



**Colegio de Estudios
Superiores de Administración**

**INVERSIÓN EN TÍTULOS DE DEUDA DE CORTA DURACIÓN PARA LA
OPTIMIZACIÓN DE UN PORTAFOLIO CON OBJETIVOS DE VENTANAS DE
LIQUIDEZ ANTE MOVIMIENTOS EN LAS TASAS DE INTERÉS**

Germán David Peñuela Espinosa

Colegio de Estudios Superiores de Administración - CESA

Maestría en Mercados Bursátiles

Bogotá

2022

**INVERSIÓN EN TÍTULOS DE DEUDA DE CORTA DURACIÓN PARA LA
OPTIMIZACIÓN DE UN PORTAFOLIO CON OBJETIVOS DE VENTANAS DE
LIQUIDEZ ANTE MOVIMIENTOS EN LAS TASAS DE INTERÉS**

Germán David Peñuela Espinosa

Director de trabajo de grado:

Jhon Alexander Jiménez Triviño, Ph.D. en Finanzas

Colegio de Estudios Superiores de Administración - CESA

Maestría en Mercados Bursátiles

Bogotá

2022

Tabla de contenido

Resumen	4
Introducción	5
Marco Teórico:	6
Metodología:	9
<i>Metodología de valoración en Colombia:.....</i>	9
<i>Metodología de optimización</i>	12
Conclusiones:.....	17
Referencias.....	20

Resumen

Los inversionistas con excesos de liquidez están en la búsqueda constante de portafolios de inversión con bajas probabilidades de obtener rentabilidades negativas en el corto plazo. La política monetaria representa un elemento clave en el análisis de los impactos que tiene una subida generalizada de tasas en toda la economía, especialmente en los mercados bursátiles. Este trabajo emplea una optimización estocástica del Sharpe Ratio en un periodo de tiempo de 5 años, con diferentes movimientos de las tasas de interés, luego de analizar las metodologías de valoración en el país; para establecer distribuciones óptimas en las categorías de títulos de deuda de corta duración y evaluar las rentabilidades frente a un benchmark constante y establecido por decreto.

Introducción:

Los portafolios de inversión estructurados con títulos de deuda están enfocados a presentar una opción de inversión con un riesgo bajo, en comparación a las otras alternativas que existen en el mercado.

En este orden de ideas, estos productos de inversión son un factor clave para todo tipo de clientes, ya sean corporativos, institucionales o personas naturales. Es importante destacar que especialmente los inversionistas corporativos e institucionales tienen apetito por productos de corto plazo de inversión para dinamizar sus recursos.

El problema central, en este caso, está enfocado en la volatilidad en los precios que afectan el valor de los vehículos de inversión colectivo en el corto plazo, generando rentabilidades negativas en momentos de una subida de tasas generalizada.

Al estructurar estos portafolios con productos de títulos de deuda hay una clara exposición a la política monetaria del país, de este modo, existe una relación directa de la volatilidad del portafolio con las decisiones del Banco de la República. Cuando la política monetaria del país es contractiva, se constituye un efecto adverso para estos productos y posteriormente los inversionistas tienden a resguardarse en otros, por ejemplo: Las cuentas de ahorro.

Las presiones inflacionarias representan un elemento común en economías que se ven afectadas por ciclos económicos o por choques de oferta y demanda que puedan generar puntos de inflexión en el desarrollo completo de la política monetaria y fiscal. Por lo tanto, las respuestas de los bancos centrales con políticas contractivas no pueden hacerse esperar. En este orden de ideas, el aumento en las tasas de interés representa un desafío importante para los portafolios que están expuestos a títulos de deuda.

El Banco de La República emplea la metodología de Nelson y Siegel para calcular la curva de evaluación de los títulos emitidos y de este modo se pueden identificar y medir los impactos con relación a la convexidad de la misma y el comportamiento de los títulos de acuerdo con su duración.

Como la permanencia en estos portafolios es a corto plazo, es importante estructurar alternativas para disminuir las probabilidades de rentabilidades negativas en el tiempo que duren los inversionistas.

Considerando el efecto de una rentabilidad negativa, es necesario analizar la duración de los títulos de deuda en los que invierte el portafolio. Es importante comprender un periodo de tiempo de 5 años o más para revisar la política monetaria del país con relación a la rentabilidad de los portafolios con exposición a la renta fija.

Marco Teórico:

La búsqueda constante de un portafolio en el que se optimice el balance entre riesgo y retorno entendiendo el contexto económico que esté atravesando el país de estudio ha representado un desafío a lo largo de la historia del sistema financiero.

