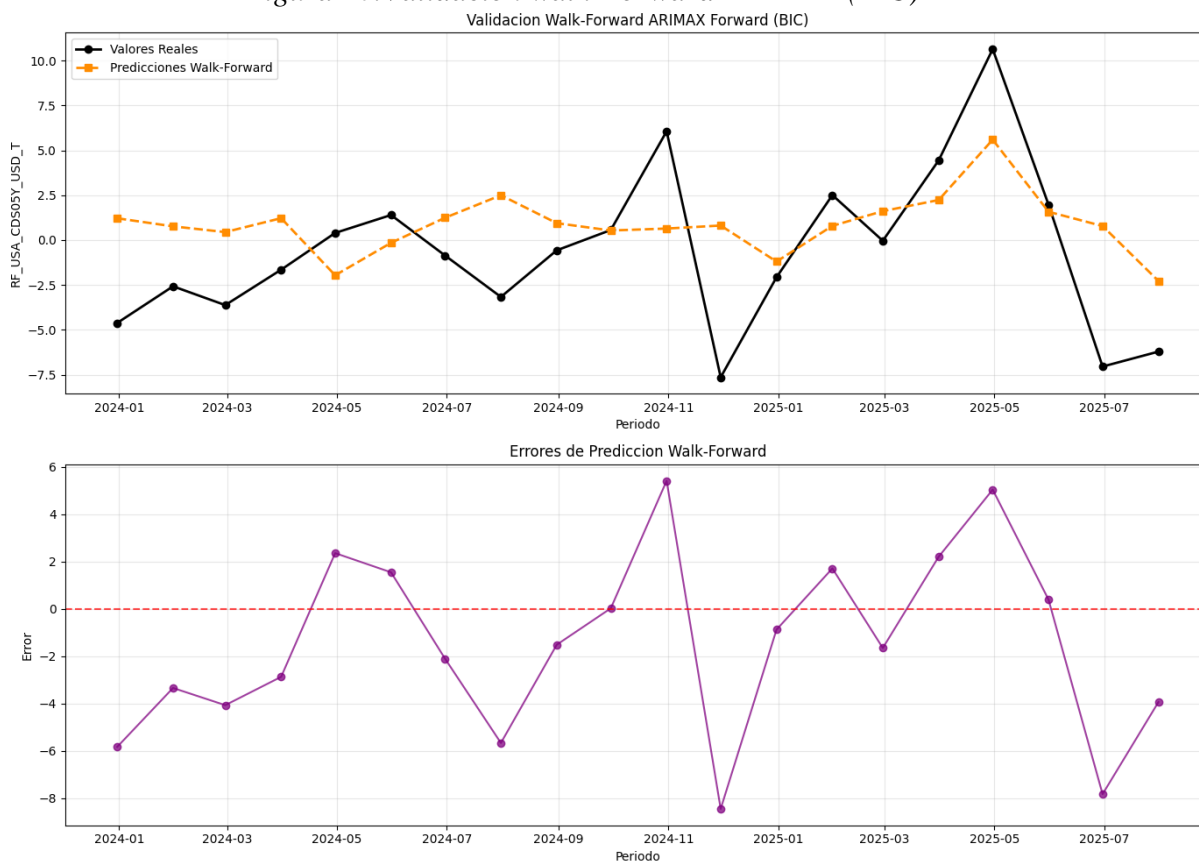
Al igual que ocurre en el modelo OLS, la estimación del  $R^2$  in-sample es relativamente buena (0.53), sin embargo, al momento de hacer la prueba out of sample, este valor cae considerablemente en las últimas 20 observaciones hasta 0.13, este resultado es razonable, ya que el objetivo principal de este modelo suele ser identificar y cuantificar efectos causales o asociativos, no necesariamente predecir futuros valores. En las Figura 9 y Figura 10 podemos ver los resultados más a detalle.

*Figura 9. Metricas walk-Forward*

METRICAS WALK-FORWARD (20 periodos):	
RMSE:	4.0710
MAE:	3.3434
Median AE:	2.6159
$R^2$ :	0.1300

**Fuente:** Elaboración propia

*Figura 10. Validación walk-Forward ARIMAX (BIC)*



**Fuente:** Elaboración propia

Otro modelo estimado fue un VAR, para el cual se seleccionó el número óptimo de rezagos minimizando el criterio AIC, dado que este tiende a ofrecer un mejor ajuste en muestras moderadas y suele ser menos restrictivo que el BIC. Para las variables se utilizaron aquellas que mostraron significancia estadística en el modelo OLS y el modelo ARIMAX. Sus resultados pueden observarse en la Figura 11.

Figura 11. Modelo VAR

```

Rezago optimo (AIC): 3

Resumen del modelo:
  Summary of Regression Results
=====
Model:                VAR
Method:               OLS
Date:                 mar, 04, nov., 2025
Time:                 11:14:54
-----
No. of Equations:    6.00000    BIC:                1.58530
Nobs:                197.000    HQIC:               0.454476
Log likelihood:      -1532.19    FPE:                0.732700
AIC:                 -0.314628    Det(Omega_mle):    0.421697
-----
Results for equation RF_USA_CDS05Y_USD_T
=====

```

	coefficient	std. error	t-stat	prob
const	-0.196027	0.298752	-0.656	0.512
L1.RF_USA_CDS05Y_USD_T	-0.037111	0.065186	-0.569	0.569
L1.ALT_USA_VIX_USD_P_stationary	0.066455	0.557520	0.119	0.905
L1.ECO_USA_BALANCE0_USD_P_stationary_pct	-2.495348	0.651016	-3.833	0.000
L1.Financial Regulation_stationary	0.605917	0.404687	1.497	0.134
L1.ECO_USA_CPI01YCLEVE_USD_T_stationary_diff	0.708860	0.335134	2.115	0.034
L1.CMD_GOLD_USD_P_stationary_pct	0.417119	0.329610	1.265	0.206
L2.RF_USA_CDS05Y_USD_T	-0.281227	0.065961	-4.264	0.000
L2.ALT_USA_VIX_USD_P_stationary	1.563343	0.797638	1.960	0.050
L2.ECO_USA_BALANCE0_USD_P_stationary_pct	1.535390	0.805451	1.906	0.057
L2.Financial Regulation_stationary	0.999865	0.382220	2.616	0.009
L2.ECO_USA_CPI01YCLEVE_USD_T_stationary_diff	0.279787	0.318451	0.879	0.380
L2.CMD_GOLD_USD_P_stationary_pct	-0.182334	0.340021	-0.536	0.592
L3.RF_USA_CDS05Y_USD_T	-0.253072	0.064388	-3.930	0.000
L3.ALT_USA_VIX_USD_P_stationary	-1.662860	0.672258	-2.474	0.013
L3.ECO_USA_BALANCE0_USD_P_stationary_pct	-0.604984	0.547337	-1.105	0.269
L3.Financial Regulation_stationary	-1.908103	0.388178	-4.916	0.000
L3.ECO_USA_CPI01YCLEVE_USD_T_stationary_diff	-0.232836	0.316475	-0.736	0.462
L3.CMD_GOLD_USD_P_stationary_pct	0.221583	0.331165	0.669	0.503

Fuente: Elaboración propia

El VAR revela dinámicas temporales significativas entre las variables macroeconómicas y financieras y la variable dependiente, reflejando cómo los cambios en el entorno económico y de mercado influyen de forma rezagada en las variaciones del spread del CDS soberano. En primer lugar, un incremento en la hoja de balance de la Fed en el rezago 1 tiene un efecto negativo sobre el CDS (significativo), lo que es coherente con la idea de que la expansión de activos mejora la confianza y reduce las primas de riesgo; su efecto en el rezago 2 es positivo (marginamente significativo), sugiriendo un ajuste o reversión parcial de las expectativas en periodos posteriores.

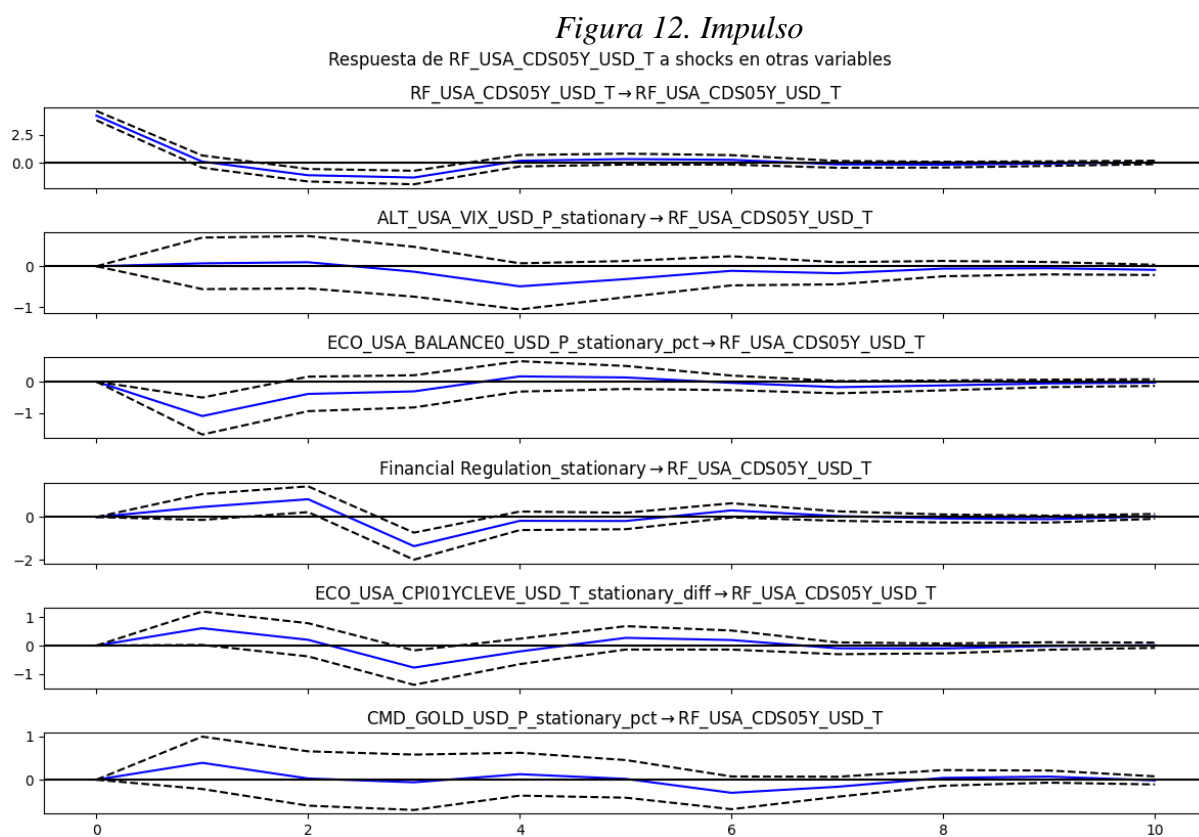
Las expectativas de inflación muestran un efecto positivo y significativo, indicando que aumentos de precios anticipan presiones al alza en las primas por riesgo soberano.

La incertidumbre en torno a la regulación financiera —medida a través del índice EPU— presenta un comportamiento dinámico: su efecto es positivo y significativo en el segundo rezago, pero negativo y significativo en el tercero. Esto sugiere que un aumento en la incertidumbre regulatoria eleva inicialmente las primas de riesgo soberano, al generar percepciones de inestabilidad normativa o cambios imprevistos en el entorno financiero. Sin embargo, en el mediano plazo, dicho efecto se revierte, posiblemente porque el mercado asimila la nueva regulación y percibe una mayor solidez institucional y resiliencia del sistema financiero.

Por último, los términos autoregresivos del propio CDS en los rezagos 2 y 3 son negativos y significativos, lo que refleja una dinámica de mean-reversion: desviaciones del spread tienden a corregirse en los periodos siguientes. En conjunto, los coeficientes muestran una lógica económica consistente: las condiciones monetarias, la inflación, la volatilidad y las reformas regulatorias interactúan con efectos temporalmente diferenciados sobre la percepción de riesgo soberano.

Los gráficos de impulso–respuesta de la (Figura 12) permiten analizar cómo reacciona la variable dependiente ante un shock exógeno de una desviación estándar en cada una de las variables del sistema, mostrando tanto la magnitud como la duración de los efectos a lo largo del tiempo. Estos resultados permiten identificar las relaciones dinámicas entre las variables macrofinancieras y el spread de los CDS soberanos, así como la velocidad con que el sistema tiende a retornar a su equilibrio tras una perturbación. Por ejemplo, un aumento de una desviación estándar en una variable como el VIX puede traducirse en un incremento temporal del CDS, cuyo efecto se atenúa gradualmente conforme el sistema se ajusta nuevamente al equilibrio.

Finalmente, el test de causalidad de Granger de la (Figura 13) indica que la hoja de balance de la Reserva Federal y la incertidumbre regulatoria ejercen una influencia significativa sobre los CDS, anticipando sus variaciones. Además, el VIX y la inflación muestran una relación causal marginal, lo que sugiere efectos más débiles o transitorios. En contraste, el precio del oro no presenta causalidad, actuando más como un activo refugio que como un determinante directo del riesgo soberano.



