

## **Viabilidad de inversión en Colombia a través de bonos soberanos**

Angélica Aguilar, David Riaño y Edwar Valenzuela

Unidad de Análisis en Ciencias Económicas

Universidad Nacional de Colombia

Bogotá D.C, Colombia. 2023

## **Resumen**

Desde el año 2020 Colombia ha venido presentando dificultades en relación con la situación económica, lo que ha generado un crecimiento de la inflación y, por lo tanto, un alza en las tasas de interés. Teniendo en cuenta esta situación, los títulos de deuda pública (TES) han experimentado una disminución en sus precios, por lo que el mercado de renta fija se ha vuelto un tema de interés en los mercados financieros. Con el propósito de evaluar la viabilidad de inversión en estos instrumentos de deuda se realizarán análisis de curvas de rendimiento, aplicación de técnicas de comercio algorítmico, análisis fundamental y técnico del mercado de renta fija local, así como un análisis temporal con el fin de comparar la situación actual del país frente a otros periodos históricos y así determinar si es o no un buen momento de inversión en instrumentos de deuda del estado colombiano.

**Palabras clave:** instrumentos financieros de deuda, TES, mercados financieros, economía colombiana, deuda, inversión extranjera, tasas de interés, curva de rendimiento, comercio algorítmico, riesgo crediticio.

## **Abstract**

Since 2020, Colombia has been facing difficulties related to the economic situation, which has generated an increase in both inflation and interest rates. Given this situation, Colombia's Public Debt Securities (as known as TES) have experienced a decrease in their prices, making the fixed income market a topic of interest in financial markets. In order to evaluate the viability of investing in these debt instruments, yield curve analysis, application of algorithmic trading techniques, fundamental and technical analysis of the local fixed income market will be carried out, as well as a temporal analysis in order to compare the current

situation of the country with other historical periods and thus determine whether or not it is a good time to invest in Colombian sovereign bonds.

**Key words:** debt securities, TES, financial markets, Colombian economy, debt, foreign investment, interest rates, yield curve, credit risk.

## **Tabla de contenido**

<b>1. Introducción</b>	<b>4</b>
1.1. Pregunta de investigación	6
1.2. Hipótesis	6
1.3. Objetivos	6
1.4. Justificación del problema	7
<b>2. Revisión de literatura</b>	<b>8</b>
2.1. Variables macroeconómicas y los bonos soberanos	8
2.2. Análisis fundamental y análisis técnico	9
2.3. Curva de rendimientos	10
<b>3. Análisis fundamental</b>	<b>11</b>
3.1. Endeudamiento de Colombia	12
3.2. Comportamiento de la inversión en Colombia	14
3.3. Riesgos inherentes a la inversión	16
3.3.1. Riesgo crediticio	16
3.3.2. Riesgo cambiario	17
<b>4. Análisis técnico y macroeconómico</b>	<b>18</b>
4.1. Indicador de fuerza relativa	19
4.2. Algoritmo de compra	20
4.3. Algoritmo de venta	20
4.4. Sustentación con variables macroeconómicas	21
4.5. Backtesting de la estrategia:	25
4.6. Backtesting de la estrategia teniendo en cuenta el riesgo cambiario para un inversionista extranjero	26
<b>5. Conclusiones</b>	<b>29</b>
<b>6. Anexos</b>	<b>31</b>
<b>7. Referencias</b>	<b>33</b>

## **1. Introducción**

Las oportunidades de inversión abundan en la actualidad, lo que despierta un gran interés para los inversionistas por explorar y conocer diferentes alternativas en diversos mercados, con miras a cumplir con sus objetivos financieros e incluso operacionales, en un panorama mundial lleno de incertidumbre por diferentes razones: temores de recesión, mercados financieros extremadamente volátiles, quiebra de instituciones financieras reconocidas mundialmente, inflaciones elevadas, entre otros. En ese sentido, Colombia se destaca como un país de interés, debido a su recuperación y potencial económico creciente, lo que ha generado confianza en los inversionistas extranjeros cómo se ha podido observar en el último año.

Es importante recordar que la inversión en bonos soberanos es una oportunidad financiera que ha ganado prominencia en las últimas décadas, además que estos instrumentos financieros conforman una buena parte de los portafolios actuales de diferentes inversionistas institucionales. Los bonos soberanos, emitidos por gobiernos nacionales para financiar sus actividades, ofrecen una oportunidad de inversión que puede ser tanto rentable como segura, dependiendo de la estabilidad económica y política del país emisor (Acharya, Eisert, Eufinger, & Hirsch, 2017). Ante este panorama de alta incertidumbre, los inversionistas buscan proteger su capital y minimizar el riesgo diversificable de los mercados financieros invirtiendo en instrumentos de renta fija, por lo que los bonos del estado colombiano (mejor conocidos como TES) son una buena oportunidad para cumplir este objetivo.

Con las tasas de interés actuales ofrecidas en el mercado y las expectativas sobre el comportamiento de las mismas en el corto y mediano plazo, la recuperación económica de Colombia ofrece un caso interesante para la inversión en bonos soberanos. Sin embargo, como sucede con cualquier mercado emergente, también presenta ciertos desafíos y riesgos

que deben ser considerados cuidadosamente. Por lo tanto, se analizará la viabilidad de invertir en bonos soberanos en Colombia por parte de inversores extranjeros, por lo que es indispensable analizar la evolución y situación actual tanto de la economía del país como de los bonos TES, examinar algunos factores de riesgo inherentes a la inversión en estos instrumentos, así como proponer una alternativa para solventar estos riesgos a través de la compra estratégica de bonos mediante una estrategia probada en el pasado.

### **1.1. Pregunta de investigación**

¿Es posible que un inversionista extranjero obtenga rendimientos óptimos a través de la inversión en bonos soberanos en el mercado de renta fija en Colombia, teniendo en cuenta las condiciones actuales de la economía y del mercado, incluyendo riesgos como el riesgo de tasa de cambio, el riesgo de liquidez, el riesgo de tipos de interés y el riesgo crediticio?

### **1.2. Hipótesis**

El uso de análisis fundamental, macroeconómico y técnico permiten la identificación de potenciales oportunidades de inversión en los bonos soberanos, al encontrar puntos de compra donde el rendimiento de los bonos satisface el riesgo en el que se incurre al invertir en bonos soberanos colombianos.

### **1.3. Objetivos**

#### **Objetivo general**

- Evaluar los factores económicos y financieros asociados a la inversión en bonos soberanos colombianos y su impacto en los inversionistas internacionales.

#### **Objetivos específicos**

- Proporcionar recomendaciones específicas a los inversionistas nacionales e internacionales sobre cómo invertir en bonos soberanos colombianos de manera más segura y efectiva, considerando la estrategia propuesta.
- Explicar cómo se comporta el rendimiento de los bonos a partir del análisis de algunas variables macroeconómicas y proponer una estrategia de inversión tomando en cuenta los riesgos inherentes.

### **1.4. Justificación del problema**

La inversión en bonos soberanos colombianos es altamente atractiva para inversionistas, tanto nacionales como internacionales, debido a las oportunidades de rendimiento ofrecidas en el mercado. En este contexto, es crucial examinar la viabilidad de estas inversiones a través de estrategias que mitiguen los riesgos inherentes. Esta investigación busca proporcionar una visión integral de los factores de riesgo asociados, las variables macroeconómicas y una estrategia para tomar decisiones de inversión, permitiendo a los inversionistas tomar decisiones fundamentadas en un entorno económico en constante cambio.