Las estrategias de inmunización que describe (Ferruz Agudo & Portillo Tarragona, 2000) expresa claramente cómo capturar los beneficios de la coyuntura para reducir el riesgo al que se expone el inversionista. Puntualmente, el análisis de las fluctuaciones en las tasas de interés y su afectación a los portafolios para que los saldos de los inversionistas no se vean impactados significativamente ante los fuertes movimientos que supone la política monetaria fluctuante.

El concepto de duración toma una importancia superlativa para una estructuración de portafolios con menor exposición a los movimientos de tasas de interés realizados por los bancos centrales. De este modo, es pertinente analizar las oportunidades que refieren menor volatilidad para los inversionistas.

De acuerdo con (Leibowitz, Bova, & Kogelman, 2014) los horizontes de inversión representan un acercamiento detallado e importante para comprender la volatilidad de los retornos en los bonos de deuda con diferentes duraciones. De este modo, el retorno del bono se constituye como un factor determinante en el momento de estudiar el impacto de la política monetaria.

Por otra parte, surge la necesidad de comprender cómo debe estar estructurada la duración en un portafolio con apetito específico para inversionistas institucionales o corporativos. Claramente este tipo de inversiones no busca una rentabilidad amplia en el tiempo, busca mantener sus recursos con la parte corta de la curva y dinamizar sus recursos sin mayor riesgo.

Con base en lo anterior es importante comprender el comportamiento de los títulos de deuda en el país, según (Cámaro Suárez, Casas Henao, & Jiménez, 2005) los títulos emitidos por el Gobierno representaban una participación muy alta en las negociaciones. De este modo se evidencia como el mercado siempre ha tenido una tendencia clara por títulos de deuda con menor exposición de riesgo que los que pueden presentar otros activos como las acciones o productos alternativos.

En la actualidad el apetito de los inversionistas se sigue materializando en los bonos de deuda y de este modo, se extiende la búsqueda de productos eficientes en este sentido; es por esto que de acuerdo con (Cámaro Suárez, Casas Henao, & Jiménez, 2005), las medidas de

sensibilidad referentes a fluctuaciones en la política monetaria no consideran movimientos no uniformes en el desplazamiento de la curva.

El análisis de la duración para todos los títulos de deuda se convierte en un punto angular para comprender las formas de optimización de un portafolio con las características descritas anteriormente. Es importante estudiar el comportamiento de la deuda pública y las estrategias que existen para mitigar el riesgo.

Las fluctuaciones de política monetaria tienen un impacto muy fuerte en lo referente al comportamiento de cada oportunidad de inversión. (Calatayud & Calero, 1994) presentan un recuento clave para apropiarse del concepto y la relación con los planteamientos existentes realizados por Macaulay en 1938 y Hicks en 1946 y se concluye que la exposición de los títulos con una duración más alta será mayor a la de aquellos con una menor.

Este fundamento representa el eje central del comportamiento de inversiones en deuda pública y bajo el objetivo central de disminuir las probabilidades de tener días con rentabilidad negativa, es necesario evaluar qué porcentaje tendrá en el portafolio de inversión, para optimizar el comportamiento de éste a través del tiempo y con políticas monetarias contractivas.

Si bien en escenarios de política monetaria expansiva la rentabilidad no será la más alta, los inversionistas con excedentes de liquidez y horizonte de inversión de corto plazo tendrán posibilidades más bajas de perder recursos en consecuencia de impactos negativos de la política monetaria contractiva.

Surge también la necesidad del análisis exhaustivo para los escenarios que se dieron en la pandemia y qué impactos tuvo en el mercado de deuda, liquidez y la rentabilidad de los inversionistas. En un inicio para dinamizar la economía, los bancos centrales bajaron las tasas de

interés y tuvieron un impacto significativo en la reacción de todos los agentes del mercado. Sin embargo, este hecho ocasionó a largo plazo una inflación estructural al alza. (Stemple, 2022)

Ante presiones como ésta la reacción generalizada se ha traducido en elevadas tasas de interés y desvalorización de los títulos de deuda. Por lo tanto, la migración de clientes con saldos altos ha ido en la búsqueda de productos con muy bajo riesgo de rentabilidad negativa.

Metodología:

Metodología de valoración en Colombia:

La forma de optimización del portafolio que va a ser creado estará basada en la comprensión de la metodología de valoración de la parte corta de la curva. De este modo, se podrá interpretar el comportamiento óptimo para poder disminuir la probabilidad de rentabilidades negativas.