**Fuente:** Elaboración propia

*Figura 13. Test Granger*

```

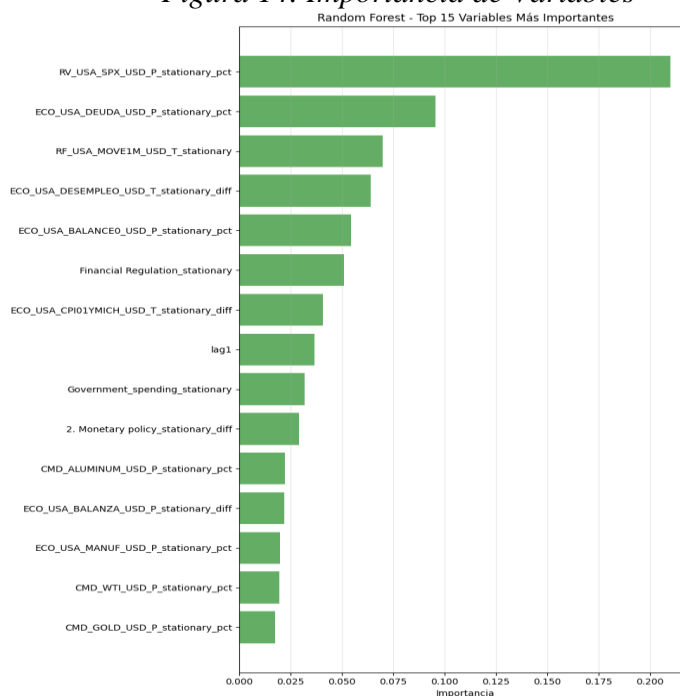
*** CAUSALIDAD DE GRANGER ***
-----
ALT_USA_VIX_USD_P_stationary -> RF_USA_CDS05Y_USD_T: p=0.0891 *
ECO_USA_BALANCE0_USD_P_stationary_pct -> RF_USA_CDS05Y_USD_T: p=0.0002 ***
Financial Regulation_stationary -> RF_USA_CDS05Y_USD_T: p=0.0000 ***
ECO_USA_CPI01YCLEVE_USD_T_stationary_diff -> RF_USA_CDS05Y_USD_T: p=0.0980 *
CMD_GOLD_USD_P_stationary_pct -> RF_USA_CDS05Y_USD_T: p=0.5922

```

**Fuente:** Elaboración propia

Finalmente, se realizó un ejercicio exploratorio utilizando un modelo de Machine Learning con el objetivo de identificar qué variables resultaban más relevantes para estimar el valor de la variable dependiente. Para ello, se empleó un Random Forest Regressor, cuidadosamente ajustado para evitar problemas de overfitting dada la cantidad de datos disponibles. Las variables consideradas más importantes por el modelo se presentan en la (Figura 14)

*Figura 14. Importancia de Variables*



**Fuente:** Elaboración propia

Podemos observar que el Random Forest también identifica varias de las variables que identificaron nuestras estimaciones pasadas, lo cual es positivo en su significancia y nos da indicios fuertes de cuáles son las variables que sostienen una relación sólida con las variaciones de los CDS soberanos.

### *CDS 10 años*

La explicación del modelo para el CDS a 5 años fue detallada y exhaustiva. Dado que los modelos empleados y las variables explicativas son idénticos —salvo que la variable dependiente ahora es la variación mensual del promedio de los CDS soberanos a 10 años de EE. UU.—, las interpretaciones que siguen serán más breves y directas.

El modelo OLS obtuvo un  $R^2$  in-sample de 0.421 (Figura 15). Fuera de muestra, su capacidad predictiva se reduce notablemente: en la validación sobre los últimos 20 periodos el  $R^2$  es apenas 0.068. En la Figura 16 se resumen las demás características del ajuste, y la Figura 17 compara las estimaciones del modelo con la serie real.

Figura 15. Modelo OLS CDS 10 años

```

Resumen modelo final:
                                OLS Regression Results
=====
Dep. Variable:      RF_USA_CDS10Y_USD_T      R-squared:          0.421
Model:              OLS                      Adj. R-squared:     0.397
Method:             Least Squares           F-statistic:        556.4
Date:               mar, 04 nov. 2025       Prob (F-statistic): 1.21e-117
Time:               14:18:16                Log-Likelihood:     -545.33
No. Observations:  199                      AIC:                1109.
Df Residuals:      190                      BIC:                1138.
Df Model:          8
Covariance Type:   HC1
=====
                                coef      std err          z      P>|z|      [0.025      0.975]
-----
const                -0.2585     0.275      -0.940     0.347     -0.798     0.281
out_2023-09-30       25.9709     0.526     49.366     0.000     24.940     27.002
ECO_USA_BALANCE0_USD_P_stationary_pct
RV_USA_SPX_USD_P_stationary_pct
out_2023-05-31       12.4376     1.374     9.051     0.000     9.744     15.131
CMD_GOLD_USD_P_stationary_pct
Indice_Dolar_Ponderado_stationary_pct
out_2023-06-30      -9.6009     0.644    -14.902     0.000    -10.864    -8.338
Financial_Regulation_stationary
                                0.7190     0.354     2.029     0.042     0.024     1.414
=====
Omnibus:            23.825      Durbin-Watson:      1.813
Prob(Omnibus):      0.000      Jarque-Bera (JB):   118.677
Skew:               -0.080     Prob(JB):           1.70e-26
Kurtosis:           6.780     Cond. No.           19.0
=====

Notes:
[1] Standard Errors are heteroscedasticity robust (HC1)

RMSE In-Sample: 3.7488 | R² In-Sample: 0.4214

```

Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Validación Modelo OLS 10 años

```

VALIDACION MODELO OLS
=====

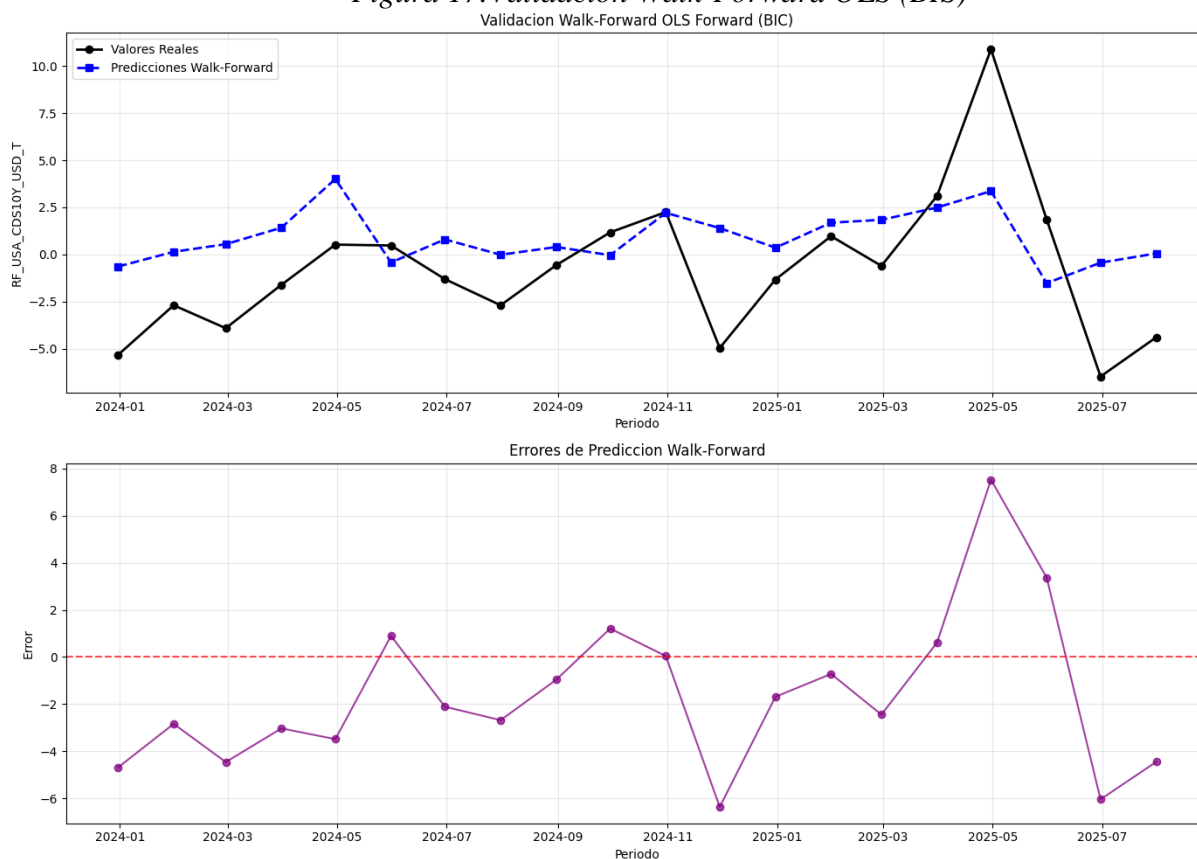
METRICAS PROMEDIO (5-Fold Time-Series CV):
RMSE:      4.0038 con una desviación estándar de +/- 1.3630
MAE:       2.8233 con una desviación estándar de +/- 0.8556
Median AE: 1.8498 con una desviación estándar de +/- 0.6384

METRICAS WALK-FORWARD (ultimos 20):
RMSE:      3.6101
MAE:       2.9813
Median AE: 2.7587
R²:        0.0685

```

Fuente: Elaboración propia

*Figura 17. Validación Walk-Forward OLS (BIS)*



**Fuente:** Elaboración propia

Algo notable es que las variables significativas para el modelo OLS coinciden con las variables que fueron relevantes para el CDS soberano de 5 años. En este caso, las variables relevantes fueron la hoja de balance de la Federal Reserve (Fed), el índice S&P 500, un índice del valor del oro (que ya había aparecido como relevante en el modelo ARIMAX), la incertidumbre en torno a la regulación financiera y un índice referente a la fortaleza del dólar específicamente el indicador DTWEXBGS de la Federal Reserve Board, que corresponde al “Nominal Broad U.S. Dollar Index (Goods and Services)”: un índice ponderado por comercio que mide el valor del dólar americano frente a una canasta amplia de monedas de los principales socios comerciales, donde un valor superior indica un dólar más fuerte.

Todos los signos parecen tener sentido económico; el único que podría generar cierta duda respecto a su influencia es el indicador DTWEXBGS, aunque su signo positivo podría justificarse en determinados contextos, como por ejemplo durante periodos de tensión financiera global o de endurecimiento de la política monetaria en Estados Unidos, cuando el fortalecimiento del dólar refleja una mayor aversión al riesgo y un aumento de las primas de riesgo soberano, haciendo que tanto el dólar como los CDS se incrementen simultáneamente.

En el modelo ARIMAX (1,0,1), cuyos resultados se presentan en las (Figuras 18, 19 y 20) se observa nuevamente que las variables significativas coinciden en gran medida con las obtenidas para el CDS a 5 años, lo cual resulta coherente. La única diferencia relevante es la inclusión del índice del cobre como variable explicativa, que parece haber reemplazado al índice de aluminio observado en el modelo ARIMAX del CDS de 5 años. Todos los signos mantienen consistencia económica: el cobre presenta un coeficiente negativo, reflejando que su aumento suele asociarse con una mayor actividad económica global y, en consecuencia, con una menor percepción de riesgo soberano.

Por otra parte, los coeficientes autorregresivos y de media móvil inmediatamente anteriores no resultan significativos, lo que indica que no contribuyen de manera sustancial a explicar los movimientos futuros del CDS, confirmando que en estos modelos estacionarios no existe evidencia de persistencia temporal en la serie.

*Figura 18. Modelo Arimax CDS 10 años*

```

Resumen modelo final ARIMAX (forward BIC):
SARIMAX Results
=====
Dep. Variable:    RF_USA_CDS10Y_USD_T    No. Observations:    200
Model:           ARIMA(1, 0, 1)         Log Likelihood        -561.772
Date:            mar, 04 nov. 2025      AIC                   1143.545
Time:            14:36:51               BIC                   1176.528
Sample:          0                      HQIC                  1156.893
                  - 200
Covariance Type: robust
=====
                    coef    std err          z      P>|z|      [0.025    0.975]
-----
const                -0.1832    0.338      -0.543    0.587    -0.845    0.479
out_2023-09-30       27.6818    0.657    42.121    0.000    26.394    28.970
CMD_COPPER_USD_P_stationary_pct -1.3679    0.502    -2.723    0.006    -2.352    -0.383
CMD_GOLD_USD_P_stationary_pct   1.1157    0.401    2.784    0.005    0.330    1.901
out_2023-05-31      10.7428    3.213    3.343    0.001    4.445    17.040
ECO_USA_BALANCE0_USD_P_stationary_pct -1.3539    0.692    -1.955    0.051    -2.711    0.003
Financial Regulation_stationary  0.9982    0.445    2.243    0.025    0.126    1.870
ar.L1                -0.2198    0.426    -0.516    0.606    -1.054    0.615
ma.L1                 0.4153    0.396    1.050    0.294    -0.360    1.191
sigma2               16.1136    2.675    6.024    0.000    10.871    21.356
=====
Ljung-Box (L1) (Q):    0.11    Jarque-Bera (JB):    105.30
Prob(Q):               0.74    Prob(JB):            0.00
Heteroskedasticity (H): 0.38    Skew:                0.25
Prob(H) (two-sided):  0.00    Kurtosis:           6.52
=====

Warnings:
[1] Quasi-maximum likelihood covariance matrix used for robustness to some misspecifications; calculated

RMSE In-Sample: 4.0200 | R² In-Sample: 0.4077

