

INVESTIGACIÓN
ÍNDICE MACROECONÓMICO DE ACCESIBILIDAD AL CRÉDITO PARA
COLOMBIA

MANUEL ALEJANDRO VASQUEZ JIMENEZ

Y

UBER SEBASTIÁN NUÑEZ GARCIA



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
MAESTRÍA EN FINANZAS

2025

INVESTIGACIÓN
ÍNDICE MACROECONÓMICO DE ACCESIBILIDAD AL CRÉDITO PARA
COLOMBIA

MANUEL ALEJANDRO VASQUEZ JIMENEZ

Y

UBER SEBASTIÁN NUÑEZ GARCIA

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título
de Magíster en Finanzas**

Director del trabajo de grado: Jesús Ancizar Gómez Daza

Ingeniero Industrial

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
MAESTRÍA EN FINANZAS
SANTIAGO DE CALI

2025

Santiago de Cali, 30 de enero de 2025

Doctor (a)
Fabián Fernando Osorio Tinoco
Decano
Facultad De Ciencias Económicas y Administrativas
Pontificia Universidad Javeriana

Cali,

Por medio de la presente estamos entregando a usted el Trabajo de Grado cuyo título es
“ÍNDICE MACROECONÓMICO DE ACCESIBILIDAD AL CRÉDITO PARA
COLOMBIA “.

Esperamos que este Trabajo cumpla con los requisitos académicos exigidos y que alcance el
propósito para el cual fue elaborado.

Atentamente



Manuel Alejandro Vásquez

Cédula: 1144196971.



Uber Sebastián Núñez García

Cédula: 1144105690.

Santiago de Cali, 30 de enero de 2025

Doctor (a)

Fabián Fernando Osorio Tinoco

Decano

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Pontificia Universidad Javeriana

Cali,

Por medio de la presente me permito comunicarle, que en mi calidad de director de trabajo de grado he leído detenidamente el informe final del estudio titulado "Índice macroeconómico de accesibilidad al crédito para Colombia", realizado por los estudiantes de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad Javeriana nombres: Manuel Alejandro Vásquez, cédula 1144196971 y Uber Sebastián Núñez García, cédula 1144105690, y considero que cumple con todos los requisitos requeridos para ser presentada a evaluación.

Atentamente

**Jesús
Gómez**

Firmado digitalmente
por Jesús Gómez
Fecha: 2025.02.05
12:46:32 -05'00'

Jesús Ancizar Gómez Daza

Director del Trabajo de Grado

ARTÍCULO 23 de la resolución N° 13 de

julio 6 de 1946

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de Tesis. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque la Tesis no contenga ataques o polémicas puramente

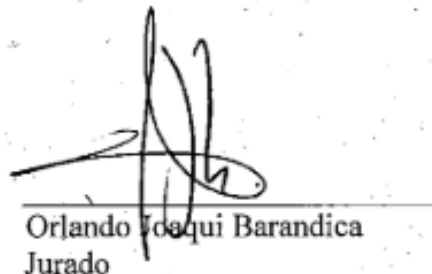
“ÍNDICE MACROECONÓMICO DE ACCESIBILIDAD AL CRÉDITO PARA COLOMBIA.”, Aprobado por el Comité de Trabajos de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Pontificia Universidad Javeriana para optar por el título de Magíster en Finanzas.



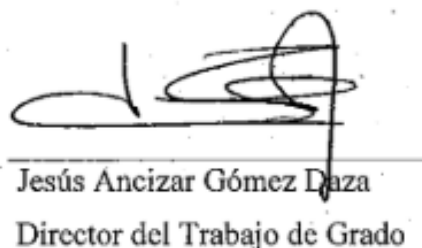
Fabian Fernando Osorio Tinoco
Decano
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas



Jessica Gil Caicedo
Directora de Maestría en Finanzas.



Orlando Joaquín Barandica
Jurado



Jesús Ancizar Gómez Daza
Director del Trabajo de Grado

Santiago de Cali, 30 de enero del 2025

TABLA DE CONTENIDO

1.	Resumen.....	13
2.	Abstract.....	14
3.	Introducción.....	15
4.	Pregunta problema.....	16
5.	Objetivos.....	16
6.	Marco conceptual.....	17
6.1.	Indicador de Seguimiento a la Economía (ISE).....	17
6.2.	Tasa de desempleo (TD).....	17
6.3.	Tasa de interés de política monetaria.....	18
6.4.	Índice de precio al consumidor (IPC).....	19
6.5.	Cartera bruta del sistema bancario.....	20
6.6.	Tasa representativa del mercado.....	20
6.7.	Masa monetaria M2.....	21
6.8.	Depósitos cuenta corriente.....	21
6.9.	Títulos de tesorería (TES).....	22
6.10.	Índice Colcap.....	22
6.11.	Precios de la vivienda en Colombia.....	22
6.12.	Indicador bancario de referencia (IBR).....	23
6.13.	Balanza comercial.....	23

6.14.	Estacionariedad.....	24
6.15.	Prueba Dickey Fuller Aumentada.....	24
6.15.1.	Hipótesis.....	24
6.16.	Diferenciación estadística.....	24
6.17.	Estandarización Estadística	25
6.18.	Análisis de Componentes Principales (ACP).....	25
6.18.1.	Descomposición espectral.....	25
6.18.2.	Vectores Propios	26
6.18.3.	Eigenvalues o valores propios.....	26
6.18.4.	Componentes principales	27
6.19.	Índice	27
6.19.1.	Seguimiento de tendencias.....	27
6.19.2.	Comparaciones	27
6.19.3.	Simplificación	27
6.20.	Normalización estadística.....	28
6.21.	Criterios de selección de Componentes principales	28
6.21.1.	Criterio de Kaiser	28
6.21.2.	Criterio de Cattell.....	28
7.	Marco teórico	29
7.1.	Acceso al crédito	29
7.2.	Políticas públicas y acceso al crédito	30

7.3.	Variables macroeconómicas del acceso al crédito	32
7.4.	Índices de acceso al crédito	35
8.	Metodología	37
8.1.	Selección de variables macroeconómicas.....	37
8.2.	Análisis Exploratorio de los datos	37
8.3.	Análisis de componentes principales.....	38
8.4.	Construcción del índice de acceso al crédito.....	40
8.4.1.	Uso de múltiples componentes.....	40
8.4.2.	Pesos ponderados componentes principales.....	40
8.5.	Criterios de selección de componentes principales	41
8.5.1.	Criterio de Kaiser	41
8.5.2.	Criterio cattel.....	41
9.	Resultados	42
9.1.	Análisis estadístico y exploratorio de las variables macroeconómicas	42
	Estadística descriptiva variables macroeconómicas (parte 1).....	42
	Tabla 2	42
	Estadística descriptiva variables macroeconómicas (parte 2).....	42
	Matriz de correlaciones.....	44
9.2.	Análisis de componentes principales.....	45
	Diferenciación estadística, muestra de los primeros 5 registros	46
	Estandarización estadística, muestra de los primeros 5 registros	46

9.2.1. Coeficientes de las variables de los componentes principales	48
9.3. Selección de componentes principales para el índice de acceso al crédito	50
9.3.1. Criterio de Kaiser	50
9.3.2. Criterio de Cattell	51
9.4. Índice de acceso al crédito para Colombia	52
10. Conclusiones y recomendaciones	56
11. Referencias.....	57

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. MATRIZ DE CORRELACIONES	43
FIGURA 2. VARIANZA EXPLICADA POR CADA COMPONENTE PRINCIPAL	46
FIGURA 3. COEFICIENTES DE LAS VARIABLES POR COMPONENTE PRINCIPAL	48
FIGURA 4. GRÁFICO DE SCREE PARA EL MODELO	51
FIGURA 5. ÍNDICE DE ACCESO AL CRÉDITO DE COLOMBIA	52

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. ESTADISTICA DESCRIPTIVA A VARIABLES MACROECONÓMICAS PARTE 1	41
TABLA 2. ESTADISTICA DESCRIPTIVA A VARIABLES MACROECONÓMICAS PARTE 2	41
TABLA 3. PRUEBA DE DICKEY-FULLER AUMENTADA	44
TABLA 4. DIFERENCIACIÓN ESTADÍSTICA, MUESTRA DE LOS PRIMEROS 5 REGISTROS	45
TABLA 5. ESTANDARIZACIÓN ESTADÍSTICA, MUESTRA DE LOS PRIMEROS 5 REGISTROS	45
TABLA 6. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES	46
TABLA 7. EIGENVALUES DE CADA COMPONENTE PRINCIPAL	50

1. RESUMEN

El estudio desarrolla un índice macroeconómico de acceso al crédito para Colombia, empleando el Análisis de Componentes Principales (ACP) como herramienta metodológica. Las variables seleccionadas incluyen el Indicador de Seguimiento a la Economía (ISE), la tasa de interés de política monetaria, la tasa de desempleo, la inflación, la cartera bruta del sistema bancario, y otros indicadores clave del contexto económico. La investigación comienza con un análisis exploratorio y la aplicación de pruebas de estacionariedad, garantizando la validez de los datos utilizados. Posteriormente, se identifican cinco componentes principales que explican el 60%-70% de la varianza total y que conforman la base del índice, ponderado con pesos equivalentes.

El índice revela patrones significativos en el acceso al crédito en Colombia, respondiendo a eventos económicos como la crisis financiera de 2008, la crisis de deuda en Europa de 2012 y la pandemia de COVID-19. Durante estos periodos, se evidenciaron contracciones en el acceso al crédito, seguidas de recuperaciones impulsadas por medidas gubernamentales y del Banco de la República, como la reducción de tasas de interés y la implementación de líneas de crédito especiales. El estudio sugiere que el índice construido es una herramienta valiosa para diseñar y monitorear políticas públicas orientadas a mejorar el acceso al crédito en el país.

Palabras Clave: Acceso al crédito, ACP, políticas públicas, índices, variables macroeconómicas.

2. ABSTRACT

The study develops a macroeconomic credit access index for Colombia, using Principal Component Analysis (PCA) as a methodological tool. The selected variables include the Economic Tracking Indicator (ISE), the monetary policy interest rate, the unemployment rate, inflation, the gross loan portfolio of the banking system, and other key indicators of the economic context. The research begins with an exploratory analysis and the application of stationarity tests to ensure the validity of the data used. Subsequently, five principal components are identified, explaining 60%-70% of the total variance and forming the basis of the index, weighted with equal weights.

The index reveals significant patterns in credit access in Colombia, responding to economic events such as the 2008 financial crisis, the 2012 European debt crisis, and the COVID-19 pandemic. During these periods, contractions in credit access were observed, followed by recoveries driven by government and Banco de la República measures, such as interest rate reductions and the implementation of special credit lines. The study suggests that the constructed index is a valuable tool for designing and monitoring public policies aimed at improving credit access in the country.

Keywords: Credit access, PCA, public policies, index, macroeconomic variables.

3. INTRODUCCIÓN

El acceso al crédito es un factor esencial para el desarrollo socioeconómico, ya que facilita la inversión, el consumo y la mejora de las condiciones de vida de los hogares y las empresas. En Latinoamérica, persisten desigualdades significativas en el acceso al crédito, especialmente en regiones vulnerables y sectores de bajos ingresos. Ante este contexto, la presente investigación tiene como objetivo desarrollar un índice macroeconómico de acceso al crédito, que permita evaluar las condiciones financieras de Colombia y planificar la implementación de políticas públicas efectivas (Loayza et al. 2000).