En el país actualmente los títulos de deuda están sujetos a la valoración que los valoradores emitan de cada uno de ellos. De este modo, especialmente, la parte de corta duración está sujeta a los resultados de cada metodología.

Diariamente se registran las valoraciones de cada título y así la afectación que tenga el ponderado en un portafolio que mantenga posiciones en los títulos de deuda. En Colombia existen dos sistemas de proveedores de precios: PRECIA PPV S.A. y PIP.

Es clave y fundamental el análisis de los procesos de metodología para comprender la exposición y nivel de volatilidad que se puede presentar ante las fluctuaciones de la política monetaria (Especialmente el movimiento de las tasas de interés). Por otra parte, la duración de cada título será muy importante en el comportamiento de las rentabilidades de éstos.

De acuerdo con (PRECIA PPV S.A.) los resultados que se obtienen al efectuar la valoración en los títulos son de aplicación y uso diario, por lo tanto, reflejan el comportamiento del mercado, en consideración a las condiciones preestablecidas, por ejemplo: El precio sucio estimado.

Para cada uno de los títulos (PRECIA PPV S.A.) realiza un cálculo de valoración e incluye en su vector de precios todo aquello que cumpla cada condición para el mismo título.

Como primera medida (PRECIA PPV S.A.) calcula el promedio de precio sucio para cada título. Este ejercicio se realiza con una periodicidad diaria y se obtiene una curva cero cupón para la Deuda Corporativa.

En este cálculo es importante determinar los parámetros mínimos con que debe cumplir un título para ser considerado por el valorador. Es así como mínimo debe registrarse una operación en el día con el título a valorar y así poder generar el precio promedio.

De este modo, el proveedor de precios garantiza la liquidez de los títulos que se pueden considerar dentro de una clasificación determinada.

En este punto, de acuerdo con (PRECIA PPV S.A.), es de gran relevancia calcular la liquidez para el bono y para el emisor. Por lo tanto, se tiene la siguiente ecuación:

$$LB = \frac{\text{Vol 3 meses bono}}{\text{Vol 3 meses de la totalidad de bonos comparables}} \quad (1)$$

Donde **LB** corresponde a la liquidez del bono y **Vol** al volumen operado.

Con el cálculo de la Ecuación 1 se pueden clasificar en canastas los títulos valores, puesto que se tienen aquellos activos más líquidos y adicionalmente, se catalogan de acuerdo con su calificación que está atada al emisor.

Una vez se haya definido la liquidez del bono y los títulos se encuentren cumpliendo las condiciones de marcación de precio, (PRECIA PPV S.A.) calcula el precio estimado con la siguiente ecuación:

$$P = \left[\frac{F_1}{[(1+TR_1)(1+MARGEN)]^{\frac{n_1}{365}}} \right] + \left[\frac{F_2}{[(1+TR_2)(1+MARGEN)]^{\frac{n_2}{365}}} \right] + \dots + \left[\frac{F_k}{[(1+TR_k)(1+MARGEN)]^{\frac{n_k}{365}}} \right] \quad (2)$$

Donde:

- P: Precio sucio.
- F_k : Flujos del papel.
- TR: Tasa de Referencia.
- MARGEN: Descuento de flujos del título.
- n_k : Días hasta el pago de flujo o vencimiento del papel.

Cabe resaltar que, para estas valoraciones, con periodicidad diaria se establece una curva de rendimientos para cada categoría. La base metodológica está dada en modelos paramétricos tales como los del Banco de La República (Nelson & Siegel).

Todos los agentes del mercado que cuenten con este proveedor de precios podrán objetar los cálculos resultantes y, si los argumentos son sólidos, se efectuarán los cambios correspondientes a que haya lugar.

Es de gran importancia resaltar que el proceso de calificación para cada emisor puede tener fluctuaciones y cambios a través del tiempo.

Metodología de optimización:

Luego de comprender el proceso diario de marcación y establecimiento de precio y el tipo de categorización que pueden tener los títulos de deuda, surge el cuestionamiento de establecer un portafolio óptimo con títulos que se encuentren dentro de una categorización específica para satisfacer las necesidades de los clientes que fueron definidos como objetivo.

La metodología que se va a implementar corresponde a una optimización estocástica analizando el coeficiente inicial de Sharpe del portafolio y comparando los resultados con el coeficiente optimizado.