```

**Fuente:** Elaboración propia

*Figura 19. Metricas Promedio*

```

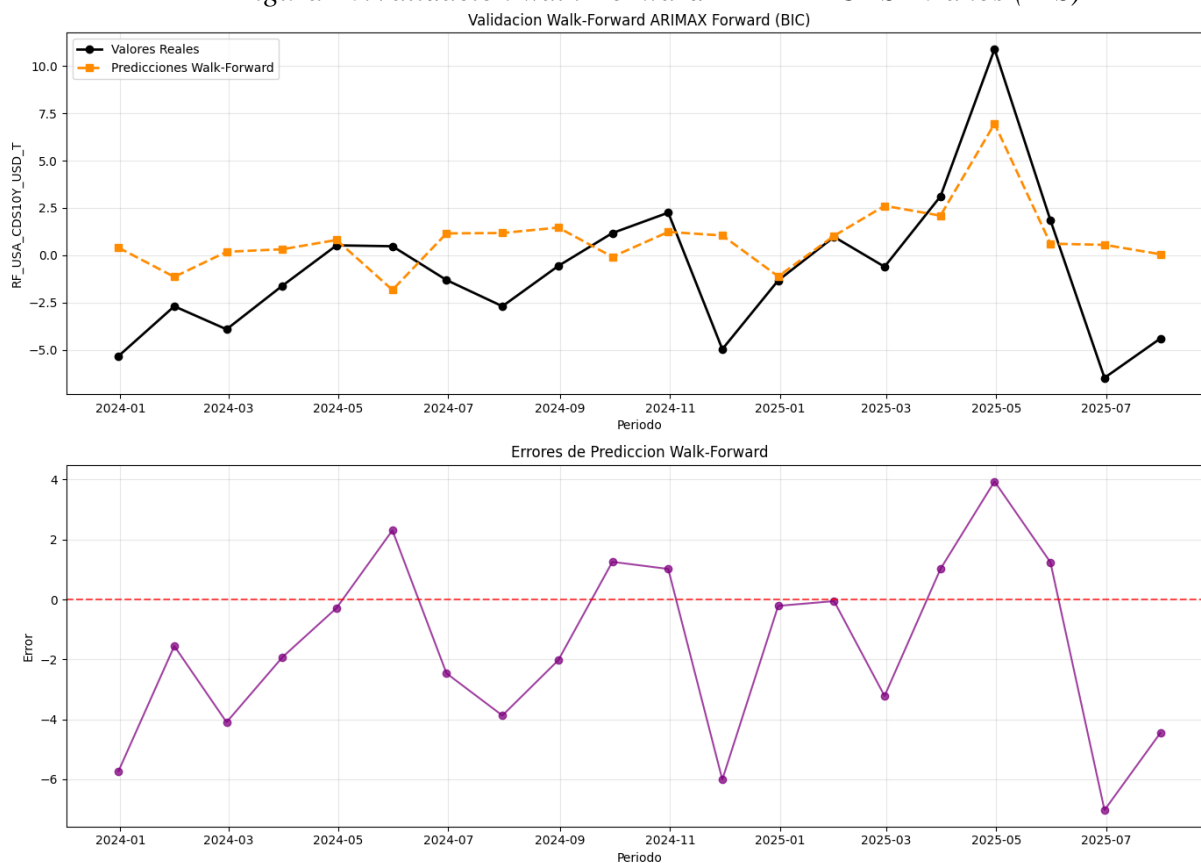
METRICAS PROMEDIO (5-Fold Time-Series CV):
RMSE:    3.9946 +/- 1.5258
MAE:     2.8503 +/- 0.9416
Median AE: 2.0270 +/- 0.7390

METRICAS WALK-FORWARD (20 periodos):
RMSE:    3.3376
MAE:     2.6857
Median AE: 2.1675
R²:      0.2038

```

**Fuente:** Elaboración propia

Figura 20. Validación walk-Forward ARIMAX CDS 10 años (BIS)



**Fuente:** Elaboración propia

Pasando al modelo VAR, se intentó incorporar las nuevas variables que habían resultado significativas en modelos previos, como el índice del dólar y el cobre. Por otro lado, existe el test de cointegración de (Engle & y Granger, 1987), evalúa si dos o más series no estacionarias (integradas del mismo orden, usualmente) están unidas por una relación de equilibrio de largo plazo. Si existe cointegración, significa que, aunque las series se muevan de forma independiente en el tiempo, mantienen una relación estable a largo plazo este test, mostró que dichas variables no eran estadísticamente significativas. Por esta razón, se optó por mantener el mismo conjunto de variables empleado en el modelo del CDS a 5 años, ya que proporcionaba resultados más

consistentes y reveladores. La Figura 21 presenta los resultados del modelo VAR para el CDS soberano a 10 años.

*Figura 21. Modelo VAR CDS 10 años*

```

Rezago optimo (AIC): 3

Resumen del modelo:
  Summary of Regression Results
=====
Model:                VAR
Method:               OLS
Date:                 mar, 04, nov., 2025
Time:                 15:01:44
-----
No. of Equations:    6.00000    BIC:                1.56328
Nobs:                 197.000    HQIC:               0.432458
Log likelihood:      -1530.03    FPE:                0.716743
AIC:                  -0.336646    Det(Omega_mle):    0.412514
-----

Results for equation RF_USA_CDS10Y_USD_T
=====

```

	coefficient	std. error	t-stat	prob
const	-0.184732	0.292503	-0.632	0.528
L1.RF_USA_CDS10Y_USD_T	-0.003172	0.068117	-0.047	0.963
L1.ALT_USA_VIX_USD_P_stationary	0.222366	0.545960	0.407	0.684
L1.ECO_USA_BALANCE0_USD_P_stationary_pct	-2.578184	0.646918	-3.985	0.000
L1.Financial Regulation_stationary	0.701712	0.393503	1.783	0.075
L1.ECO_USA_CPI01YCLEVE_USD_T_stationary_diff	0.570421	0.326799	1.745	0.081
L1.CMD_GOLD_USD_P_stationary_pct	0.287612	0.322924	0.891	0.373
L2.RF_USA_CDS10Y_USD_T	-0.277920	0.067590	-4.112	0.000
L2.ALT_USA_VIX_USD_P_stationary	1.401915	0.779792	1.798	0.072
L2.ECO_USA_BALANCE0_USD_P_stationary_pct	1.615403	0.793260	2.036	0.042
L2.Financial Regulation_stationary	0.412444	0.368758	1.118	0.263
L2.ECO_USA_CPI01YCLEVE_USD_T_stationary_diff	0.699301	0.310927	2.249	0.025
L2.CMD_GOLD_USD_P_stationary_pct	-0.031753	0.332753	-0.095	0.924
L3.RF_USA_CDS10Y_USD_T	-0.208351	0.067881	-3.069	0.002
L3.ALT_USA_VIX_USD_P_stationary	-1.764701	0.658249	-2.681	0.007
L3.ECO_USA_BALANCE0_USD_P_stationary_pct	-0.654592	0.534704	-1.224	0.221
L3.Financial Regulation_stationary	-0.997411	0.373956	-2.667	0.008
L3.ECO_USA_CPI01YCLEVE_USD_T_stationary_diff	-0.423634	0.312951	-1.354	0.176
L3.CMD_GOLD_USD_P_stationary_pct	0.130823	0.323741	0.404	0.686

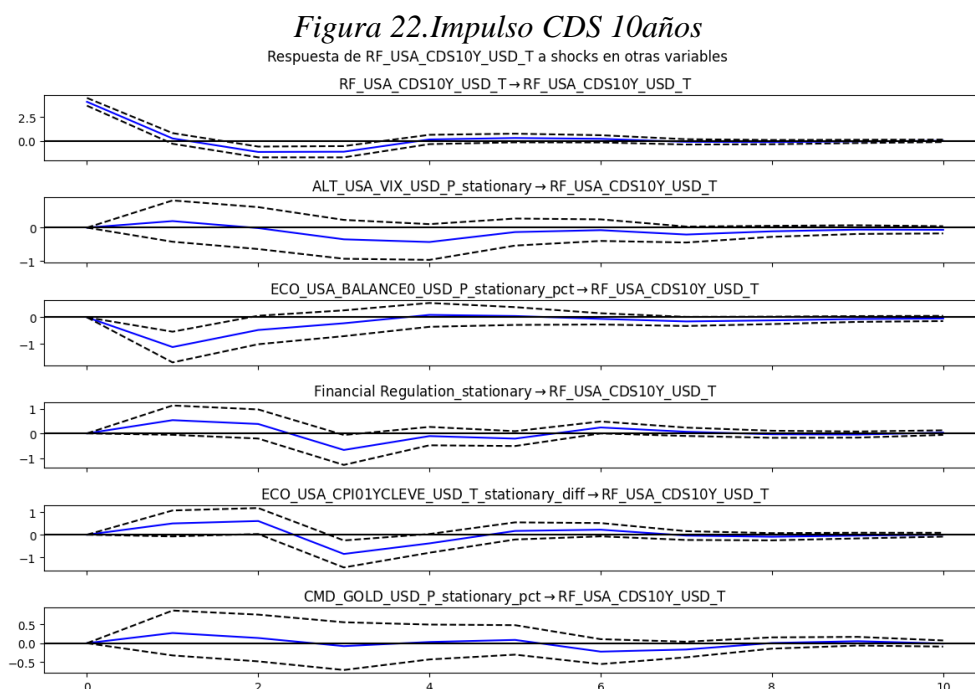
**Fuente:** Elaboración propia

En el modelo VAR con un rezago óptimo de tres periodos, las variables que resultan significativas para explicar la dinámica del CDS soberano a 10 años son el balance de la Reserva Federal (negativo en el primer rezago y positivo en el segundo), la inflación (positiva en el segundo rezago), el VIX (negativo en el tercer rezago) y la incertidumbre en torno a regulación financiera (negativa en el tercer rezago). Estos signos son coherentes con la teoría económica:

una expansión del balance de la FED y una menor incertidumbre regulatoria tienden a reducir las primas de riesgo, mientras que una mayor inflación o un aumento de la volatilidad global tienden a incrementarlas.

Nuevamente es importante destacar que en los modelos VAR una misma variable puede presentar coeficientes positivos en algunos rezagos y negativos en otros. Esto se debe a que el modelo captura los efectos dinámicos y temporales entre las variables, de modo que un shock inicial puede tener un impacto inmediato en una dirección, pero revertirse o ajustarse con el paso del tiempo. Por ejemplo, una expansión del balance de la FED puede reducir inicialmente las primas de riesgo al mejorar la liquidez, pero posteriormente generar presiones inflacionarias que eleven los CDS. En este sentido, los signos opuestos entre rezagos reflejan que las relaciones macrofinancieras no son lineales ni estáticas, sino que evolucionan conforme el mercado incorpora nueva información y ajusta sus expectativas.

En ( Figura 22) se presentan los gráficos de impulso–respuesta, los cuales ilustran de manera visual estas relaciones dinámicas, mostrando cómo un shock en cada variable genera un impacto inicial sobre el CDS y cómo dicho efecto tiende posteriormente a revertirse y retornar al equilibrio a lo largo del tiempo.



**Fuente:** Elaboración propia

Por su parte, el test de causalidad de Granger para el CDS soberano a 10 años (Figura 23) muestra que la hoja de balance de la Reserva Federal, la inflación y la incertidumbre en torno a la regulación financiera presentan una relación causal significativa con la evolución de la variación de los CDS, lo que indica que sus variaciones contribuyen a anticipar cambios en el riesgo soberano. Además, el VIX presenta una causalidad marginalmente significativa, lo que sugiere que la volatilidad global también tiene un papel, aunque más débil, en la explicación del comportamiento del CDS. Por su parte, el precio del oro no muestra evidencia de causalidad estadísticamente significativa.

*Figura 23. Granger CDS 10 años*

```

*** CAUSALIDAD DE GRANGER ***
-----
ALT_USA_VIX_USD_P_stationary -> RF_USA_CDS10Y_USD_T: p=0.0600 *
ECO_USA_BALANCE0_USD_P_stationary_pct -> RF_USA_CDS10Y_USD_T: p=0.0001 ***
Financial Regulation_stationary -> RF_USA_CDS10Y_USD_T: p=0.0293 **
ECO_USA_CPI01YCLEVE_USD_T_stationary_diff -> RF_USA_CDS10Y_USD_T: p=0.0141 **
CMD_GOLD_USD_P_stationary_pct -> RF_USA_CDS10Y_USD_T: p=0.8142

```

**Fuente:** Elaboración propia

Finalmente, el análisis mediante el modelo Random Forest Regressor identifica prácticamente las mismas variables relevantes que en el caso del CDS a 5 años. Por este motivo, y con fines de síntesis, se opta por no presentar los resultados de manera gráfica, dejando únicamente esta observación como referencia.

### ***Spread CDS 10 años – CDS 5 años***

En esta sección se analizan los resultados obtenidos para la variación mensual del spread entre los CDS de 10 y 5 años, considerada como variable dependiente. Los modelos presentaron una mayor incertidumbre y un menor número de variables significativas en comparación con los que explicaban directamente los niveles de los CDS, lo que sugiere que resulta más complejo identificar los determinantes del cambio en este diferencial. El modelo OLS destacó como significativa la variable de inflación (ECO\_USA\_CPI\_USD\_T\_stationary\_diff), con un coeficiente positivo de 0.2316. Esto implica que un aumento de un punto porcentual en la tasa de inflación se asocia con un incremento de 0.2316 unidades en el spread entre los CDS de 10 y 5 años. En términos económicos, este resultado indica que una mayor inflación tiende a ampliar la brecha entre ambos plazos, reflejando un aumento del riesgo o la incertidumbre percibida en el largo plazo respecto al mediano. Dicho de otra manera, un aumento en la inflación tiene a empinar la curva de los CDS soberanos de EE. UU. Este punto es muy relevante porque puede

indicar unas expectativas de una inflación alta y persistente. En el mediano plazo las medidas de la Fed pueden interpretarse como positivas en cuanto a su eficacia en el control de la inflación, pero en el largo plazo, ese efecto de mayores intereses puede ser visto por los inversionistas como un deterioro en el frente fiscal de un país con una deuda ya de por sí en niveles altos.

El modelo ARIMAX (1,0,1) identificó la variable “2. Monetary Policy\_stationary\_diff” como la única significativa que contribuye a mejorar el BIC, lo que indica que un aumento en la incertidumbre sobre la política monetaria incrementa el riesgo percibido en el corto plazo y se refleja en una disminución del spread entre los CDS de 10 y 5 años. Esto puede explicarse porque la incertidumbre sobre las decisiones de la Reserva Federal afecta directamente las expectativas de los inversores respecto a tasas de interés, liquidez y estabilidad macroeconómica, provocando ajustes inmediatos en la percepción de riesgo soberano. Además, los componentes autorregresivos (AR) y de media móvil (MA) resultaron estadísticamente significativos: el término AR, con un coeficiente negativo de -0.66, sugiere que los choques tienden a revertirse parcialmente en el siguiente periodo, mientras que el término MA, positivo (0.77), indica que los shocks pasados ejercen un efecto persistente sobre la dinámica del spread. En conjunto, estos resultados muestran que las fluctuaciones de corto plazo en la incertidumbre monetaria generan efectos inmediatos, pero gradualmente atenuantes sobre la estructura temporal del riesgo soberano.

Los resultados correspondientes al modelo VAR y al modelo Random Forest Regressor se encuentran disponibles en el código entregado junto con este documento, donde basta con modificar una pequeña celda para ejecutar y obtener todas las salidas mostradas anteriormente para los CDS a 5 y 10 años. Con el objetivo de mantener este documento conciso, el análisis de los spreads se dejará hasta este punto con sus respectivos hallazgos.