El índice se construye utilizando ACP, una metodología estadística que reduce la dimensionalidad de un conjunto de variables y extrae componentes principales que capturan la mayor parte de la variabilidad de los datos. Este enfoque garantiza un análisis objetivo y cuantitativo del acceso al crédito, basado en indicadores como el ISE, la inflación, la tasa de interés y la cartera bruta del sistema bancario. Además, se emplean criterios de selección como los métodos de Kaiser y Cattell para determinar el número óptimo de componentes principales (Domínguez, et al. 2011).

El análisis permite identificar cómo las condiciones macroeconómicas impactan el acceso al crédito, destacando la importancia de variables como la tasa de interés y la liquidez del sistema financiero. El índice construido refleja los cambios en el acceso al crédito a lo largo del tiempo y se evidencia durante los shocks económicos, demostrando su utilidad como herramienta de monitoreo y análisis para formuladores de políticas.

4. PREGUNTA PROBLEMA

¿Es posible implementar un índice de acceso al crédito en Colombia que permita priorizar la ejecución de políticas públicas para su promoción?

5. OBJETIVOS

Objetivo general:

Desarrollar un índice de acceso al crédito en Colombia que facilite la planificación y el seguimiento de políticas públicas orientadas a promover la financiación.

Objetivos específicos:

- 1.** Identificar las principales variables macroeconómicas que afectan el nivel de acceso al crédito.
- 2.** Construir un índice de acceso al crédito utilizando las variables macroeconómicas mediante el análisis de componentes principales.

6. MARCO CONCEPTUAL

6.1. Indicador de Seguimiento a la Economía (ISE)

El Indicador de Seguimiento a la Economía (ISE) es un indicador sintético diseñado para proporcionar una medida integral de la evolución de la actividad económica. Este indicador tiene como objetivo principal identificar y analizar la evolución y la tendencia de la dinámica productiva a lo largo del tiempo, ofreciendo una visión comprensiva del desempeño económico. El ISE se construye utilizando el 88% de los indicadores empleados en la estimación del Producto Interno Bruto (PIB), lo que le confiere una alta representatividad y robustez en la evaluación de la actividad económica. (DANE, 2023).

Para garantizar la precisión y la relevancia del ISE en el análisis económico, se utiliza una serie ajustada por efectos estacionales y de calendario. Este ajuste es crucial, ya que elimina las variaciones que pueden surgir debido a factores estacionales o días específicos del calendario, permitiendo así una comparación más precisa y coherente de los datos a lo largo del tiempo. El ajuste estacional permite identificar las tendencias subyacentes y los ciclos económicos sin la distorsión de fluctuaciones temporales (DANE, 2023).

6.2. Tasa de desempleo (TD)

La tasa de desempleo en Colombia se define como la relación porcentual entre el número de personas que están buscando activamente empleo y el número total de personas que integran la fuerza laboral del país. Este indicador es fundamental para evaluar la salud del mercado laboral y la economía en general, ya que proporciona información sobre la capacidad de la economía para generar empleo suficiente para su población activa.

La fuerza laboral se compone de personas en edad de trabajar que están empleadas o que están buscando activamente empleo. Por lo tanto, la tasa de desempleo refleja no solo la cantidad de personas sin empleo, sino también el dinamismo del mercado laboral en términos de la demanda y oferta de trabajo. Un aumento en la tasa de desempleo puede ser indicativo

de una desaceleración económica, problemas estructurales en el mercado laboral o cambios estacionales en la demanda de trabajo.

La tasa de desempleo tiene implicaciones importantes para la economía y la formulación de políticas públicas. Una alta tasa de desempleo puede llevar a una disminución del ingreso agregado, una menor demanda de bienes y servicios, y una mayor presión sobre los sistemas de protección social. Además, puede reflejar ineficiencias en el mercado laboral, como la falta de habilidades adecuadas, desajustes entre la oferta y la demanda de trabajo, y barreras estructurales que impiden la creación de empleo.

La tasa de desempleo también puede estar influenciada por factores específicos como el crecimiento económico, las políticas laborales, la informalidad laboral y las condiciones socioeconómicas. La alta informalidad en el mercado laboral colombiano es un desafío significativo, ya que muchas personas que están técnicamente empleadas no tienen acceso a empleos formales y estables, lo que distorsiona las verdaderas condiciones del empleo en el país. (DANE, 2010).

6.3. Tasa de interés de política monetaria

La tasa de intervención de política monetaria es un concepto fundamental en la economía colombiana. Esta tasa representa la tasa de interés mínima que el Banco de la República (BanRep) cobra a las entidades financieras por la liquidez que les proporciona a través de las operaciones de mercado abierto. Dichas operaciones incluyen préstamos a corto plazo y la compra y venta de títulos de deuda pública, que son herramientas esenciales para la regulación de la oferta monetaria y la estabilidad financiera.

La tasa de intervención es el principal instrumento de política monetaria utilizado por el Banco de la República para influir en la cantidad de dinero en circulación y, por ende, en las condiciones macroeconómicas generales. Al ajustar esta tasa, el BanRep puede incidir en diversos aspectos de la economía, tales como la inflación, el crecimiento económico y el

empleo. Un aumento en la tasa de intervención tiende a encarecer el crédito, reduciendo la demanda agregada y, por lo tanto, presionando a la baja la inflación. Por el contrario, una reducción en la tasa de intervención busca incentivar el crédito y el consumo, estimulando el crecimiento económico.

El proceso mediante el cual el Banco de la República determina la tasa de intervención es complejo y considera múltiples factores económicos. Entre estos factores se encuentran las expectativas de inflación, la brecha del producto, las condiciones del mercado laboral, la estabilidad del sistema financiero y las condiciones externas, como las tasas de interés internacionales y los precios de las materias primas. El BanRep utiliza modelos econométricos avanzados y análisis de datos para evaluar estos factores y tomar decisiones informadas sobre la política monetaria.

En conclusión, la tasa de intervención de política monetaria es una herramienta crítica en la economía colombiana. Su correcta administración por parte del Banco de la República es vital para la estabilidad económica y financiera del país. Un análisis profundo de este instrumento y sus implicaciones proporciona una comprensión detallada de la política monetaria y su impacto en la economía nacional (Banco de la República de Colombia, 2024).

6.4. Índice de precio al consumidor (IPC)

El IPC refleja la variación promedio de los precios de una cesta de bienes y servicios consumidos por los hogares durante un periodo específico. Este indicador es crucial para comprender el comportamiento de los precios minoristas en una región o país y tiene un impacto significativo en la economía, la política monetaria y el bienestar de la población.

La inflación medida por el IPC tiene múltiples implicaciones para la economía y la política en Colombia. En primer lugar, es un indicador clave para la formulación de la política monetaria. El Banco de la República, el banco central de Colombia, utiliza la inflación como uno de los principales criterios para ajustar la tasa de intervención de política

monetaria. Si la inflación supera los objetivos establecidos, el banco central puede aumentar las tasas de interés para enfriar la demanda y controlar los precios. Por el contrario, si la inflación es demasiado baja, puede reducir las tasas de interés para estimular la economía (DANE, 2019; Banco de la República, 2023).

Además, el IPC es crucial para la planificación económica y la toma de decisiones tanto en el sector público como en el privado. Las empresas utilizan la información sobre la inflación para ajustar precios, salarios y contratos. Los gobiernos locales y nacionales emplean el IPC para indexar salarios mínimos, pensiones y otras transferencias sociales, asegurando que estas mantengan su poder adquisitivo en un contexto de inflación.

La inflación también afecta las expectativas de los consumidores y las empresas. Una inflación alta y volátil puede crear incertidumbre, desincentivando la inversión y el ahorro. Por otro lado, una inflación baja y estable contribuye a un entorno económico predecible y favorable para el crecimiento económico (DANE, 2019; Banco de la República, 2023).

6.5. Cartera bruta del sistema bancario

La cartera bruta del sistema bancario representa la suma total de varias categorías de créditos otorgados por las entidades financieras. Estas categorías incluyen la cartera comercial, cartera de consumo, cartera de microcrédito y cartera hipotecaria. La variación en la cartera bruta es un reflejo directo de los cambios en la oferta y demanda de crédito dentro del sistema financiero. Esta cifra se expresa en miles de millones de pesos colombianos, lo que permite una visión cuantitativa clara y precisa del comportamiento crediticio en el país (Banco de la República de Colombia, 2019).

6.6. Tasa representativa del mercado

La Tasa Representativa del Mercado (TRM) es un indicador fundamental en la economía colombiana que refleja el valor del peso colombiano frente al dólar estadounidense. Según el Banco de la República, la TRM se define como "el promedio aritmético simple de

las tasas ponderadas de las operaciones de compra y de venta de dólares estadounidenses a cambio de moneda legal colombiana, efectuadas por bancos comerciales, corporaciones financieras, sociedades comisionistas de bolsa, compañías de financiamiento, la Financiera de Desarrollo Nacional (FDN) y el Banco de Comercio Exterior de Colombia (Bancóldex), pactadas para cumplimiento en ambas monedas el mismo día de su negociación". Esta tasa se expresa en moneda legal por un dólar de los Estados Unidos de América y es calculada y certificada diariamente por la Superintendencia Financiera de Colombia, con base en las operaciones del día hábil anterior. (Banco de la República de Colombia, 2024).

6.7. Masa monetaria M2

La masa monetaria M2 es un agregado monetario que amplía la definición de M1 al incluir, además del efectivo en poder del público y los depósitos en cuenta corriente, otros instrumentos financieros que, aunque no son dinero en sentido estricto, pueden convertirse fácilmente en medios de pago. Según el Banco de la República, M2 se compone de M1 más los cuasidineros, que incluyen los depósitos de ahorro y los certificados de depósito a término (CDT). (Banco de la República, 2006)

6.8. Depósitos cuenta corriente

Los depósitos en cuenta corriente son fondos que los clientes mantienen en instituciones financieras, permitiéndoles acceder a su dinero de manera inmediata y sin restricciones. Según el Banco de la República, estos depósitos "permiten al titular de la cuenta ingresar fondos y disponer de ellos de manera efectiva, a través de diversos productos como talonarios, cheques, cajeros automáticos, ventanillas de bancos o transferencias electrónicas, pero que al mismo tiempo no generan ningún tipo de intereses a favor de su persona".

En el contexto de los agregados monetarios, los depósitos en cuenta corriente forman parte del agregado M1, que incluye el efectivo en circulación y los depósitos a la vista. Este

agregado representa los medios de pago de alta liquidez disponibles en la economía, esenciales para las transacciones cotidianas. (Banco de la República, 2019).

6.9. Títulos de tesorería (TES)

Los Títulos de Tesorería (TES) son instrumentos de deuda pública emitidos por el Gobierno Nacional de Colombia con el propósito de financiar sus necesidades fiscales. Estos títulos pueden tener diferentes plazos de vencimiento, siendo uno de los más comunes el de 10 años. Los TES a 10 años son bonos que ofrecen a los inversionistas una rentabilidad fija o variable y se caracterizan por su liquidez en el mercado secundario, lo que los convierte en una referencia clave para las tasas de interés de largo plazo en la economía colombiana. (Banco de la República de Colombia, 2025).

6.10. Índice Colcap

El índice COLCAP es el principal indicador bursátil de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC), diseñado para reflejar el comportamiento del mercado accionario colombiano. Este índice está compuesto por las 20 acciones más representativas y líquidas del mercado, seleccionadas con base en criterios de capitalización bursátil y volumen de negociación. Su cálculo se realiza mediante un promedio ponderado de los precios de estas acciones, lo que permite evaluar la tendencia y el rendimiento del mercado accionario nacional. (Superintendencia Financiera de Colombia, 2025.)