Para la parte corta de la curva se evaluarán los títulos de deuda comprendidos entre el rango de 62 a 92 días con data histórica desde septiembre del 2013 hasta octubre del 2022. Es importante destacar que los títulos a evaluar son de un riesgo de crédito bajo, en consideración al comportamiento de volatilidades que puede presentarse y la gestión de éste.

Por otra parte, los emisores juegan un papel fundamental dada la calificación que reciben los títulos y cómo se configuran o pueden variar ante diferentes fluctuaciones en la política monetaria del país.

Al considerar los puntos mencionados con anterioridad la optimización del portafolio a construir se realizó para las siguientes categorías, considerando la TIR que han generado en el periodo de tiempo mencionado:

- Bancario IPC AAA
- Bancario Tasa Fija AAA
- Bancario DTF AAA
- Bancario IBR AAA

En el momento inicial es necesario construir la matriz de rentabilidades evaluando la variación para cada una de las categorías seleccionadas aplicando la fórmula:

$$\ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \quad (3)$$

Es importante destacar que la muestra corresponde a **2.218** registros.

Posteriormente se opera con la resta, la matriz de rentabilidades calculada con el promedio de la rentabilidad de cada una de las 4 categorías seleccionadas para el análisis y proceso de optimización. De este modo se obtiene la matriz de excesos y en consecuencia el siguiente correlograma:

Tabla 1

Correlograma entre variables (Categorías de títulos)

Categoría	IPC AAA	TASA FIJA AAA	DTF AAA	IBR AAA
IPC AAA	1	0,439	0,638	0,544
TASA FIJA AAA	0,439	1	0,297	0,387
DTF AAA	0,638	0,297	1	0,405
IBR AAA	0,544	0,387	0,405	1

Nota: Cada categoría es considerada como variable de análisis. Elaboración propia.

En la Tabla 1 se tiene el correlograma definido y posteriormente es necesario evaluar qué tipo de distribución tiene cada una de las categorías seleccionadas. De este modo, es posible

identificar el tratamiento de cada una de las variables para el proceso de optimización estocástico.

Tabla 2

Distribución de cada variable (Categorías de títulos)

Categoría	IPC AAA	TASA FIJA AAA	DTF AAA	IBR AAA
Distribución	Logística	Logística	Logística	Logística

Nota: Elaboración propia.

Es importante destacar que para la construcción del portafolio se asignaron participaciones a cada categoría, en este caso, el porcentaje equivalente para cada categoría. De este modo, fue posible obtener la rentabilidad inicial del portafolio en función a la media de los retornos observados.

Tabla 3

Media de retornos observados para cada variable (Categorías de títulos)

Categoría	IPC AAA	TASA FIJA AAA	DTF AAA	IBR AAA
Media	0,057	0,081	0,002	0,010

Nota: Elaboración propia.

Tabla 4

Participaciones iniciales para cada variable (Categorías de títulos)

Categoría	IPC AAA	TASA FIJA AAA	DTF AAA	IBR AAA
Media	0,25	0,25	0,25	0,25

Nota: Elaboración propia.

Operando con la multiplicación a las matrices de la Tabla 3 y 4 se obtiene la rentabilidad inicial del portafolio. El resultado de la rentabilidad del portafolio fue: **3.766%**

Con la rentabilidad obtenida, es necesario calcular el Sharpe Ratio inicial del portafolio asumiendo una tasa libre de riesgo del **4.56% E.A.**

Para este cálculo se tiene que:

$$S = \left(\frac{R_P - R_f}{\sigma_p} \right) \quad (4)$$

Donde:

- R_p : Rentabilidad del portafolio.
- R_f : Tasa libre de riesgo.
- σ : Desviación estándar de los excesos de retorno del portafolio.

El Sharpe Ratio inicial fue de **4.64%**.

Para la optimización estocástica, es necesario correlacionar las variables. Es decir, las categorías de los títulos.

El método de muestreo seleccionado para la optimización fue la simulación de Monte Carlo, en consideración a la relación aleatoria alta que representa.

Para el proceso de optimización se realizaron 3000 simulaciones con un nivel de confianza del 99% para mejorar la media del Sharpe Ratio calculado con anterioridad. Es importante destacar que el número de pruebas máximas por simulación fue de 1 millón.

El objetivo principal en este punto del análisis es maximizar la media del Sharpe Ratio teniendo como variables de cambio las ponderaciones para cada categoría de títulos.