La protección del capital es una prioridad clave para los inversionistas, quienes buscan reducir los riesgos asociados con la inversión en bonos soberanos colombianos.

Evaluar cuidadosamente los factores de riesgo y analizar las estrategias existentes ayudará a los inversionistas a proteger y administrar eficientemente sus inversiones en bonos soberanos.

Además, los inversionistas internacionales interesados en ingresar al mercado de bonos soberanos colombianos necesitan comprender los riesgos particulares asociados con la inversión en el país. Esta investigación proporcionará recomendaciones y estrategias específicas adaptadas al contexto colombiano, lo que facilitará el acceso de los inversionistas internacionales a este mercado y fomentará la inversión extranjera en bonos soberanos colombianos.

La contribución de este estudio radica en su aporte al conocimiento existente sobre aquellos factores que afectan el rendimiento de los bonos y una estrategia de inversión en bonos soberanos colombianos. Los resultados y recomendaciones resultantes serán de utilidad para inversionistas, analistas financieros, entidades gubernamentales y académicos interesados en mejorar su comprensión y enfoque en la inversión en bonos soberanos.



## **2. Revisión de literatura**

### **2.1. Variables macroeconómicas y los bonos soberanos**

El documento "The Determinants of Sovereign Bond Yields in the EMU: New Empirical Evidence" investiga los determinantes de los rendimientos de los bonos soberanos en el caso de diez países de la Unión Económica y Monetaria (UEM) durante el período de 2001-2015. Para ello, los autores utilizan una metodología de dos pasos basada en (i) un análisis de componentes principales de los rendimientos de los países, que se utiliza para dividir la muestra en subperíodos, y (ii) un modelo de bosque aleatorio para investigar los determinantes de los rendimientos de los bonos en cualquier subperíodo identificado, mejorado con un proceso de selección de variables con recocido simulado.

Los resultados indican que los fundamentos macroeconómicos (especialmente la tasa de desempleo, la inflación, la tasa de cambio, el crecimiento económico y las tasas de interés) son las principales variables responsables de los rendimientos de los bonos soberanos en todos los países analizados, tanto centrales como periféricos. En contraste, los rendimientos de los bonos no parecen estar intensamente influenciados por los indicadores globales durante todo el período de muestreo.

Además, se utiliza el análisis de componentes principales para descubrir las relaciones latentes de los rendimientos de los países y los subperíodos, que luego se detectan según las relaciones cambiantes. Luego, utilizan un modelo de bosque aleatorio mejorado con un algoritmo de recocido simulado para investigar los determinantes de los rendimientos de los bonos en cualquier subperíodo determinado en el paso anterior.

## **2.2. Análisis fundamental y análisis técnico**

Estas dos técnicas son altamente utilizadas en el campo financiero, dado que mediante estas se sustentan diferentes decisiones de inversión o desinversión. En primer lugar, el análisis fundamental es definido como un proceso de investigación que un analista financiero realiza sobre aquellos factores que afectan el precio de instrumentos financieros con el propósito de determinar el valor intrínseco, así como predecir el comportamiento futuro de estos activos (Murphy, J. 1999). Por lo tanto, esta metodología tiene como objetivo identificar las causas que caracterizan el comportamiento actual del mercado o, dicho en otras palabras, estudiar las fuerzas de oferta y demanda que provocan las fluctuaciones en los precios de mercado. El análisis fundamental es una herramienta que si bien no es “obligatoria”, es recomendable incluirla en la toma de decisiones de inversión, dado que todo evento en el mercado afecta (de manera positiva o negativa) a los precios y conocer el comportamiento del mercado puede brindar información y, por lo tanto, una ventaja importante en el corto y mediano plazo para el inversor.

Por otra parte, según Murphy (1999) el análisis técnico se concentra en el estudio de los movimientos de mercado, mediante el uso de gráficos, con el fin de determinar las posibles futuras tendencias del mercado (p. 26). Es importante mencionar que esta metodología se basa en tres premisas: (1) el mercado lo descuenta todo, (2) los precios se mueven por tendencias y (3) la historia se repite. A partir de esta premisa es posible establecer las diferencias con el análisis fundamental; mientras que el análisis fundamental estudia las causas de los movimientos de mercado, el análisis técnico se enfoca en los efectos de estos movimientos, dado que el inversionista parte del principio de que los precios reflejan toda información existente del mercado, por lo que no considera necesario revisar aquello que las ocasiona. Por lo tanto, requiere tanto de información histórica de los precios y de los

volúmenes transados para establecer futuros patrones de comportamiento y tendencias, así como de indicadores técnicos que le permitan determinar los momentos adecuados para entrar o salir del mercado. Este enfoque es muy utilizado por inversionistas, aunque este implica una mayor dificultad dado que se requiere de experiencia en el análisis de gráficos, de indicadores y en el mercado mismo.

Como se puede observar, las dos herramientas tienen diferencias notables gracias a sus enfoques, sin embargo, esto no implica que sean mutuamente excluyentes entre sí. Por el contrario, utilizar ambas puede conllevar a mejores resultados, dado que le permite al inversionista tener amplio conocimiento del mercado y, en consecuencia, de los eventos más relevantes que afectan a los precios. A partir de esta información cualitativa y de la información histórica de precios y volúmenes de transacción, (cuantitativa), el inversionista puede especular de mejor manera la posible dirección de los precios en un horizonte determinado de tiempo.

### **2.3. Curva de rendimientos**

Si se desea estudiar el mercado y los instrumentos de renta fija, es indispensable incluir un análisis de la curva de rendimientos. La curva de rendimiento o yield curve “es una representación gráfica entre el rendimiento al vencimiento de activos financieros de la misma calidad crediticia y sus respectivos periodos de vencimiento” (Arosema y Arango, s.f). La curva se determina a partir de las expectativas de los inversionistas sobre el movimiento futuro de las tasas de interés de corto y largo plazo; en principio, si los inversores esperan un incremento de la inflación y consecuentemente unas mayores tasas de interés, tendrán preferencia por instrumentos de corto plazo, mientras que los prestamistas preferirán emitir deuda en el largo plazo a menores tasas de interés. Este panorama provoca que las tasas de

interés en el corto plazo disminuyan por el exceso de oferta por parte de los inversionistas y, por el contrario, las tasas de interés en el largo plazo aumenten, generando un empinamiento en la curva (Arosema y Arango, s.f).

Sin embargo, este choque de oferta-demanda no es lo único que le da forma a la curva, dado que también se debe considerar el riesgo de liquidez, riesgo de reinversión y riesgo crediticio. Los inversionistas tendrán preferencia por aquellos instrumentos que puedan liquidar fácilmente en el corto plazo, puesto que se encuentran en un escenario constante de incertidumbre: mientras mayor sea el horizonte de tiempo, mayor riesgo de liquidez habrá para los inversionistas. Es por ello que requieren de un incentivo denominado “prima de liquidez” la cual estará reflejada en mayores tasas de interés, puesto que, de otro modo, no estarían interesados en invertir en el largo plazo si el rendimiento es igual o menor a las tasas de interés de corto plazo.

### **3. Análisis fundamental**

Con el propósito de entender cómo se entrelaza la coyuntura actual del país con los bonos TES, es importante abordar diferentes factores económicos relacionados estrechamente con estos instrumentos financieros de deuda; por lo cual se analizará el endeudamiento actual de Colombia, así como los siguientes riesgos vinculados con la inversión: riesgo país, riesgo crediticio, riesgo de tipos de interés y riesgo cambiario. Adicionalmente, también se expone el panorama actual de la inversión en el país lo cual permitirá establecer brevemente cómo se encuentra la expectativa de los inversionistas sobre la economía colombiano y los mercados locales.