6.11. Precios de la vivienda en Colombia

Los precios de la vivienda representan el valor monetario asignado a las propiedades residenciales en el mercado inmobiliario. Estos precios son determinados por la interacción de diversos factores, incluyendo la oferta y la demanda, las condiciones económicas generales, las políticas gubernamentales y las tasas de interés. Según el Banco de la República de Colombia, "el sector de la vivienda es reconocido por su enorme influencia en la estabilidad y desempeño de las economías".

La importancia de los precios de la vivienda en la economía colombiana es multifacética. En primer lugar, influyen directamente en la riqueza de los hogares, ya que representan una porción significativa de sus activos. Variaciones en los precios pueden afectar el consumo y el ahorro de las familias, dado que una apreciación en el valor de la vivienda puede incrementar la riqueza percibida y, por ende, la propensión al consumo. (Banco de la República de Colombia, 2023).

6.12. Indicador bancario de referencia (IBR)

El Indicador Bancario de Referencia (IBR) es una tasa de interés de corto plazo en pesos colombianos que refleja el precio al cual los agentes participantes están dispuestos a ofrecer o captar recursos en el mercado monetario. Desarrollado en enero de 2008 por el sector privado con el respaldo del Banco de la República, el Ministerio de Hacienda y la Superintendencia Financiera, el IBR busca suplir la necesidad de un indicador que refleje adecuadamente las condiciones de oferta y demanda del mercado monetario colombiano. (Banco de la República de Colombia, 2022).

6.13. Balanza comercial

La balanza comercial es un indicador económico que refleja la diferencia entre el valor de las exportaciones e importaciones de bienes de un país durante un período determinado. Una balanza comercial positiva, o superávit comercial, ocurre cuando las exportaciones superan a las importaciones, indicando que el país vende más bienes al exterior de los que compra. Por el contrario, un déficit comercial se presenta cuando las importaciones exceden a las exportaciones, lo que puede implicar una dependencia de bienes extranjeros.

Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), "la balanza comercial es la diferencia entre el valor de las exportaciones e importaciones de bienes de un país durante un período determinado". (DANE, 2024).

6.14. Estacionariedad

Es una propiedad estadística de las series de tiempo que indica si los parámetros de la serie: media, varianza y autocorrelación, permanecen constantes en el tiempo. Esto implica que los parámetros estadísticos de la serie sean predecibles y estables. (Hamilton, J. D., 1994).

6.15. Prueba Dickey Fuller Aumentada

Es un método estadístico utilizado para determinar si una serie de tiempo es estacionaria. La prueba de Dickey fuller aumentada se basa en evaluar la presencia de una raíz unitaria en un proceso autorregresivo de primer orden (AR 1). La presencia de una raíz unitaria sobre la serie de tiempo indica que la serie no es estacionaria. (Dickey y Fuller., 1981). A continuación, se presenta la ecuación:

$$\Delta y_t = \alpha + \beta t + \gamma y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_j \Delta y_{t-1} + \epsilon_t \quad (1)$$

Donde,

Δy_t : es la primera diferencia de la serie $y_t - y_{t-1}$

α : es un término constante

βt : es un término de tendencia determinista

γ : es el parámetro de la serie rezagada y_{t-1}

$\delta_i \Delta y_{t-1}$: representa las diferencias rezagadas hasta el orden p , agregadas para capturar autocorrelaciones de alto orden.

ϵ_t : es el término de error blanco, sin autocorrelación y de media cero.

6.15.1. Hipótesis

- Hipótesis nula (H0): si $\gamma=0$, la serie tiene una raíz unitaria, es no estacionaria.
- Hipótesis alternativa (H1): $\gamma < 0$, la serie es estacionaria

6.16. Diferenciación estadística

Técnica utilizada en el análisis de series de tiempo para transformar una serie no estacionaria en una serie estacionaria. (Box, et al., 1994)

$$\Delta y = y_t - y_{t-1} \quad (2)$$

Donde,

y_t : es el valor de la serie de tiempo ubicada en el periodo t.

6.17. Estandarización Estadística

Se refiere al proceso de ajustar la escala y la magnitud de un conjunto de datos para que sus valores sean comparables, facilitando el análisis de distintas variables en unidades y magnitudes diferentes. La estandarización transforma los datos con ciertas propiedades específicas, media igual a 0 y desviación estándar igual a 1. (Montgomery y Runger., 2014)

A continuación se presenta la ecuación:

$$Z = \frac{X_i - \mu}{\sigma} \quad (3)$$

Donde,

Z: valor normalizado

X_i : valor de la serie de tiempo en la posición i a normalizar

μ : media de la serie de tiempo

σ : desviación estándar de la serie de tiempo

6.18. Análisis de Componentes Principales (ACP)

Es una técnica de reducción de dimensionalidad que se utiliza en estadística y *Machine Learning* para transformar un conjunto de variables posiblemente correlacionadas en un conjunto más pequeño de variables no correlacionadas llamadas componentes principales. Este método se basa en capturar la mayor cantidad de varianza posible con el mejor número de componentes, simplificando así el conjunto de datos mientras se retiene la mayor cantidad posible de información. Variables fuertemente relacionadas representan su variabilidad con pocos componentes (Olvera y Carbajal, 2023). A continuación, se presentan los pasos para desarrollar el modelo:

6.18.1. Descomposición espectral

Se resuelve la siguiente relación para encontrar los valores y los vectores propios.

$$\mathbf{\Sigma} v = \varphi v \quad (4)$$

Donde,

$\mathbf{\Sigma}$: es la matriz de covarianza de los datos estandarizados.

v : es un vector propio de la matriz de covarianza.

φ : es un vector que representa la varianza explicada de cada componente principal.

La ecuación anterior tiene como propósito encontrar los valores y vectores propios.

Resolver esta ecuación significa encontrar todos los pares (φ, v) que cumplen con esta relación. (Jolliffe y Cadima., 2016)

6.18.2. Vectores Propios

Es un vector no nulo que, cuando se multiplica por la matriz solo se escala por un valor constante, sin cambiar su dirección. En el contexto de Análisis de componentes principales, representan las direcciones y los pesos de cada variable y como es su comportamiento direccional en el espacio. (Jolliffe., 2002)

6.18.3. Eigenvalues o valores propios

Los valores propios (eigenvalues) de una matriz, en el contexto del Análisis de Componentes Principales (ACP), representan la cantidad de varianza explicada por cada componente principal asociado. Un valor propio alto indica que el componente principal correspondiente (vector propio) explica una mayor proporción de la varianza total de los datos, lo que implica que contiene más información relevante sobre las relaciones entre las variables originales. Por tanto, los valores propios se utilizan para priorizar y seleccionar los componentes principales que capturan la mayor parte de la variabilidad en los datos. (Jolliffe., 2002)

6.18.4. Componentes principales

Son combinaciones lineales entre los valores de los vectores propios (los pesos de las variables) y los datos, con el fin de capturar el mayor número de varianza posible y reduciendo la dimensionalidad de los datos. A continuación se muestra la ecuación:

$$PCn = v_{n1} * Z_1 + v_{n2} * Z_2 + \dots + v_{np} * Z_p \quad (5)$$

Donde,

PCn : es el componente principal n

v_{np} : es el p-ésimo coeficiente asociado al componente principal n

Z_p : es la p-ésima variable estandarizada

6.19. Índice

Se define como estadísticas que capturan cambios relativos a lo largo del tiempo o entre diferentes espacios para magnitudes simples o complejas, frecuentemente relacionadas con precios, cantidades o valores en el ámbito económico (Curiel Díaz, 1997). Los índices pueden tener como finalidad los siguientes alcances

6.19.1. Seguimiento de tendencias

Permiten observar cómo cambian las condiciones o variables en el tiempo, como el crecimiento económico, el desempleo, el precio de las acciones, entre otros. (Curiel Díaz, 1997).

6.19.2. Comparaciones

Facilitan la comparación entre diferentes entidades, regiones o períodos, al ofrecer una métrica común. Por ejemplo, el índice de desarrollo humano (IDH) se utiliza para comparar el desarrollo entre diferentes países.

6.19.3. Simplificación

Ayudan a simplificar conjuntos de datos complejos al resumirlos en una sola cifra o categoría. (Curiel Díaz, 1997).

6.20. Normalización estadística

Para mayor entendimiento, es común en la literatura normalizar los datos entre 0 a 1 mediante la siguiente ecuación:

$$x' = \frac{x - (x)}{(x) - (x)} \quad (6)$$

Donde,

x' : es el valor escalado entre 0 a 1

x : es el valor a escalar entre 0 y 1

(x) : es el mínimo de la serie de tiempo con los valores de los índices

(x) : es el máximo de la serie de tiempo con los valores de los índices

6.21. Criterios de selección de Componentes principales

6.21.1. Criterio de Kaiser

El criterio de Kaiser sugiere retener únicamente aquellos factores cuyos autovalores sean mayores a 1, basándose en que estos explican una proporción significativa de la varianza (Kaiser, 1960). Este método es ampliamente utilizado debido a su simplicidad, aunque su validez ha sido cuestionada por su tendencia a sobredimensionar el número de factores en algunos contextos (Jolliffe, 2002; Zwick & Velicer, 1986).

6.21.2. Criterio de Cattell

Cattell (1966) introdujo el uso del scree plot para visualizar la distribución de los autovalores. En este gráfico, los factores se representan en el eje horizontal y los autovalores en el eje vertical. El punto donde la pendiente se aplana ("el codo") indica el número óptimo de factores a retener. Este método es intuitivo, aunque puede ser subjetivo en casos donde el codo no es claramente visible (Raiche et al., 2013).

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Acceso al crédito

El concepto de microcrédito se remonta a la antigua Babilonia y ha experimentado una evolución notable a lo largo de la historia. Durante la Edad Media, los préstamos bancarios y el sistema de tontines o ROSCA en África consolidaron prácticas crediticias comunitarias, mientras que en Francia se desarrollaron las cooperativas lecheras en el siglo XII. En el siglo XVI, la Iglesia comenzó a autorizar instituciones de préstamo mutuo, permitiendo créditos con intereses para apoyar a las comunidades. En Irlanda, frente a las hambrunas de los siglos XVII y XVIII, Jonathan Swift implementó el Sistema Irlandés de Fondos para Préstamos, que buscaba aliviar la pobreza mediante pequeños créditos (Garayalde, González y Mascareñas, 2014).

Con el tiempo, surgieron metodologías de microcrédito diseñadas para fomentar la sostenibilidad y el acceso masivo, y en la década de 1990, el término "microcrédito" dio paso a "microfinanzas". En los años 2000, las instituciones de microfinanzas evolucionaron, diversificando su oferta para abarcar múltiples productos financieros y expandiendo sus operaciones hacia áreas rurales, antes dominadas por modelos urbanos (Vaca, 2022).

La expansión y diversificación de los servicios financieros tenía como objetivo reducir las brechas en el acceso al crédito. Sin embargo, como señalan Gratereaux y Ruíz (2006), una proporción significativa de la población en países en desarrollo, como República Dominicana, sigue sin acceso a servicios bancarios, lo que limita la capacidad de muchas personas y empresas para acceder al crédito formal. En este contexto, la falta de acceso al crédito formal, puede afectar la efectividad de productos financieros.

El acceso al crédito es esencial para el desarrollo socioeconómico, ya que permite a los hogares financiar proyectos que incrementan la productividad y mejoran las condiciones de vida. Presbitero y Rbellotti (2016) destacan que el acceso al crédito facilita la inversión y

el consumo, promoviendo la prosperidad. Shoji et al. (2012) y Mera, et al. (2024) señalan que el acceso al crédito juega un papel clave en el capital social, especialmente en mercados imperfectos donde las restricciones de crédito limitan la capacidad de inversión en actividades comunitarias, perpetuando los ciclos de pobreza.