### **Modelo con variables en niveles**

Si bien los resultados obtenidos anteriormente son económicamente informativos y estadísticamente significativos, aún no capturan gran parte de la compleja dinámica que subyace en la estimación de los CDS soberanos de Estados Unidos. Esta limitación se evidencia en los bajos valores de  $R^2$  observados durante los periodos de prueba, lo que sugiere que estos modelos podrían ser insuficientes para pronósticos precisos o para realizar ejercicios de estrés sobre el nivel del CDS en el próximo año, por ejemplo.

Teniendo en cuenta lo anterior y considerando algunos de los elementos discutidos en el Marco Teórico sobre la limitada liquidez histórica de estos instrumentos financieros para el caso de Estados Unidos, se decidió implementar un modelo AR(1) sobre el nivel de los CDS (ya no el cambio mensual sino su nivel original) a 5 y 10 años. El objetivo es evaluar con los datos que tenemos disponibles cómo esta baja liquidez puede condicionar o limitar la sensibilidad de los CDS frente a las variables macroeconómicas, financieras y de incertidumbre que, según la teoría, se utilizan para estimar sus valores.

Para capturar efectos discretos asociados a cambios de política, se exploraron otras variables macroeconómicas y financieras relevantes con rezagos adecuados, con el fin de evaluar si un modelo ARDL puede aportar información adicional sobre la sensibilidad de los CDS frente a estos factores, especialmente en horizontes de pronóstico intermedios y largos.

#### ***CDS 5 años***

El ajuste global del modelo AR(1) para todo el conjunto de datos puede observarse en la (Figura 24 y 25). Se aprecia que la estimación es bastante robusta, lo que sugiere que los valores de los CDS presentan una marcada persistencia a lo largo del tiempo y no suelen experimentar variaciones abruptas que provoquen diferencias sustanciales entre una observación y otra. Este

comportamiento es coherente con la naturaleza de los CDS soberanos de Estados Unidos, los cuales se caracterizan por ser instrumentos financieros de baja liquidez.

Figura 24. Modelos AR1 CDS 5 años

```

MODELO AR(1) EN NIVELES
=====
Resumen AR(1) (SE robustos):
                                SARIMAX Results
=====
Dep. Variable:    RF_USA_CDS05Y_USD_T    No. Observations:    201
Model:           ARIMA(1, 0, 0)          Log Likelihood       -624.270
Date:            mié, 05 nov. 2025       AIC                  1254.539
Time:            13:42:21                BIC                  1264.449
Sample:          0                        HQIC                 1258.549
                                - 201
Covariance Type:    robust
=====
              coef    std err          z      P>|z|    [0.025    0.975]
-----
const         23.2938    4.589         5.076    0.000    14.300    32.288
ar.L1          0.9102    0.058        15.595    0.000     0.796     1.025
sigma2         28.9336    7.059         4.099    0.000    15.097    42.770
=====
Ljung-Box (L1) (Q):           4.44    Jarque-Bera (JB):           838.43
Prob(Q):                      0.04    Prob(JB):                   0.00
Heteroskedasticity (H):       0.76    Skew:                       0.58
Prob(H) (two-sided):          0.27    Kurtosis:                   12.94
=====

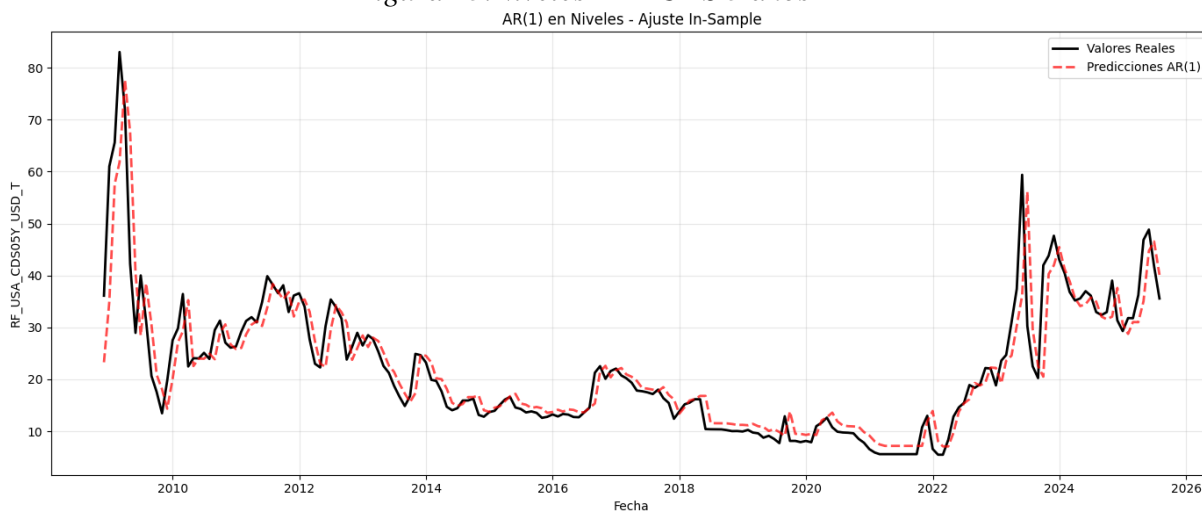
Warnings:
[1] Quasi-maximum likelihood covariance matrix used for robustness to some misspecifications

*** METRICAS IN-SAMPLE ***
RMSE: 5.4415
R2: 0.8232

```

Fuente: Elaboración propia

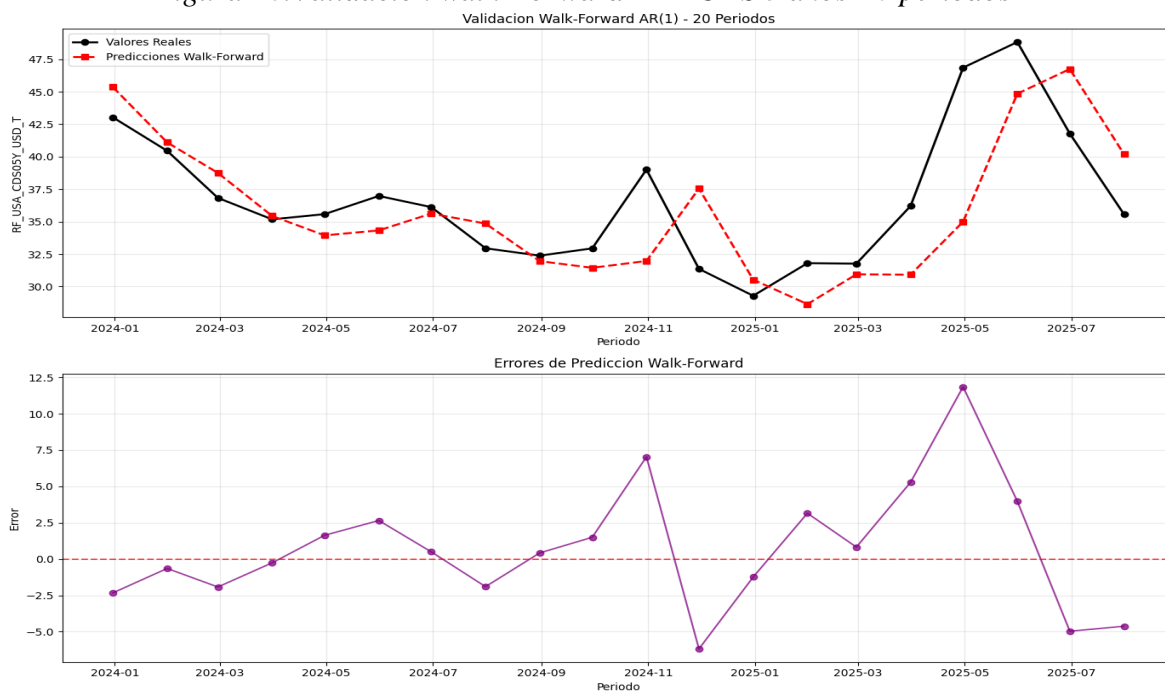
*Figura 25. Niveles AR1 CDS 5 años*



**Fuente:** Elaboración propia

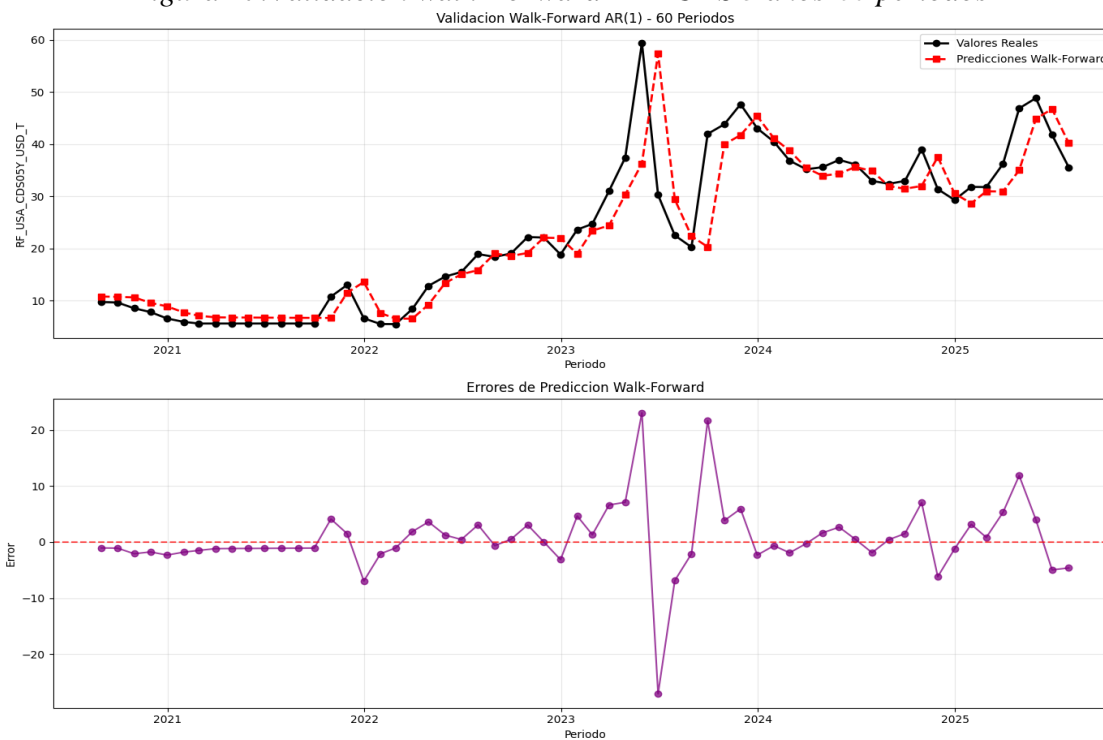
En cuanto al desempeño out of sample, los resultados del modelo AR(1) se presentan en las Figuras 26 y 27, correspondientes a los ejercicios con horizontes de 20 y 60 periodos, respectivamente, estimados mediante un esquema walk-forward. Dado que los CDS son instrumentos de baja liquidez y susceptibles a variaciones abruptas derivadas de decisiones de política o eventos financieros específicos, se observó que la efectividad del modelo depende directamente del horizonte de evaluación. En particular, con una ventana de 60 periodos el  $R^2$  alcanzó valores cercanos a 0.8; al reducirla a 40 periodos, descendió a 0.46, coincidiendo aproximadamente con el repunte de los CDS durante 2022; y al disminuirla aún más, hasta los 20 periodos, el  $R^2$  se redujo a alrededor de 0.31. Estos resultados sugieren que, aunque el modelo AR(1) captura de manera adecuada la autocorrelación de largo plazo de la serie, su capacidad explicativa se debilita en horizontes más cortos, los cuales presentan mayor volatilidad asociada a factores políticos y estructurales, como las tensiones relacionadas con la deuda pública o la reciente rebaja en la calificación crediticia de Estados Unidos por parte de Moody's.

Figura 26. Validación walk-Forward AR1 CDS 5 años-20 periodos



Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Validación walk-Forward AR1 CDS 5 años-60 periodos



Considerando estos resultados, podemos observar que la serie de los CDS soberanos de Estados Unidos a 5 años presenta una marcada persistencia temporal, lo que indica que su valor actual depende en gran medida del valor del periodo anterior. Esto refleja un comportamiento relativamente estable, con cambios graduales a lo largo del tiempo, coherente con la naturaleza ilíquida de este tipo de instrumentos financieros. No obstante, la disminución del  $R^2$  en horizontes de evaluación más cortos evidencia que, si bien el modelo AR(1) captura adecuadamente la autocorrelación de largo plazo, su capacidad explicativa se ve limitada ante la presencia de shocks recientes y episodios de volatilidad.

Con base en los resultados preliminares, se procedió a estimar un modelo ARDL en niveles (Autoregressive Distributed Lag), el cual admite una mezcla de variables  $I(0)$  e  $I(1)$ . El modelo final, que se detalla en la Figura 28, fue especificado como ARDL (2,1,1,1,0,0). La variable dependiente es el nivel del CDS soberano de 5 años, el cual cuenta con 2 rezagos, y las exógenas finales son Financial Regulation (1 rezago), CMD\_GOLD\_USD\_P (1 rezago), CMD\_COPPER\_USD\_P (1 rezago), reg\_alta\_2008 (solo contemporánea) y reg\_alta\_2023 (solo contemporánea). La selección de rezagos y variables se realizó de manera manual e iterativa, excluyendo aquellas que resultaron no significativas en el modelo. La elección de las variables responde a la siguiente lógica económica:

RF\_USA\_CDS05Y\_USD\_T: el CDS presenta alta persistencia e inercia; incluir dos rezagos elimina autocorrelación residual y mejora el ajuste fuera y dentro de muestra, capturando además posibles efectos de corrección parcial (AR1 positivo y AR2 negativo).