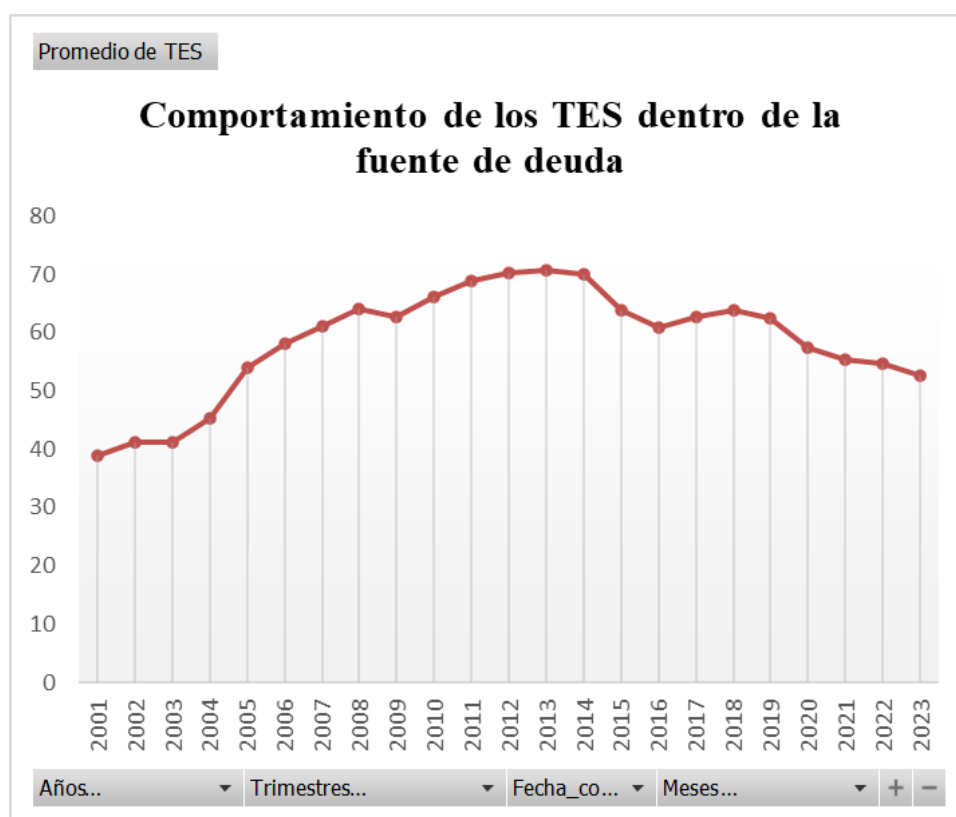
### **3.1. Endeudamiento de Colombia**

El endeudamiento en Colombia se compone de múltiples fuentes de financiamiento que han variado en su participación y cantidad a lo largo de las últimas dos décadas. De datos del Ministerio de Hacienda (2023) se observa que la tendencia con el pasar del tiempo es a la concentración en determinados instrumentos; ello es especialmente claro cuando se aprecia el comportamiento de ciertas fuentes que han reducido drásticamente su participación o desaparecieron por completo.

Es importante prestar atención principalmente a los Títulos de Tesorería (TES), ya que estos instrumentos han representado alrededor del 60% de la deuda nacional. En un principio, y tomando como referencia la figura 1, desde que se tiene registro (2001), los TES han representado la más grande fuente de financiamiento, especialmente de los años 2011 a 2014 donde llegó a representar alrededor del 70%. No obstante, si bien en los últimos años esa situación se mantiene el porcentaje se ha reducido en un 18 por ciento aproximadamente.

**Figura 1.**

*Comportamiento de los TES dentro de la fuente de deuda.*

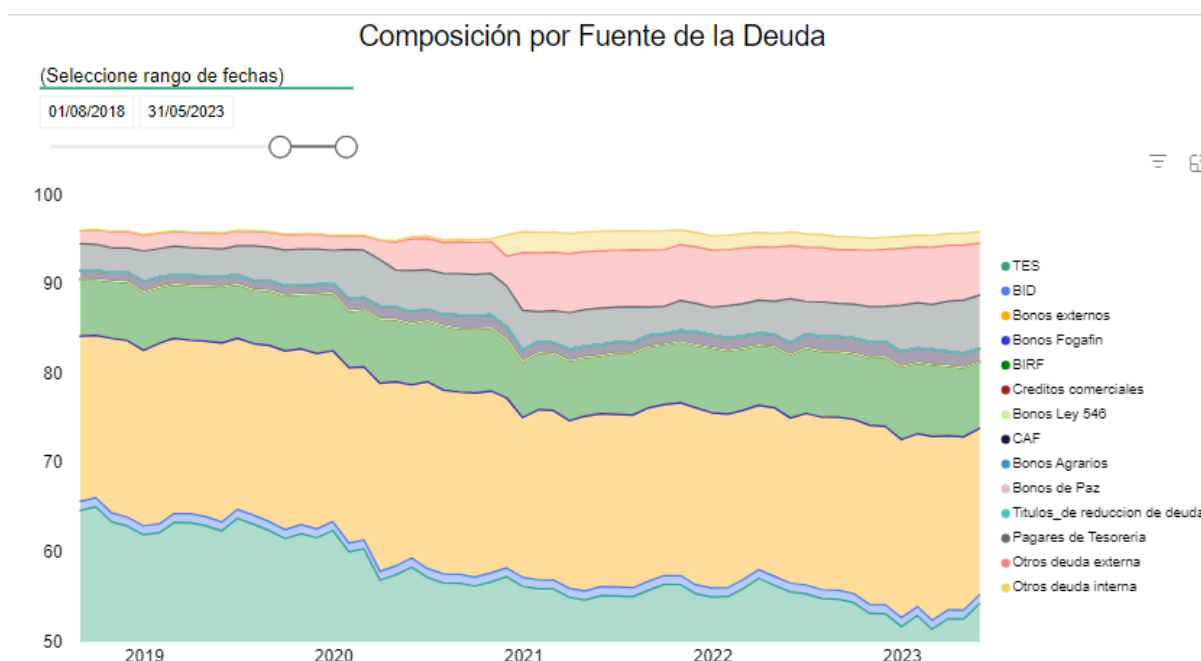


**Fuente:** Datos del Ministerio de Hacienda, elaboración propia

Por otro lado, enfocándonos únicamente en los últimos 5 años apreciamos un portafolio de fuentes de financiación mucho menos variado, en el que únicamente se aprecian 8 componentes. En 2001 se alcanzaron 14. Fuera de la disminución de la participación de los TES, un cambio que ha tenido el comportamiento del endeudamiento es el incremento en el uso de otros medios de deuda externa. En 2020 este tipo de endeudamiento tuvo un crecimiento acelerado llegando a representar actualmente el 6% de la deuda.