Por otro lado, Hainz & Nabokin (2019) observan que la falta de financiación afecta negativamente la rentabilidad, la innovación y el capital humano de las empresas, especialmente en países emergentes donde el acceso a datos confiables es limitado.

En línea con lo anterior, Aidoo (2019), Kumar, et al. (2024), resaltan la importancia del acceso al crédito para la innovación y el desarrollo económico de las empresas, afirmando que el acceso al crédito permite que las compañías mejoren sus procesos, reduzcan sus costos y aumenten la calidad de sus productos.

Aidoo (2019) además propone, que los responsables de las políticas públicas y las instituciones financieras deben promover instrumentos de crédito orientado a I+D para impulsar el desarrollo y la sostenibilidad de las PYMES.

7.2. Políticas públicas y acceso al crédito

La implementación de políticas de acceso al crédito ha sido ampliamente estudiada, revelando tanto sus beneficios como sus limitaciones en diferentes contextos económicos. Por ejemplo, Allen et al. (2014) analizaron el impacto de las políticas de inclusión financiera en países africanos, destacando que la expansión del acceso al crédito mediante microfinanzas y tecnologías móviles incrementó significativamente la participación en actividades económicas formales. Los autores subrayan que estas políticas no sólo fortalecieron el capital social al promover redes comunitarias de apoyo financiero, sino que también impulsaron el desarrollo económico a nivel local, aunque los efectos en la productividad de largo plazo fueron limitados por la falta de educación financiera.

En un estudio relacionado, Demirgüç-Kunt y Klapper (2012) examinaron datos globales de inclusión financiera y encontraron que la implementación de estrategias que incentiven la apertura de cuentas bancarias y el otorgamiento de microcréditos ha tenido un efecto positivo en el empoderamiento de mujeres y pequeños empresarios. Según los autores, estas políticas fomentaron el crecimiento del capital social, al facilitar el acceso a recursos financieros para comunidades marginadas, y contribuyeron al desarrollo económico en regiones con altos índices de pobreza. No obstante, los autores advierten que estas políticas son más efectivas cuando van acompañadas de instituciones sólidas y una economía estable.

Por otro lado, Bruhn y Love (2014) exploraron el caso de México, donde una reforma financiera enfocada en reducir los costos de transacción y facilitar el acceso a servicios bancarios resultó en un aumento en la creación de empresas y una mejora en los ingresos de los hogares. Este estudio destaca cómo las políticas bien diseñadas no solo impulsan el desarrollo económico, sino que también fortalecen el capital social, al generar confianza en el sistema financiero y promover relaciones de cooperación entre los diferentes actores económicos. Sin embargo, el estudio también señala que una sobredependencia en el crédito puede incrementar la vulnerabilidad financiera durante períodos de crisis.

Desde una perspectiva más macroeconómica, Ahamed y Mallick (2019) investigaron cómo las políticas de inclusión financiera impactan la estabilidad bancaria en países en desarrollo. Sus hallazgos revelan que, aunque la expansión del acceso al crédito puede reducir las desigualdades económicas y fomentar el desarrollo económico, también incrementa los riesgos de impago si no se acompaña de una adecuada regulación. Esto resalta la importancia de equilibrar la inclusión financiera con la estabilidad del sistema financiero, asegurando que el capital social generado por estas políticas se traduzca en beneficios sostenibles a largo plazo.

Finalmente, un análisis más reciente realizado por Gharbi y Kammoun (2023) abordó el impacto de los depósitos bancarios y su relación con el acceso al crédito en 91 países. Los autores desarrollaron un índice de inclusión financiera basado en tres dimensiones: disponibilidad, acceso y uso, encontrando que un incremento en los depósitos fomenta la estabilidad financiera y mejora las condiciones para otorgar crédito a individuos y empresas. Este aumento de los depósitos no solo refleja estabilidad económica, sino que también refuerza el capital social al integrar a más personas en el sistema financiero formal, lo que contribuye al desarrollo económico y a la reducción de la pobreza en países de ingresos bajos y medios.

La formulación de políticas de acceso al crédito es clave para fomentar el desarrollo económico, fortalecer el capital social y mejorar la competitividad empresarial. Sin embargo, como mencionan Loayza et al. (2000), la falta de políticas públicas efectivas orientadas al acceso al crédito ha tenido efectos negativos en países de América Latina, limitando la inversión empresarial y reduciendo la productividad. Este problema se alinea con los hallazgos de estudios previos, que subrayan la necesidad de instituciones sólidas y regulaciones adecuadas para garantizar que las políticas de inclusión financiera no solo incrementen el acceso al crédito, sino que también contribuyan a un crecimiento económico sostenido y a una mayor estabilidad financiera. En este sentido, integrar enfoques que promuevan la estabilidad económica y la inclusión financiera puede ser un paso esencial para superar las barreras estructurales y aprovechar al máximo los beneficios de estas políticas.

7.3. Variables macroeconómicas del acceso al crédito

La literatura ha identificado múltiples determinantes macroeconómicos del acceso al crédito, incluyendo factores como el desarrollo económico, inflación, tasa de interés política monetaria, tasa de desempleo, cartera bruta del sistema bancario, tasa representativa del mercado (TRM), masa monetaria M2, depósitos de cuenta corriente, TES a 10 años,

volatilidad del índice Colcap, precios de la vivienda, balanza comercial y indicador bancario de referencia (IBR). Estos factores interactúan de diversas formas para influir tanto en la oferta como en la demanda de crédito. Wang, et al. (2023) destaca que, en tiempos de expansión económica, tanto los hogares como las empresas incrementan su demanda de crédito, influenciada por expectativas económicas y factores de riesgo político y financiero.

Entre los indicadores macroeconómicos clave, Kanapickienė et al. (2022) señalan que el producto interno bruto (PIB) es relevante para el desempeño crediticio, ya que refleja la situación económica general y se asocia con un aumento en los ingresos, lo cual fortalece la capacidad de pago de los prestatarios. De manera similar, Kanapickienė et al. (2022) y Naili y Lahrichi (2022) argumentan que la inflación, como proxy de la política monetaria, afecta al sector bancario mediante variaciones en la oferta de dinero y en los precios, impactando directamente las tasas de interés de los préstamos y la capacidad de pago de los deudores.

Las condiciones de los créditos también están influenciadas por el costo de financiamiento de la deuda pública. Según Zoli (2018), tasas más altas en la deuda pública afectan las condiciones crediticias del sector privado, ya que las instituciones financieras enfrentan mayores costos de financiamiento, lo que podría traducirse en tasas de interés más elevadas para los préstamos comerciales y personales.

Además, la tasa de desempleo se reconoce como un indicador clave del riesgo crediticio. Kanapickienė et al. (2022) y Koju et al. (2020) encuentran una relación directa entre el desempleo y la probabilidad de impago, mientras que Koju et al. (2020) también destaca que factores como el desempeño industrial, las exportaciones y el gasto nacional bruto influyen en la demanda de crédito. Por su parte, Kanapickienė et al. (2022) agrega que la inversión y la confianza del consumidor están asociadas con el desempeño económico general de un país, afectando directamente el acceso al crédito.

Otros factores relevantes incluyen la liquidez y la volatilidad de los mercados financieros. Yüksel et al. (2016) argumentan que la masa monetaria M2 y la volatilidad bursátil afectan el acceso al crédito y pueden incrementar los préstamos en mora (Non-Performing Loans). Un crecimiento excesivo de la liquidez puede provocar inflación y distorsiones en los mercados financieros, mientras que un mercado bursátil robusto refleja una economía más fuerte, mejorando la confianza y la capacidad de pago de las empresas.

Gharbi y Kammoun (2023) destacan que los incrementos en los depósitos bancarios integran a más individuos y empresas en el sistema financiero formal, fomentando la estabilidad económica y reduciendo la percepción de riesgo.

Además, los precios de la vivienda y la balanza comercial desempeñan roles significativos en el acceso al crédito (Geanakoplos 2010 y Obstfeld y Rogoff 2005). Geanakoplos, (2010) señala que los ciclos de apalancamiento generan dinámicas en las que la valorización de activos, como las viviendas, incrementa el valor del colateral, facilitando aún más el acceso al crédito. Por otro lado, Obstfeld y Rogoff (2005), destacan que un superávit en la balanza comercial refleja estabilidad económica y menores niveles de endeudamiento externo, lo que disminuye la percepción de riesgo y facilita el acceso al crédito.

Finalmente, en el contexto de economías emergentes, Edwards y Végh (1997) destacan que la volatilidad en las tasas de interés a corto plazo, amplificada por factores externos como la dependencia del capital extranjero, puede limitar el acceso al crédito. Variaciones abruptas en las tasas de interés internacionales pueden provocar salidas de capital y depreciaciones cambiarias, incrementando el riesgo crediticio y afectando negativamente a los prestatarios.

7.4. Índices de acceso al crédito

La construcción de índices que midan la inclusión financiera y el acceso al crédito ha sido objeto de análisis en diversos estudios, utilizando metodologías avanzadas para capturar múltiples dimensiones de estos fenómenos. Cámara y Tuesta (2014) proponen un índice multidimensional de inclusión financiera basado en tres dimensiones clave: uso, barreras y acceso. Su enfoque metodológico emplea el Análisis de Componentes Principales (PCA) en dos etapas, lo que permite asignar pesos a cada dimensión de manera objetiva. Los resultados evidencian que este índice ofrece una herramienta robusta para evaluar el grado de inclusión financiera en 82 países, facilitando comparaciones entre ellos y proporcionando información útil para diseñar políticas públicas.

En una línea similar, Sahay et al. (2015) desarrollaron un índice compuesto que aborda las limitaciones de la inclusión financiera. Utilizando el análisis factorial, este enfoque capta la profundidad financiera y el acceso a servicios, elementos esenciales para medir la inclusión financiera. Los hallazgos destacan variaciones significativas en la inclusión financiera entre países, subrayando la importancia de políticas específicas que fomenten el uso de servicios financieros en economías con niveles bajos de inclusión.

Por otro lado, Nguyen (2020) se enfoca en los países en desarrollo, construyendo un índice compuesto basado en datos del Banco Mundial y el FMI. La metodología también emplea PCA, consolidando indicadores clave entre 2012 y 2018. Los resultados revelan que factores como la educación financiera y la infraestructura bancaria son determinantes críticos de la inclusión financiera, lo que sugiere que las intervenciones deben dirigirse a mejorar estas áreas para fomentar el acceso equitativo al crédito.

En el contexto del análisis de datos de crédito, Ioniță y Șchiopu (2010) muestran cómo el PCA puede aplicarse en el sector bancario para mejorar la concesión de créditos. Su estudio utilizó un conjunto de datos públicos de una base alemana con 15 variables

relacionadas con préstamos al consumo, que se redujeron a 7 factores principales, explicando el 66% de la variabilidad total. Los autores destacan que el PCA no solo reduce la dimensionalidad de los datos, sino que también permite identificar las variables más significativas para el análisis crediticio, optimizando el proceso de toma de decisiones en la banca.

Finalmente, Chakravarty y Pal (2013) comparan metodologías para construir un índice multidimensional de inclusión financiera, destacando las ventajas y limitaciones de cada una. Utilizando PCA como base, su estudio demuestra que los índices construidos con esta técnica son más consistentes y reflejan de manera precisa el nivel de inclusión financiera en los países analizados.