Financial Regulation: La incertidumbre sobre la regulación financiera se incluyó con su valor actual (L0) y el de un período anterior (L1). Esto se debe a que la incertidumbre regulatoria

provoca un ajuste inmediato en el precio del riesgo de crédito. Al usar tanto el nivel contemporáneo como un rezago, el modelo logra capturar tanto el aumento instantáneo del riesgo como su rápida desaparición (disipación) en el mercado.

**CMD\_GOLD\_USD\_P:** El oro es un activo refugio; sus alzas típicamente reflejan una mayor aversión al riesgo sistémico en el mercado, lo que podría conllevar a una ampliación de los spreads del CDS. La inclusión de un rezago en la variable capta el retardo temporal con que esta señal de aversión al riesgo se propaga y se asienta en las condiciones financieras y las expectativas de los agentes.

**CMD\_COPPER\_USD\_P:** El cobre opera como una aproximación del ciclo económico global; mayores precios implican mejores perspectivas de crecimiento económico y, por ende, menores primas de riesgo para la deuda soberana. La inclusión de un rezago permite incorporar el tiempo de retardo que necesita el mercado para asimilar completamente esta mejora en el panorama económico y reflejar su impacto final en la prima de riesgo.

**Dummies de régimen (reg\_alta\_2008, reg\_alta\_2023):** Estas variables se incluyeron únicamente como contemporáneas para capturar saltos repentinos y permanentes en el nivel del CDS. Económicamente, representan choques estructurales significativos (como la crisis de 2008 o eventos de alta regulación en 2023) que alteraron el riesgo percibido de manera abrupta. Al no incluir rezagos, se evita la sobrecarga del modelo con parámetros innecesarios y se reduce el riesgo de colinealidad (alta correlación entre variables) en una muestra de datos relativamente pequeña.

Es importante destacar que las variables seleccionadas manualmente por su significancia en el modelo ARDL fueron también validadas como significativas por la selección automatizada utilizada en los modelos estimados con series diferenciadas. Esta doble validación (a través del

enfoque estructural de largo plazo y de la dinámica de corto plazo) proporciona un punto adicional de robustez y confianza en la importancia de estas variables para la estimación del valor o la variación de los CDS soberanos de Estados Unidos.

Se emplearon errores robustos HAC para inferencia y se verificó que ninguna serie fuera  $I(2)$ , garantizando validez del enfoque ARDL en mezcla de órdenes de integración. Los coeficientes indican alta persistencia:  $AR1 = 0.9447$  y  $AR2 = -0.1849$  (suma  $\approx 0.76$ ), lo que sugiere inercia fuerte con corrección parcial. En el corto plazo, la incertidumbre regulatoria tiene un efecto contemporáneo positivo y significativo; el oro muestra efecto positivo contemporáneo y reversión en L1; el cobre exhibe efecto negativo contemporáneo y positivo en L1. Los cambios de régimen de 2008 y 2023 presentan desplazamientos positivos y significativos del nivel del CDS. El ajuste in-sample es elevado ( $R^2 \approx 0.877$ ;  $RMSE \approx 4.44$ ) y la validación 5-fold muestra desempeño estable fuera de muestra ( $RMSE$  medio  $\approx 8.99$ ;  $MAE \approx 7.65$ ). En conjunto, la dinámica del CDS está dominada por su propia inercia, con efectos adicionales asociados a la incertidumbre regulatoria y a shocks de materias primas, y desplazamientos de nivel por cambios de régimen. Estos resultados se profundizarán un poco más adelante.

Figura 28. Modelo ARDL CDS 5 años

```

Resumen ARDL (SE robustos):
                                ARDL Model Results
=====
Dep. Variable:      RF_USA_CDS05Y_USD_T   No. Observations:      201
Model:             ARDL(2, 1, 1, 1, 0, 0)  Log Likelihood          -579.094
Method:           Conditional MLE         S.D. of innovations     4.442
Date:             mar, 11 nov. 2025       AIC                     1182.188
Time:             10:46:30                BIC                     1221.708
Sample:           2                       HQIC                    1198.183
                                201
=====
                                coef      std err      z      P>|z|      [0.025      0.975]
-----
const              4.0557      2.082      1.948      0.053      -0.051      8.162
RF_USA_CDS05Y_USD_T.L1  0.9447      0.098      9.610      0.000      0.751      1.139
RF_USA_CDS05Y_USD_T.L2 -0.1849      0.085     -2.188      0.030     -0.352     -0.018
Financial Regulation.L0  0.0115      0.005      2.260      0.025      0.001      0.022
Financial Regulation.L1 -0.0053      0.005     -1.137      0.257     -0.015      0.004
CMD_GOLD_USD_P.L0      0.0183      0.007      2.811      0.005      0.005      0.031
CMD_GOLD_USD_P.L1     -0.0180      0.006     -2.861      0.005     -0.030     -0.006
CMD_COPPER_USD_P.L0   -0.0026      0.001     -2.664      0.008     -0.005     -0.001
CMD_COPPER_USD_P.L1    0.0023      0.001      2.655      0.009      0.001      0.004
reg_alta_2008.L0      3.4449      1.215      2.835      0.005      1.048      5.842
reg_alta_2023.L0      4.4563      1.642      2.714      0.007      1.217      7.696
=====

VALIDACION MODELO ARDL
=====

VALIDACION MODELO ARDL
=====

METRICAS PROMEDIO (5-Fold Time-Series CV):
RMSE:      8.9934 con una desviacion estandar de +/- 5.5071
MAE:       7.6505 con una desviacion estandar de +/- 5.0683
Median AE: 7.0958 con una desviacion estandar de +/- 6.1159

*** METRICAS IN-SAMPLE ***
RMSE: 4.4419
R2: 0.8771

```

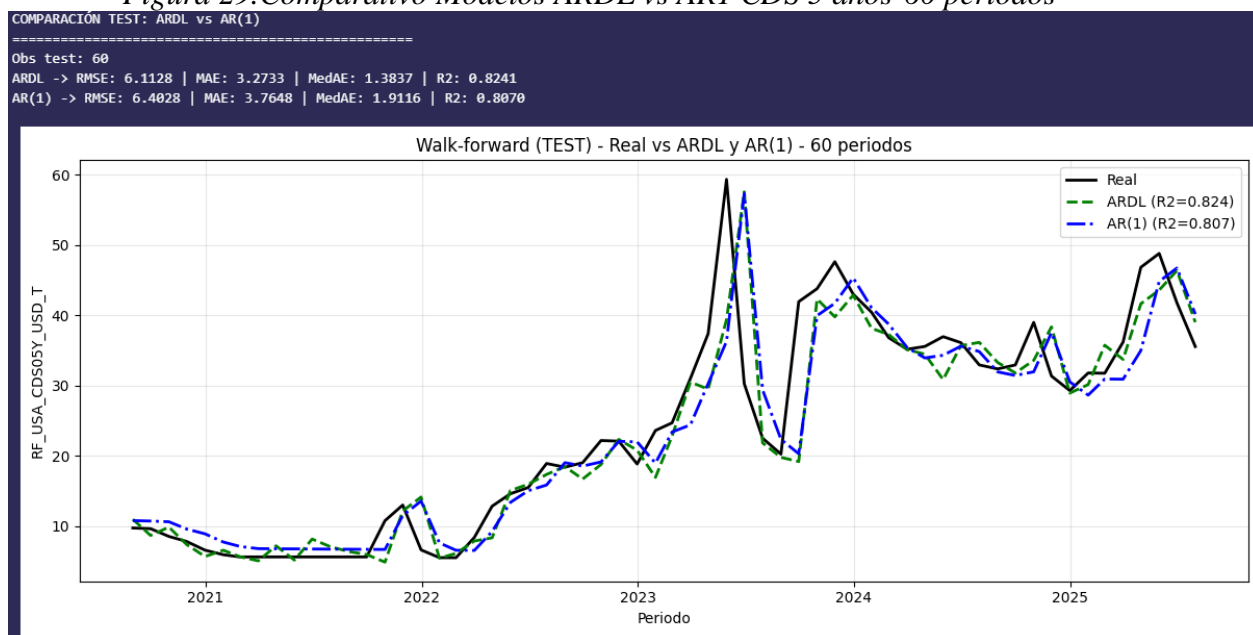
**Fuente:** Elaboración propia

El diagnóstico de los residuos del modelo ARDL confirma una adecuada especificación dinámica al no detectar autocorrelación (según la prueba de Ljung-Box). En cuanto a los supuestos clásicos, la prueba de Anderson-Darling indica que los residuos no siguen una

distribución normal; sin embargo, este hallazgo no representa un problema grave, ya que es una característica común y esperada en las series financieras. La prueba de Breusch-Pagan, por otro lado, sí evidenció la presencia de heterocedasticidad. Los inconvenientes de autocorrelación y heterosedasticidad se corrigen eficazmente mediante la estimación con errores estándar robustos HAC (Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent), garantizando que las inferencias sobre la significancia estadística de los coeficientes sean válidas y confiables. En conjunto, los resultados del diagnóstico de residuos respaldan la solidez del modelo y su adecuación para el análisis económico propuesto.

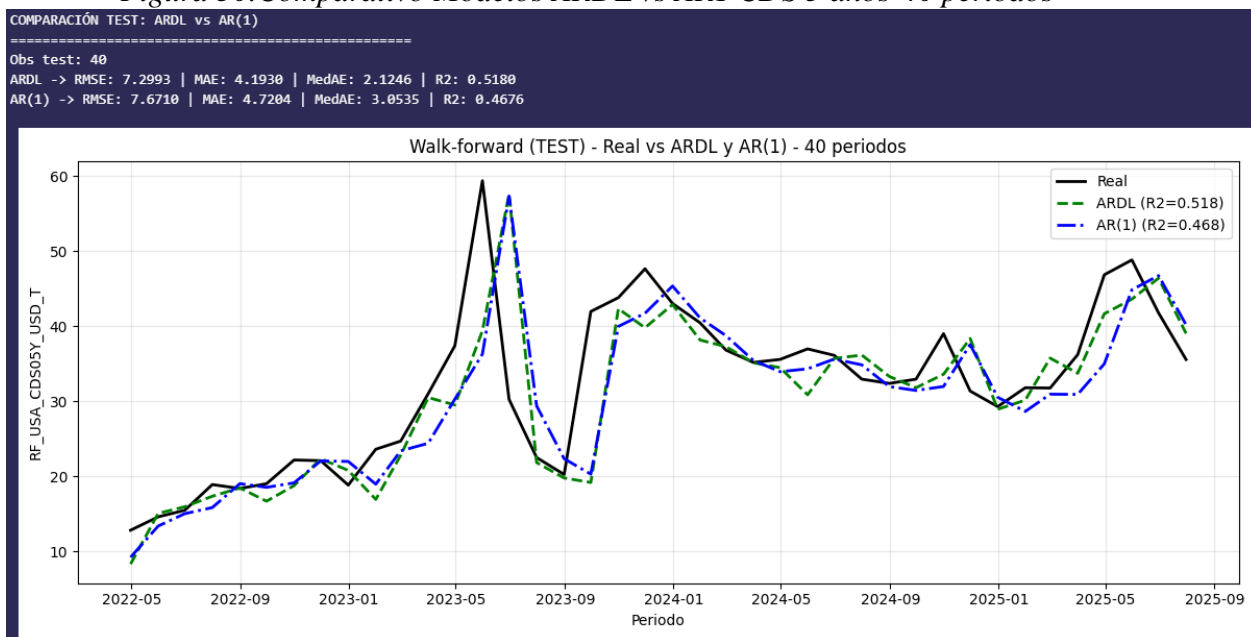
Comparemos ahora los resultados out of sample tanto del modelo AR(1) como del ARDL implementado para verificar si genera valor la incorporación de algunas variables exógenas adicionales al modelo autoregresivo simple. Los resultados para 60, 40 y 20 periodos se pueden observar en la Figura 29.

*Figura 29. Comparativo Modelos ARDL vs ARI CDS 5 años-60 periodos*



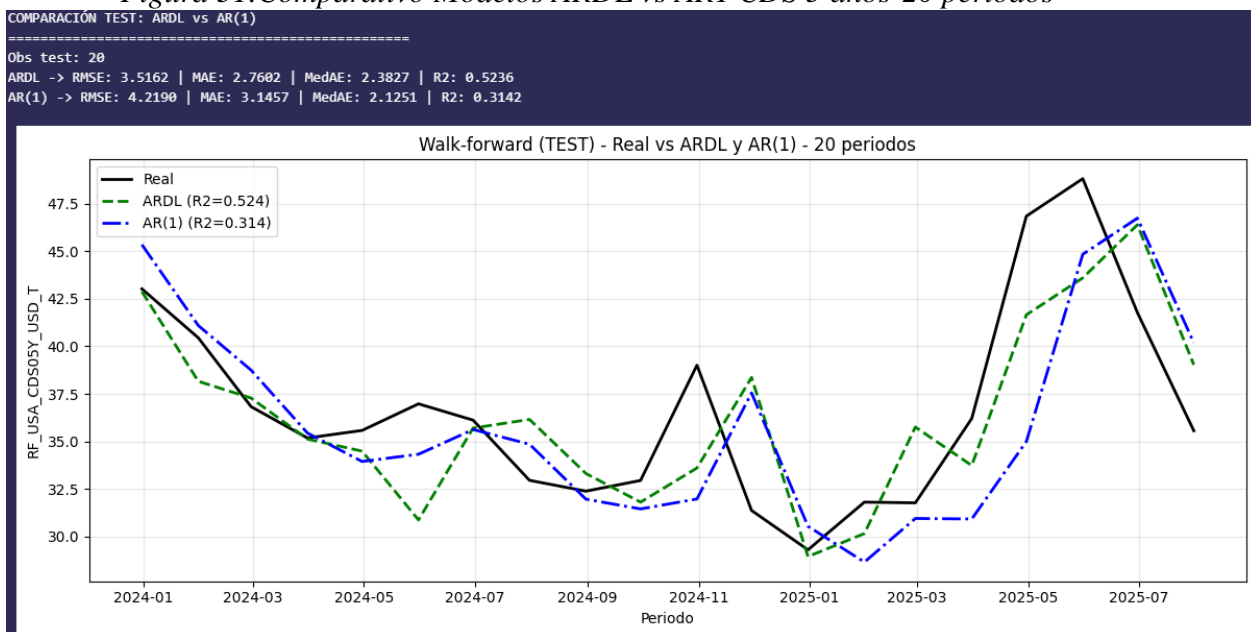
**Fuente:** Elaboración propia

Figura 30. Comparativo Modelos ARDL vs ARI CDS 5 años-40 periodos



Fuente: Elaboración propia

Figura 31. Comparativo Modelos ARDL vs ARI CDS 5 años-20 periodos



Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que el modelo ARDL obtiene un resultado muy similar al modelo AR(1) durante el periodo de 60 meses analizado, sin embargo, en el periodo de 20 meses presenta un resultado considerablemente superior. Además, la validación cruzada evidencia un desempeño superior entre el modelo ARDL y el AR(1), con la salvedad de que el modelo ARDL tiene una desviación estándar considerablemente mayor, lo que lleva a predicciones más volátiles. En la Figura 32 y 33 podemos ver sus respectivos resultados.