**Figura 2.**

*Composición por fuente de la deuda*



**Fuente:** Ministerio de Hacienda

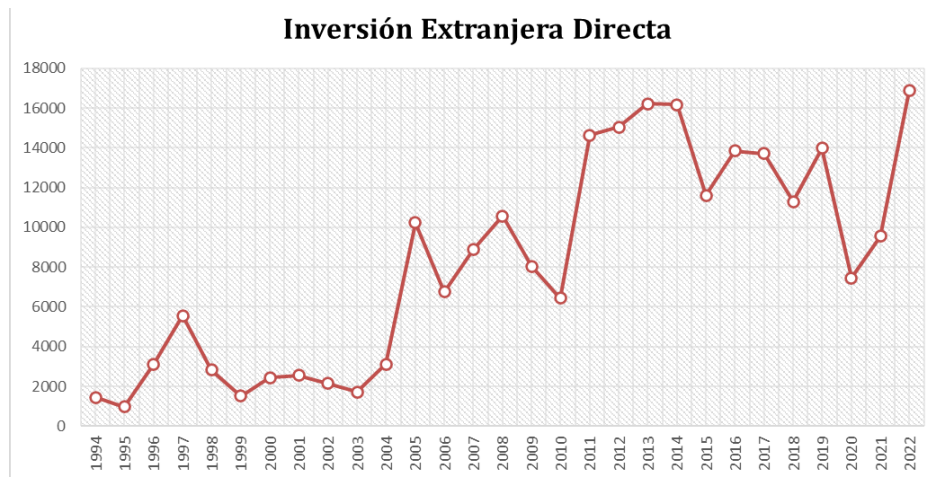
En resumen, Colombia ha reducido su cartera de fuentes de financiación comparada con el comportamiento de dos décadas atrás. Adicionalmente, tiene una gran dependencia de los TES, los cuales representan más de la mitad del endeudamiento incluso si en los últimos años ha disminuido. Se ve un aumento en el uso de otros medios de deuda externa e interna.

### 3.2. Comportamiento de la inversión en Colombia

La Inversión Extranjera Directa (IED) en Colombia ha sufrido puntos de grandes caídas en las últimas décadas, sin embargo, tomando un panorama a largo plazo la situación del país ha mejorado mucho desde 1994, primera fecha de la que se disponen datos. Tal como se puede apreciar en la figura 2, se presentan periodos de 2 o 3 años donde la IED fue baja, no obstante, la tendencia es al siguiente año de ese periodo presentar un repunte considerablemente grande que devuelve las inversiones a su ciclo positivo normal.

**Figura 3.**

*Inversión extranjera directa*



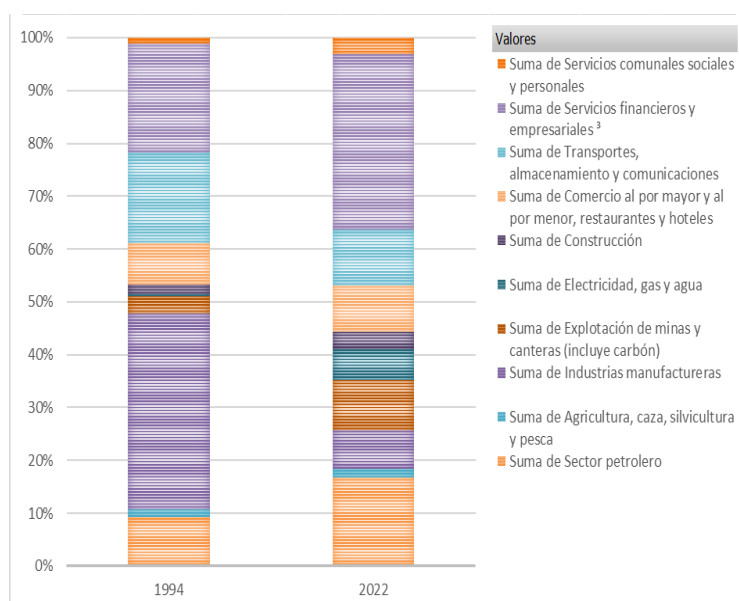
**Fuente:** Datos del Banco de la República, elaboración propia.

Es necesario resaltar que, a pesar de la caída económica producto de la emergencia sanitaria en 2019, el país tardó únicamente dos años en recuperarse y volver a las cifras que se presentaban antes de la misma. Se puede apreciar que en los últimos años hubo un cambio drástico con respecto al sector que más recibe IED; en 1994, el sector de industria y manufactura representaba alrededor del 40% de la inversión, por el contrario, en 2022, el sector de servicios financieros y empresariales es quien ocupa esta participación. Así mismo, hay que tener en cuenta que como se mencionó anteriormente la IED ha aumentado más de 11 veces el valor de 1994.



**Figura 4.**

*Actividad económico a la que va dirigida la IED en 1994 y 2022*



**Fuente:** Datos del Ministerio de Hacienda, elaboración propia.

### 3.3. Riesgos inherentes a la inversión

#### 3.3.1. Riesgo crediticio

El riesgo crediticio representa la posibilidad de que una obligación financiera se incumpla y resulte en impago. En el caso de Colombia como una de las mejores agencias de calificación, Moody's ha establecido en su último informe, de 2023, que Colombia se establece con un riesgo crediticio de Baa2. La cual es una calificación que afirma que la nación tiene una posibilidad de impago moderada y pueden poseer características especulativas (Moody's, 2023). Con respecto a las obligaciones de corto plazo, la misma agencia de calificación ha dicho que nuestro país tiene una muy buena capacidad de pago de las deudas a corto plazo. Por último, cabe señalar que en su informe exponen que las razones para esta calificación son la agenda de reformas del Gobierno (La República, 2023).

### **3.3.2. Riesgo cambiario**

Según la investigación de Andrea Carolina Vargas-Paez y Carlos David Ardila-Dueñas sobre el riesgo de tipo de cambio, el riesgo de divisa es un aspecto importante a considerar para los inversionistas extranjeros interesados en invertir en bonos soberanos colombianos. Este riesgo se refiere a la posibilidad de que las fluctuaciones en el tipo de cambio entre la moneda local y la moneda de origen del inversionista afecten el rendimiento de la inversión.

En el caso específico de los bonos soberanos colombianos, los inversionistas extranjeros que invierten en estos bonos están expuestos al riesgo de divisa debido a que los pagos de intereses y el reembolso del capital se realizan en la moneda local, que es el peso colombiano (COP). Si la moneda local se deprecia en relación con la moneda de origen del inversionista, esto puede disminuir el rendimiento de la inversión cuando se convierte de vuelta a la moneda extranjera.

La variabilidad del tipo de cambio puede ser influenciada por una serie de factores, como los fundamentos económicos del país emisor, las tasas de interés, los flujos de capital, los eventos geopolíticos y las condiciones económicas globales. Estos factores pueden generar incertidumbre y volatilidad en los mercados de divisas, lo que a su vez puede afectar el rendimiento de la inversión en bonos soberanos colombianos para los inversionistas extranjeros.

Es importante que los inversionistas extranjeros realicen un análisis exhaustivo de los fundamentos económicos y políticos de Colombia, así como del entorno internacional, para evaluar la probabilidad de fluctuaciones significativas en el tipo de cambio. El seguimiento regular de los indicadores económicos y las noticias relevantes puede ayudar a los

inversionistas a tomar decisiones informadas y ajustar su estrategia de inversión en consecuencia.

#### **4. Análisis técnico y macroeconómico**

En esta investigación, se adoptará un enfoque cuantitativo para generar un análisis estratégico. Este análisis se basará en los patrones que se encuentren en los rendimientos históricos de los bonos soberanos colombianos y en la información macroeconómica que esté relacionada con dichos patrones.

Para llevar a cabo esta tarea, se recogerán datos de los rendimientos promedio de los bonos a 1, 5 y 10 años del Banco de la República, abarcando el período de 2005 a 2023. Además, se obtendrán datos macroeconómicos de la misma fuente, la cual se seleccionará en función de su relevancia durante los momentos en los que se presentaron los patrones identificados. Una vez recogidos los datos, se procederá a su análisis. Este análisis implica el uso de un indicador de análisis técnico para identificar patrones, tendencias y señales en los rendimientos de los bonos. Para evaluar la eficacia de estos patrones, se aplicarán técnicas estadísticas, lo que permitirá poner a prueba la hipótesis de la investigación.