8. METODOLOGÍA

8.1. Selección de variables macroeconómicas

En esta investigación, se seleccionarán las variables macroeconómicas que han mostrado una influencia significativa en el acceso al crédito. El objetivo es construir un índice de acceso al crédito para Colombia que sirva como herramienta para la planificación y seguimiento de políticas orientadas a promover la financiación. Las variables seleccionadas son: Indicador de seguimiento a la economía (ISE), inflación, tasa de interés de la política monetaria, tasa de desempleo, cartera bruta del sector bancario, tasa representativa del mercado, variación de la masa monetaria M2, depósitos de cuenta corriente, TES a 10 años, índice COLCAP, variación de precios de vivienda, balanza comercial e IBR. La selección de estas variables se basa en la revisión de estudios previos que han identificado estos factores como determinantes del acceso al crédito.

Estas variables reflejan condiciones clave de la economía que afectan tanto la oferta como la demanda de crédito y esto a su vez la estabilidad macroeconómica hasta la capacidad de los hogares y empresas para acceder a financiación. (Miranda, 2011)

Los datos correspondientes a las variables seleccionadas se obtendrán de fuentes confiables como el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y el Banco de la República de Colombia, lo que garantizará la precisión y la solidez en la construcción del índice.

8.2. Análisis Exploratorio de los datos

En esta sección, se lleva a cabo un análisis de estadística descriptiva y de correlación de las variables macroeconómicas seleccionadas, con el fin de explicar el comportamiento histórico de las variables y la relación entre ellas.

8.3. Análisis de componentes principales

Siguiendo con la metodología planteada por Kantelhardt et al. (2002) se utiliza la prueba de Dickey fuller aumentada para determinar si los datos son estacionarios. La presencia de una raíz unitaria sobre la serie de tiempo indica que la serie no es estacionaria. (Dickey y Fuller., 1981). A continuación, se presenta la ecuación:

$$\Delta y_t = \alpha + \beta t + \gamma y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_j \Delta y_{t-j} + \epsilon_t \quad (1)$$

Donde,

Δy_t : es la primera diferencia de la serie $y_t - y_{t-1}$

α : es un término constante

βt : es un término de tendencia determinista

γ : es el parámetro de la serie rezagada y_{t-1}

$\delta_j \Delta y_{t-j}$: representa las diferencias rezagadas hasta el orden p , agregadas para capturar autocorrelaciones de alto orden.

ϵ_t : es el término de error blanco, sin autocorrelación y de media cero.

De acuerdo con Box, et al, (1994). Se diferencian estadísticamente las series que no son estacionarias para transformar los datos y garantizar su estacionariedad. La construcción de un índice basado en series de tiempo exige trabajar con datos estacionarios debido a las implicaciones significativas que la no estacionariedad tiene sobre la validez estadística y la correcta interpretación de los resultados (Hamilton, 1994),

Para ello se utilizará la siguiente ecuación:

$$\Delta y = y_t - y_{t-1} \quad (2)$$

Donde,

y_t : es el valor de la serie de tiempo ubicada en el periodo t .

Seguendo lo expuesto por Montgomery y Runger (2014) se realizará la estandarización estadística de los datos, permitiendo que los valores sean comparables y facilitando así el análisis de distintas variables en unidades y magnitudes diferentes. La estandarización transforma los datos con ciertas propiedades específicas, media igual a 0 y desviación estándar igual a 1

A continuación, se presenta la ecuación a usar:

$$Z = \frac{X_i - \mu}{\sigma} \quad (3)$$

Donde,

Z: valor normalizado

X_i : valor de la serie de tiempo en la posición i a normalizar

μ : media de la serie de tiempo

σ : desviación estándar de la serie de tiempo

Una vez que los datos han sido estandarizados, el siguiente paso para aplicar el Análisis de Componentes Principales (ACP) es calcular los vectores propios (o eigenvectors). Este paso es crucial ya que estos definen las direcciones principales en el espacio de las variables originales, es decir, las nuevas dimensiones en las que se proyectarán los datos. En el contexto de ACP, estos vectores propios corresponden a combinaciones lineales de las variables originales que capturan la mayor parte de la variabilidad o varianza en los datos. Al identificar estas direcciones principales, se facilita la reducción de la dimensionalidad y la interpretación de los datos. (Jolliffe, 2002)

$$\epsilon v = \varphi v \quad (4)$$

Donde,

ϵ : es la matriz de covarianza de los datos estandarizados.

v: es un vector propio de la matriz de covarianza.

φ : es un vector que representa la varianza explicada de cada componente principal.

Resolver esta ecuación significa encontrar todos los pares (φ, v) que cumplen con esta relación. (Escalante, 2016)

8.4. Construcción del índice de acceso al crédito

Se construye el índice de acceso al crédito en Colombia mediante el Análisis de Componentes Principales, utilizando la siguiente ecuación de media aritmética ponderada propuesta por Schuschny y Soto (2009):

$$\text{Indice} = \sum_{k=1}^p w_k * PC_k \quad (7)$$

Dónde:

w_k : es el peso asignado a cada componente.

PC_k : es el valor del componente principal k para una observación dada.

8.4.1. Uso de múltiples componentes

Schuschny y Soto (2009) junto con Ruano (2015) y Şchiopu e Ioniță (2010), sugieren que se debe incluir más de un componente principal, considerando aquellos cuya varianza explicativa acumulada alcance niveles significativos. Los componentes con menor peso explicativo serán descartados, garantizando que el índice resultante capture únicamente los factores más relevantes del acceso al crédito, asegurando una descripción más completa y precisa del fenómeno analizado.

8.4.2. Pesos ponderados componentes principales

En esta investigación se opta por utilizar ponderaciones equivalentes en la construcción del índice, siguiendo la metodología propuesta por Horta et al. (2023), en lugar de emplear la varianza explicativa u otro criterio.

La asignación equitativa de pesos es ampliamente utilizada debido a su simplicidad y a la falta de una base teórica que justifique la asignación diferencial de pesos entre

indicadores. Además, esta estrategia permite superar la falta de consenso entre los tomadores de decisiones respecto a la importancia relativa de cada variable, evitando subjetividades en la construcción del índice (Freudenberg, 2003).

En contextos donde no se dispone de datos empíricos o metodologías estadísticas para determinar pesos óptimos, la ponderación igual constituye una alternativa adecuada para garantizar la estabilidad y la coherencia del índice (Decancq & Lugo, 2013). Asimismo, esta aproximación reduce el riesgo de introducir sesgos arbitrarios en la agregación de los componentes, lo que refuerza la transparencia y la objetividad del proceso de construcción (Maggino & Ruviglioni, 2009).

8.5. Criterios de selección de componentes principales

En esta investigación se emplearán dos criterios ampliamente reconocidos en la literatura para la selección de componentes principales: el criterio de Kaiser y el criterio de Cattell. (Domínguez, et al. 2011)

8.5.1. Criterio de Kaiser

Establece que únicamente se seleccionan aquellos componentes cuyos valores propios (eigenvalues) sean superiores a 1. Este umbral asegura que los componentes seleccionados capturen una cantidad significativa de varianza dentro del conjunto de datos. (Domínguez, et al. 2011)

8.5.2. Criterio cattel

Por otro lado, este criterio se fundamenta en el gráfico de sedimentación (scree plot), el cual permite identificar visualmente el punto de inflexión (codo) donde la varianza explicada por los componentes comienza a estabilizarse. (Domínguez, et al. 2011).

9. RESULTADOS

9.1. Análisis estadístico y exploratorio de las variables macroeconómicas

Se modifican las variables desde X1 a X13, para facilitar la presentación de las tablas y gráficos

Tabla 1

Estadística descriptiva variables macroeconómicas (parte 1)

Concepto	ISE	Tasa de desempleo	Tasa de interés	Inflación	Cartera bruta del sistema bancario	TRM
codificación	X1	X2	X3	X4	X5	X6
Media	99.1	11.1	5.6	0.4	\$362,486	\$2,834
Min	74.2	7.6	1.8	(0.4)	\$125,864	\$1,712
Q1 25%	87.7	9.5	3.5	0.1	\$216,699	\$1,919
Q2 50%	100.9	10.7	4.5	0.3	\$365,111	\$2,918
Q3 75%	109.0	12.0	7.0	0.6	\$489,829	\$3,617
Max	123.4	22.0	13.3	1.8	\$656,359	\$4,922
Desviación Estándar	14.3	2.3	3.1	0.4	\$162,871	\$892

Fuente: Cálculos propios.

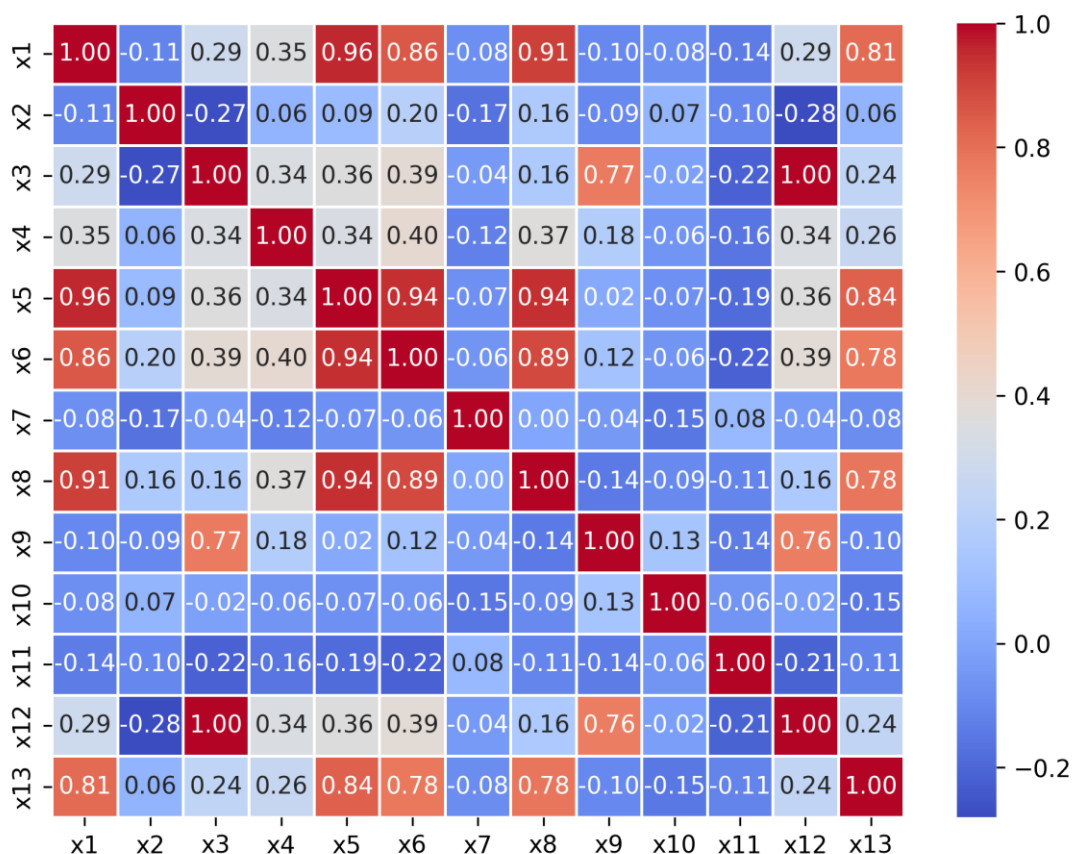
Tabla 2

Estadística descriptiva variables macroeconómicas (parte 2)

Concepto	Var % M2	Depósitos cuenta corriente	Tes 10 años	Volatilidad Colcap	Volatilidad precios vivienda	IBR	Balanza comercial
codificación	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13
Media	0.9	\$46,285	8.3	0.3	0.7	5.3	-\$232
Min	(2.1)	\$18,664	5.1	(27.5)	(0.3)	1.7	-\$987
Q1 25%	(0.1)	\$32,485	6.9	(2.8)	0.5	3.4	-\$488
Q2 50%	0.9	\$44,692	7.6	0.7	0.7	4.3	-\$145
Q3 75%	1.7	\$61,862	9.4	3.6	0.9	6.7	\$2
Max	5.8	\$82,928	13.9	14.3	1.8	12.3	\$406
Desviación Estándar	1.4	\$16,818	2.0	5.3	0.4	2.9	\$318

Fuente: Cálculos propios.