*Figura 32. Validación Modelo ARI CDS 5 años*

```
=====
VALIDACION MODELO AR(1)
=====

METRICAS PROMEDIO (5-Fold Time-Series CV):
RMSE:      12.4448 con una desviacion estandar de +/- 2.3509
MAE:       11.0504 con una desviacion estandar de +/- 2.0118
Median AE: 11.3655 con una desviacion estandar de +/- 2.4928
```

**Fuente:** Elaboración propia

*Figura 33. Validación Modelo ARDL CDS 5 años*

```
=====
VALIDACION MODELO ARDL
=====

METRICAS PROMEDIO (5-Fold Time-Series CV):
RMSE:      8.9934 con una desviacion estandar de +/- 5.5071
MAE:       7.6505 con una desviacion estandar de +/- 5.0683
Median AE: 7.0958 con una desviacion estandar de +/- 6.1159
```

**Fuente:** Elaboración propia

El análisis comparativo revela que el modelo AR(1) y los modelos que incorporan variables exógenas exhiben una eficiencia similar a largo plazo (siendo también muy parecidos a mediano plazo). No obstante, en las estimaciones de corto plazo, el modelo ARDL parece presentar un mejor desempeño (si bien sus estimaciones son más inestables). Un hallazgo clave en ambos modelos es que la fuerte dinámica de persistencia del CDS domina las estimaciones.

Para confirmar la robustez y evitar relaciones espurias en los resultados de largo plazo del modelo ARDL, se aplicó una prueba de cointegración. Con un estadístico F de 6.1754, que supera el límite superior crítico del 5% ( $I(1) = 4.010$ ), se concluye que sí existe cointegración con las variables de incertidumbre en regulación financiera, oro y cobre.

El Modelo de Corrección de Errores no Restringido (UECM) será empleado a continuación. Este modelo es una reparametrización del ARDL que permite separar la dinámica de la serie del CDS en dos componentes esenciales: la relación de largo plazo (el equilibrio estructural) y los ajustes de corto plazo (la volatilidad transitoria). Debido a que las variables han sido confirmadas como cointegradas, el UECM es fundamental para validar la existencia de un mecanismo de corrección que asegura que cualquier desviación temporal del CDS sea corregida, forzando al sistema a converger hacia su equilibrio de largo plazo.

En la Figura 34 podemos ver los resultados del UECM. Esta relación estructural se refuerza por un mecanismo de ajuste altamente significativo: el coeficiente de corrección de errores (ECT) es negativo ( $ECT = -0.2402$ ), lo que implica que el 24.02% del desequilibrio hacia la relación de largo plazo se corrige en el periodo subsiguiente.

La característica más interesante del modelo UECM es que distingue entre los impulsos de corto plazo y la formación del equilibrio duradero. Por un lado, los resultados confirman un mecanismo de ajuste fuerte y rápido hacia el equilibrio validado por la cointegración. Esto significa que, si el precio del CDS se desvía de su valor fundamental ideal, el sistema se autocorregirá al corregir el 24.02% de ese error cada periodo (gracias al ECT, que es significativo). Por otro lado, observamos un contraste:

- *Los Shocks de Corto Plazo son Clave:* Las variaciones inmediatas (shocks) en la incertidumbre regulatoria, el oro y el cobre son muy importantes y significativas para

explicar los movimientos mensuales del CDS. Estos factores actúan como aceleradores o frenos transitorios con sentido económico (por ejemplo, el cobre mejora la perspectiva económica, haciendo que el CDS caigan, mientras que la incertidumbre regulatoria la empeora, haciendo que suban).

- *La Persistencia Domina el Largo Plazo:* En contraste, cuando miramos la relación de largo plazo (los términos sin "D." en la Figura 34), los efectos individuales del oro, el cobre y la regulación no son estadísticamente significativos. Esto indica que el nivel de equilibrio del CDS no está definido principalmente por las elasticidades (la sensibilidad) de estos factores, sino que es dominado por su propia inercia (es decir, el CDS se mueve por su propia historia) y por cambios estructurales fuertes y puntuales (los saltos causados por las crisis de 2008 y 2023).

En resumen, los factores externos solo causan ruido o movimientos rápidos en el CDS, pero el nivel base o la tendencia de largo plazo está fijada por la propia historia del CDS y las grandes intervenciones históricas.

Finalmente, los residuos del modelo exhiben la esperada falta de normalidad y la presencia de heterocedasticidad, hallazgos comunes en series financieras. No obstante, la especificación es adecuada, ya que la prueba de Ljung-Box confirma la ausencia de autocorrelación. Para corregir la heterocedasticidad en la inferencia, se utilizaron estimadores de errores estándar robustos HAC. Por su parte, la no normalidad de los residuos no es un problema grave. Por lo tanto, dado que la correcta dinámica del modelo está confirmada, las pruebas de significancia y los coeficientes obtenidos se consideran válidos y robustos.

Figura 34. Modelo EUCM para CDS 5 años

Resumen UECM:						
UECM Model Results						
=====						
Dep. Variable:	D.RF_USA_CDS05Y_USD_T	No. Observations:	201			
Model:	UECM(2, 1, 1, 1)	Log Likelihood	-579.094			
Method:	Conditional MLE	S.D. of innovations	25.810			
Date:	mar, 11 nov. 2025	AIC	1182.188			
Time:	11:40:13	BIC	1221.708			
Sample:	2	HQIC	1198.183			
	201					
=====						
	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
-----						
const	4.0557	2.082	1.948	0.053	-0.051	8.162
RF_USA_CDS05Y_USD_T.L1	-0.2402	0.055	-4.353	0.000	-0.349	-0.131
Financial Regulation.L1	0.0062	0.004	1.628	0.105	-0.001	0.014
CMD_GOLD_USD_P.L1	0.0003	0.001	0.284	0.777	-0.002	0.002
CMD_COPPER_USD_P.L1	-0.0003	0.000	-0.968	0.334	-0.001	0.000
D.RF_USA_CDS05Y_USD_T.L1	0.1849	0.085	2.188	0.030	0.018	0.352
D.Financial Regulation.L0	0.0115	0.005	2.260	0.025	0.001	0.022
D.CMD_GOLD_USD_P.L0	0.0183	0.007	2.811	0.005	0.005	0.031
D.CMD_COPPER_USD_P.L0	-0.0026	0.001	-2.664	0.008	-0.005	-0.001
reg_alta_2008	3.4449	1.215	2.835	0.005	1.048	5.842
reg_alta_2023	4.4563	1.642	2.714	0.007	1.217	7.696
=====						

Fuente: Elaboración propia

### CDS 10 años

A continuación, realizaremos el mismo análisis utilizando los mismos parámetros y estimaciones para el CDS a 10 años. Las descripciones serán más breves, dado que se aplicaron exactamente los mismos métodos que para el CDS a 5 años, cambiando únicamente la variable dependiente.

El resultado para el modelo AR(1) del CDS de 10 años se puede observar en la (Figura 35). La estimación del modelo AR(1) en niveles resulta robusta, con un coeficiente autorregresivo de 0.912 que indica una alta persistencia en los valores del CDS a 10 años. Esto sugiere que las fluctuaciones de corto plazo son relativamente moderadas y que los valores tienden a mantenerse cerca de sus niveles previos. Este comportamiento es consistente con la

naturaleza de los CDS soberanos estadounidenses, caracterizados por su estabilidad relativa y baja volatilidad intrínseca.

*Figura 35. Modelo AR1 CDS 10 años*

```

MODELO AR(1) EN NIVELES
=====
Resumen AR(1) (SE robustos):
                                SARIMAX Results
=====
Dep. Variable:    RF_USA_CDS10Y_USD_T    No. Observations:    201
Model:           ARIMA(1, 0, 0)          Log Likelihood       -613.752
Date:           mié, 05 nov. 2025       AIC                  1233.505
Time:           20:54:30                 BIC                  1243.415
Sample:         0                         HQIC                 1237.515
                                - 201
Covariance Type:    robust
=====
                coef    std err          z      P>|z|      [0.025    0.975]
-----
const          30.6768    4.133        7.423    0.000     22.577    38.777
ar.L1           0.9117    0.048       18.854    0.000      0.817     1.006
sigma2          26.0563    6.400        4.071    0.000     13.513    38.600
=====
Ljung-Box (L1) (Q):           6.72    Jarque-Bera (JB):           894.48
Prob(Q):                     0.01    Prob(JB):                   0.00
Heteroskedasticity (H):       0.56    Skew:                       1.02
Prob(H) (two-sided):          0.02    Kurtosis:                   13.13
=====

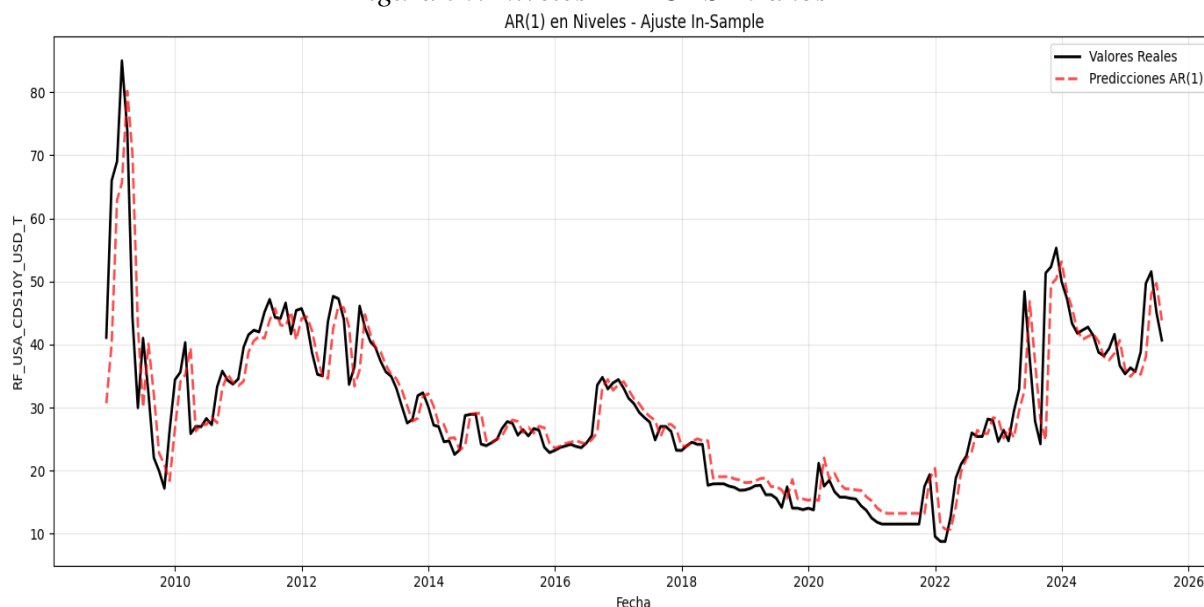
Warnings:
[1] Quasi-maximum likelihood covariance matrix used for robustness to some misspecifications

*** METRICAS IN-SAMPLE ***
RMSE: 5.1484
R2: 0.8297