Con los resultados del análisis de datos, se desarrollará un modelo que permita identificar eficazmente las zonas de compra potenciales de estos bonos. Este modelo se someterá a un proceso de validación, que implica su aplicación desde una relación macroeconómica y su evaluación estadística. El objetivo de esta validación es comprobar la eficacia del modelo en la determinación de zonas de compra y en su capacidad para facilitar la adquisición estratégica de bonos.

Es importante destacar que esta investigación no está exenta de limitaciones. Por ejemplo, la falta de datos más extensos sobre los bonos y los precios puede suponer un obstáculo. Además, los supuestos que se hagan a lo largo del desarrollo de la investigación pueden no representar totalmente la realidad futura de la inversión en bonos soberanos. Estas

limitaciones y sus implicaciones para la interpretación de los resultados de la investigación se discutirán al final.

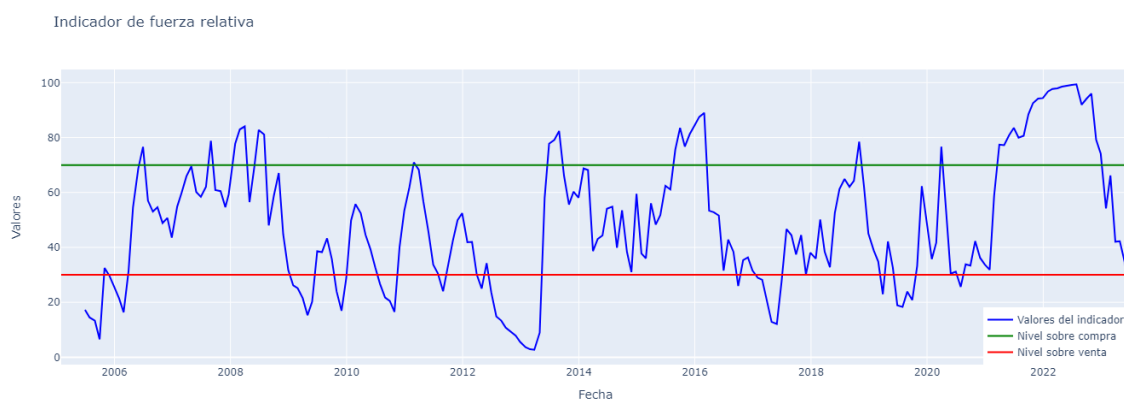
#### 4.1. Indicador de fuerza relativa

Para entrar a hablar del modelo propuesto, primero se necesita entender el indicador base del mismo que, en este caso, es el Indicador de fuerza relativa (RSI por sus siglas en inglés). Según John Murphy, autor del libro *Análisis técnico de los mercados financieros*, es una herramienta de análisis técnico que se utiliza para medir la velocidad y el cambio de los movimientos de precios de un activo financiero. Este indicador oscila entre valores de 0 y 100 y permite identificar zonas de sobrecompra o sobreventa en los mercados financieros. Por lo general, se usan los valores mayores a 70 para definir la condición de sobrecompra y los valores menores a 30 para definir la condición de sobreventa.

Por otro lado, también se ajusta a una ventana de tiempo que por lo general es de 14 periodos para la elaboración de su cálculo. En este caso, se propone usar una ventana de 5 periodos para obtener una mejor identificación de las posibles zonas donde puede revertir el valor del activo que, en este caso, serían los intereses de los bonos. En el siguiente gráfico podemos observar el indicador adaptado a los datos de los rendimientos de los bonos:

**Figura 5.**

*Indicador de fuerza relativa*



**Fuente:** Elaboración propia

Habiendo hecho lo anterior, se procede a elaborar los algoritmos básicos o el conjunto de reglas para determinar momentos en el tiempo que podrían haber sido ideales para la compra y la venta de los bonos.

#### **4.2. Algoritmo de compra**

- Valores del indicador están por encima del nivel de sobrecompra o nivel 70
- Teniendo presente la anterior condición, si el valor del indicador es menor que 70 o lo que se considera como un “cruce hacia abajo”, se activa la condición de compra

#### **4.3. Algoritmo de venta**

- Valores del indicador están por debajo del nivel de sobreventa o nivel 30
- Teniendo presente la anterior condición, si el valor del indicador es menor que 30 o lo que se considera como un “cruce hacia arriba”, se activa la condición de venta

Es importante tener en cuenta que se actúa bajo el supuesto de que el rendimiento de los bonos es inverso al precio de los mismos. Por eso las zonas de sobrecompra del rendimiento de los bonos son en realidad la zona de sobreventa de los precios de los bonos, así como también las zonas de sobreventa del rendimiento de los bonos son en realidad la zona de sobrecompra de los precios de los bonos. Habiendo dicho esto, se puede observar el conjunto de reglas anteriormente mencionadas en el gráfico del rendimiento de los bonos a 5 años:

**Figura 6.**

*Estrategia aplicada al rendimiento de los bonos*



**Fuente:** Elaboración propia

En este gráfico, las líneas verdes representan el cruce hacia abajo del indicador o un momento de compra de los bonos en el pasado. Por otro lado, las líneas rojas representan el cruce hacia arriba del indicador o un momento de venta de los bonos en el pasado, en caso de que no se hayan deseado mantener hasta el vencimiento. Es así como se plantea la estrategia a nivel técnico.

Como se puede observar, la estrategia no es perfecta pero sí permite identificar algunas zonas potenciales de la compra y la venta de los bonos.

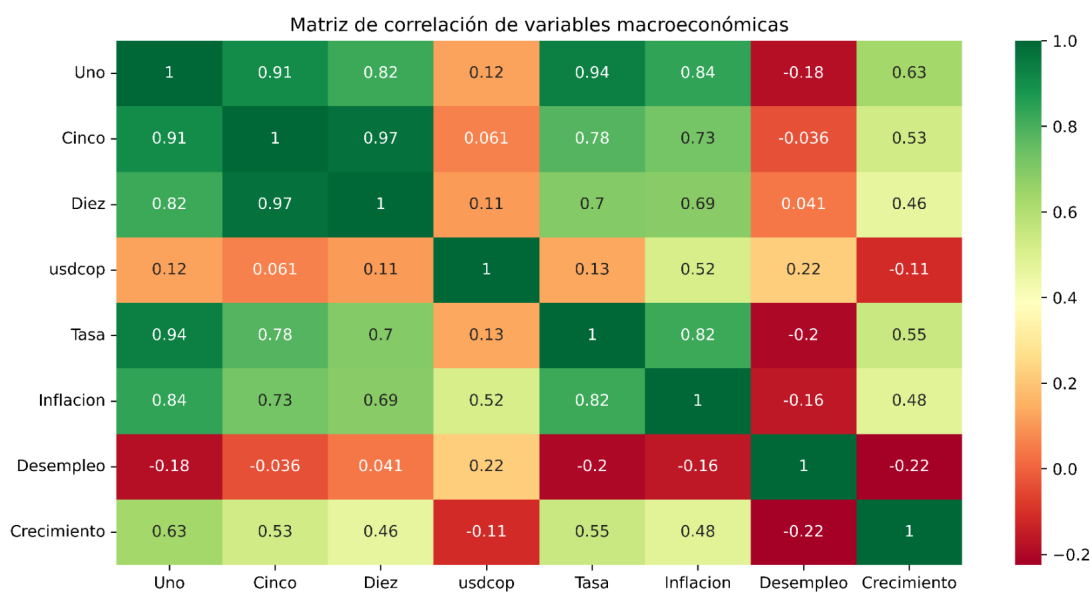
#### **4.4. Sustentación con variables macroeconómicas**

Otro modo de analizar la viabilidad de la adquisición de los bonos soberanos es observando algunas variables macroeconómicas. Consecuentemente, se obtuvieron los datos del Banco de la República de las siguientes cuatro variables: Precio del dólar en pesos colombianos, tasas de interés, inflación, tasa de desempleo y el crecimiento económico en porcentaje por año de The World Bank.