- El ISE promedio ha estado en 99.1, con una dispersión notable según la desviación estándar (14.3)
- La tasa de desempleo cuenta con un rango intercuartílico entre 9.5% (Q1) y 12% (Q3), lo que sugiere una concentración mayoritaria en niveles moderados de desempleo.
- La tasa de política monetaria en promedio ha estado en 5.6%, con valores entre 1.8% y 13.3%, y una alta desviación estándar (3.1%).
- La cartera bruta del sistema financiero ha tenido una desviación estándar (\$162,871) significativa en comparación con la media (\$362,486)
- La TRM ha tenido fluctuaciones significativas entre \$1,712 y \$4,922.
- La Balanza comercial, refleja que se ha mantenido un déficit comercial promedio de -\$232 Mil Millones.

Figura 1*Matriz de correlaciones*

Fuente: Cálculos propios.

- El Indicador de Seguimiento a la Economía (ISE) tiene una alta correlación positiva con Cartera Bancaria (0.96) y la TRM (0.86). Esto sugiere que el desempeño económico general está estrechamente relacionado con la actividad del sistema bancario y la tasa representativa del mercado, lo cual es común en economías donde el crédito depende del desempeño económico.
- La Cartera Bancaria muestra una fuerte correlación con la TRM (0.94), indicando que la expansión del crédito puede estar influenciada por las tasas de cambio, probablemente debido al impacto en la estabilidad del sistema financiero.
- Depósitos en cuentas corrientes tienen correlaciones positivas significativas con la TRM (0.89) y Cartera Bancaria (0.84), lo que podría implicar que los depósitos

bancarios reflejan la salud general del sistema financiero y la capacidad de financiar créditos.

- La variación M2 tiene correlaciones muy débiles con la mayoría de las demás variables, lo que sugiere que los cambios en la masa monetaria podrían no estar directamente relacionados con los demás indicadores en este caso.
- SE y depósitos cc presentan una correlación negativa considerable (-0.91), lo que sugiere que a medida que el desempeño económico mejora, los depósitos en cuentas corrientes tienden a disminuir. Esto podría reflejar un comportamiento de gasto o inversión mayor en períodos de crecimiento económico.
- Existe un grupo de variables relacionadas positivamente: ISE, Cartera Bancaria, TRM, y depósitos, que podrían formar parte de un mismo sistema económico relacionado con la actividad crediticia y la estabilidad financiera

9.2. Análisis de componentes principales

Tabla 3

Prueba de Dickey-Fuller Aumentada

Cod	Var	Valor -p	Estacionariedad
X1	ISE	0.8348	No
X2	Tasa de desempleo	0.0557	No
X3	Tasa de interés	0.0218	Si
X4	Inflación	0.2503	No
X5	Cartera bruta del sistema bancario	0.9985	No
X6	TRM	0.8017	No
X7	Var % M2	0.0358	Si
X8	Depósitos cuenta corriente	0.5813	No
X9	Tes 10 años	0.3599	No
X10	Volatilidad del Colcap	0.0000	Si
X11	Volatilidad precios vivienda	0.0000	Si
X12	IBR	0.0021	Si
X13	Balanza comercial	0.6462	No

Fuente: Cálculos propios.

Con un nivel de significancia del 5%, se puede concluir que las variables X1, X2, X4, X5, X6, X8, X9 y X13, no son estacionarias, su media, varianza y autocorrelación no permanecen constantes en el tiempo.

Se diferencian las variables no estacionarias en línea con la metodología propuesta por Box, et al, (1994).

Tabla 4

Diferenciación estadística, muestra de los primeros 5 registros

# Registros	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13
0	Na	Na	9.8	Na	Na	Na	(0.2)	Na	Na	(2.8)	0.9	9.2	Na
1	1.1	(0.3)	9.8	(0.1)	\$1,367	-\$51	1.7	\$122	0.5	10.9	0.9	9.2	-\$164
2	(0.8)	(0.3)	9.8	0.2	\$1,053	-\$18	(1.4)	-\$829	0.0	3.4	0.0	9.2	\$39
3	0.4	0.6	9.8	(0.1)	\$1,995	-\$66	1.7	\$1,340	(0.2)	(7.3)	0.9	9.2	-\$95
4	1.1	0.8	9.8	(0.4)	\$2,631	\$71	1.8	\$339	0.0	(0.0)	0.0	9.3	-\$53

Fuente: Cálculos propios.

Una vez diferenciadas las variables no estacionarias, se procede a estandarizar las variables con el fin de eliminar los sesgos de magnitud y de escalas descritos por

Montgomery y Runger. (2014) :

Tabla 5

Estandarización estadística, muestra de los primeros 5 registros

# Registros	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13
0	0.4	(0.2)	1.3	(0.3)	(0.7)	(0.6)	0.5	(0.0)	1.1	2.0	0.4	1.4	(0.8)
1	(0.5)	(0.2)	1.3	0.8	(0.8)	(0.3)	(1.6)	(0.4)	0.1	0.6	(1.7)	1.4	0.2
2	0.1	0.5	1.3	(0.2)	(0.4)	(0.7)	0.5	0.4	(0.5)	(1.5)	0.4	1.4	(0.4)
3	0.4	0.6	1.4	(1.3)	(0.0)	0.6	0.6	0.0	0.0	(0.1)	(1.7)	1.4	(0.3)
4	(0.3)	(0.6)	1.4	(1.0)	(0.4)	0.5	0.2	(0.3)	(0.3)	0.9	0.4	1.4	0.1

Fuente: Cálculos propios.

Al aplicar ACP se obtienen los 13 componentes principales que explican el 100% de la varianza de la base de datos.

Tabla 6

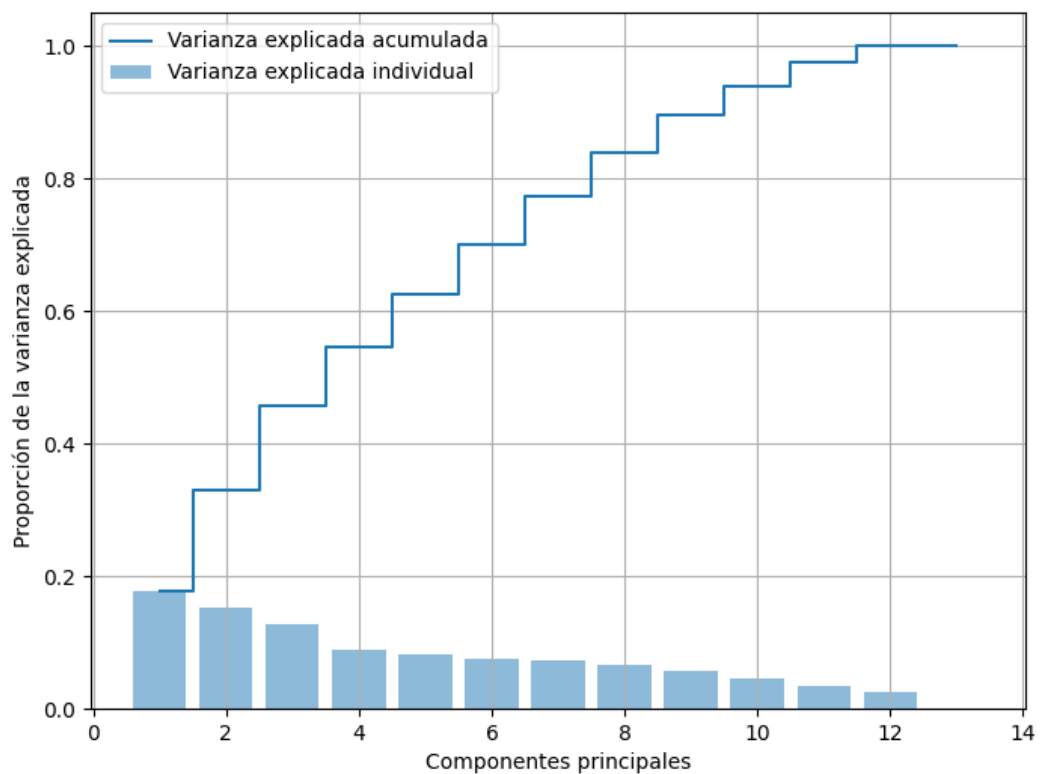
Análisis de componentes principales

# Registros	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12	PC13
0	1.9	0.6	(1.6)	0.1	(1.3)	0.4	1.3	0.6	(0.0)	0.6	0.5	0.1	(0.0)
1	2.6	0.6	0.5	(0.6)	0.3	(0.8)	0.2	(0.4)	(1.2)	0.3	(0.9)	(0.3)	(0.0)
2	0.9	1.6	(0.0)	(0.6)	0.1	0.5	(0.0)	(0.2)	1.4	(1.2)	(0.1)	0.4	(0.0)
3	1.5	1.8	(0.4)	(0.1)	(0.3)	(0.5)	(1.3)	(0.0)	(0.4)	(0.0)	1.1	0.9	(0.0)
4	1.3	1.4	(0.9)	(0.3)	0.0	1.0	(0.0)	0.2	(0.1)	1.0	0.4	(0.4)	(0.0)

Fuente: Cálculos propios.

Figura 2

Varianza explicada por cada componente principal



Fuente: Cálculos propios.