```

**Fuente:** Elaboración propia

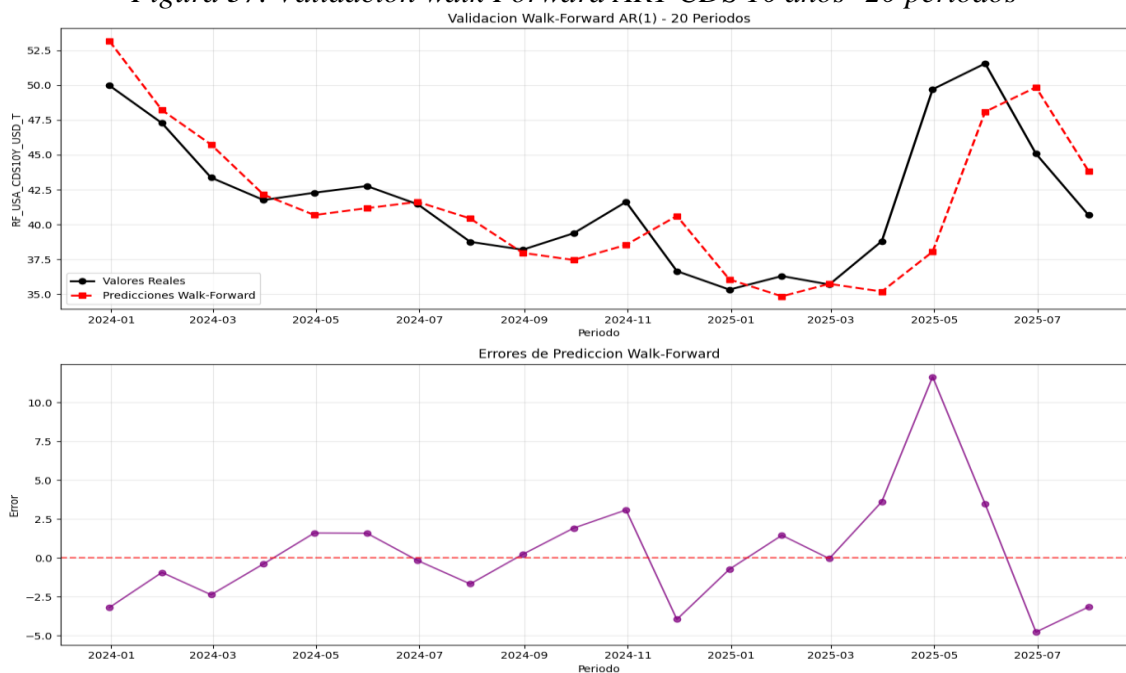
*Figura 36. Niveles ARI CDS 10 años*



**Fuente:** Elaboración propia

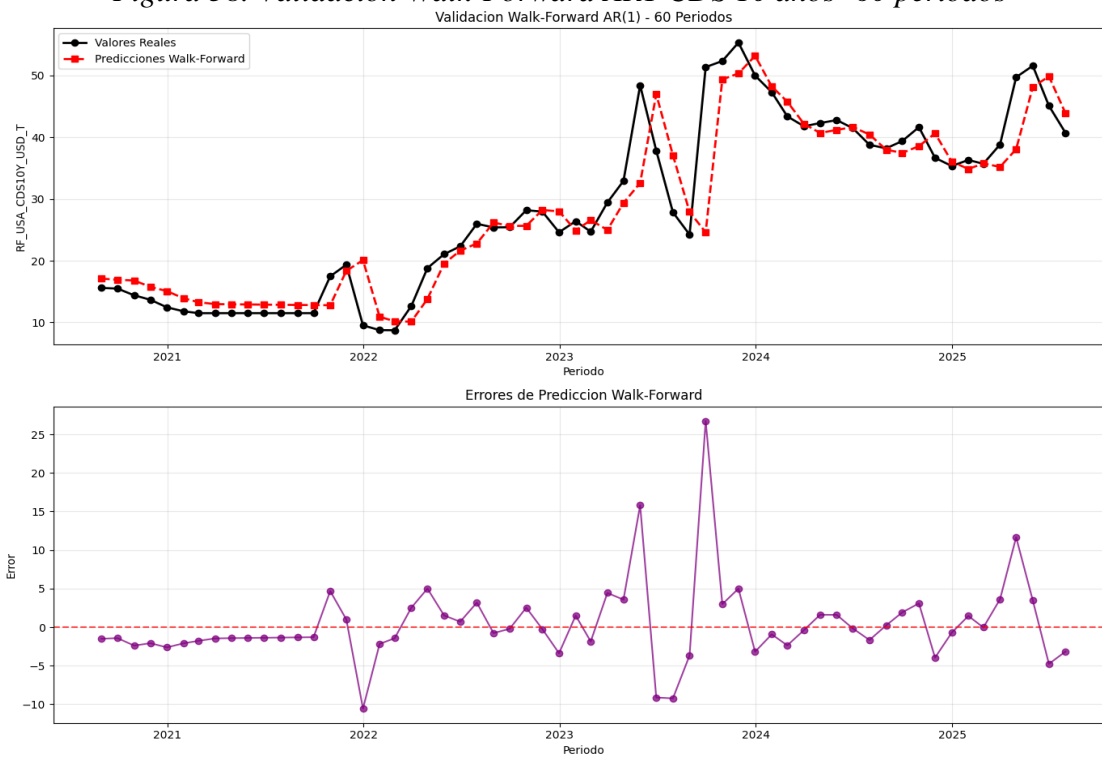
En las Figuras 37 y 38 se muestran los periodos out-of-sample de 20 y 60 meses. Se observa un notable parecido entre las series de los CDS de 5 y 10 años. El  $R^2$  en el walkforward alcanza aproximadamente 0.435 para el periodo de 20 meses y 0.8542 para el de 60 meses. Al igual que con el CDS de 5 años, las estimaciones de corto plazo son mejores, pero durante periodos de alta incertidumbre política o eventos crediticios significativos, como la rebaja de calificación de Moody's a Estados Unidos, el componente autorregresivo pierde algo de fuerza debido a los grandes saltos que puede experimentar la serie.

Figura 37. Validación walk Forward AR1 CDS 10 años- 20 periodos



Fuente: Elaboración propia

Figura 38. Validación Walk-Forward AR1 CDS 10 años- 60 periodos



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 39 podemos observar el resultado del modelo ARDL con las mismas variables utilizadas para el CDS de 5 años. En las Figuras 40, 41 y 42 podremos observar el desempeño de los modelos ARDL contra los modelos AR (1) para el CDS de 10 años.

Figura 39. ARDL CDS 10 años

```

Resumen ARDL (SE robustos):
                                ARDL Model Results
=====
Dep. Variable:      RF_USA_CDS10Y_USD_T   No. Observations:      201
Model:             ARDL(2, 1, 1, 1, 0, 0)  Log Likelihood          -573.656
Method:            Conditional MLE         S.D. of innovations     4.322
Date:              mar, 11 nov. 2025      AIC                     1171.311
Time:              11:54:49              BIC                     1210.831
Sample:            2                      HQIC                    1187.306
                                201
=====
                                coef      std err      z      P>|z|      [0.025      0.975]
-----+-----
const              4.3690      2.148      2.034      0.043      0.132      8.606
RF_USA_CDS10Y_USD_T.L1  1.0192      0.065     15.777     0.000      0.892      1.147
RF_USA_CDS10Y_USD_T.L2 -0.2098      0.078     -2.707     0.007     -0.363     -0.057
Financial Regulation.L0  0.0073      0.004      1.760     0.080     -0.001      0.015
Financial Regulation.L1 -0.0039      0.004     -0.911     0.363     -0.012      0.004
CMD_GOLD_USD_P.L0      0.0146      0.006      2.358     0.019      0.002      0.027
CMD_GOLD_USD_P.L1     -0.0143      0.006     -2.397     0.017     -0.026     -0.003
CMD_COPPER_USD_P.L0    -0.0027      0.001     -2.852     0.005     -0.005     -0.001
CMD_COPPER_USD_P.L1     0.0026      0.001      2.934     0.004      0.001      0.004
reg_alta_2008.L0       2.6356      1.202      2.192     0.030      0.264      5.007
reg_alta_2023.L0       2.7361      1.402      1.952     0.052     -0.029      5.502
=====

VALIDACION MODELO ARDL
=====

VALIDACION MODELO ARDL
=====

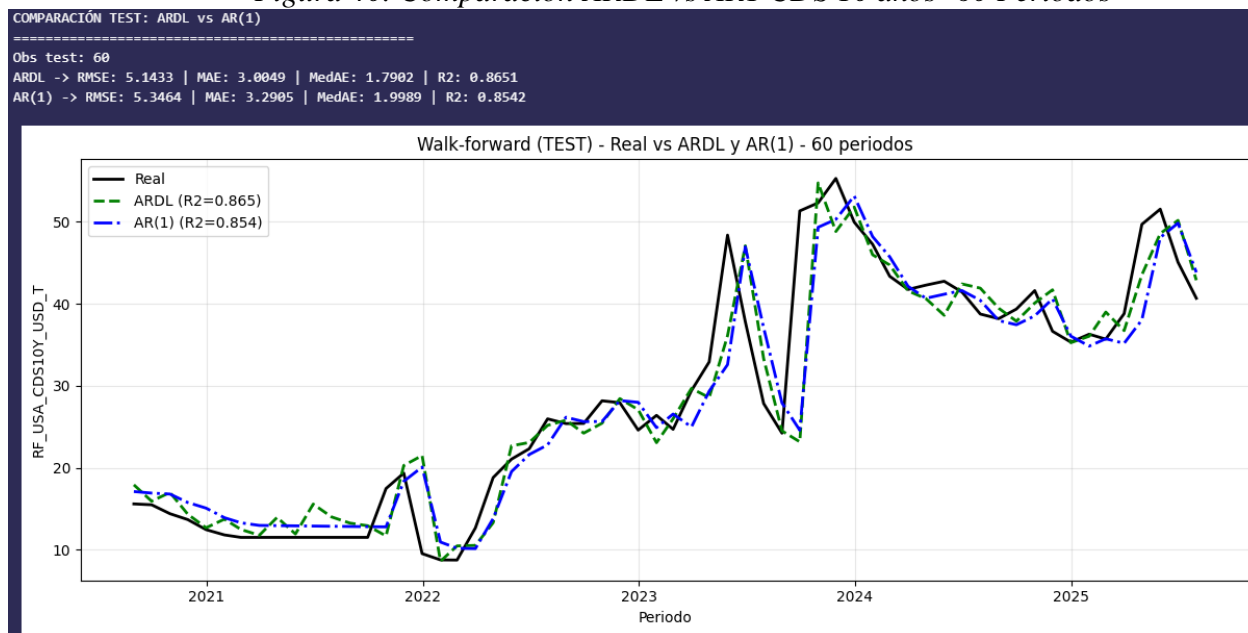
METRICAS PROMEDIO (5-Fold Time-Series CV):
RMSE:      11.2170 con una desviacion estandar de +/- 3.4073
MAE:       9.6971 con una desviacion estandar de +/- 3.2724
Median AE: 9.9229 con una desviacion estandar de +/- 3.6434

*** METRICAS IN-SAMPLE ***
RMSE: 4.3222
R2: 0.8753

```

Fuente: Elaboración propia

Figura 40. Comparación ARDL vs AR1 CDS 10 años- 60 Periodos



Fuente: Elaboración propia

Figura 41. Comparación ARDL vs AR1 CDS 10 años- 40 Periodos

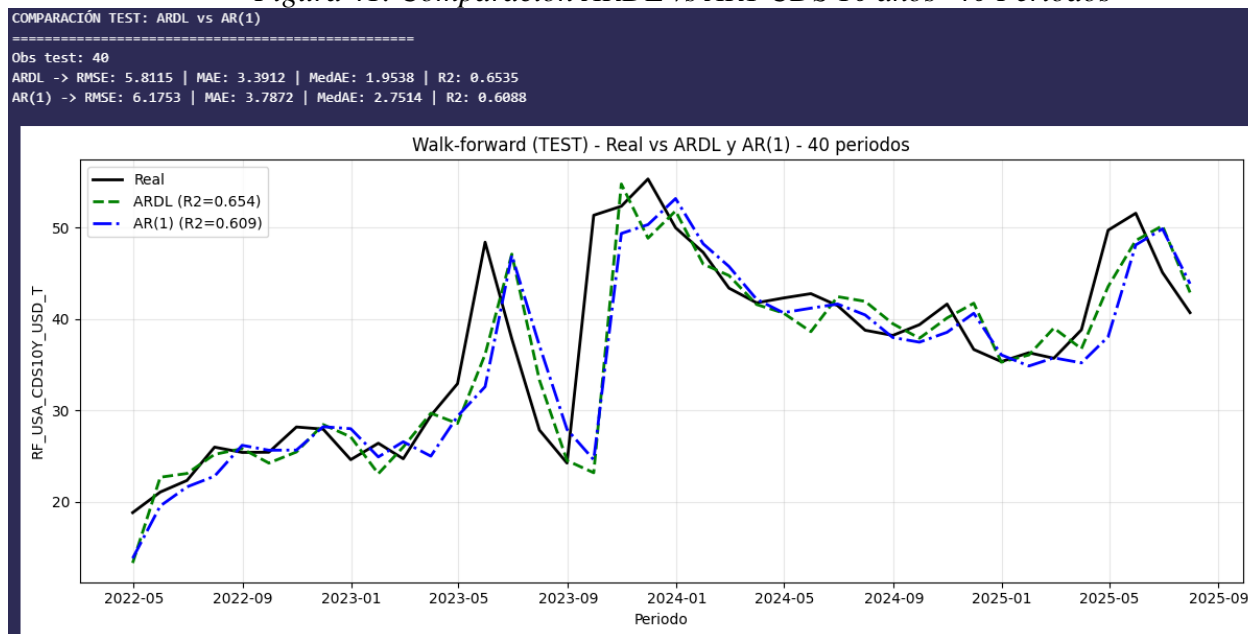
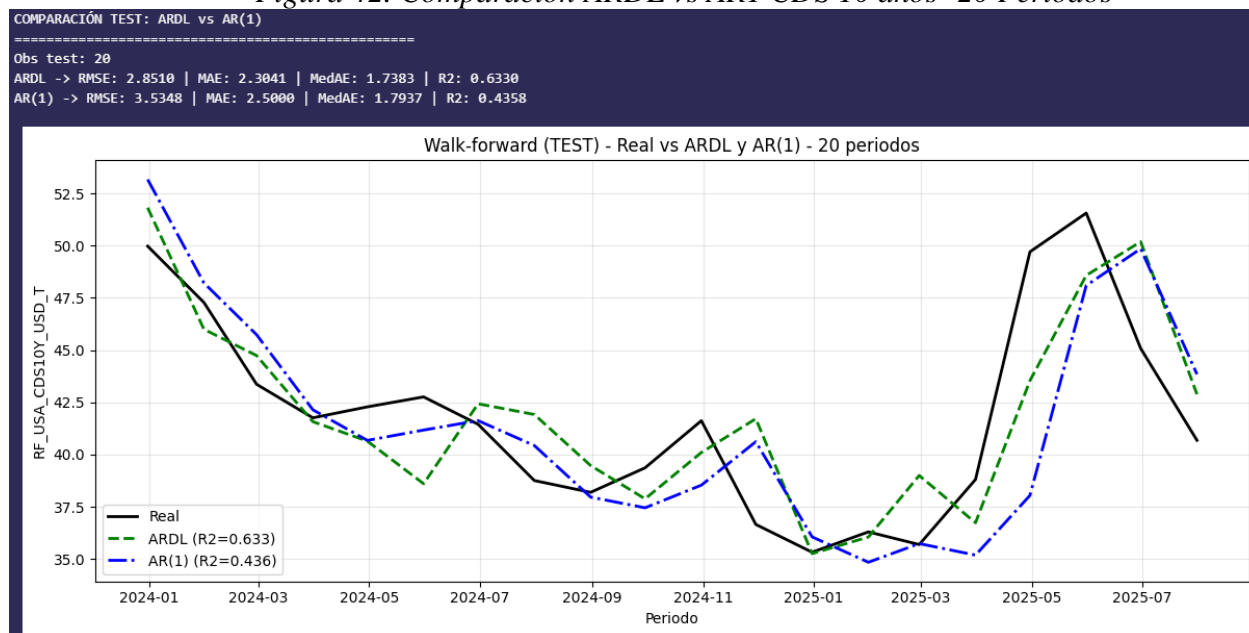


Figura 42. Comparación ARDL vs ARI CDS 10 años- 20 Periodos



Fuente: Elaboración propia

El comportamiento del CDS a 10 años es prácticamente idéntico al del CDS a 5 años, lo que evidencia que la inclusión de variables exógenas no mejora significativamente la predicción de su nivel de mediano y largo plazo, aunque en el corto plazo sí existe una mejora.