Con el propósito de identificar las variables más relevantes sobre el rendimiento de los bonos, se calculó una correlación entre las mismas como se puede ver en el siguiente gráfico:

**Figura 7.**

*Matriz de correlación de variables macroeconómicas*



**Fuente:** Elaboración propia

Donde se puede resumir la información de la correlación con la siguiente tabla para el uso de las variables más relacionadas con el rendimiento de los bonos:

**Tabla 1.**

*Correlación entre rendimientos de los TES a diferentes plazos y variables macroeconómicas*

Variables	Bonos a 1 año	Bonos a 5 años	Bonos a 10 años
Tasas de interés	0.94	0.78	0.7
Inflación	0.84	0.73	0.69

Crecimiento	0.63	0.53	0.46
-------------	------	------	------

**Fuente:** Elaboración propia

Una vez establecidas las correlaciones, se procede a realizar el análisis de las variables macroeconómicas y su relación con los bonos soberanos. Para esto, se elabora un modelo de regresión múltiple, teniendo en cuenta las variables de tasas de interés, inflación y crecimiento para explicar el rendimiento de los bonos, que, en este caso, son los bonos a 5 años:

$$Y = 3.9318 + 0.4348 \cdot Tasa + 0.2159 \cdot Inflación + 0.0832 \cdot Crecimiento$$

Donde:

- Y es el rendimiento de los bonos a 5 años
- Tasa es la tasa de interés
- Inflación es la tasa de inflación
- Crecimiento es la variación anual del crecimiento

Con un R-cuadrado de 0.644 que significa que, aproximadamente, la variación del rendimiento de los bonos a 5 años puede explicarse por la variación de las tasas de interés, la inflación y el crecimiento económico.

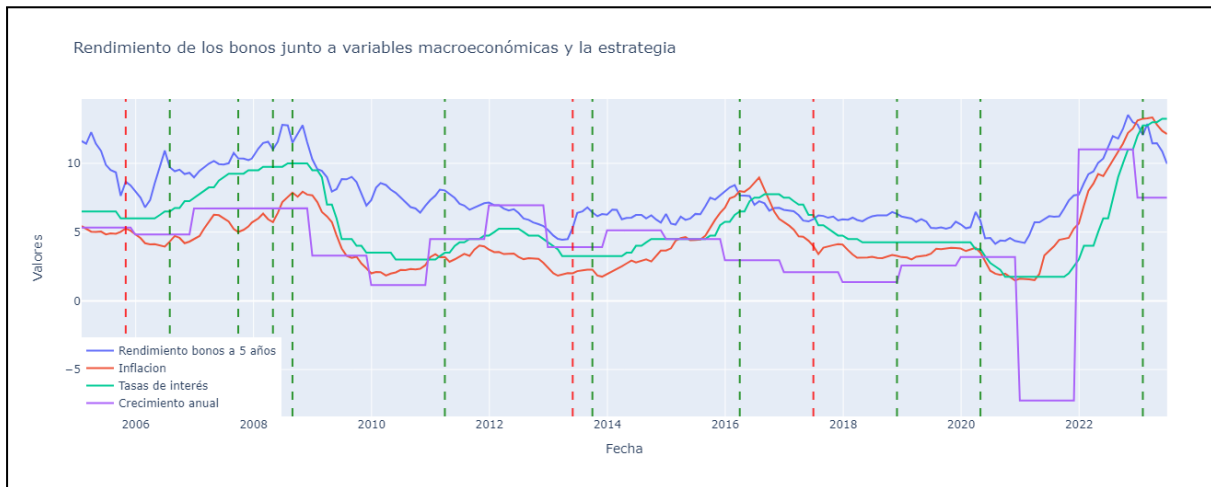
En cuanto al modelo de regresión lineal múltiple explica que, en promedio, un aumento de 1 punto porcentual en el rendimiento de los bonos se asocia con un aumento de 0.4348 puntos porcentuales en las tasas de interés, 0.2159 puntos en la inflación y 0.0832 en el crecimiento.

En el siguiente gráfico podemos observar las variables, el rendimiento de los bonos a 5 años y las zonas de compra y venta:



**Figura 8.**

*Rendimiento de los bonos a 5 años, variables macroeconómicas y estrategia*



**Fuente:** Elaboración propia

En el gráfico se puede observar que las mejores zonas para adquirir bonos han sido en aquellos períodos en los cuales las variables tales como *crecimiento e inflación* han estado en un punto alto con respecto a los demás años. Esto se puede evidenciar en agosto del 2008 donde la inflación alcanzó un valor de 7.87% y el crecimiento del año anterior había sido de 6.71%. Posterior a esta fecha se puede observar una caída en el rendimiento de los bonos derivado también por la reducción de las tasas de interés. Otro punto a destacar es marzo de 2016 donde la inflación alcanzó un valor de 7.98% y el crecimiento se había reducido el año pasado, donde posteriormente podemos ver una caída en el rendimiento de los bonos y las tasas de interés.

Recientemente, en enero del 2023 la inflación alcanzó un valor de 13.25% y se marcó un nuevo punto de compra con la estrategia. Si se toma como referencia que los mejores puntos de compra han sido en los cuales la inflación y las tasas de interés han sido altos en comparación a meses previos, así como también la estrategia, se puede inferir que los bonos soberanos colombianos se encuentran en una zona adecuada de compra, cuestión que veremos de forma clara más adelante.

#### 4.5. Backtesting de la estrategia:

Para comprobar la efectividad de la estrategia planteada, se elaboró un backtest desde la primera señal de compra (Julio de 2006) de los bonos soberanos. Para esto, se simula la disponibilidad de un capital de 100.000.000 de pesos y se supone que los bonos están siendo adquiridos en un mercado primario, es decir, que los intereses que se generen por los bonos corresponderá a los intereses promedio de los bonos del final de mes en el que se produjo la señal y que los periodos corresponden exactamente al plazo de los bonos seleccionado que, en este caso, son los bonos a 5 años. Por otro lado, se usará una estrategia de interés compuesto, es decir, que lo generado por los bonos al final de los 5 años más el capital inicial será reinvertido de nuevo. Posteriormente, se analizará la capacidad de la estrategia para combatir la pérdida de poder adquisitivo desde Julio de 2006 hasta la actualidad.

En total, fueron 3 compras realizadas bajo los supuestos anteriores. Veamos cada una de ellas en la siguiente tabla:

**Tabla 2.**

*Rendimiento esperado de inversión en bonos 2006-2023*

Capital inicial: COP 100.000.000,00								
		Inicio		Fin				
Compra	Mes	Año	Mes	Año	Tasa	Periodos	Rendimiento	Rendimiento total
1	Julio	2006	Julio	2011	9,71%	5	COP 48.555.000,00	COP 148.555.000,00
2	Septiembre	2013	Septiembre	2018	6,43%	5	COP 47.760.432,50	COP 196.315.432,50
3	Noviembre	2018	Noviembre	2023	6,33%	4	COP 49.704.711,72	COP 246.020.144,22
							Capital total acumulado: COP 246.020.144,22	

**Fuente:** Elaboración propia

Donde el capital inicial de COP \$100.000.000 se convirtió en COP \$246.020.144, obteniendo una valoración de un 146% en total, sin incluir el último pago de intereses ya que este sería en noviembre del 2023, por lo que se evaluará la pérdida de poder adquisitivo desde el año 2006 hasta el año 2022.