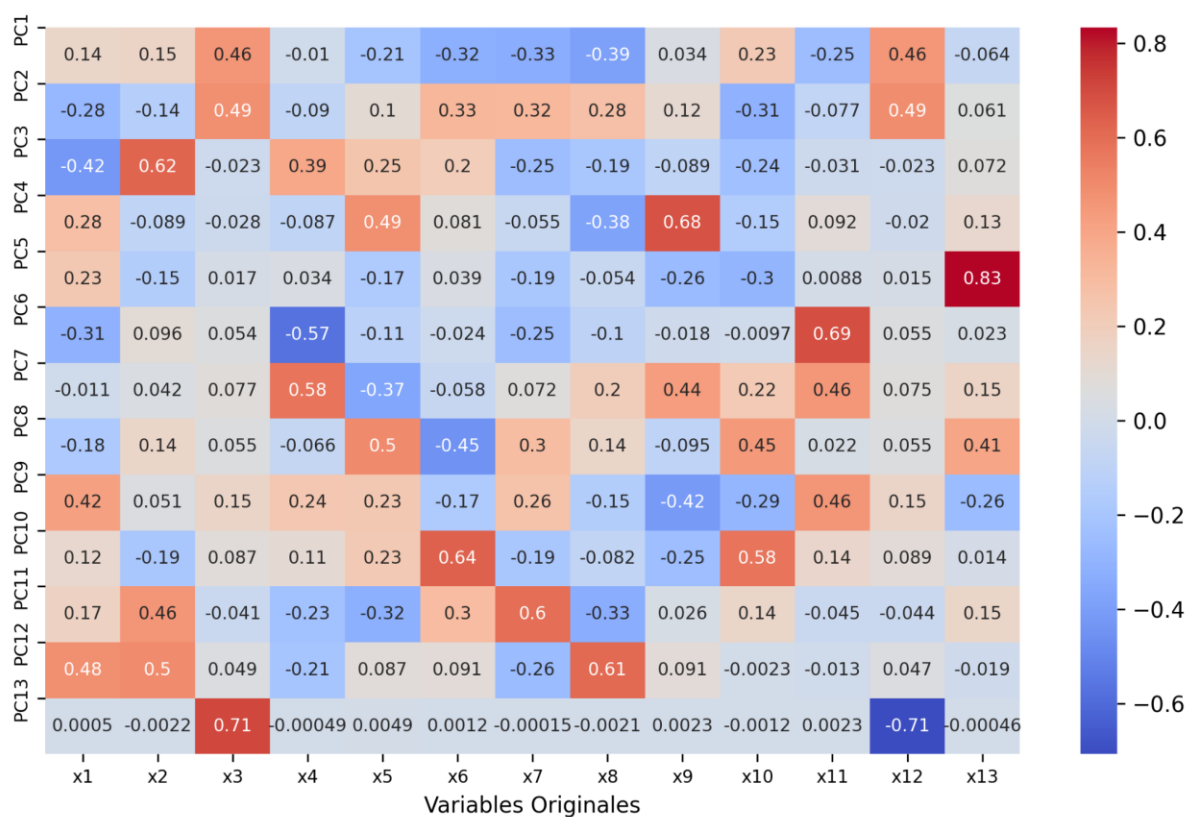
- Como se observa en el gráfico, el conjunto de los 13 vectores propios o componentes principales en su conjunto llegan a explicar el 100% de la varianza de la matriz.
- Se observa que la diferencia entre la varianza explicada entre el primer componente principal y los dos siguientes, no es representativa.
- El primer componente principal explica el 17% de la varianza, el segundo el 15%, el tercero el 12%, el cuarto el 8% y el quinto el 8%.
- Aproximadamente el 60%-70% de la varianza total se explica con los primeros 5 componentes principales.
- Basado en el análisis, se podría conservar los primeros 5 a 6 componentes principales, ya que explican una proporción significativa de la varianza total mientras reducen la dimensionalidad del conjunto de datos.

9.2.1. Coeficientes de las variables de los componentes principales

El siguiente gráfico muestra el peso de cada variable sobre los componentes principales. Cada componente principal le da más o menos peso a ciertas variables como se muestra a continuación:

Figura 3

Coefficientes de las variables por componente principal



Fuente: Cálculos propios.

- Los valores más cercanos a 1 o -1 indican que la variable contribuye fuertemente al componente correspondiente.
- Los valores cercanos a 0 indican que la variable tiene poca o ninguna influencia en ese componente
- El componente PC1 está influenciado principalmente por las variables Cartera Bancaria (0.46) y Balanza comercial (0.48), con cargas moderadas positivas. Variables como TRM (-0.32) y Depósitos cc (-0.33) tienen cargas negativas, indicando relaciones inversas.

- La tasa de política monetaria tiene cargas significativas en PC2 y PC3, indicando que contribuye significativamente a la varianza explicada en esas dimensiones
- M2 contribuye poco en la mayoría de los componentes, con cargas cercanas a 0.
- Los TES de 10 años contribuyen muy poco en todas las dimensiones excepto en PC13.
- Variables como Tasa de política monetaria, Cartera Bancaria, e Inflación dominan varios componentes principales, indicando que probablemente sean las más representativas para describir la estructura subyacente de los datos.
- El análisis del mapa de calor revela que variables como la Tasa de política monetaria, la Cartera Bancaria, y la Balanza comercial tienen un impacto significativo en los primeros componentes principales, los cuales explican la mayor parte de la varianza en los datos. Estas variables deberían ser el foco principal en el análisis de las dinámicas económicas y financieras

9.3. Selección de componentes principales para el índice de acceso al crédito

9.3.1. Criterio de Kaiser

Siguiendo la metodología de Kaiser. (1960), se seleccionan los componentes principales que tengan los Eigenvalue mayores a 1.

Esto se hace con la finalidad de considerar las variables que incrementen la cantidad de información de la matriz.

Tabla 7*Eigenvalues de cada componente principal*

Componentes principales	Eigenvalue
1	2.33
2	1.98
3	1.66
4	1.15
5	1.07
6	0.98
7	0.94
8	0.85
9	0.74
10	0.58
11	0.46
12	0.34
13	0.00

Fuente: Cálculos propios.

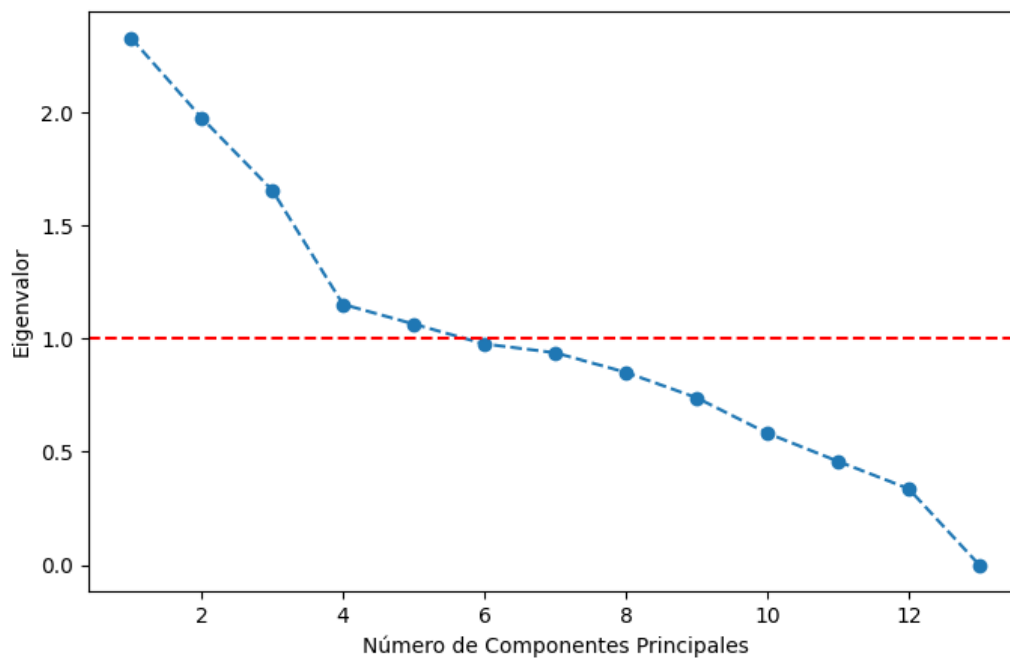
De acuerdo con lo anterior, se debe considerar los 5 primeros componentes principales para la construcción del índice.

9.3.2. Criterio de Cattell

El criterio de Cattell es un criterio visual que busca mediante un gráfico de scree, encontrar el número de componentes principales donde la varianza se estabiliza. (Cattell, R. B. 1966)

Figura 4

Gráfico de Scree para el modelo



Fuente: Cálculos propios.

- En el gráfico, el codo se evidencia en la variable 5.
- Al igual que el criterio anterior, Cattell sugiere incluir los 5 componentes principales en el índice.

9.4. Índice de acceso al crédito para Colombia

Con base en el ejercicio anterior, se seleccionaron los 5 primeros componentes principales para la construcción del índice. Se procede aplicar la formula propuesta por Schuschny y Soto (2009):

$$Indice = \sum_{k=1}^p w_k * PC_k \quad (7)$$

Dónde:

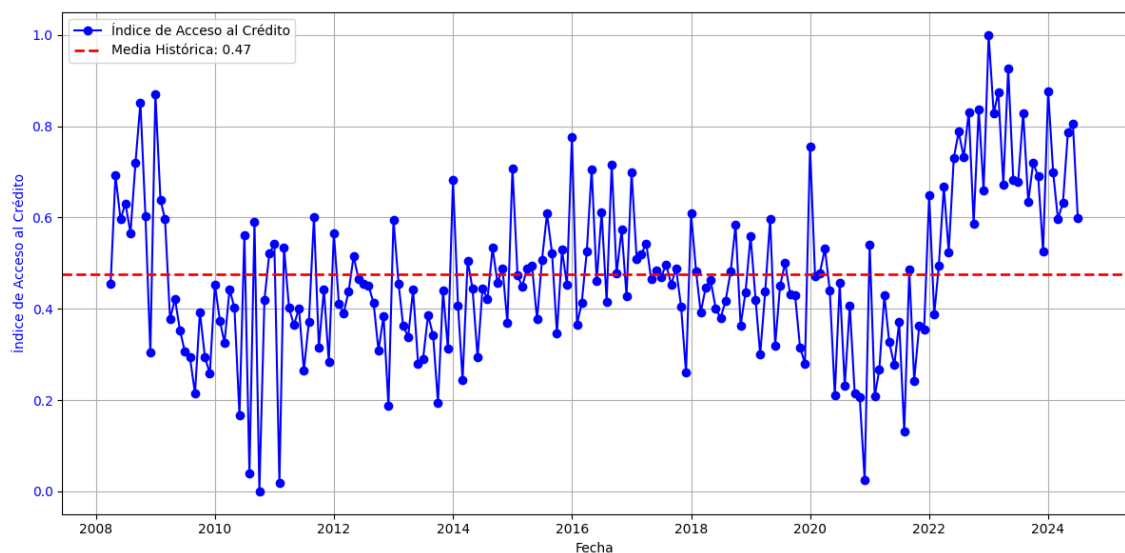
w_k : es el peso asignado a cada componente.

PC_k : es el valor del componente principal k para una observación dada

Como se mencionó en la metodología, las ponderaciones se distribuyen en igual proporción para todos los componentes, como propone Horta et al. (2023), Freudenberg (2003) y Decancq & Lugo (2013).

Figura 5

Índice de acceso al crédito de Colombia



Fuente: Cálculos propios.

- El índice de acceso al crédito en Colombia asciende a 0.60 , por encima del promedio histórico de 0.47, lo cual se traduce a que existe un mejor acceso al crédito en comparación con el pasado.
- El índice reacciona negativamente (menos acceso al crédito) en tres momentos en específico: Crisis financiera del 2008, Crisis de deuda en Europa en el 2012, y la

emergencia sanitaria del Covid en el 2020. Lo anterior evidencia que el índice reacciona frente a los shocks económicos.

- En Colombia, durante y después de la emergencia sanitaria del Covid 19, se implementaron las siguientes medidas para incrementar el acceso al crédito:
 - Alivios financieros para deudores: La SFC permitió a las entidades financieras ofrecer a sus clientes la posibilidad de renegociar las condiciones de sus créditos, incluyendo periodos de gracia y extensión de plazos, sin que esto afectará negativamente su calificación crediticia.
 - Características mínimas para medidas aplicables a deudores: Se establecieron directrices sobre cómo las entidades financieras debían estructurar los alivios, asegurando transparencia y equidad en su aplicación
 - Reducción de la tasa de interés de intervención: El BanRep disminuyó la tasa de interés de intervención para estimular la economía y facilitar el acceso al crédito
 - Inyección de liquidez: Se implementan operaciones para proporcionar liquidez al sistema financiero, asegurando la disponibilidad de recursos para préstamos y otras operaciones crediticias
 - Líneas de crédito especiales: El gobierno, a través de entidades como Bancóldex, lanzó líneas de crédito como "Colombia Responde" para apoyar a empresas afectadas por la pandemia, facilitando condiciones favorables para acceder a financiamiento.
 - Acceso a la Línea de Crédito Flexible del FMI: Colombia accedió a recursos del Fondo Monetario Internacional para fortalecer su capacidad de respuesta económica y mantener la estabilidad financiera durante la crisis

- Alivios y facilidades crediticias: Las entidades bancarias ofrecieron periodos de gracia, ampliación de plazos y tasas preferenciales para créditos de consumo y otros productos financieros, apoyando a los clientes afectados por la pandemia
- El índice demuestra que estas iniciativas tuvieron un impacto positivo en el acceso al crédito en Colombia llevándolo a 1 en enero del 2023.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El índice macroeconómico desarrollado en este estudio proporciona una herramienta robusta para analizar y monitorear el acceso al crédito en Colombia. Los resultados evidencian que el acceso al crédito está estrechamente vinculado a factores macroeconómicos como el ISE, tasa de desempleo, inflación, tasa de interés de política monetaria, cartera bruta del sistema financiero, TRM, variación del M2, depósitos de cuenta corriente, TES a 10 años, volatilidad del índice Colcap, precios de la vivienda, balanza comercial e indicador bancario de referencia (IBR). Asimismo, el índice refleja los efectos de eventos globales y políticas nacionales, como las medidas adoptadas durante la pandemia de COVID-19, que lograron mitigar parcialmente los impactos negativos sobre el acceso al crédito.