Después de las 3000 soluciones evaluadas la media del Sharpe tuvo un incremento del **11,23%**

Por último, en el proceso de optimización metaheurístico que incorpora el OptQuest de Crystal Ball se instauraron las restricciones para no obtener soluciones de esquina (Toda la participación enfocada en un solo elemento) y, por lo tanto, se determinaron las siguientes participaciones:

Tabla 5

Participaciones optimizadas para cada variable (Categorías de títulos)

Categoría	IPC AAA	TASA FIJA AAA	DTF AAA	IBR AAA
Media	25,36%	53,59%	15,12%	5,93%

Nota: Elaboración propia.

De este modo, el cálculo optimizado del Sharpe Ratio para el portafolio representa un punto clave en consideración a que su análisis permite aislar el error de muestreo:

El resultado del Sharpe Ratio optimizado es **6.63%**.

Una vez definidas las participaciones óptimas para los títulos de deuda que apliquen en la optimización realizada, se podrá evaluar la rentabilidad del portafolio contra un benchmark seleccionado. En este caso, la rentabilidad mínima que tienen los fondos de pensiones exigida en el Decreto 2949 de 2010.

Para el caso de análisis se tiene que la Rentabilidad del fondo Obligatorio de Mayor Riesgo (5 años) mínima exigida es del **2.40% E.A.** De este modo, es el benchmark que deberá

verse comparado con la simulación de la rentabilidad diaria del portafolio seleccionado al aplicar la metodología de valoración de PRECIA PPV.

Cabe destacar que los títulos indexados representan un análisis más profundo para determinar el margen y las curvas cero cupón que puedan ser estimadas. Para esta estimación, las condiciones del valorador son rigurosas y deben estar en coherencia con los días faltantes para el vencimiento y las condiciones del título definidas desde su inicio.

En este caso, el comportamiento del portafolio óptimo busca reducir la probabilidad de días negativos en la valoración. De este modo, es necesario evaluar la rentabilidad diaria que habría presentado el portafolio con los títulos de deuda clasificados en las categorías seleccionadas, de acuerdo con la TIR generada.

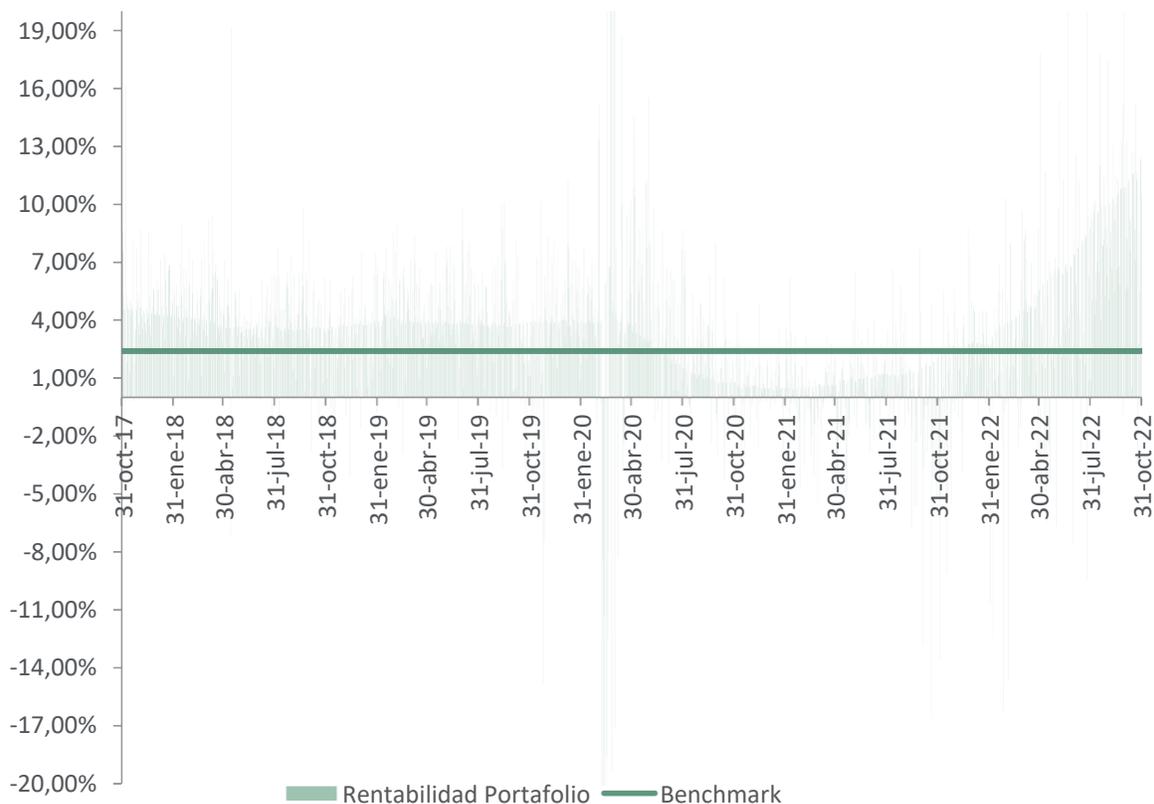
Los movimientos de la política monetaria del país han sido constantes en el último tiempo, en consideración a los efectos colaterales que tuvieron lugar a raíz de la pandemia. Por otra parte, es importante analizar el comportamiento de la rentabilidad del portafolio ante estos movimientos en el último tiempo, en consideración al efecto que tiene las fluctuaciones de tasas de interés en los títulos de deuda.