**\$100,000,000** en 2006



**\$198,311,487.51** en 2022

**Tabla 3.**

*Capital acumulado en 2006 vs Capital acumulado en 2022*

Año	Inversión
2006	\$100.000.000
2022	\$198.311.488

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, el dinero habría perdido un 98.31% de su valor desde el 2006 hasta el 2022, permitiéndonos obtener un rendimiento real total acumulado de 47.69%. Sin embargo, si se tiene en cuenta hasta el 2023 (sin haber recibido el último pago), la pérdida de poder adquisitivo habría sido de un 123.89%, teniendo un rendimiento total acumulado de 22.11% (DineroEnElTiempo). Si bien el rendimiento no puede parecer muy alto, por lo menos a la hora de que un inversionista colombiano estaría en la capacidad de por lo menos solventar la pérdida de poder adquisitivo. Por lo tanto, se puede ir concluyendo que los bonos soberanos colombianos son viables para inversionistas nacionales, pero ¿puede serlo para inversionistas extranjeros?, se verá esto en la siguiente sección.

#### **4.6. Backtesting de la estrategia teniendo en cuenta el riesgo cambiario para un inversionista extranjero**

Similar al backtesting anterior, se elaboró un backtesting empezando en Julio de 2006, donde se simula la disponibilidad de 100.000 dólares y se supone que los bonos se adquieren en el mercado primario, con plazos de 5 años, así como también se hará uso del interés compuesto para invertir en los bonos una vez se hayan obtenido todos los pagos. Se realizará

la evaluación de la capacidad de la estrategia de combatir la pérdida de poder adquisitivo en Estados Unidos así como también los efectos del riesgo de tasa de cambio. Para evaluar este último riesgo, se supone de que a la hora de presentarse una señal de compra, los USD \$100.000 son convertidos a pesos colombianos y, al finalizar los 5 periodos, los pesos colombianos serán convertidos nuevamente a dólares, teniendo en cuenta el precio de la moneda en las determinadas fechas, esto con el objetivo de analizar el impacto de los cambios en el precio de la divisa estadounidense.

Se observan los resultados de lo anterior en la siguiente tabla:

**Tabla 4.**

*Rendimiento esperado de inversión en bonos entre 2006-2023*

	Capital inicial: \$ 100.000,00					
	Inicio			Fin		
Compra	Mes	Año	USDCOP	Mes	Año	USDCOP
1	Julio	2006	2426	Julio	2011	1777,82
2	Septiembre	2013	1914,65	Septiembre	2018	2972,18
3	Noviembre	2018	3240,02	Noviembre	2023	4191,28
Dif % valor moneda		Tasa	Periodos	Rendimiento		Rendimiento total
26,72%		9,71%	5	\$	75.273,05	\$ 175.273,05
-55,23%		6,43%	5	-\$	40.459,32	\$ 134.813,73
-29,36%		6,33%	4	-\$	5.447,68	\$ 129.366,05
Capital total acumul						\$ 129.366,05

**Fuente:** Elaboración propia

Donde el capital inicial de USD \$100.000 se convirtió en USD \$129.366, obteniendo una valoración de un 29,37% en total, sin incluir el último pago de intereses como en el backtest anterior. En la primera compra gracias a las fluctuaciones de la divisa, se obtuvo una valoración adicional de un 26.72%. Sin embargo, en las siguientes dos compras se obtuvo una valoración negativa de un 55,23% y un 29.36%, cuestión que afectó notablemente el rendimiento final total acumulado. Por otro lado, también se tiene la pérdida de poder adquisitivo:

\$	<input type="text" value="100,000.00"/>	
in	<input type="text" value="July"/>	<input type="text" value="2006"/>
has the same buying power as		
	<input type="text" value="\$146,295.33"/>	
in	<input type="text" value="November"/>	<input type="text" value="2022"/>

En base al cálculo realizado en la plataforma de la Oficina de Estadísticas Laborales de EE. UU., el capital habría perdido un 46.29% de su valor desde Julio de 2006 hasta noviembre de 2022, lo que nos daría un rendimiento real total acumulado de -16.93%. En este caso, el riesgo de tasa de cambio tuvo un impacto notable en el rendimiento, por lo que se puede inferir que este riesgo juega un papel importante para un inversionista extranjero. Esto permite inferir que la viabilidad de inversión en bonos soberanos que estén denominados en pesos colombianos para un inversionista extranjero, es cuestionable.

## **5. Conclusiones**

En esencia, los resultados de la estrategia del pasado no necesariamente se van a replicar en el futuro, sin embargo, permite tener una mejor idea de los escenarios posibles al invertir en bonos soberanos. Por otro lado, los parámetros y los supuestos para hacer la prueba de esta pueden estar sesgados ya que en la realidad de la inversión en bonos soberanos existen otras variables a tener en cuenta y los plazos de inversión utilizados durante el backtesting pueden variar en la realidad según los bonos adquiridos, así como también estos parámetros pueden ser modificados según la perspectiva del inversor. El uso y el motivo de un RSI de 5 periodos será discutido en los anexos.

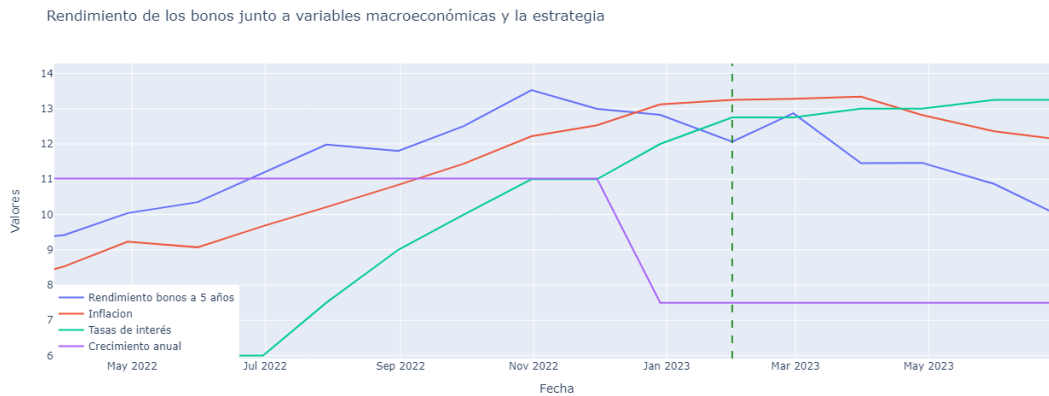
En cuanto a la hipótesis, el uso de esta estrategia habría permitido al inversor nacional obtener una rentabilidad para suplir el riesgo de inflación, el riesgo de liquidez al mantener los bonos hasta su vencimiento y el riesgo de tipos de interés al adquirir los bonos en un momento adecuado, todo esto también gracias a que le es posible encontrar una relación riesgo-beneficio adecuada.