Se recomienda, incluir índices de acceso al crédito en el diseño y planificación de políticas públicas con el fin de impactar positivamente el desarrollo económico y social, identificando el momento más oportuno de acuerdo con la medición del índice. Cuando el índice esté por debajo de su media histórica, se deberían incentivar este tipo de programas sociales.

11. REFERENCIAS

- Ahamed, M. M., & Mallick, S. K. (2019). Is financial inclusion good for bank stability? International evidence.
- Aidoo, A. W. (2019). The impact of access to credit on process innovation. *Heritage and Sustainable Development*, 1(2), 48–63. <https://doi.org/>
- Allen, F., Demirgüç-Kunt, A., Klapper, L., & Peria, M. S. M. (2014). The foundations of financial inclusion: Understanding ownership and use of formal accounts.
- Banco de la República de Colombia. (2024). Tasa de interés de intervención. Recuperado de <https://www.banrep.gov.co/es/banrep-educa/econo-cimientos/tasa-interes-intervencion>
- Banco de la República de Colombia. (2023). Índice de precios al consumidor (IPC). Recuperado de <https://www.banrep.gov.co/es/glosario/indice-precios-al-consumidor-ipc>
- Banco de la República de Colombia. (2019). Agregados monetarios y crediticios: Guía de usuario. Recuperado de <https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/manual-usuario-agregados-y-cartera.pdf>
- Banco de la República de Colombia. (2024). Tasa de cambio representativa del mercado (TRM). Recuperado de <https://www.banrep.gov.co/es/conceptos/tasa-cambio-representativa-mercado>
- Banco de la República de Colombia. (2006). Sectorización Monetaria y Economía. Recuperado de <https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/paginas/sectormon.pdf>
- Banco de la República de Colombia. (2019). Ficha Metodológica Agregados Monetarios y Crediticios. Recuperado de <https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/ficha-metodologica-agregados-y-cartera.pdf>

- Banco de la República de Colombia. (2025). Títulos de Tesorería (TES). Recuperado el 26 de enero de 2025, de <https://www.banrep.gov.co/es/glosario/tes>
- Banco de la República de Colombia. (2023). Política monetaria y estabilidad financiera. https://www.academia.edu/31570284/Lbr_politica_moentaria_y_estabilidad_financier_a
- Banco de la República de Colombia. (2022). Indicador bancario de referencia (IBR). <https://www.banrep.gov.co/es/glosario/indicador-bancario-referencia-ibr>
- Box, G. E. P., Jenkins, G. M., & Reinsel, G. C. (1994). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*.
- Bruhn, M., & Love, I. (2014). The real impact of improved access to finance: Evidence from México.
- Cámara, N., & Tuesta, D. (2014). *Measuring Financial Inclusion: A Multidimensional Index*.
- Cattell, R. B. (1966). The Scree Plot Test for the Number of Factors.
- Chakravarty, S. R., & Pal, R. (2013). *Financial Inclusion in India: An Axiomatic Approach*.
- Curiel Díaz, J. (1997). *La teoría de los índices de precios*. Escuela Universitaria de Empresariales. ISSN: 1131-6985. <https://revistas.ucm.es/index.php/CESE/article/viewFile/CESE9797110071A/10382>
- Decancq, K., & Lugo, M. A. (2013). Weights in multidimensional indices of well-being: An overview. *Econometric Reviews*, 32(1), 7-34.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2023). Indicador de Seguimiento a la Economía (ISE). Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/indicador-de-seguimiento-a-la-economia-ise>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2010). Tasa de desempleo (TD). En *Atlas estadístico de Colombia: Tomo II - Social*. Recuperado de

https://geoportal.dane.gov.co/servicios/atlas-estadistico/src/Tomo_II_Social/7.4.-tasa-de-desempleo-%28td%29.html

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2019). Metodología general índice de precios al consumidor (IPC). Recuperado de https://microdatos.dane.gov.co/catalog/46/download/461/Metodologia_indice_de_precios_al_consumidor.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2024). Balanza comercial. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-internacional/balanza-comercial>

Demirgüç-Kunt, A., & Klapper, L. (2012). Measuring financial inclusion: The Global Findex Database.

Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root.

Domínguez, S., Blancas, F., Guerrero, F., & Gonzalez, M. (2011). Una revisión crítica para la construcción de indicadores sintéticos.

Edwards, S., & Végh, C. A. (1997). Banks and Macroeconomic Disturbances Under Predetermined Exchange Rates.

Escalante González, R. de J. (2016). Generación de sistemas dinámicos lineales por partes caóticos sin puntos de equilibrio (Tesis de maestría).

Freudenberg, M. (2003). Composite indicators of country performance: A critical assessment. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2003/16, OECD Publishing.

Garayalde, L., González, S., & Mascareñas, J. (2014). Microfinanzas: Evolución histórica de sus instituciones y de su impacto en el desarrollo.

- Geanakoplos (2010). "Los agentes con mayores expectativas de valorización contraen préstamos con altos niveles de endeudamiento para efectuar compras de activos, lo que incrementa los precios de mercado."
- Gharbi, I., & Kammoun, A. (2023). Developing a Multidimensional Financial Inclusion Index: A Comparison Based on Income Groups. *Journal of Risk and Financial Management*.
- Gratereaux, C., & Ruíz, K. (2006). Efectividad y Mecanismos de Transmisión de la Política Monetaria en la Economía Dominicana: Una Aproximación Empírica Integral.
- Hainz, C., & Nabokin, T. (2019). Access to credit and its determinants: A comparison of survey-based measures. *Economics of Transition and Institutional Change*, 27(4), 1031–1067. <https://doi.org/10.1111/ecot.12235>
- Hamilton, J. D. (1994). *Time Series Analysis*. Princeton University Press.
- Ioniță, I., & Șchiopu, D. (2010). Using principal component analysis in loan granting. *Buletinul Universității Petrol-Gaze din Ploiești*, 62(1.2010).
- Jolliffe, I. T. (2002). *Principal Component Analysis*.
- Jolliffe, I. T., & Cadima, J. (2016). "Principal component analysis: A review and recent developments." *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*.
- Kaiser, H. F. (1960). *The Application of Electronic Computers to Factor Analysis*.
- Kanapickienė, R., Keliuotytė-Staniulėnienė, G., Teresienė, D., Špicas, R., & Neifaltas, A. (2022). Macroeconomic Determinants of Credit Risk: Evidence on the Impact on Consumer Credit in Central and Eastern European Countries. *Sustainability (Switzerland)*, 14(20). <https://doi.org/10.3390/su142013219>
- Kantelhardt, J. W., Zschiegner, S. A., Koscielny-Bunde, E., Havlin, S., Bunde, A., & Stanley, H. E. (2002). Multifractal detrended fluctuation analysis of nonstationary time series.

- Koju, L., Koju, R., & Wang, S. (2020). Macroeconomic determinants of credit risks: Evidence from high-income countries. *European Journal of Management and Business Economics*, 29(1), 41–53. <https://doi.org/10.1108/EJMBE-02-2018-0032>
- Kumar, A., Singh, P., & Sharma, R. (2024). Banking Credit and Innovation Technology: A Global Perspective. MPRA Paper No. 122774, University Library of Munich, Germany.
- Loayza, N., Oviedo, A. M., & Servén, L. (2000). Credit Constraints and Investment in Latin America. World Bank Policy Research Working Paper No. 5170.
- Maggino, F., & Ruvigliani, E. (2009). Obtaining weights: From objective to subjective methods. Proceedings of the 6th Conference of the European Survey Research Association.
- Mera, X., García, A., & Rodríguez, C. (2024). Social capital and credit risk in a financial cooperative of Ecuador.
- Miranda López, J. (2011). Determinantes macroeconómicos de la demanda de crédito en Nicaragua.
- Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (2014). *Applied Statistics and Probability for Engineers*.
- Naili, M., & Lahrichi, Y. (2022). Banks' credit risk, systematic determinants and specific factors: Recent evidence from emerging markets. *Heliyon*, 8(2). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08960>
- Nguyen, T. T. H. (2020). Measuring Financial Inclusion: A Composite FI Index for Developing Countries.
- Obstfeld, M., & Rogoff, K. (2005). Global current account imbalances and exchange rate adjustments.

- Olvera, Emilio., & Carbajal, Yolanda. (2023). Determinantes de la competitividad en la manufactura mexicana: un análisis a nivel de subsector, 2018.
- Presbitero, A. F., & Rbellotti, R. (2016). Credit access in Latin American enterprises. In *Firm Innovation and Productivity in Latin America and the Caribbean: The Engine of Economic Development* (pp. 245–283). Palgrave Macmillan.
https://doi.org/10.1057/978-1-349-58151-1_8
- Räiche, G., Walls, T. A., Magis, D., Riopel, M., & Blais, J. G. (2013). Non-Graphical Solutions for Cattell's Scree Test.
- Ruano, M. (2015). Aplicación de la técnica de componentes principales para el análisis de la pobreza en Honduras.
- Sahay, R., Čihák, M., N'Diaye, P., Barajas, A., Ayala, D., Gao, Y., Kyobe, A., Nguyen, L., Saborowski, C., Sviryzdenka, K., & Yousefi, R. (2015). Financial inclusion: Can it meet multiple macroeconomic and financial stability goals?
- Schuschny, A., & Soto, H. (2009). Guía metodológica Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible.
- Shoji, M., Aoyagi, K., Kasahara, R., Sawada, Y., & Ueyama, M. (2012). Social capital formation and credit access: Evidence from Sri Lanka.
- Superintendencia Financiera de Colombia. (2025). Índice COLCAP. Recuperado el 26 de enero de 2025, de <https://www.bvc.com.co/msci-colcap>
- Vaca, D. (2022). Determinantes del acceso al crédito de los socios de las cooperativas de ahorro y crédito en el Ecuador.
- Wang, X., Hou, S., Kyaw, K., Xue, X., & Liu, X. (2023). Exploring the determinants of Fintech Credit: A comprehensive analysis. *Economic Modelling*, 126.
<https://doi.org/10.1016/j.econmod.2023.106422>

- Yüksel, S., Zengin, S., & Yüksel, A. (2016). Financial stability and non-performing loans: A comparison of emerging markets and advanced economies.
- Zoli, E. (2018). Impact of Public Debt on Long-Term Interest Rates. International Monetary Fund Working Paper.
- Zwick, W. R., & Velicer, W. F. (1986). Comparison of Five Rules for Determining the Number of Components to Retain.