Al igual que con el CDS a 5 años, se realizó la validación de la cointegración para la serie de 10 años, confirmando la existencia de una relación de equilibrio de largo plazo entre las variables. El resultado del Modelo de Corrección de Errores no Restringido (UECM) para el CDS a 10 años se presenta en la Figura 43, revelando un mecanismo de ajuste significativo que empuja el sistema hacia ese equilibrio.

Figura 43. Modelo EUCM para CDS 10 años

Resumen UECM:						
UECM Model Results						
=====						
Dep. Variable:	D.RF_USA_CDS10Y_USD_T	No. Observations:	201			
Model:	UECM(2, 1, 1, 1)	Log Likelihood	-573.656			
Method:	Conditional MLE	S.D. of innovations	32.337			
Date:	mar, 11 nov. 2025	AIC	1171.311			
Time:	11:56:14	BIC	1210.831			
Sample:	2	HQIC	1187.306			
	201					
=====						
	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
-----						
const	4.3690	2.148	2.034	0.043	0.132	8.606
RF_USA_CDS10Y_USD_T.L1	-0.1906	0.047	-4.044	0.000	-0.284	-0.098
Financial Regulation.L1	0.0034	0.003	1.065	0.288	-0.003	0.010
CMD_GOLD_USD_P.L1	0.0003	0.001	0.277	0.782	-0.002	0.002
CMD_COPPER_USD_P.L1	-0.0002	0.000	-0.531	0.596	-0.001	0.000
D.RF_USA_CDS10Y_USD_T.L1	0.2098	0.078	2.707	0.007	0.057	0.363
D.Financial Regulation.L0	0.0073	0.004	1.760	0.080	-0.001	0.015
D.CMD_GOLD_USD_P.L0	0.0146	0.006	2.358	0.019	0.002	0.027
D.CMD_COPPER_USD_P.L0	-0.0027	0.001	-2.852	0.005	-0.005	-0.001
reg_alta_2008	2.6356	1.202	2.192	0.030	0.264	5.007
reg_alta_2023	2.7361	1.402	1.952	0.052	-0.029	5.502
=====						

El análisis del CDS a 10 años mediante el UECM replica la dinámica fundamental observada en la serie a 5 años. Se confirma la existencia de un mecanismo de ajuste hacia el equilibrio de largo plazo, con el coeficiente de corrección de errores (ECT) siendo negativo y significativo (Coef = -0.1906). Esta magnitud implica una velocidad de convergencia cercana al 19.06% del desequilibrio corregido por periodo.

En la dinámica de corto plazo, los cambios en primeras diferencias de las variables exógenas demuestran ser los principales impulsores transitorios, mostrando un sentido económico coherente: los shocks en el precio del oro y el cobre son significativos, con el oro ejerciendo un efecto positivo (aumento del riesgo percibido) y el cobre, un efecto negativo (mejora de los fundamentos económicos). Los shocks en la incertidumbre de la regulación financiera también

son significativos marginalmente (al 10%), algo interesante considerando que en el CDS de 5 años esta variable fue considerablemente más significativa.

Al igual que en el modelo a 5 años, los componentes rezagados en niveles (sin la "D.") de las variables exógenas no resultan significativos. Esto sugiere que, si bien la cointegración existe, el equilibrio de largo plazo está dominado por la propia inercia del CDS y por los desplazamientos de régimen capturados por las variables dummy (reg\_alta\_2008 y reg\_alta\_2023), las cuales son significativas y positivas (aunque la del 2023 es marginalmente significativa). En síntesis, el modelo del CDS a 10 años reafirma la conclusión de que la serie es guiada principalmente por su fuerte persistencia autorregresiva y por shocks de corto plazo, con evidencia limitada de una influencia estructural estable de las variables exógenas en la tendencia de largo plazo.

Finalmente, se hace una breve mención al spread entre los CDS de 10 y 5 años. Sin profundizar demasiado para no alargar el documento, se observa que, al igual que en las series individuales, su dinámica parece estar dominada por el componente autorregresivo. Pronosticar el spread parece más complicado que estimar el nivel de los propios CDS. El análisis de cointegración tuvo un resultado inconcluso, lo que significa que no se puede afirmar con certeza que exista una relación de equilibrio de largo plazo entre las variables identificadas y el spread de los CDS de 10 y 5 años.

## **Capítulo 5: Conclusiones**

Esta investigación tuvo como objetivo identificar los determinantes fundamentales y la dinámica de los Credit Default Swaps (CDS) soberanos de Estados Unidos a 5 y 10 años, diferenciando entre la persistencia temporal intrínseca y la influencia de factores

macroeconómicos y de incertidumbre. Los hallazgos apuntan a una conclusión central: la evolución de estas primas de riesgo está fuertemente dominada por su propia inercia, lo que resulta consistente con la baja liquidez y la naturaleza over-the-counter de este instrumento en los mercados financieros.

En el corto plazo, analizado mediante variaciones mensuales y modelado con enfoques en diferencias como VAR y OLS sobre series estacionarias, se identificaron variables que ejercen un impacto significativo pero temporal sobre los CDS. Como ejemplo, la hoja de balance de la Reserva Federal mostró coeficientes de -1.5 a -1.8 en el CDS a 5 años (un aumento del 1% en la hoja de balance provocaría una disminución de 1.5 a 1.8 puntos en el CDS) y de -1.3 a -1.46 en el CDS a 10 años. Otras variables relevantes incluyen las expectativas de inflación, el índice de Incertidumbre en torno a la regulación financiera (EPU), el índice VIX y el S&P 500. Estas variables ayudan a explicar la dinámica de corto plazo y la volatilidad del riesgo soberano estadounidense, aunque su capacidad predictiva es limitada.

A su vez, el análisis realizado con modelos en niveles como AR(1) y ARDL, evidenció que el factor predominante que determina el nivel actual del CDS es su valor pasado. Las series de CDS tanto de 5 y 10 años son integradas de orden 1 ( $I(1)$ ) y se confirmó la existencia de cointegración con los fundamentos exógenos mediante el Bound Test. El Modelo de Corrección de Errores (UECM) proporcionó la prueba final de validez al confirmar un mecanismo de ajuste activo y significativo (ECT), asegurando que los coeficientes en niveles describen relaciones estructurales estables y no una autocorrelación espuria.

La persistencia temporal, reflejada en el coeficiente autorregresivo (0.76 para el CDS a 5 años, por ejemplo), se muestra como la característica más estable y dominante de la serie. Este resultado enfatiza que la evolución de los CDS está gobernada principalmente por su propia

dinámica, más que por los fundamentos económicos o financieros tradicionales, reflejando la influencia de la baja liquidez y la fuerte inercia del mercado. No obstante, esta conclusión se complementa con el hallazgo de que algunas variables exógenas (Regulación, Oro y Cobre) presentan significancia estadística en la dinámica de corto plazo de los CDS. Los shocks en primeras diferencias de estas variables resultaron estadísticamente significativos en el UECM y también mostraron relevancia en los modelos estimados con series completamente diferenciadas, lo que subraya su rol como factores transitorios que generan la volatilidad inmediata (aunque limitada) en el precio del CDS.

La robustez de los resultados obtenidos en este documento se confirmó mediante la validación de los residuales para cada modelo estimado. La falta de normalidad en los residuos se consideró un hallazgo esperado y normal en las series financieras. Para mitigar la heterocedasticidad o cualquier autocorrelación restante, se emplearon estimadores de errores estándar robustos HAC o similares. Estos procesos, junto con la confirmación de la cointegración en los modelos ARDL/UECM, garantiza que los estadísticos y los valores de significancia obtenidos son válidos y fiables, asegurando la robustez de las conclusiones para cada modelo y para cada nodo de los CDS analizado.

En conjunto, estos hallazgos permiten concluir que, si bien ciertos factores financieros y de incertidumbre ejercen efectos detectables sobre los CDS en el corto plazo, su impacto es limitado y de corta duración. La verdadera fuerza que determina el comportamiento de estas primas de riesgo es su propia dinámica histórica, lo que implica que los movimientos del CDS son altamente autocorrelacionados y persistentes. Este patrón sugiere que, para comprender y modelar adecuadamente el riesgo soberano de Estados Unidos, es esencial considerar tanto la inercia inherente de los CDS como los factores temporales de volatilidad, reconociendo que los

fundamentos económicos tradicionales tienen un papel secundario en la determinación de los niveles actuales de riesgo.

### **Bibliografía**

Augustin, P. (2018). The Term Structure of CDS Spreads and Sovereign Credit Risk. *Journal of Financial Economics*.

BIS. (2020, 6 30). *BIS*. Retrieved from BIS: <https://www.bis.org/publ/arpdf/ar2020e.htm>

Boyarchenko, N., & Shachar, O. (2020). *Federal Reserve Bank of New York*. Retrieved from Federal Reserve Bank of New York.:

<https://libertystreeteconomics.newyorkfed.org/2020/01/the-evolving-market-for-us-sovereign-credit-risk/>

CRS. (2023). *Congressional Research Service Annual Report*.

Cruz Merchán, J. S., & Vargas Vives, J. (2011, 11 01). *APROXIMACIÓN DE RECLAMOS CONTINGENTES PARA LA PREDICCIÓN DE RIESGO DE CRÉDITO EN SUS MEDIDAS DE DETERMINACIÓN DE LA DISTANCIA DE DEFAULT Y SU PROBABILIDAD DE QUIEBRA PARA COLOMBIA*. Retrieved from

[https://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/estudios\\_gerenciales/article/view/390/html](https://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/estudios_gerenciales/article/view/390/html)

Duffie, D., & Singleton, K. J. (2023). *Credit Risk: Pricing, Measurement, and Management*. Princeton University Press.

Engle, R. F., & y Granger, C. W. (1987). Co-integration and error correction: Representation, estimation, and testing. *Journal of the Econometric Society*, 55(2), 251–276.

- EPU. (2024, 1 1). *Economic Policy Uncertainty*. Retrieved from [https://www.policyuncertainty.com/us\\_monthly.html](https://www.policyuncertainty.com/us_monthly.html):  
[https://www.policyuncertainty.com/us\\_monthly.html](https://www.policyuncertainty.com/us_monthly.html)
- Fontana, A., & Scheicher, M. (2016). An analysis of euro area sovereign CDS and their relation with government bonds. *Journal of Banking & Finance*, Pages 126-140.
- Forte, S., & Peña, J. I. (2009). Credit Spreads: An Empirical Analysis on the Informational Content of Stocks, Bonds, and CDS. *Journal of Banking & Finance*, 2013-2025.
- Gray, D. F., Merton, R. C., & Bodie, Z. (2007). New Framework for Measuring and Managing Macrofinancial Risk and Financial Stability. *NBER Working Papers*.
- Hilscher, J., & Nosbusch, D. (2010). Determinants of sovereign risk: Macroeconomic fundamentals and the pricing of sovereign debt. *Review of finance*, 235-262.
- Hilscher, J., & Nosbusch, Y. (2010). Determinants of Sovereign Risk: Macroeconomic Fundamentals and the Pricing of Sovereign Debt. *Review of Finance*, 235-262.
- Hull, J., Nelken, I., & White, A. (2005). Merton's Model Credit Risk and Volatility Skews. *Journal of Credit Risk*.
- Hull, J., Predescu, M., & White, A. (2004). The relationship between credit default swap spreads, bond yields and credit rating announcements. *Journal of Banking & Finance*, Pages 2789-2811.
- IMF. (2023). *ANNUAL REPORT 2023*.
- Investments, F. (2023, 01 23). *The 2023 Recovery We Anticipate*. Retrieved from Fisher Investments: <https://www.fisherinvestments.com/en-us/insights/market-commentary/the-2023-recovery-we-anticipate>

- Jarrow, R. A., & Turnbull, S. M. (1995). *Pricing Derivatives on Financial Securities Subject to Credit Risk*. The Journal of Finance.
- Kutuk, Y. (2023). CDS risk premia forecasting with multi-featured deep RNNs: An application on BR[ICS] countries. *Borsa Istanbul Review*, Pages 1380-1398.
- Longstaff, F. A., Pan, J., Pedersen, L. H., & Singleton, K. J. (2011). How Sovereign Is Sovereign Credit Risk? *American Economic Journal: Macroeconomics*, 75–103.
- Merton, R. C. (1974). *Modelo Merton* .
- Norden, L., & Weber, M. (2009). The Co-movement of Credit Default Swap, Bond and Stock Markets: An Empirical Analysis. *European Financial Management*,, 529-562.
- Pelizzon, L., Subrahmanyam, M. G., Tomio, D., & Uno, J. (2016). Sovereign credit risk, liquidity, and European Central Bank intervention: Deus ex machina? *Journal of Financial Economics*, Pages 86-115.
- Schmid, L., Schneider, A., & Chernov, M. (2016). A macrofinance view of US Sovereign CDS premiums. *Amazonaws*, 2. Retrieved from IDEAS:  
<https://ideas.repec.org/p/red/sed016/432.html>
- Semedo, N. (2022). What Does the CDS Market Imply for a U.S. Default. *Natanael Semedo*.
- Tolikas, K., & Topaloglou, N. (2017). Is Default Risk Priced Equally Fast in the Credit Default Swap and the Stock Markets? An Empirical Investigation. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 39-57.
- TURGUTTOPBAŞ, N. (2013). *SOVEREIGN CREDIT RISK and CREDIT DEFAULT SWAP SPREAD*. International Review of Economics and Management.