Sin embargo, para el caso de un inversionista extranjero (en esencia con una divisa fuerte), la viabilidad de invertir en bonos soberanos puede verse comprometida al tener en cuenta el riesgo que supone la tasa de cambio, por lo que otras medidas deben ser propuestas y analizadas para discutir más a fondo sobre la viabilidad para inversionistas extranjeros.

En cuanto a la viabilidad para este año 2023, observemos el siguiente gráfico:

**Figura 9.**

*Rendimiento de los bonos junto a variables macroeconómicas y la estrategia*



**Fuente:** Elaboración propia

Donde la última señal de compra generada fue a final del mes de enero del 2023, con un rendimiento de 12,06% para los bonos a 5 años, una inflación de un 13,25%, tasas de interés de un 12.75% y un crecimiento del 2022 de un 7.49%. Posterior a esta señal, se empieza a reducir el rendimiento de los bonos, por lo que habría sido también un buen momento de adquisición. A pesar de que la señal se produjo hace 6 meses, el rendimiento de los bonos actual es de 9.66%, por lo que aún puede seguir siendo un valor atractivo para invertir en este año 2023, teniendo en cuenta el desempeño histórico de la estrategia.

## 6. Anexos

### Aplicación de la estrategia en otros bonos soberanos

La estrategia y el análisis anterior no es aplicable solamente en el contexto de los bonos soberanos colombianos, sino también en los de distintos países. A continuación se mostrará la aplicación en los bonos soberanos estadounidenses en plazos de 10 años, usando los supuestos, la estrategia y las reglas de backtesting presentadas en la investigación. Esto, haciendo uso del lenguaje de programación PineScript de la plataforma TradingView.

**Figura 10**

*Aplicación de la estrategia en bonos a 10 años de Estados Unidos*



**Fuente:** Elaboración propia

Donde la primera compra se habría presentado el 31 de diciembre de 1913 hasta la actualidad, habiendo hecho uso de un capital inicial de 10.000 usd. La línea blanca representa el rendimiento promedio de los bonos soberanos a 10 años, las franjas verdes representan el intervalo de tiempo que en este caso son 10 años y las líneas azules los momentos donde se hubiera recibido el pago de los intereses.

En este caso, se habría obtenido un rendimiento total de 417267 usd o un rendimiento porcentual de 4172%, siendo el capital final de 427267 usd. Se usa nuevamente la



herramienta para analizar la capacidad de la estrategia para hacer frente a la pérdida de poder adquisitivo en Estados Unidos:

\$	<input type="text" value="10,000.00"/>	
in	<input type="text" value="December"/>	<input type="text" value="1913"/>
has the same buying power as		
	<input type="text" value="\$305,109.00"/>	
in	<input type="text" value="June"/>	<input type="text" value="2023"/>

Se habría generado una pérdida de poder adquisitivo 2951%, lo que lleva a la estrategia a haber generado un rendimiento real del 1221% sobre el capital inicial.

Este script se puede usar para elaborar el análisis anterior de otros símbolos de rendimiento de los bonos en distintos periodos, como por ejemplo en los símbolos CN10Y, DE05Y, JP01Y, AU02Y, entre muchos más. Así mismo, se puede encontrar dentro de TradingView en el siguiente enlace: <https://es.tradingview.com/script/Duh6AK0S/>

## 7. Referencias

- Actualícese. (2017, 14 de julio). *Títulos de deuda pública -TES-: definición, clases, y forma de manejarlo*. Actualícese. <http://bitly.ws/Py9y>
- Autorregulador del Mercado de Valores de Colombia (AMV). (2019). *Guía de estudio: Renta Fija*.
- Banco de la República de Colombia. (s.f). *Títulos de Tesorería (TES)*. Títulos de Tesorería (TES) | Banco de la República (banrep.gov.co)
- Castro Alarcón, N. G., & Sua Díaz, D. F. (2016). Los Títulos de Deuda Pública “TES” en Colombia “Una Herramienta de la Deuda Pública”¿ Son los TES realmente un dinamizador de la deuda pública Colombiana?
- La República (10 de mayo de 2023). *Estas son las seis economías latinas que Moody's tiene en alerta de riesgo crediticio*. <https://www.larepublica.co/globoeconomia/estas-son-las-seis-economias-latinas-que-moody-s-tiene-en-alerta-de-riesgo-crediticio-3611806>
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público. (2010, 30 de diciembre). Resolución 4011. Por el cual se regula el Programa de Creadores de Mercado para Títulos de Deuda Pública y se dictan disposiciones relacionadas con el mismo.
- Moody's, Investors Service (2023). *¿Qué es una calificación crediticia?* <https://es.ratings.moodys.io/ratings>
- Passadore, J., & Xu, Y. (2022). Illiquidity in sovereign debt markets. *Journal of International Economics*, 137, 103618.
- Scherer, Bernd & Winston, Kenneth. (2011). The Oxford Handbook of Quantitative Asset Management. 10.1093/oxfordhb/9780199553433.001.0001.
- Tebaldi, E., Nguyen, H., & Zuluaga, J. (2018). Determinants of emerging markets' financial health: A panel data study of sovereign bond spreads. *Research in International Business and Finance*, 45, 82-93.
- Williams, T. (2018). Capital inflows, sovereign debt and bank lending: Micro-evidence from an emerging market. *The Review of Financial Studies*, 31(12), 4958-4994.
- Acharya, Viral V. and Acharya, Viral V. and Eisert, Tim and Eufinger, Christian and Hirsch, Christian W. and Hirsch, Christian W., Whatever It Takes: The Real Effects of Unconventional Monetary Policy (November 9, 2018). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2740338> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2740338>
- Vargas Páez, A y Ardila Dueñas, C (Agosto 4, 2021). Efecto del riesgo de tipo de cambio

- en la rentabilidad de los bonos soberanos en Colombia. Disponible en:  
<https://www.banrep.gov.co/es/borrador-1165>
- Chen, J. (Enero 31, 2022). Algorithmic Trading: Definition, How It Works, Pros & Cons. Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/a/algorithmictrading.asp>
- Burguillo, R. (Abril 1, 2020). Indicador técnico. Economipedia.  
<https://economipedia.com/definiciones/indicador-tecnico.html>
- Murphy, J. (1999). Technical Analysis of the Financial Markets (pp. 264 - 270). New York Institute of Finance.
- Banco de la república. Tasa representativa del mercado. Recuperado el 28 de julio de 2023, de <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/trm>
- Banco de la república. Tasas de interés. Recuperado el 28 de julio de 2023, de <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/tasas-interes-politica-monetaria>
- Banco de la república. Tasas de ocupación y desempleo. Recuperado el 28 de julio de 2023, de <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/tasas-ocupacion-y-desempleo>
- Banco de la república. TES. Recuperado el 28 de julio de 2023, de <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/tes>
- The World Bank. GDP growth (annual %) - Colombia. Recuperado el 28 de julio de 2023, de <https://data.worldbank.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?locations=CO>
- DineroEnElTiempo. Calculadora de inflación del peso colombiano. Recuperado el 28 de julio de 2023, de <https://www.dineroeneltiempo.com/peso-colombiano/de-2006-a-valor-presente?valor=1000000000&ano2=2023>
- U.S. Bureau of Labor Statistics. CPI Inflation Calculator. Recuperado el 28 de julio de 2023, de [https://www.bls.gov/data/inflation\\_calculator.htm](https://www.bls.gov/data/inflation_calculator.htm)
- Altinbaş, H., Pacelli, V., & Sica, E. (2018). The Determinants of Sovereign Bond Yields in the EMU: New Empirical Evidence. International Journal of Economics and Finance, 10(5). <https://doi.org/10.5539/IJEF.V10N5P41>