Conclusiones:

Si el portafolio se hubiese mantenido desde hace 5 años con inversión en las categorías seleccionadas, bajo el peso ponderado que arrojó la estimación, el análisis de comportamiento frente al benchmark hubiese mostrado el siguiente resultado:

Figura 1

Rentabilidad Diaria del Portafolio vs Benchmark seleccionado



Al optimizar el portafolio con el proceso estocástico, se incrementó la media del Sharpe Ratio en un **11,23%** y el proceso de maximización fue exitoso al generar una relación más positiva en relación con el riesgo asumido.

La distribución logística de las variables permite realizar la optimización estocástica para el portafolio. Es importante destacar que las 4 categorías seleccionadas siguieron esta distribución.

Luego de la optimización del Sharpe Ratio inicial se tiene un incremento aproximado del **43%**.

En el periodo de tiempo seleccionado (5 años), el resultado del portafolio planteado y optimizado es superior en la mayoría de ventanas de tiempo al benchmark escogido y la media de los retornos se vio ampliamente afectada por el efecto pandemia.

Es de gran importancia tener en cuenta que el valor referente corresponde a una constante y no tiene afectación por las coyunturas de mercado y de puntos generales del mundo.

De este modo, se cumple el objetivo principal de minimizar la probabilidad de días negativos y en gran medida de superar al benchmark en mayor medida.

Es importante destacar que la rentabilidad negativa se presentó solo en aproximadamente el **12%** de los eventos totales (rentabilidades diarias) de los 5 años que fueron evaluados.

Las categorías de títulos de deuda seleccionadas representan un portafolio óptimo para ofrecer a los inversionistas una opción rentable con baja exposición al riesgo de mercado y con bajas volatilidades.

Una parte importante de rentabilidades negativas se presentaron en la coyuntura de la pandemia, en donde la mayoría de portafolios presentaron retornos negativos y representaron pérdidas importantes para los inversionistas.

Por último, la inversión exclusiva en títulos de deuda de corta duración representa una menor exposición a los movimientos de la política monetaria; especialmente los de tasas de interés, y reduce ampliamente la probabilidad de rentabilidades negativas en portafolios de inversión.

Referencias

- Bierwag, O. (1977). Immunization, Duration, and the Term Structure of Interest Rates. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 725-742.
- Calatayud, F. P., & Calero, F. (1994). Duración y estrategias de inmunización de carteras de renta fija. *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 9-32.
- Cámaro Suárez, Á. A., Casas Henao, A., & Jiménez, É. R. (2005). Movimientos de la curva de rendimientos de TES tasa fija en Colombia. *Innovar: Revista de ciencias administrativas y sociales*, 122-133.
- Ferruz Agudo, L., & Portillo Tarragona, M. d. (2000). La inmunización contingente y otras estrategias financieras de gestión de renta fija. aplicación empírica durante el período 1993-1997. *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 1033-1067.
- Laubach, T. (2009). New Evidence on the Interest Rate Effects of Budget Deficits and Debt. *Journal of the European Economic Association*, 858-885.
- Leibowitz, M. L., Bova, A., & Kogelman, S. (2014). Long-Term Bond Returns under Duration Targeting. *Financial Analysts Journal*, 31-51.
- PRECIA PPV S.A. (s.f.). *Manual de Metodologías para la Valoración de Renta Fija*.
- Stemple, B. (2022). *Risk or Fix: How the Pandemic Policy Response has worked through the U.S. Corporate Bond Market*. Guildford College.
- Venegas, F. (2002). Cobertura de flujos financieros con instrumentos de renta fija. *Estudios Económicos*, 171-192.